

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DO LITORAL PAULISTA  
UNIDADE SÃO VICENTE**



**Distribuição Espacial do Caranguejo-Uçá,  
*Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)  
(Crustacea, Brachyura, Ocypodidae)**

***Daiane Aparecida Francisco de***

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

São Vicente – SP  
2005

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DO LITORAL PAULISTA  
UNIDADE SÃO VICENTE**

**Distribuição Espacial do Caranguejo-Uçá,  
*Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)  
(Crustacea, Brachyura, Ocypodidae)**

Daiane Aparecida Francisco de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus do Litoral Paulista – Unidade São Vicente, como parte dos requisitos para obtenção do Bacharelado em Ciências Biológicas, com Habilitação em Biologia Marinha.

São Vicente – SP  
2005

*“Terms consciência de que somos ignorantes é  
um grande passo rumo ao saber.”*

(Disraeli)

*Aos meus pais, Hélio e Joana, e aos meus irmãos Eddy, Harley e Josiane, que juntos formaram minha primeira e mais importante escola de humildade. Onde pude aprender desde a infância, o caminho para a plenitude, premissa fundamental para eu fazer, na liberdade, escolhas responsáveis.*

*Ao Ricardo, pelo amor, carinho e paciência nestes quatro anos de convivência.*



## **Agradecimientos**

Agradeço a Deus por sempre possibilitar um novo amanhã.

Ao *Prof. Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro* por ensinar-me a dar os primeiros passos a caminho da ciência, orientando-me desde o início da graduação. A você todo meu respeito e admiração pelo que és como pessoa e profissional.

Aos meus pais, *Hélio* e *Joana*, que não me disseram como viver, mas deixaram que eu os observasse. Aos meus irmãos *Eddy*, por sua amizade e exemplo; *Harley*, por todo o orgulho; e *Josiane*, por sua ternura. Aos meus sobrinhos, *Hannaya*, *Bianca*, *Murilo* e *Guilherme*, por me mostrarem como a vida pode ser simples na inocência de uma criança.

Ao meu marido *Ricardo*, pelo amor, compreensão e paciência. Por acreditar nos meus sonhos e, principalmente, por vivê-los junto a mim.

A todos os amigos do Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA), *Biól. Bruno Santanna*, e *Camila Mayumi* pela convivência e amizade. A amiga, *Karina Banci*, pela tradução do abstract. Ao *Biól. Luis Felipe*, *Alisson Wunderlick*, *Bruno Sayão*, *Hebert Lima* e a *Tatiana Marques* pelo auxílio nas coletas. De modo especial, agradeço aos amigos, *Ms. Gustavo Hattori* e *Dr. Ronaldo Christofolletti*, pela ajuda nas análises estatísticas e, principalmente, por todos os momentos de aprendizado, incentivo, amizade e descontração proporcionados.

À *Reitoria da Universidade Estadual Paulista (RUNESP)*, pela concessão da bolsa de iniciação científica do programa PIBIC/Reitoria (Proc. nº31/55/01/2003).

Ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* pela bolsa de iniciação científica do programa PIBIC/CNPq concedida (Proc. nº 109785/2003-7).

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)* pela bolsa de iniciação científica concedida (Proc. nº 05/00153-5), assim como pela verba destinada ao Projeto Uça I e II (Proc. nº 94/4878-8 e 02/05641-2), que auxiliaram o pagamento de parte das coletas realizadas neste estudo.

Ao *Prof. Dr. José Frederico Centurion*, docente do Departamento de Solos e Adubos da FCAV, UNESP Jaboticabal, pela ajuda e processamento dos dados de resistência do sedimento.

Às amigas *Abigail*, *Carla* e *Tulah*, pelo incentivo, apoio e amizade mesmo que distantes.

Às amigas do “Serpentário”, *Fernanda Brito, Larissa Miranda, Natália Garcia, Tália Bonfante e Vanessa Ribeiro e Fernanda Medeiros*, particularmente à *Aline Pasquino e Camila Keiko Takahashi*, pela força e incentivo, além da grande amizade e união. À *Flora Maria*, pela companhia nos momentos de estudo.

Aos primos *Hudson e Eglee*, pela amizade e, principalmente, pela presença familiar no último ano da graduação.

A todos da *1ª Turma de Ciências Biológicas – Habilitação em Biologia Marinha e Gerenciamento Costeiro da UNESP, Campus do Litoral Paulista - Unidade São Vicente (CLP/SV)*, por não desistirem, por continuarem juntos e acreditando. Aos *funcionários*, pela acolhida “familiar” durante os anos de Graduação.

A todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a chegar até aqui!



## **Resumo**

OLIVEIRA, D.A.F. Distribuição espacial do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). 2005. 56p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado em Ciências Biológicas – Habilitação em Biologia Marinha). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus do Litoral Paulista – Unidade São Vicente.

Distribuição espacial é definida como a distância existente entre os indivíduos da população, gerando três padrões distintos: uniforme, aleatório e agregado. Para as espécies de hábito bentônico, os parâmetros edáficos e arbóreos podem assumir grande importância na determinação de sua distribuição. O presente estudo visa determinar do padrão de distribuição espacial do caranguejo *U. cordatus*, assim como, suas alterações em função da dominância vegetal, *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, associação da distribuição das galerias em função do enraizamento da vegetação e à resistência mecânica à penetração do sedimento. As amostragens foram realizadas em manguezais localizados na Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe (APA-CIP), Litoral Sul do Estado de São Paulo (24°41'S – 47°28'W). Para cada espécie arbórea, *R. mangle*, *A. schaueriana* e *Laguncularia racemosa* (manguezal alto e baixo segundo seu grau de inundação) foram amostrados três bosques de mangue (totalizando 12 bosques). Os modelos de distribuição foram testados pelo ajuste das frequências observadas e esperadas aos modelos de Poisson e Binomial Negativa. Na caracterização arbórea, em todos os bosques de mangue determinou-se a densidade, a altura e o diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores. O enraizamento foi obtido pela amostragem de sedimento (três por bosque), auxiliada por uma caixa de aço (0,0068m<sup>3</sup>), este foi peneirado e o material vegetal retido foi levado a estufa (48h à 60°C) e, então pesados. Nas variáveis edáficas, a resistência a penetração do sedimento nos primeiros 50cm de sedimento, com o auxílio de um Penetrômetro mecânico, o teor de umidade foi obtida pela coleta superficial do sedimento com anéis de aço (95,42cm<sup>3</sup>) que em laboratório foram pesados antes e após sua permanência em estufa (24h a 105°C). O cálculo foi feito pelo percentual da diferença entre o peso úmido e seco dos cilindros dividido por seu volume. A influência das variáveis arbóreas e edáficas foram testadas por Análise de Coordenadas Principais (PCoA), e os bosques comparados por testes de ANOVA. O padrão de distribuição espacial de *Ucides cordatus* foi agregado nos bosques de

*Laguncularia racemosa* (manguezal alto e baixo), *Rizophora mangle* e *Avicennia schaueriana*, localizados na Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe (APA-CIP), Litoral Sul do Estado de São Paulo, próximos à Barra de Icapara, Município de Iguape (24°41'S – 47°28'W). Sendo a agregação menor entre os indivíduos em bosques de *L. racemosa* (manguezal alto), intermediária, em *L. racemosa* (manguezal baixo) e maior em *A. schaueriana* e *R. mangle*. As interações das variáveis analisadas influenciaram no grau de agregação dos indivíduos desta população. Sendo a umidade do sedimento, enraizamento, DAP e altura das árvores, positivamente associados ao aumento desta agregação. No entanto, a resistência mecânica a penetração do sedimento e a densidade arbórea atuaram na diminuição seu grau de agregação.

Palavras-chave: 1. Crustacea. 2. Ecologia. 3. Manguezal. 4. Distribuição Espacial.



## **Abstract**

OLIVEIRA, D. A. F.. Spatial distribution of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae). 2005. xx p. Work of Course Conclusion. (Bachelor in Biological Sciences – Qualification in Marine Biology). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), São Paulo’s Coast Campus – São Vicente Unit.

Spatial distribution is defined as the distance between the individuals of a population, generating three different patterns: uniform, alleatory and clumped. For the species of benthic habits, edaphic and arboreal parameters may assume a big importance on the determination of their distribution. The purpose of the current study is to determine the pattern of spatial distribution of the crab *Ucides cordatus*, as well as its alterations in terms of vegetal dominance (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* and *Avicennia schaueriana*), association of the galleries distribution according to roots of vegetation and the mechanical resistance to the sediment’s penetration. The samples were taken in mangroves at the Área de Proteção Ambiental (Environmental Protection Area) Cananéia-Iguape-Peruíbe (APA-CIP), São Paulo’s Southern Coast (24°41’S - 47°28’W). For each arboreal species, *R. mangle*, *A. schaueriana* and *L. racemosa* (high and low mangrove, according to its grade of inundation) it was taken samples from three mangrove woods (total 12 woods). The distribution models were tested by adjusting the observed and expected frequencies to the Poisson and Negative Binomial Distribution methods. To the arboreal characterization, in each mangrove wood it was determined the density, the height and the diameter at the chest height (DCH) of the trees. The roots quantity was obtained by the sediment sampling (three for each wood), using a steel box (0,0068m<sup>3</sup>). The collected sediment was strained and the retained vegetal material was dried using a stove (48h at 60°C), and were weighted afterwards. For edaphic variables it was tested the resistance to the sediment’s penetration in the first 50cm of ground, using a mechanical penetrometer. The humidity meaning was obtained by superficial sampling of the sediment, using steel rings (95,42cm<sup>3</sup>), that were weighted at laboratory before and after their permanence in stove (24h at 105°C). The calculation was made by the percentage of difference between humid and dry weight of the rings, divided by their volume. The influence of

the edaphic and arboreal variables was tested by Principal Coordinates Analysis (PCoA), and the woods were compared using ANOVA. The spatial distribution pattern of *Ucides cordatus* was clumped in woods of *Laguncularia racemosa* (high and low mangrove), *Rhizophora mangle* and *Avicennia schaueriana*, at the Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe (APA – CIP), next to Barra do Icapara, Iguape Municípe (24°41'S - 47°28'W), being this aggregation lower between the individuals in woods of *L. racemos* (high mangrove), intermediate in *L. racemosa* (low mangrove) and bigger in *A. schaueriana* and *R. mangle*. The interactions between the parameters analyzed had a considerable influence in the aggregation of individuals from this population, being the sediment humidity, roots quantity, DCH and trees' height positively associated to this aggregation. However, the mechanical resistance to the sediment's penetration and the arboreal density cooperated with the diminution of aggregation grades.

## SUMÁRIO

Introdução.....	16
❖ Distribuição Espacial.....	17
Revisão Bibliográfica.....	19
❖ Biologia de <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763).....	20
Objetivos.....	21
Materiais e Métodos.....	23
❖ Distribuição espacial.....	24
❖ Caracterização arbórea.....	26
❖ Parâmetros edáficos.....	27
❖ Análises estatísticas.....	28
Resultados.....	33
Discussão.....	43
Conclusões.....	47
Referencias bibliográfica.....	49



## **Introdução**

## Distribuição Espacial

Toda população apresenta um padrão de distribuição espacial compatível ao habitat que ocupa, com sua abundância/densidade variando com a disponibilidade de alimento, predação, estratégia reprodutiva, e em função de parâmetros exógenos.

A distribuição espacial em crustáceos com desenvolvimento anamórfico, por exemplo, pode variar em função do tipo de dispersão e assentamento larval, gerando diferentes padrões de ocupação e dinâmica populacional. Desta forma, a área de assentamento larval pelas megalopas dos crustáceos braquiúros, pode influenciar o padrão distribucional dos adultos, embora fenômenos migratórios possam ocorrer durante a ontogenia (TEAL, 1958).

Segundo Ricklefs (1996), a estrutura populacional de uma espécie pode ser dividida em três componentes: dispersão, densidade e distribuição. A distribuição é limitada por barreiras naturais à dispersão, regendo a abrangência geográfica e ecológica de uma população. Assim, a distribuição espacial de um organismo pode variar em função de sua densidade, que por sua vez sofre influência da atuação isolada ou sinérgica de parâmetros abióticos e bióticos. Tal interação é responsável pela dimensão do nicho ecológico de uma espécie, bem como sua sobreposição com o de outras espécies simpátricas.

A distribuição espacial é definida como a distância existente entre os indivíduos da população, gerando três padrões distintos: 1) padrão uniforme, que é reflexo da competição entre os espécimes (CONNELL, 1963), e caracterizado por certa homogeneidade entre as distâncias mínimas de cada espécime e seu vizinho mais próximo (RICKLEFS, 1996); 2) padrão aleatório, comum em áreas com maior homogeneidade ambiental, onde a atuação sinérgica de fatores ambientais ocorre com reduzida variação; e 3) padrão agregado, o mais comum nos ambientes naturais, que pode ser consequência da heterogeneidade ambiental em decorrência de diferenças de substrato, atuação de correntes/ventos, estratégia reprodutiva e/ou provenientes do comportamento social, entre outros (BELL, 1988). No entanto, as populações com padrão agregado podem ter sua distribuição espacial tendendo a aleatoriedade ou à uniformidade, gerando padrões mistos, como o agregado-aleatório e agregado-uniforme (ODUM, 1983).

Para os organismos aquáticos, os principais parâmetros exógenos que influenciam a distribuição são a temperatura, salinidade e o teor de oxigênio dissolvido na água (WARNER e BOESH, 1979; PINHEIRO *et al.*, 1996). No entanto, para as espécies semiterrestres de hábito bentônico, como os caranguejos de manguezal, os parâmetros edáficos e a composição da vegetação podem assumir maior importância (KERWIN, 1971; WHITING e MOSHIRI, 1974). Outros fatores exógenos, como o grau de inundação, efeito das marés, salinidade, temperatura da água/ar, intensidade luminosa, e umidade relativa, também podem contribuir neste processo (ATKINSON e TAYLOR, 1988).

O padrão de distribuição e a abundância de organismos bentônicos geralmente estão relacionados ao seu habitat (WODDIN, 1981). Sendo assim, modificações do sedimento podem alterar a comunidade de uma área (SOMMERFIELD *et al.*, 1995), o mesmo ocorrendo naquelas onde existe atividade biogênica e bioturbadora dos sedimentos (ÓLAFSSON e NDARO, 1997), que alteram a oxigenação e drenagem do solo (VALIELA *et al.*, 1978). Para Howarth e Hobbie (1982), as galerias construídas por caranguejos de manguezal podem influenciar não apenas a estrutura física do sedimento, mas também sua composição química, tendo em vista o acúmulo de metabólitos que podem potencializar a produção vegetal nestas áreas.

Para Ringold (1978), a abundância e o padrão de distribuição dos braquiúros com hábito escavatório mostram dependência do enraizamento da vegetação e dureza do sedimento, constantemente modificada por ocasião da inundação pelas marés.

O manguezal pode diferir em função de sua cobertura vegetal, diversidade faunística, tipo de sedimento e processos hídricos relacionados às marés, rios, chuvas, evapo-transpiração, entre outros (TEAL, 1958). Por outro lado, as espécies apresentam adaptações específicas que lhes possibilitam vencer condições ambientais adversas e a ocuparem áreas inóspitas, conferindo-lhes vantagem competitiva, menor gasto energético, além de assegurar seu sucesso reprodutivo e sobrevivência (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

O melhor conhecimento do impacto causado pelo caranguejo-uçá em comunidades de manguezal, pode ser obtido pela distribuição desta espécie e dos os parâmetros exógenos que influenciam seu padrão distribucional (BERTNESS e MILLER, 1984). Os manguezais, que constituem o único ambiente de ocupação

dessa espécie-alvo, vêm sendo altamente impactados por diferentes ações antrópicas, como o extrativismo faunístico, florístico e mineral, especulação imobiliária, projetos de carcinocultura, e aterros sanitários.

O conhecimento da distribuição espacial de organismos adultos, em consorciação a dados sobre sua biologia pesqueira, dispersão larval e recrutamento, possibilitam a elaboração de um melhor plano de manejo (FREIRE, 1998). Além disso, a determinação do padrão de distribuição espacial do caranguejo-uçá pode auxiliar a compreender melhor os efeitos da densidade populacional, por ser o principal parâmetro utilizado nas estimativas de potencial extrativo deste recurso. A seleção do tamanho do quadrado ideal de amostragem é também de extrema importância em estudos de distribuição espacial de uma espécie, pois uma escolha inadequada pode sub ou superestimar os valores de densidade, principalmente em populações com padrão agregado.



## **Revisão Bibliográfica**

## **Biologia de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)**

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), pertence à Família Ocypodidae e habita exclusivamente o ecossistema de manguezal de todo o litotal Atlântico Ocidental das Américas, desde a Flórida (EUA) até Santa Catarina (Brasil) (MELO, 1996). Pode receber nomes populares distintos, conforme a região enfocada (caranguejo-verdadeiro, caranguejo-uçá, Uçá ou catanhão), sendo a única espécie representante do gênero *Ucides* no Brasil. Apresenta hábito escavatório e constrói sua galeria em terras baixas freqüentemente inundadas pelas marés, mantendo-a fechada por um “plug” lodoso durante a época de muda, para proteção contra seus predadores ou minimizar o efeito de competição intra-específica. Trata-se de uma espécie semiterrestre e territorialista, geralmente apresentando um único indivíduo por galeria, onde permanece durante as marés altas (COSTA, 1972).

Apesar de apresentar grande importância sócio-econômica, (NASCIMENTO *et al.*, 1982; NASCIMENTO, 1993; VASCONCELOS *et al.*, 1999; ALVES e NISHIDA, 2003), poucos são os artigos que tratam de aspectos biológicos de *U. cordatus*, sendo na maioria relacionados a sua fisiologia respiratória (MOTA-ALVES e MADEIRA-JÚNIOR, 1980; SANTOS *et al.*, 1985; SANTOS e COSTA, 1993) e equilíbrio osmótico (SANTOS e SALOMÃO, 1985; SANTOS *et al.*, 1986; TURRIN *et al.*, 1992; HARRIS e SANTOS, 1993a,b). Aqueles que enfatizam aspectos de sua biologia e ecologia, também são mínimos, destacam-se os estudos que tratam da biometria quelar por Santos e Garcia-Mendes (1982); seu manejo em condições de cativeiro (GERALDES e CALVENTI, 1983); aspectos ecológicos, econômicos e do ciclo reprodutivo (NASCIMENTO, 1993); e recentemente, sobre sua biologia reprodutiva e crescimento (DIELE, 2000; PINHEIRO, 2001; PINHEIRO e FISCARELLI, 2001). No entanto, estudos de estrutura populacional de *Ucides cordatus* fazem, apenas, alusão ao seu padrão de distribuição espacial, o que é abordado de maneira superficial em trabalhos de dissertação como os elaborados por Costa (1972) e Alcântara-Filho (1982).



## **Objetivo**

O presente estudo tem como objetivo geral a determinação do padrão de distribuição espacial do caranguejo de manguezal, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). Entre os objetivos específicos, foram avaliados: 1) alterações do padrão distribucional da espécie em função da dominância vegetal, baseando-se em bosques de manguezal com predomínio de *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*; e 2) associação da distribuição das galerias em função do enraizamento da vegetação e resistência à penetração do sedimento em cada uma dessas áreas.



## **Materials e Métodos**

*Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) é um caranguejo semiterrestre pertencente à Família Ocypodidae, Subfamília Ocypodinae, que segundo Melo (1996) apresenta os seguintes caracteres diagnósticos: “Carapaça transversalmente subelíptica, pouco mais larga do que longa, fortemente convexa longitudinalmente. Largura fronto-orbital não mais do que 2/3 da largura máxima da carapaça nos machos adultos. Fronte se alargando em direção à base, não sub-espatular. Margens regularmente curvadas, convergindo posteriormente. Córnea ligeiramente inflada, ocupando menos do que a metade do pedúnculo ocular. Quelípodos desiguais em ambos os sexos. Dedo da quela maior ligeiramente maior do que a palma. Patas ambulatórias 2-4 com longa franja de pêlos sedosos, especialmente no carpo e própodo. As fêmeas não mostram esta pilosidade. Franjas de pêlos nas faces opostas da coxa das terceiras e quartas patas reduzidas ou ausentes. Espécie de grande porte” (Fig. 1)

As amostragens foram realizadas em manguezais localizados na Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe (APA-CIP), Litoral Sul do Estado de São Paulo, próximos à Barra de Icapara, Município de Iguape (24°41’S – 47°28’W), durante as marés baixas. As áreas selecionadas para amostragem foram categorizadas pelo predomínio arbóreo (>80%), das espécies *Rhizophora mangle* Linnaeus, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman e *Laguncularia racemosa* C. F. Gaertn. Os bosques de *Laguncularia racemosa* foram diferenciados segundo seu grau de inundação em manguezal baixo e alto, com base na altura de distribuição vertical da alga *Bostrychia* sp., medida com fita métrica. Para cada espécie arbórea foram amostrados três bosques de mangue, considerados como réplicas (*R. mangle* = R1, R2 e R3; *L. racemosa*, manguezal alto = La1, La2, La3; *L. racemosa*, manguezal baixo = Lb1, Lb2, Lb3; e *A. schaueriana* = A1, A2 e A3) (Fig. 2).

Em estudo piloto realizado nos mesmos bosques de mangue por Hattori *et al.* (2004), foi estabelecido o tamanho do quadrado ideal de amostragem segundo o Método de Wiegert (KREBS, 1989: 68), sendo escolhido o quadrado de 4x4m (16m<sup>2</sup>), por minimizar o produto da variância pelo custo relativo (tempo).

## Distribuição Espacial

Costa (1972) verificou a presença de apenas um único indivíduo/galeria para *U. cordatus*. Portanto, a estimativa de sua distribuição espacial foi determinada

pela totalização das galerias abertas com atividade biogênica (lama fluída e fezes próximas à abertura), fechadas recentes (presença de “plug” lodoso ocluindo a abertura) e fechadas antigas (fusão do “plug” lodoso ao sedimento circunjacente, também denominadas “batumadas”), presentes nos quadrados de amostragem. As galerias do caranguejo-uçá foram diferenciadas das demais espécies de ocipodídeos pela posição oblíqua de sua abertura em relação à superfície do sedimento, bem como pelo formato de seu ducto, conforme descrito por Costa (1972). As galerias com dupla abertura foram identificadas pelo acompanhamento manual do seu ducto, sendo consideradas como sendo de um único indivíduo.

Sabendo que o número de indivíduos por unidade amostral (quadrado) varia conforme o bosque de mangue em estudo, foi realizada uma pré-amostragem aleatória de 20 quadrados para cada um, visando-se estimar o número ideal de quadrados por bosque de mangue, utilizando o método citado por Krebs (1989: 188-190).

Para início da análise de distribuição espacial, os dados foram primeiramente organizados por freqüência (número de galerias/unidade amostral), para cada um dos bosques de mangue (3 réplicas cada). Posteriormente, foi calculada a média ( $\bar{x}$ ) e a variância ( $S^2$ ) de cada bosque de mangue, utilizando-se os dados obtidos nos quadrados de amostragem, permitindo o cálculo do índice de dispersão ( $I$ ), índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ), índice padrão de Morisita ( $I_P$ ), e o parâmetro  $k$  (KREBS, 1989: 148-154).

O índice de dispersão ( $I$ ) avalia a razão entre a variância e a média da amostra ( $S^2/\bar{x}$ ), indicando a distribuição de Poisson (padrão aleatório) quando  $I=1$ ; a distribuição Binomial Negativa (padrão agregado) quando  $I>1$ ; ou distribuição Normal (padrão uniforme) quando  $I<1$  (ELLIOTT, 1977).

O Índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ) calculado através da expressão abaixo, indica,

$$I_{\delta} = n \frac{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i)}{(\sum_{i=1}^n x_i)^2 - \sum_{i=1}^n x_i}$$

quando igual à unidade, o ajuste a uma série Poisson, para valores menores que um a uniforme e à agregada para valores maiores que a unidade (POOLE, 1974). Onde:  $n$  =

tamanho da amostra;  $X_i$  = número de indivíduos número de indivíduos na  $i$ -ésima unidade amostral.

O Índice padronizado de Morisita ( $I_p$ ) foi calculado segundo Krebs (1989: 150-154), sendo considerado um dos melhores índices para medir a dispersão, pois independe da densidade da população e do tamanho amostral.

O parâmetro  $k$  da distribuição binomial negativa foi estimado pelo método iterativo da “máxima verossimilhança” apresentado por Bliss e Fisher (1953). Onde,

$$n \ln \left( 1 + \frac{\hat{m}}{k} \right) = 0$$

$n$  = número total de unidades de amostra;  $\ln$  = logaritmo natural;  $\hat{m}$  = número médio de indivíduos por unidade de amostra;  $k$  = parâmetro de dispersão estimado.

Os valores teóricos esperados para cada distribuição espacial estão representados na tabela 1.

O teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ) foi utilizado para verificar a significância do índice de dispersão ( $I$ ), enquanto o teste F foi empregado na estatística do Índice de Morisita ( $I_s$ ), de acordo com Poole (1974). O nível de significância estatística adotado foi de 5%. O parâmetro  $k$ , que indica o ajuste dos dados de frequência observada ( $f_o$ ) aos de frequência esperada ( $f_e$ ), foi testado segundo a eficiência do método pelo qual foram calculados - Método 1 (teste T) e Método 2 (teste U) – conforme Krebs (1989: 85-92).

## Caracterização Arbórea

Nos bosques *Avicennia schaueriana* e *Rizophora mangle*, foram obtidos dados provenientes de cinco quadrados de 10x10m, amostrados aleatoriamente, enquanto nos bosques de *Laguncularia racemosa* (manguezal alto e baixo), os dados foram oriundos de quadrados de 5x5m, também amostrados de forma aleatória, conforme teste realizado por Christofolletti (2005).

Em cada quadrado amostral foram quantificadas as árvores com altura superior a 1,5m, para cálculo da densidade (ind./ha) (1 hectare = 1 ha = 10.000m<sup>2</sup>). Cada árvore teve sua altura e perímetro do caule mensurados com o auxílio de vara graduada e fita métrica, respectivamente, sendo a última variável biométrica utilizada no cálculo de DAP (Diâmetro a Altura do Peito).

Com o auxílio de uma caixa de aço galvanizado de base aberta, lateral de 0,15x0,15m e 0,3m de altura (0,0068m<sup>3</sup>), foram obtidas três amostras aleatórias de sedimento em cada bosque de mangue. A caixa foi pressionada sobre o sedimento até a profundidade de 30cm, e o sedimento/raízes removidos com auxílio de uma

pequena serra. O material proveniente de cada réplica foi peneirado sob água, em malha de 3mm, com descarte do sedimento e individualização do material retido em sacos plásticos devidamente etiquetados e reservados para análise. Em laboratório o material vegetal retido nas réplicas de cada bosque de mangue foi desidratado em estufa de ventilação (48h a 60°C) e pesado em balança digital (0,01g). A quantidade de material vegetal presente em cada réplica foi denominada enraizamento (E), sendo obtida pela proporção da matéria vegetal seca pelo volume amostra (0,0068m<sup>3</sup>), sendo expressa em Kg/m<sup>3</sup>.

## Parâmetros Edáficos

Em cada bosque de mangue foi calculada a média de resistência mecânica do sedimento à penetração (RP) nos primeiros 50cm, obtida por 10 réplicas aleatórias em cada área de estudo. A medida de penetrabilidade foi realizada com o auxílio de um penetrômetro mecânico (Fig. 3), utilizando peso do cilindro de impacto de 250, 500 ou 750g, dependendo de sua dureza (método adaptado de STOLF, 1991). O cálculo de RP seguiu a seguinte expressão  $RP=F/A$ , onde: RP = resistência mecânica do sedimento à penetração; F = força em Newtons (N); e A = área basal do cone ( $1,23 \cdot 10^{-4}m^2$ ). O valor de F foi obtido pela seguinte equação,  $F = [M+m].g+[M^2/(M+m)].gh/x$ , onde M = peso do cilindro de impacto (0,25, 0,5 ou 0,75kg); m = peso do penetrômetro sem o cilindro de impacto (0,79kg); g = aceleração gravitacional ( $9,8m/s^2$ ); h = altura de liberação do cilindro de impacto, conforme o peso do cilindro de impacto (0,25kg = 0,45m; 0,5kg = 0,43m; e 0,75kg = 0,37m); e x = profundidade de penetração no sedimento/impacto (m).

Em cada bosque de manguezal foram colhidas cinco amostras indeformadas de sedimento para quantificação do teor de umidade volumétrica (UV), mensurado em g/cm<sup>3</sup>. Cada amostra foi obtida pelo pressionamento superficial do sedimento com anéis de aço de bordas cortantes com diâmetro de 4,7cm e altura de 5,5cm (Kopecky), totalizando um volume amostral de 95,42cm<sup>3</sup>. Em laboratório, os anéis com o sedimento úmido foram inicialmente pesados (PU), mantidos em estufa a 105°C por 24h, e colocados em dessecador até atingirem temperatura ambiente, quando foram novamente pesados (PS), conforme método recomendado pela EMBRAPA (1997).

O teor de umidade volumétrica (UV) é obtido pela equação abaixo, onde:

$$UV = 100 \frac{PU - PS}{V}$$

*PU* = Peso do cilindro com sedimento úmido (g); *PS* =  
Peso do cilindro com sedimento seco (g); e *V* = Volume  
do cilindro amostrado (cm<sup>3</sup>).

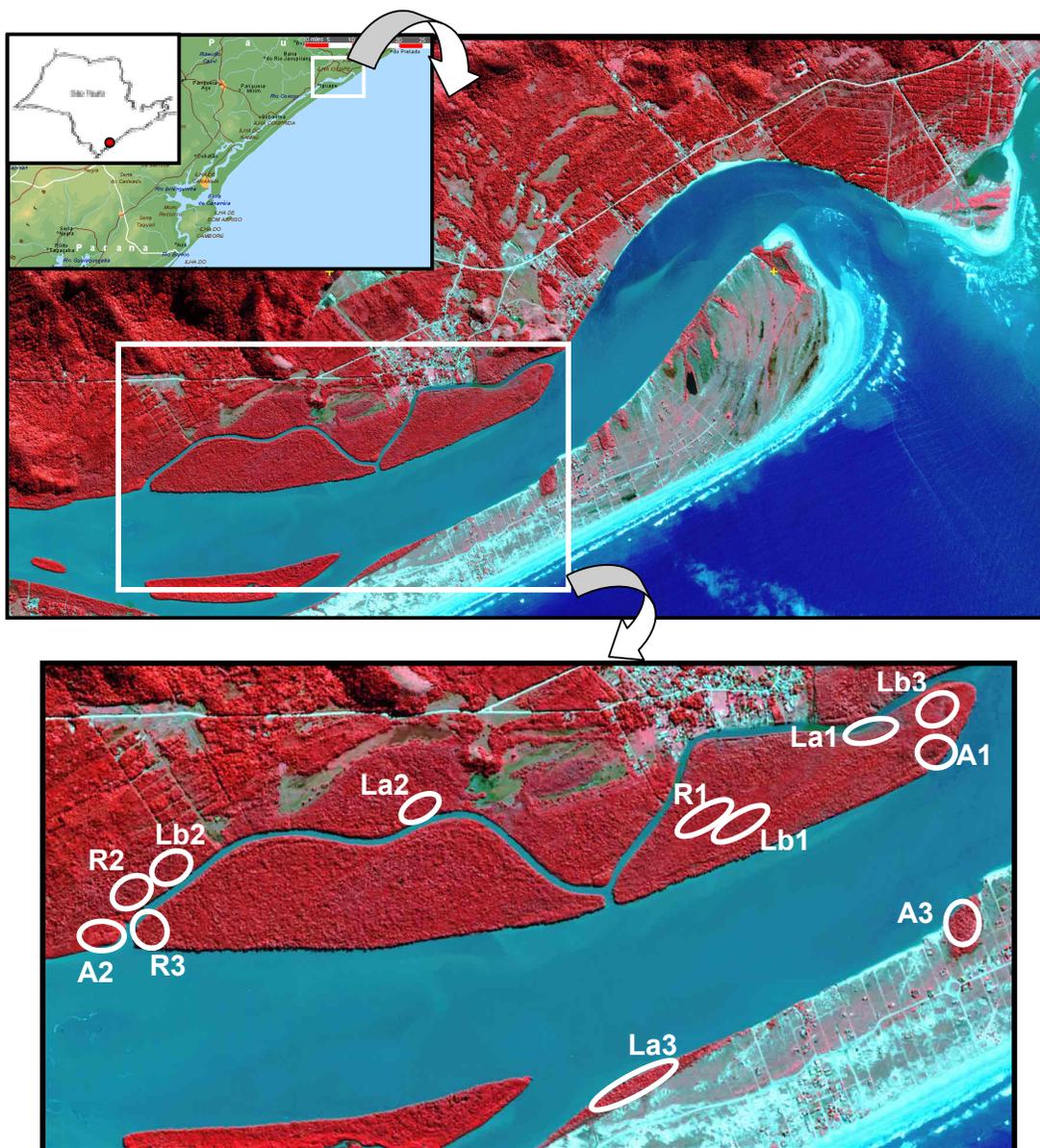
## **Análises Estatísticas**

A influência das variáveis arbóreas (densidade, dominância, altura, diâmetro à altura do peito, e enraizamento), edáficas (resistência à penetração, e umidade volumétrica) e de distribuição da espécie (grau de agregação), sob os bosques de mangue foram submetidas à Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998; PODANI, 2000), visando sua ordenação (proximidade ou antagonismo) com base na distância Euclidiana como medida de semelhança. O Programa MULTIV (PILLAR, 2004) foi utilizado para estas análises, sendo a variabilidade resumida em dois eixos principais.

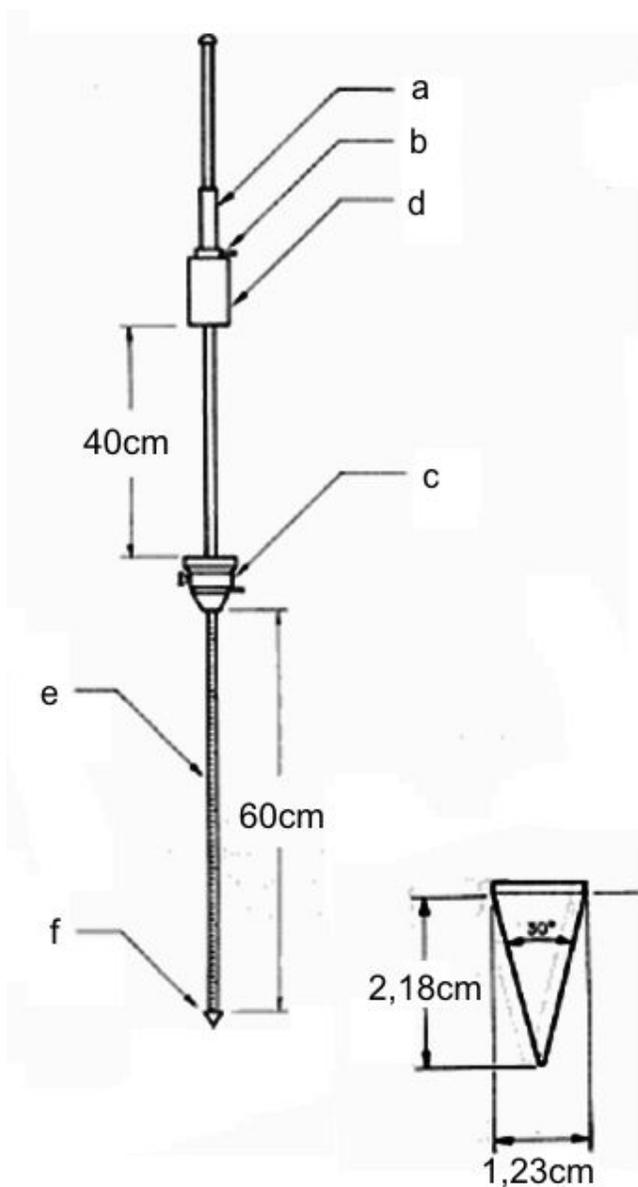
Os dados de cada variável mencionada anteriormente, que apresentaram homocedasticidade, foram submetidos à ANOVA, com comparação das médias de cada variável, entre os bosques de mangue, utilizando o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, as variáveis com heterocedasticidade entre as variâncias foram submetidas ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (SOKAL e ROHLF, 2003).



**Figura 1** – *Ucides Cordatus* (Linnaeus, 1763). Vista dorsal de um caranguejo adulto.



**Figura 2** – Delimitação dos bosques de *R. mangle* (R1, R2 e R3), *L. racemosa*, manguezal alto (La1, La2 e La3), *L. racemosa*, manguezal baixo (Lb1, Lb2 e Lb3) e *A. schaueriana* (A1, A2 e A3), inseridos no Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape-Peruibe (APA-CIP), na região de Iguape (SP).



**Figura 3** – Penetrômetro de impacto, utilizado para medir a resistência à penetração no sedimento. a) luva móvel para o operador manter o aparelho na vertical sem interferir na força resultante durante a penetração da haste; b) e c) limitadores superior e inferior; d) peso que provoca o impacto; e) haste graduada em cm; f) ponta crônica (Stolph, 1984, adaptado).

**Tabela 1** – Limites de quatro índices de padrão espacial usados no presente estudo.

Índice	Valores esperados para os Padrões Distribucionais		
	Máxima Uniformidade	Aleatoriedade	Máxima Agregação
Razão Variância/Média ( $I$ )	0	1	$\sum X$
Expoente Binomial Negativa ( $k$ )	$-1/\bar{X}$	0	$n-(1/\bar{X})$
Índice de Morisita ( $I_{\delta}$ )	$1-(n-1/\sum X-1)$	1	$n$
Índice Padrão de Morisita ( $I_p$ )	-1	0	1

$n$  = tamanho da amostra;  $\bar{X}$  = média da densidade da população;  $X$  = número de indivíduos obtidos por quadrado de amostragem.



## **Resultados**

A dominância relativa das espécies vegetais, apresentada na tabela 2, mostra que as áreas de manguezal amostradas foram selecionadas segundo as maiores frequências da espécie arbórea dominante, que foram sempre superiores a 80%.

O número de quadrados ideal a ser utilizado para a amostragem da distribuição espacial de *U. cordatus*, variou conforme o bosque de mangue analisado. Assim, para a distribuição de Poisson, foram estabelecidos 5% de margem de erro em todos os bosques de mangue analisados, sendo empregados 27 quadrados/bosque de *Laguncularia racemosa*, nos diferentes graus de inundação (manguezal alto e baixo) ( $n_{total} = 162$  quadrados), 39 para *Rhizophora mangle* ( $n_{total} = 117$  quadrados) e 42 para *Avicennia schaueriana* ( $n_{total} = 126$  quadrados). No entanto, para a distribuição Binomial negativa, foram estabelecidos 10% de margem de erro, indicando o uso de 24 quadrados/bosque de *L. racemosa* (manguezal alto) ( $n_{total} = 72$  quadrados) e 23 para *L. racemosa* (manguezal baixo) ( $n_{total} = 69$  quadrados), enquanto para os bosques de *R. mangle* e *A. schaueriana*, foram estipulados 15% de margem de erro, totalizando 33 ( $n_{total} = 99$  quadrados) e 34 ( $n_{total} = 102$  quadrados), respectivamente (tabela 3). A maior margem de erro empregada nos diferentes bosques de *R. mangle* e *A. schaueriana* (15%) foi adotada em função da reduzida área de cada bosque, enquanto para *L. racemosa* o menor erro estipulado (10%) visou maximizar o número de quadrados empregados nos testes de distribuição, conferindo maior confiabilidade.

Nas análises da distribuição espacial, independente do bosque de mangue analisado, a variância do número de galerias/quadrado foi estatisticamente superior à média ( $p < 0,01$ ), indicando uma distribuição agregada, que pode ser confirmada pelo índice de dispersão ( $I$ ) (Tab. 4), que teve seu menor valor (1,73) obtido em um dos bosques de *L. racemosa* (manguezal alto). O mesmo padrão de distribuição foi confirmado pelo índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ), com valores superiores à unidade, bem como para o índice padrão de Morisita ( $I_p$ ) e o parâmetro da Binomial Negativa ( $k$ ), superiores à zero ( $p < 0,05$ ). Os testes de ajuste efetuados para comparação das frequências observadas e esperadas, segundo o modelo Binomial Positivo e de Poisson, não evidenciaram significância estatística dos dados ( $p > 0,05$ ), descartando-se, portanto o padrão de distribuição uniforme e aleatório, respectivamente. Por outro lado, o modelo Binomial Negativo mostrou ajuste significativo entre as frequências observadas e esperadas, independente do bosque

de mangue analisado ( $p < 0,025$ ) (Tab. 4). Este fato foi confirmado pelo parâmetro  $k$ , indicador da distribuição Binomial Negativa, que não mostrou significância para qualquer bosque de *R. mangle*, *L. racemosa* (manguezal alto e baixo), e *A. schaueriana* (Kruskal-Wallis,  $H=7,51$ ;  $gl=3$ ;  $p=0,06$ ).

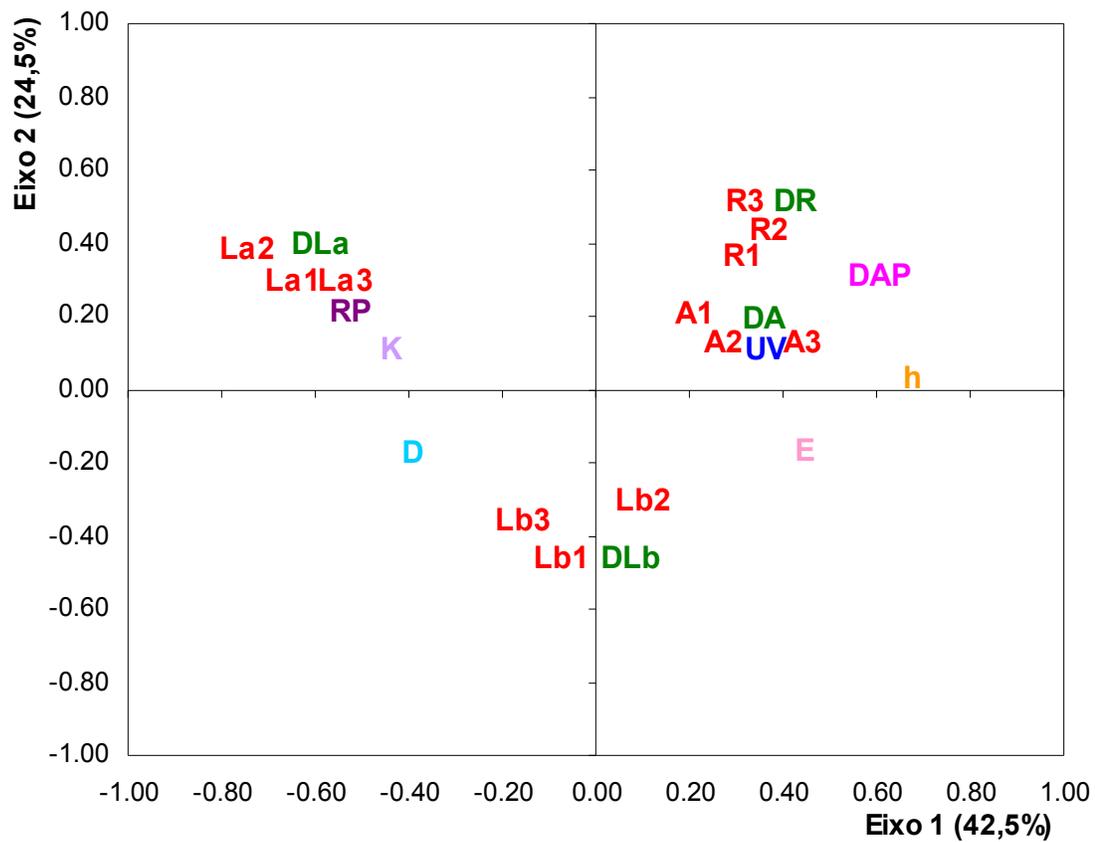
Na tabela 5 pode-se verificar as variáveis arbóreas de cada bosque de manguezal analisado. As maiores densidades de vegetação foram verificadas nos bosques de *L. racemosa*, independente do grau de inundação, as quais diferiram significativamente das menores obtidas para *R. mangle* e *A. schaueriana* ( $p < 0,05$ ), que foram similares entre si. As variáveis diâmetro à altura do peito (DAP) e altura da vegetação ( $h$ ) mostraram a mesma tendência, com as árvores de menor porte ocorrendo nos bosques de *L. racemosa* (manguezal alto), diferindo daquelas presentes nos bosques de *L. racemosa* (manguezal baixo), *R. mangle* e *A. schaueriana* ( $p < 0,05$ ), que foram similares entre si ( $p > 0,05$ ). O menor enraizamento foi verificado para os bosques de *L. racemosa* (manguezal alto), que mostrou diferença significativa apenas com os bosques desta mesma espécie em manguezal baixo e *A. schaueriana* ( $p < 0,05$ ), as quais foram similares entre si ( $p > 0,05$ ).

As características edáficas de cada bosque de mangue são apresentadas na tabela 6, evidenciando maior resistência à penetração do sedimento (dureza) e menor umidade para os bosques de *L. racemosa* (manguezal alto) ( $p < 0,05$ ). No entanto, apesar da umidade do sedimento não diferir entre os bosques de *R. mangle*, *L. racemosa* (manguezal baixo) e *A. schaueriana*, houve contraste quanto a resistência à penetração, que foi distinta em relação aos bosques de *L. racemosa* (manguezal baixo), com umidade intermediária, e aqueles de *R. mangle*, caracterizados pela menor resistência ( $p < 0,05$ ).

A similaridade entre os bosques de mangue (Fig. 4) pode ser obtida em função de dois eixos principais, que respondem por 67% da variabilidade, demonstrando o agrupamento daquelas com mesmo predomínio vegetal. No Eixo 1, os bosques de *R. mangle* e *A. schaueriana* apresentam grande semelhança entre si e formam grupo antagônico aos bosques de *L. racemosa*, isso pode ser explicado por grande parte das variáveis que se mostraram significativas (grau de agregação, densidade e altura vegetal, enraizamento e resistência a penetração do sedimento) ( $r > 0,05$ ).

A distinção entre os bosques de *L. racemosa* (manguezal alto e baixo), foi devido à diferença da densidade arbórea, sendo que *L. racemosa* (manguezal baixo) mostrou-se intermediária entre os outros dois agrupamentos formados.

Mesmo havendo grande similaridade entre si, os bosques de *Avicennia schaueriana* diferem dos de *Rhizophora mangle* quando comparado o fator umidade volumétrica.



**Figura 4** – Ordenamento dos bosques de mangue em função das variáveis arbóreas e edáficas, segundo a Análise de Coordenadas Principais (PCoA).

**Tabela 2** – Dominância relativa da espécie vegetal em cada bosque de mangue (R1-R3 = *R. mangle*; La1-La3 = *L. racemosa*, manguezal alto; Lb1-Lb3 = *L. racemosa*, manguezal baixo; A1-A3 = *A. schaueriana*), localizados na região de Iguape (SP).

Bosques de mangue	Dominância Relativa (%)			
	<i>R. mangle</i>	<i>L. racemosa</i> manguezal alto	<i>L. racemosa</i> manguezal baixo	<i>A. schaueriana</i>
R1	90,02	0,00	3,29	6,69
R2	88,46	0,00	2,66	8,88
R3	97,04	0,00	0,00	2,96
<b>R*</b>	<b>91,84</b>	<b>0,00</b>	<b>1,98</b>	<b>6,18</b>
La1	0,00	100,00	0,00	0,00
La2	0,00	96,09	0,00	3,91
La3	0,00	100,00	0,00	0,00
<b>La*</b>	<b>0,00</b>	<b>98,70</b>	<b>0,00</b>	<b>1,30</b>
Lb1	1,12	0,00	96,09	2,79
Lb2	1,19	0,00	84,52	14,29
Lb3	0,00	0,00	100,00	0,00
<b>Lb*</b>	<b>0,77</b>	<b>0,00</b>	<b>93,54</b>	<b>5,69</b>
A1	9,45	0,00	3,28	87,27
A2	2,77	0,00	8,56	88,67
A3	0,00	0,00	2,35	97,65
<b>A*</b>	<b>91,2</b>	<b>0,00</b>	<b>4,73</b>	<b>91,20</b>

\* Média dos dados obtidos para os bosques de cada espécie arbórea.

**Tabela 3** – Determinação do número ideal de quadrados de amostragem necessários, para a estimativa da distribuição espacial, visando o Método de Poisson e Binomial Negativo, de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), em diferentes bosques de mangue na região de Iguape (SP).

Bosques de Mangue	Poisson		Binomial Negativa	
	N	r	N	r
<i>R. mangle</i>	39	5	33	15
<i>L. racemosa</i> (manguezal alto)	27	5	24	10
<i>L. racemosa</i> (manguezal baixo)	27	5	23	10
<i>A. schaueriana</i>	42	5	34	15

N= Número ideal de quadrados requeridos; r = erro relativo (%).

**Tabela 4** – *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). Índices de distribuição espacial dos indivíduos da população da espécie, segundo o índice de dispersão (I), Índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ), índice padrão de Morisita ( $I_p$ ), parâmetro do binomial negativo ( $k$ ), bem como, teste de distribuição binomial negativo, realizado nos diferentes bosques de mangue (R1-R3 = *R. mangle*; La1-La3 = *L. racemosa*, manguezal alto; Lb1-Lb3 = *L. racemosa*, manguezal baixo; A1-A3 = *A. schaueriana*), localizados na região de Iguape (SP).

Bosques de mangue	Índices de distribuição*				Binomial Negativo		
	I	$I_{\delta}$	$I_p$	k	$\chi^2$	gl	p<0,025
R1	3,81	1,07	0,50	15,24	11,30	13	ns
R2	9,23	1,20	0,50	5,06	3,74	7	ns
R3	7,07	1,20	0,50	5,67	7,15	8	ns
<b>R**</b>	<b>6,70</b>	<b>1,15</b>	<b>0,50</b>	<b>8,66</b>	-	-	-
La1	4,30	1,05	0,50	20,38	5,96	5	ns
La 2	1,73	1,01	0,50	126,10	5,81	5	ns
La3	8,98	1,36	0,50	25,34	10,79	6	ns
<b>La**</b>	<b>5,00</b>	<b>1,14</b>	<b>0,50</b>	<b>57,27</b>	-	-	-
Lb1	2,47	1,02	0,50	47,83	2,88	5	ns
Lb2	7,39	1,07	0,50	11,95	11,15	5	ns
Lb3	3,47	1,03	0,50	27,34	10,05	5	ns
<b>Lb**</b>	<b>4,44</b>	<b>1,04</b>	<b>0,50</b>	<b>29,04</b>	-	-	-
A1	5,01	1,09	0,50	10,10	8,92	8	ns
A2	11,12	1,15	0,50	7,58	8,34	8	ns
A3	6,59	1,10	0,50	9,84	3,92	8	ns
<b>A**</b>	<b>7,58</b>	<b>1,11</b>	<b>0,50</b>	<b>9,16</b>	-	-	-

\* Todas os índices mostraram significância estatística a 5% ( $p < 0,05$ ); \*\* Média dos dados obtidos para os bosques de cada espécie arbórea; ns = não significativo a 5% ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 5** – Variáveis arbóreas (D = densidade, DAP = diâmetro a altura do peito, e h = altura média) relativas aos diferentes bosque de mangue (R1-R3 = *R. mangle*; La1-La3 = *L. racemosa*, manguezal alto; Lb1-Lb3 = *L. racemosa*, manguezal baixo; A1-A3 = *A. schaueriana*), localizados na região de Iguape (SP).

<b>Bosques de mangue</b>	<b>D (ind./ha)</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>h (m)</b>	<b>E (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
R1	3240 ± 835	9,47 ± 5,72	7,59 ± 3,23	15,14 ± 2,16
R2	2640 ± 764	10,14 ± 7,59	7,72 ± 3,96	9,80 ± 6,46
R3	1960 ± 802	9,41 ± 5,63	8,5 ± 4,45	6,44 ± 2,92
<b>R*</b>	<b>2613 ± 918 a</b>	<b>9,68 ± 6,52 b</b>	<b>7,88 ± 3,83 b</b>	<b>10,46 ± 5,31 ab</b>
La1	15360 ± 1802	2,63 ± 1,13	2,59 ± 1,00	2,57 ± 1,13
La2	7600 ± 2117	5,61 ± 2,48	3,78 ± 0,81	1,32 ± 0,61
La3	13040 ± 3705	4,21 ± 1,65	3,56 ± 0,91	3,42 ± 2,70
<b>La*</b>	<b>12000 ± 4179 b</b>	<b>3,86 ± 2,05 a</b>	<b>3,20 ± 1,06 a</b>	<b>2,10 ± 0,94 a</b>
Lb1	14320 ± 1559	4,75 ± 1,64	7,81 ± 2,20	22,77 ± 4,34
Lb2	6720 ± 1610	6,54 ± 3,05	7,80 ± 2,75	16,92 ± 10,66
Lb3	14000 ± 6519	6,21 ± 2,19	6,54 ± 2,57	4,71 ± 1,41
<b>Lb*</b>	<b>11680 ± 3229 b</b>	<b>5,83 ± 2,29 b</b>	<b>7,38 ± 2,51 b</b>	<b>18,69 ± 9,65 b</b>
A1	3940 ± 802	7,23 ± 4,44	7,01 ± 3,52	8,18 ± 5,07
A2	3880 ± 1062	7,87 ± 4,02	8,56 ± 2,51	5,96 ± 1,43
A3	1580 ± 349	10,81 ± 7,50	7,92 ± 2,82	23,47 ± 6,87
<b>A*</b>	<b>3133 ± 1354 a</b>	<b>8,26 ± 5,30 b</b>	<b>7,80 ± 3,10 b</b>	<b>8,90 ± 4,69 b</b>

\* Médias de mesma variável seguida de uma mesma letra não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey, 5%).

**Tabela 6** – Variáveis edáficas (RP = resistência mecânica à penetração do sedimento, UV = umidade volumétrica) relativa aos diferentes bosque de mangue (R1-R3 = *R. mangle*; La1-La3 = *L. racemosa*, manguezal alto; Lb1-Lb3 = *L. racemosa*, manguezal baixo; A1-A3 = *A. schaueriana*), localizados na região de Iguape (SP).

Bosques de mangue	RP (MPa)	UV (mg/cm <sup>3</sup> )
R1	0,09 ± 0,03	77,15 ± 2,42
R2	0,08 ± 0,02	83,08 ± 2,68
R3	0,09 ± 0,03	71,63 ± 0,97
<b>R*</b>	<b>0,09 ± 0,03 a</b>	<b>77,29 ± 5,24 b</b>
La1	0,37 ± 0,22	81,80 ± 5,24
La2	0,34 ± 0,25	57,74 ± 3,82
La3	0,29 ± 0,22	71,50 ± 1,97
<b>La*</b>	<b>0,34 ± 0,23 c</b>	<b>70,35 ± 10,82 a</b>
Lb1	0,10 ± 0,04	63,88 ± 1,92
Lb2	0,11 ± 0,05	79,88 ± 2,29
Lb3	0,24 ± 0,18	76,63 ± 8,16
<b>Lb*</b>	<b>0,15 ± 0,13 b</b>	<b>73,47 ± 8,52 b</b>
A1	0,18 ± 0,12	65,59 ± 5,82
A2	0,09 ± 0,03	79,01 ± 2,74
A3	0,09 ± 0,04	83,07 ± 1,69
<b>A*</b>	<b>0,12 ± 0,09 ab</b>	<b>75,89 ± 8,51 b</b>

\* Médias de mesma variável seguida de uma mesma letra não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey, 5%).



## **Discussão**

Todas as áreas estudadas demonstraram ajuste dos dados ao modelo matemático binomial negativo, confirmado pelos índices  $l$ ,  $l\delta$ ,  $l_p$  e  $k$ , assim a hipótese de que o padrão espacial de distribuição, apresentado por *Ucides cordatus*, foi agregado.

Apesar das médias do parâmetro  $k$ , que determina o ajuste à distribuição Binomial Negativa, serem muito diferentes numericamente, estatisticamente estes valores não mostraram diferença significativa, isso ocorreu devido ao alto valor do desvio padrão existente entre as subáreas.

O modelo binomial negativo é muito flexível, ajustando-se a uma ampla faixa de distribuições, que vão da altamente agregada, até aquelas tendendo a aleatoriedade, dependendo do valor de  $k$  (MARUYAMA *et al.*, 2002). De acordo com Bliss (1971) e Poole (1974) a variância se aproxima muito da média quando os valores de  $k$  são superiores a oito, com convergência da distribuição binomial negativa para Poisson. Neste estudo, todos os bosques da mesma espécie arbórea apresentaram médias de  $k$  superiores a oito, embora os valores do índice de dispersão ( $l$ ) não tenham apresentado valores iguais ou inferiores a unidade, possivelmente em função do maior número de galerias/quadrado.

O maior valor médio de  $k$  foi encontrado nos bosques de *Laguncularia racemosa* (manguezal alto), coincidindo com as maiores médias de densidade arbórea e resistência à penetração do sedimento, e menores médias de enraizamento e umidade volumétrica.

Em contrapartida, as áreas de *Rizophora mangle* e *Avicennia schaueriana* não são diferentes significativamente entre si quanto à densidade arbórea, resistência à penetrabilidade, umidade volumétrica e enraizamento, apresentando as médias do parâmetro  $k$  menores e de menor similaridade. No entanto, verificou-se diferença significativa para *L. racemosa* (manguezal baixo) quando confrontada às anteriores quanto a densidade arbórea, e a *R. mangle*, quanto a resistência a penetrabilidade, apresentando valor intermediário do parâmetro  $k$ .

A resistência à penetração do sedimento afeta principalmente animais bentônicos com hábito escavatório e está relacionado diretamente com o tamanho da partícula e porosidade do sedimento (BROWN e MCLACHLAN, 1994). Chapman (1949) diz que a proporção de partículas silte-argilosas, e o conteúdo de água no

sedimento, também determinam seu grau de porosidade, o mesmo acontecendo com a resistência à erosão.

Caranguejos gastam grande quantidade de energia em construção de tocas, sendo assim, substratos moles e regularmente inundados apresentam maior instabilidade na manutenção da estrutura das galerias (BERTNESS e MILLER, 1984).

Botto e Iribarne (2000), estudando *Chasmognathus granulata* e *Uca uruguayensis* em regiões estuarinas do norte argentino, encontraram maior densidade de caranguejos em manguezais com sedimentos menor resistência à penetração (moles). No presente estudo, a maior agregação de *U. cordatus* nos bosques analisados ocorreu em sedimentos caracterizados por menor resistência à penetração, podendo constituir um “mosaico” com subáreas de diferentes densidades, com as maiores densidades associadas a sub-regiões com maior resistência. Esta diferença entre os estudos anteriormente citados, provavelmente ocorre devido à expressiva diferença de tamanho entre as galerias de *U. cordatus*, *Chasmognathus granulata* e *Uca uruguayensis*, que requerem capacidades de suporte distintas.

Ribeiro *et al.* (2005) mencionam que a densidade de caranguejos pode afetar sua taxa de crescimento, assim a capacidade de suporte do sedimento determina que a densidade de caranguejos de diferentes tamanhos tenha distribuição heterogênea. Desta forma, Hattori (comunicação pessoal) menciona que os menores indivíduos de *U. cordatus* são encontrados em áreas de maior densidade populacional. Caso estudos revelarem que realmente existe diferença de tamanhos dos caranguejos entre as áreas, a correlação destes fatores com a resistência do sedimento pode estar influenciando também na distribuição.

Em regiões estuarinas norte-americanas, Ringold (1978) afirma que caranguejos apresentaram diferente habilidade escavatória em sedimentos com distinta resistência à penetração. Afirma, também, que a abundância destes animais está relacionada à variação da densidade de raízes no sedimento.

Bertness e Miller (1984) observaram que a ausência de galerias de *Uca pugnax* em sedimentos moles e sem vegetação emergente, sendo registradas em maior número quando as áreas apresentam vegetação ou outros elementos estruturais associados ao sedimento. Além disso, sugerem que a presença de elementos estruturais em sedimentos moles aumenta em duas a três vezes a

estabilidade das galerias, enquanto naquelas de maior dureza, a estabilidade das galerias independe deste fator.

Um padrão similar pode estar ocorrendo no presente estudo, pois os maiores graus de agregação foram registrados em bosques com menor densidade arbórea, sedimento de menor resistência à penetração, e maior grau de enraizamento. Tal fato sugere uma maior agregação de *U. cordatus* junto a elementos estruturais da vegetação, como os troncos das espécies arbóreas, raízes escora de *R. mangle*, pneumatóforos de *A. schaueriana*, ou outros que forneçam suporte suficiente à construção das galerias. Corroborando esta afirmação, os bosques de *L. racemosa* (manguezal alto) apresentaram menor média de agregação, provavelmente devido a maior resistência à penetração do sedimento, e maior densidade arbórea, mesmo que com baixo enraizamento.

Blankenstein *et al.* (1997) verificaram uma correlação negativa da densidade de *U. cordatus* com a altura e densidade das árvores dos manguezais da Baía das Laranjeiras (PR), reforçando as informações de Hattori (comunicação pessoal) e os resultados do presente estudo. Assim, o reduzido grau de agregação em regiões de vegetação mais baixa e densa, pode ser resultante do aumento da densidade populacional, que maximizaria a competição intra-específica, diminuindo a distância entre as galerias e, conseqüentemente, promovendo um menor grau de agregação.

É válido lembrar, que outros fatores, como a quantidade de matéria orgânica associada ao sedimento (WERSSBURG, 1992), sua composição granulométrica (RIBEIRO, 2005), recrutamento diferencial de jovens (UNDERWOOD e FAIRWEATHER, 1989), mobilidade de caranguejos adultos (HUGHES e GORDOL, 1997), e fatores de ordem biótica e abiótica, também podem influenciar o padrão espacial de distribuição do caranguejo-uçá *Ucides cordatus*. Desta forma, a intensificação de estudos sobre a influência de tais parâmetros, ou outros de atuação no ecossistema manguezal, viriam colaborar para a melhor compreensão da distribuição espacial desta importante espécie.



## **Conclusões**

O padrão de distribuição espacial de *Ucides cordatus* foi agregado nos bosques de *Laguncularia racemosa* (manguezal alto e baixo), *Rizophora mangle* e *Avicennia schaueriana*, localizados na Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe (APA-CIP), Litoral Sul do Estado de São Paulo, próximos à Barra de Icapara, Município de Iguape (24°41'S – 47°28'W).

- ✓ A maior, umidade do sedimento, enraizamento, DAP e altura das árvores, isolados ou em conjunto, contribuíram positivamente para o aumento da agregação dos indivíduos.
- ✓ A maior ação dos fatores, resistência mecânica a penetração do sedimento e a densidade arbórea, isolados ou em conjunto, contribuíram negativamente à agregação dos indivíduos.
- ✓ Bosques de *Laguncularia racemosa* (manguezal alto) apresentou menor umidade no sedimento, enraizamento, DAP e altura arbórea, com maior resistência mecânica a penetração do sedimento e densidade das árvores. A interação destas variáveis levou a uma diminuição na agregação dos indivíduos neste local.
- ✓ Bosques de *Avicennia schaueriana* e *Rizophora mangle* apresentaram maior umidade no sedimento, DAP e altura arbórea, com menor resistência à penetração do sedimento e densidade arbórea. A interação destas variáveis levou a um aumento na agregação dos indivíduos neste local.



## **Referências Bibliográficas**

ALCANTARA-FILHO, P. **Diversificação intraespecífica do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustácea – Decapoda – Brachyura), entre os manguezais dos Rios Pará, Estado do Pará e Pomonga, Estado de Sergipe (Brasil): 00°41'S – 10°40'S.** 1982. 192 p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.

ALVES, R.R.N. ; NISHIDA, A.K.. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de Caranguejo-Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Brachyura) no Estuário do Rio Mamanguape, nordeste do Brasil. *Interciência*, v. 28, n.1, p.36-43, 2003.

ATKINSON, R.J.A.; TAYLOR A.C. Physiology ecology of burrowing decapods. *Symposium of the Zoological Society of London*, v.59, p.201-226, 1988.

BELL, J.L. Distribution and abundance of *Dissodactylus mellitae* Rathbun (Pinnotheridae) on *Mellitae quinquiesperforata* (Leske) (Equinodermata). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.117, p.93-114, 1988.

BERTNESS, M.D.; MILLER, T. The distribution and dynamics of *Uca pugnax* (Smith) burrows in a New England salt marsh. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 83: 211-237, 1984.

BLANKENSTEYN, A.; CUNHA-FILHO, D.; FREIRE, A.S. Distribuição dos estoques pesqueiros e conteúdo protéico do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) (Brachyura, Ocypodidae) nos manguezais da Baía das Laranjeiras e Adjacências, Paraná, Brasil. *Paraná, Brasil. Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v. 40, n. 2, p. 331-349, 1997.

BLISS, C.I. The aggregation of species within spatial units. *Statistical Ecology*, v. 1, p. 311-335, 1971.

BOTELHO, E.R.O.; DIAS, A.F.; IVO, C.T.C. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado nos estuários dos Rios

Formosos (Rio Formoso) e Ilhetas (Tamandaré), no estado de Pernambuco. *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, v. 7, n. 1, p. 117-145, 1999.

BOTTO, F. ; IRIBARNE, O. Contrasting effects of two burrowing crabs (*Chasmognathus granulata* and *Uca uruguayensis*) on sediment composition and transport in estuarine environments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. v 51, p. 141-151, 2000.

BRANCO, J.O. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Otacowbi, Santa Catarina, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 36, n. 1, p.133-148, 1993.

BROWN, A.C.; LACHLAN A.M.C. **Ecology of Sandy Shores**. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 327

CHAPMAN, G. A. The thixotropy and dilatancy of a marine soil. *Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom*, v. 28, p. 123-140, 1949.

CHISTOFOLETTI, R. A. **Ecologia trófica do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) e o fluxo de nutrientes em áreas de mangue, na região de Iguape (SP)**. 2005. 127 p. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

CONNELL, J.H. Territorial behavior and dispersion in some marine invertebrates. *Researches on Population Ecology* , v. 5, p. 87-101, 1963.

COSTA, R.S. **Fisiologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) – Crustáceo, Decapode do Nordeste Brasileiro**. 1972. 21 p. Tese (Doutorado) ) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

DIELE, K. **Life History and Population Structure of the Exploited Mangrove Crab *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté Estuary, North Brazil.** 2000. 116 p. Tese (Doutorado), Universidade de Bremen, Bremen, Alemanha.

ELLIOTT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates.** 2. ed. London: Freshwater Biological Association, 1977. 157 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FISCARELLI, A.G.; PINHEIRO, M.A.A. Perfil sócio-econômico e conhecimento etnobiológico dos catadores de Iguape (SP), sobre o caranguejo de mangue *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). *Actualidades Biológicas*, v. 24, n. 77, p. 129-142, 2002.

FREIRE, A.S., 1998. **Dispersão larval do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) em manguezais da Baía de Paranaguá, Paraná.** 1998. 67 p. XXVI tabs. + 27 figs. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GERALDES, M.G.; CALVENTI, I.B. Estudios experimentales para el mantenimiento en cautiverio del cangrejo *Ucides cordatus*. *Ciência Interamericana*, v. 23, n. 4, p. 41-53, 1983.

HARRIS, R.R.; SANTOS, M.C.F. Ionoregulatory and urinary responses to emersion in the mangrove crab *Ucides cordatus* and the intertidal crab *Carcinus maenas*. *Journal of Comparative Physiology B*, v. 163, p. 18-27, 1993a.

HARRIS, R.R.; SANTOS, M.C.F. Sodium uptake and transport (Na<sup>super(+)</sup> + K<sup>super(+)</sup>)ATPase changes following Na<sup>super(+)</sup> depletion and low salinity acclimation in the mangrove crab *Ucides cordatus* (L.). *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 105<sup>a</sup>, n. 1, p. 35-42, 1993b.

HATTORI, G.Y., CHISTOFOLETTI, R. A. ; PINHEIRO, M. A. A. Ideal quadrat size for sampling density of *Ucides cordatus* (Brachyura, Ocypodidae) in different mangrove vegetations. In: Brazilian Crustacean Congress, 3rd, & The Crustacean Society Meeting, Florianópolis, 2004. p. 64.

HOWARTH, R.W. ; HOBBI, J.E. The regulation of decomposition and heterotrophic microbial activity in salt marsh soil: a review. In: KENNEDY, V. S. (ed.). **Estuarine comparisons**. New York: Academic Press, 1982. p. 183 – 207.

HUGHES, R. G.; GERDOL, V. Factors affecting the distribution of the amphipod *Corophium volutator* in two estuaries in south-east. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 44, p. 621-627, 1997.

KERWIN, J.A. Distribution of the fiddler crab *Uca minax* in relation to marsh plants within a Virginia estuary. *Chesapeake Science*, v. 12, p. 180-183, 1971.

KREBS, J.C. **Ecological Methodology**. New York: Haper & Row, 1989. 645 p

MARUYAMA, W.I; BARBOSA, J.C.; FERNANDES, M.G.; YAMAMOTO, P.T. Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. *Neotropical Entomology*, v. 31, p. 35-40, 2002.

MELO, G.A.S. **Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do Litoral Brasileiro**. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1996. 604 p.

MOTA-ALVES, M.I. & MADEIRA-JÚNIOR, P.H. Algumas considerações sobre a respiração do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea: Decapoda). *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 20, n. 1/2, p. 63-69, 1980.

NASCIMENTO, S.A. **Biologia do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)**. Aracaju: Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), 1993. p. 13-45.

NASCIMENTO, S.A.; SANTOS, E.R. dos, BOMFIM, L. ; COSTA, R.S. da. **Estudo Bio-Ecológico do Caranguejo - uçá (*Ucides cordatus*) e do manguezal do**

**Estado de Sergipe.** Governo do Estado do Sergipe, Administração Estadual do Meio Ambiente, 1982. 12 p. (Relatório Técnico).

ODUM, E.P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan , 1988. 434 p.

ÓLAFSSON, E.; NDARO, S.G.M. Impact of the mangrove crabs *Uca annulipes* and *Dotilla fenestrata* on meiobenthos. *Marine Ecology Progress Series*, v. 158, p. 225-231, 1997.

PINHEIRO M. A. A. **Biologia do Caranguejo Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), no litoral sul do Estado de São Paulo.** (FAPESP Proc. No. 98/6055-0). Relatório Científico Final. São Paulo: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2001. 210 p.

PINHEIRO, M.A.A.; FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. Distribution patterns of *Arenaeus cribarius* (Lamarck, 1818) (Crustácea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 56, n. 4, p. 705-716, 1996.

PINHEIRO, M.A.A.; FISCARELLI, A.G. **Manual de Apoio à Fiscalização do Caranguejo-Uçá (*Ucides cordatus*).** Itajaí,(SC): CEPESUL/IBAMA, 2001. 43 p

POOLE RW. **An introduction to quantitative ecology.** NewYork: McGraw-Hill, 1974. 532 p.

RIBEIRO, P.D.; IRIBARNE, P.D. A relative importance of substratum characteristics and recruitment in determining the spatial distribution of crab *Uca uruguayensis* Nobili. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 314, p. 99-111, 2005.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 470 p.

RINGOLD, P. Burrowing, root mat density, and the distribution of fiddler crabs in the eastern United States. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 36, p. 11-21, 1978.

SANTOS, M.C.F. ; COSTA, V.I. The short-term respiratory responses on three crabs exposed to water-air media. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 104A, n. 4, p. 785-791, 1993.

SANTOS, M.C.F.; GARCIA-MENDES, E. Biometric studies and mechanical advantages in the dimorphic chelae of the mangrove crab, *Ucides cordatus*. *Boletim de Fisiologia Animal. Universidade de Sao Paulo*, v. 6, p. 143-150, 1982.

SANTOS, M.C.F.; ENGELFTEIN, M. & GABRIELLI, M.A. Relationships concerning respiratory devices in crabs from different habitats. *Comp. Biochem. Physiol.*, 81A(3): 567-570, 1985.

SANTOS, M.C.F. ; SALOMÃO, L.C. Hemolymph osmotic and ionic concentrations in the gecarcinid crab *Ucides cordatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 81A(3): 581-583, 1985.

SANTOS, M.C.F.; SUADICANI, S.O.; MARTINEZ, C.B.R. & LOBO, E.S. Rates of water loss in four crabs from different habitats. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 85A, n.2, p. 309-312, 1986.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. 64 p.

SOKAL, R.R.; ROHLF, J.R. **Biometry**. New York: W. H. Freeman and Company, 2003. 881 p.

SOMMERFIELD, P.J., REES, H.L. & WARWICK, R.M. Interrelationships in community structure between shallow-water marine meiofauna and macrofauna in relation to dredgings disposal. *Marine Ecology Progress Series*, v. 127, p. 103-112, 1995.

STOLF, R., 1984. Operacao Do Penetrometro De Impacto modelo iaa/Planalsucar-

Stolf. Série Penetrometro de impacto – Boletim nº2. Ministério Da Indústria E Do Comércio - Instituto Do Açúcar E Do Álcool. Programa Nacional De Melhoramento Da Cana-De-Açúcar – PLANALSUCAR, 9p.

STOLF, R. **Operação do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf.** Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR., 1984. 8p. (Série Penetrômetro de Impacto, Boletim n.2)

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 15, n. 3, p. 229-235, 1991.

TEAL, J.M. Distribution of fiddler crabs in Georgia salt marshes. *Ecology*, v. 39, n. 2: p. 185-193, 1958.

TURRIN, M.Q.A.; SAWAYA, M.I.; SANTOS, M.C.F.; VEIGA, L.V. MANTERO, F. & OPOCHER, G. Atrial natriuretic peptide (ANP) increases in the mangrove crab *Ucides cordatus* when exposed to increased environmental salinity. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 101A, n. 4, p. 803-806, 1992.

VALIELA, I.; TEAL, J.M. ; DEUSER, W.G. The nature of growth form in the salt marsh grass, *Spartina alterniflora*. *American Naturalist*, v. 112, p. 461-470, 1978.

VASCONCELOS, E.M.S.; VASCONCELOS, J.A.; IVO, C.T.C. Estudo sobre a biologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), capturado no estuário do Rio Curimataú (Canguaretama) no Estado do Rio Grande do Norte. *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, v. 7, n.1, p. 85-116, 1999.

WENNER, E.L.; BOESCH, D.F. Distribution patterns of epibenthic decapod crustacea along the shelf-slope coenocline, Middle Atlantic Bight, U.S.A. *Bulletin of the Biological Society of Washington*, v. 3, p. 106-133, 1979.

WERSSBURG, M. Functional analysis of crab foraging: sex-specific mechanics and constraints in *Uca pugnax* (Smith). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 156, p. 105-124, 1992.

WHITING, N.H.; MOSHIRI, G.A. Certain organism substrate relationships affecting the distribution of *Uca minax* (Crustacea, Decapoda). *Hydrobiologia*, v. 44, p. 481-493, 1974.

WOODIN, S.A. Disturbance and community structure in a shallow-water sand flat. *Ecology*, v. 62, 4, p. 1052-1066, 1981.

UNDERWOOD, A.J.; FAIRWEATHER, P.G. Supply-side ecology and benthic marine assemblages. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 4, p. 16-20. 1989.