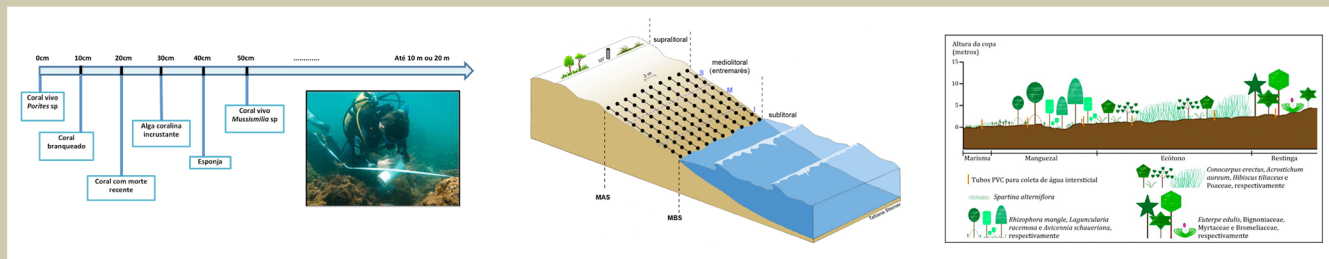


Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros



ALEXANDER TURRA & MARCIA REGINA DENADAI
(organizadores)



Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros

Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros

Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros

Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros

ALEXANDER TURRA & MARCIA REGINA DENADAI

(organizadores)

Coordenação Geral:



Coordenação de Grupo de Trabalho:



Fomento:



Vínculo:



Zonas Costeiras

São Paulo
IOUSP
2015

APOIO INSTITUCIONAL

Instituto Oceanográfico - IOUSP

ORGANIZADORES

Alexander Turra
Marcia Regina Denadai

IMAGENS DA CAPA

Goniopsis cruentata (Aratu Vermelho): Marcelo A. A. Pinheiro
Zonação em Costão Rochoso: Leandro I. Coelho
Esquemas Metodológicos: Zelinda M. A. N. Leão, Tatiana M. Steiner e Sarah C. Sarubo

REVISÃO

Beatriz Rosa Pereira
Matheus Valim
Sophia Izaias

PROJETO GRÁFICO E CAPA

Beatriz Nogueira Camargo

DIAGRAMAÇÃO

Beatriz Nogueira Camargo
Isabella Schempp
Jean Ricardo Freitas



FICHA CATALOGRÁFICA
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
BIBLIOTECA PROF. DR. GELSO VAZZOLER

P967

Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros -
Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - ReBentos /
organizadores: Alexander Turra e Márcia Regina Denadai – São Paulo-SP:
Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015.

258p.: il.

ISBN (e-book): 978-85-98729-25-1

1. Biodiversidade. 2. Bentos. 3. Costa. 4. Mudanças Climáticas. 5. Protocolos de campo. 6. Estuários. 7. Praias. 8. Costões. 9. Recifes coralinos. 10. Manguezais e Marismas. 11. Bancos de Rodolitos. 12. Fundos Submersos Vegetados.

CDD 577

ATRIBUIÇÃO – USO NÃO COMERCIAL – NÃO A OBRAS DERIVADAS (BY-NC-ND)



São permitidos o download, o compartilhamento e a redistribuição da presente obra, desde que o autor seja mencionado e desde que não se façam modificações de quaisquer tipos, nem que se utilize o material para fins comerciais. Caso sejam feitas remixagens, transformações ou criações a partir desse material, a sua distribuição fica proibida.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-98729-25-1



9 788598 729251



CAPÍTULO 10

MONITORAMENTO DE POPULAÇÕES DO CARANGUEJO-UÇÁ, *Ucides cordatus* (BRACHYURA, UCIDIDAE)

Marcelo Antonio Amaro Pinheiro, Renato de Almeida



Foto: Marcelo A. Pinheiro

INTRODUÇÃO

Os macroinvertebrados do subfilo Crustacea destacam-se, nos manguezais, por sua biomassa, abundância e densidade populacional. Entre eles, os caranguejos semiterrestres são encontrados em vários tipos de substrato, desde o arbóreo, como o caranguejo-arborícola, *Aratus pisonii*, ao mais inconsolidado, como os caranguejos-violinistas do gênero *Uca*. Grande parte dos caranguejos associados aos sedimentos finos, lamosos ou silte-argilosos, do manguezal, interage com esse substrato, construindo galerias (tocas) onde vivem e se refugiam de seus predadores. Esse processo, chamado de bioturbação, causa o revolvimento dos estratos sedimentares, bem como de seus nutrientes, que são a fonte de vida e subsistência do ecossistema manguezal. Portanto, a participação desses animais neste processo construtivo explica o motivo de serem conhecidos como “engenheiros do manguezal” (Kristensen, 2008), com algumas espécies de caranguejos, caso do caranguejo-uçá, estocando folhas e propágulos dentro de suas galerias, onde são degradados e convertidos em nutrientes (Christofolletti *et al.*, 2013).

Por ser um ecótono entre a terra e o mar, o manguezal apresenta grande variação de alguns parâmetros ambientais, em especial a salinidade e o nível/frequência de inundação pelas marés, esse último associado ao transporte de nutrientes (Wunderlich & Pinheiro, 2013). Em função disso, modifica-se a

exuberância, composição e desenvolvimento arbóreo dos manguezais, que causam alterações subsequentes à densidade populacional dos caranguejos (Matsumasa *et al.*, 1992; Nomann & Pennings, 1998; Amouroux & Tavares, 2005), gerando condições específicas à ocorrência de determinadas espécies desses crustáceos (Morrisey *et al.*, 2003). A estrutura populacional de alguns caranguejos também pode ser alterada em função da granulometria e química do sedimento (Ribeiro *et al.*, 2005), podendo se tornar mais arenoso pelo aumento da densidade de caranguejos, ficando, assim, mais suscetível à erosão (Botto & Iribarne, 2000).

Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) (Figura 10-1), é um caranguejo semiterrestre pertencente à Família Ucididae, que constrói galerias no sedimento de manguezal, apresentando distribuição agregada e associada às estruturas arbóreas, em especial junto às raízes (Oliveira, 2005). De acordo com os dados previamente obtidos por Almeida (2005), Hattori (2006), Schmidt (2006) e Wunderlich & Pinheiro (2013), a densidade e a estrutura populacional dessa espécie também se altera em função do nível/frequência de inundação pelas marés, com maior densidade de exemplares com menor porte em manguezais de substratos arenosos e de menor inundação, ocorrendo o inverso naqueles lamosos e mais inundados pelas marés. Nesse sentido, existe grande respaldo para que tais parâmetros possam ser monitorados e utilizados como indicadores de mudanças climáticas locais ou regionais, como estratégia para o registro do Nível Médio Relativo do Mar (NMRM). Os cenários previstos sugerem uma possível redução gradativa e temporal da densidade dessa espécie nos manguezais de margens estuarinas, o mesmo ocorrendo nas áreas de menor frequência de inundação, “apicuns”, considerando a preconizada elevação do nível do mar e frequência de inundações locais. Especificamente na região de “apicum” e adjacências, poderão ser registradas, ainda, alterações estruturais significativas na população, como uma crescente ocupação por indivíduos de maior porte, resultando em incremento da média de tamanho desses animais.

Pelas informações previamente apresentadas, se propõe aqui um protocolo padrão de amostragem e monitoramento de populações do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), para médio e longo prazos, além de definir as principais variáveis ambientais a serem medidas para conciliação às bióticas relacionadas à essa espécie (densidade e estrutura populacional), em função de mudanças climáticas locais e regionais.



Figura 10-1. Exemplar do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*. Foto: Delson Gomes.

MÉTODOS

PLANEJAMENTO AMOSTRAL

Deve-se monitorar ao menos uma área de manguezal, representada por duas subáreas (Figura 10-2): a margem estuarina, compreendendo a franja de manguezal, normalmente mais lodosa e inundável devido à sua menor cota topográfica; e a “apicum”, que trata da feição de manguezal com topografia mais elevada, arenosa e inundada nas preamares de sizígia. Esta área deverá ser selecionada por consulta prévia a imagens de satélite, por meio do *Google Earth* ou outras fontes disponíveis, com validação em campo, devendo conciliar algumas características de relevância para sua adequação, a saber: (1) proximidade da foz estuarina (setor eurihalino), portanto com influência expressiva da cunha salina; (2) reduzido fluxo hídrico (rios ou marés), evitando locais de corrente perceptível, bem como canais sinuosos, onde os processos de progradação e retrogradação nas margens estuarinas são maximizados; (3) minimização da distância entre as subáreas amostrais (margem e “apicum”), preferencialmente entre 200 e 300 m, para redução do tempo de amostragem e menor desgaste da equipe em campo. Caso haja possibilidade de que o monitoramento ocorra em mais de uma área de manguezal, seria mais relevante que elas fossem estabelecidas em latitudes distintas (efeito regional), do que várias réplicas em um mesmo sistema estuarino (efeito local). Portanto, tal delineamento por parte do pesquisador ocorreria numa etapa preliminar ao direcionamento da escolha das áreas amostrais de maior interesse.

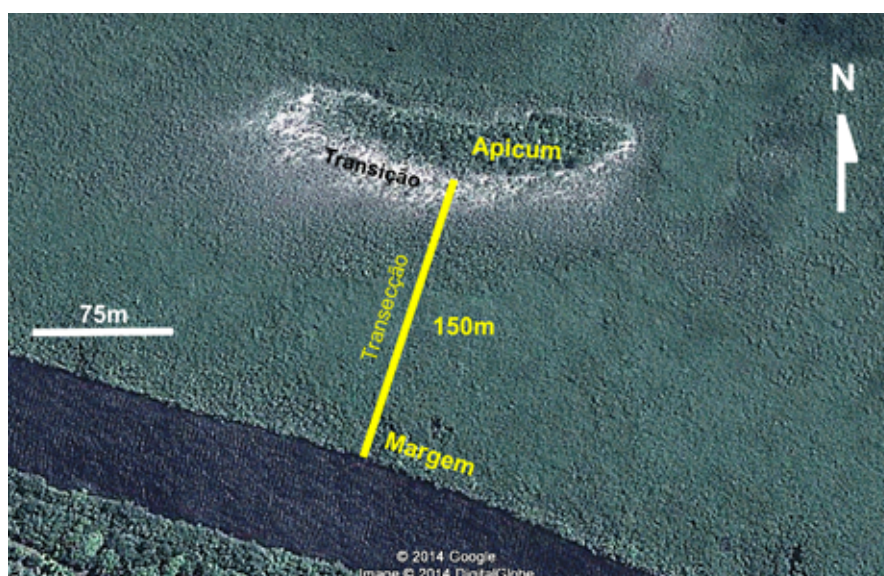


Figura 10-2. Área de manguezal, com representação de uma transeção entre as duas subáreas amostrais (margem e “apicum”), para monitoramento populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*. Modificado de *Google Earth*.

Ao menos no primeiro ano é ideal que o monitoramento ocorra sazonalmente, com intervalo de seis meses entre as avaliações, visando conciliação de aspectos relacionados à biologia da espécie (época reprodutiva *vs.* época não reprodutiva), repercutida pela influência climática (verão *vs.* inverno, respectivamente), conforme apresentado a seguir.

A periodicidade estacional privilegia o registro dos parâmetros abióticos e bióticos em épocas do ano com nítida influência climática, como durante o verão e inverno, que são os extremos que melhor caracterizam as regiões tropicais e subtropicais do Brasil. Nesse sentido, com base na revisão apresentada pelo IBAMA (2011), recomenda-se que as avaliações ocorram nos meses de janeiro a março (verão) e de julho a setembro (inverno), coincidindo com a época reprodutiva e não reprodutiva da espécie, respectivamente (Pinheiro, 2006; Wunderlich *et al.*, 2008). Segundo Pinheiro & Fiscarelli (2001) e IBAMA (2011), a reprodução de *Ucides cordatus* é estacional, com duração máxima de cinco meses (principalmente no verão), ocorrendo de dezembro a abril (IBAMA, 2011). Nesse sentido, são indicados dois meses no ano:

fevereiro, por representar o mês intermediário do verão no hemisfério sul, coincidindo com elevada atividade reprodutiva da espécie, e agosto, que coincide com o meio do inverno e época não reprodutiva da espécie (engorda), distando exatos seis meses da avaliação anterior.

É importante destacar que a amostragem em duas épocas permitiria minimizar erros amostrais previamente discutidos pelos especialistas durante a confecção deste protocolo, a saber: (1) época reprodutiva, caracterizada por maior atividade comportamental (locomotora) dos animais (Schmidt *et al.*, 2012; Sant'Anna *et al.*, 2014), quando ocorre um maior número de galerias abertas (Wunderlich *et al.*, 2008), minimizando o erro de contagem das galerias (estimativa da densidade), mas potencializando o erro de medição do diâmetro de abertura das galerias (estimativa da estrutura populacional); e (2) época não reprodutiva, com padrão inverso ao anterior devido à elevação da ocorrência das galerias fechadas (Wunderlich *et al.*, 2008), causando falha na contabilização e subestimativa da densidade populacional da espécie, mas com minimização do erro de medição das galerias pela menor atividade comportamental (locomotora) nesse período. Considerando que tais erros podem afetar a estimativa de densidade (na época não reprodutiva) ou a estrutura populacional (na época reprodutiva), recomenda-se que as avaliações sejam efetuadas nesses dois períodos ou naquele de maior interesse ao pesquisador, caso os recursos financeiros não permitam duas amostragens anuais.

Ressalta-se que o efeito de arrasto das marés sobre o sedimento pode dificultar a obtenção de informações importantes acerca da atividade biogênica dos animais, de modo que será vantajoso padronizar o momento das amostragens, especialmente dois dias antes da lua crescente.

AMOSTRAGEM

Descrição da Unidade Amostral

Aqui prevalece a ideia de otimizar o esforço amostral e a disponibilidade de tempo e recursos logísticos do pesquisador. Ressalta-se que uma comparação de unidades amostrais entre diferentes estudos de avaliação da densidade de *U. cordatus* no Brasil, aponta o uso mais frequente de quadrados amostrais (delimitadores) medindo 5x5 m (25 m²) (Almeida, 2005). Hattori *et al.* (2004a) avaliaram o quadrado amostral ideal para essa espécie por aplicação do método de Wiegert (1962), com indicação do quadrado de 2x2 m (4 m²) entre quatro tamanhos amostrais analisados (1x1, 2x2, 3x3 e 4x4 m). No entanto, Hattori *et al.* (2004b) avaliaram o efeito do tamanho amostral em manguezais com diferente predomínio arbóreo, constatando menores variâncias com o quadrado de 4x4 m, em função do tipo de distribuição espacial do caranguejo-uçá, que é dependente do bosque onde vive. Assim, bosques dominados por *Rhizophora mangle* promovem o adensamento do caranguejo junto aos seus rizóforos (“raízes-escora”), de modo que quadrados maiores minimizariam o efeito dessa espacialização. Desse modo, ficou estabelecido no presente protocolo que a unidade amostral padrão tivesse 5x5 m (25 m²), independente do predomínio arbóreo do bosque de mangue.

A demarcação dos quadrados amostrais em campo deve ocorrer aleatoriamente, com a disposição linear de canos de PVC (0,5” de diâmetro), medindo 1 m cada, totalizando 20 unidades na composição das quatro laterais do quadrado amostral (n=5 cada). Esse quadrado amostral desmontado pode ser facilmente transportado dentro de um cano de PVC de maior diâmetro (15 a 20 cm), com “cap” na parte inferior e alça confeccionada em corda de náilon de 1 cm de diâmetro atada às suas partes superior e posterior, denominado “bazuca” (Figura 10-3). Tal recomendação ocorre pela maior facilidade de demarcação/desmontagem e obtenção do formato quadrado requerido, ao invés do tradicional uso de demarcação dos quadrados por bússola, linhas e estacas.

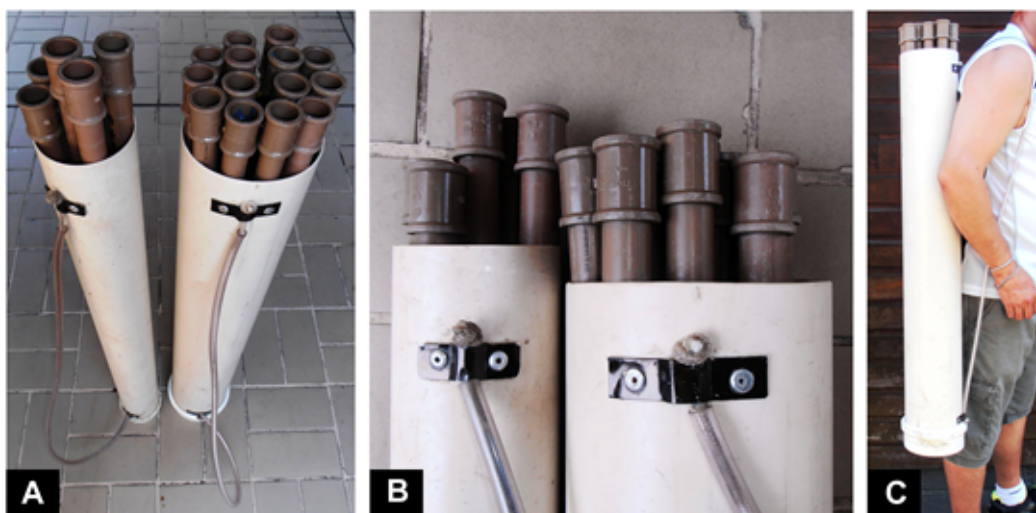


Figura 10-3. Vista geral dos invólucros para transporte dos canos PVC de 0,5" ("bazucas"), confeccionados com tubo PVC de 15 e 20 cm de diâmetro (A), para guarda de 06 e 14 canos de 1 m, respectivamente, totalizando os 20 canos necessários à montagem do quadrado amostral de 5x5 m (5 canos x 4 lados). Parte superior da "bazuca", mostrando detalhe do suporte metálico em aço inox fixado por rebites em alumínio, o mesmo ocorrendo na parte inferior, sendo ligados por alça confeccionada em corda de náilon trançada (5 mm Ø), envolta em mangueira plástica (B), facilitando seu transporte em campo (C). Fotos: Marcelo Pinheiro.

Número Mínimo de Unidades Amostrais

A despeito de critérios definidos pelo pesquisador, com vista a um melhor delineamento amostral, é importante mencionar que as respostas de *Ucides cordatus* à elevação do NMRM somente ganhará consistência se os padrões obtidos puderem ser detectados por comparação entre diferentes áreas de manguezal no Brasil. Se assim for, será possível obter resultados satisfatórios mesmo com um menor número de unidades amostrais por região estudada. Pelo exposto, recomenda-se o número mínimo de cinco quadrados amostrais de 5x5 m em duas subáreas amostrais (margem e "apicum"), totalizando uma área amostral de 125 m²/subárea e 250 m²/área de manguezal. Dentro de cada subárea (margem e "apicum"), sugere-se que os quadrados amostrais sejam dispostos ao acaso, seguindo o nível crescente de inundação (Figura 10-4), da seguinte forma: (1) margem, com dois quadrados dispostos numa faixa de 10 m a partir do canal, enquanto os três subsequentes serão demarcados numa segunda faixa contígua de 20 m; e (2) "apicum", com dois quadrados dispostos numa faixa de 10 m (transição) e os demais numa faixa de 20 m a partir da anterior, já no "apicum".

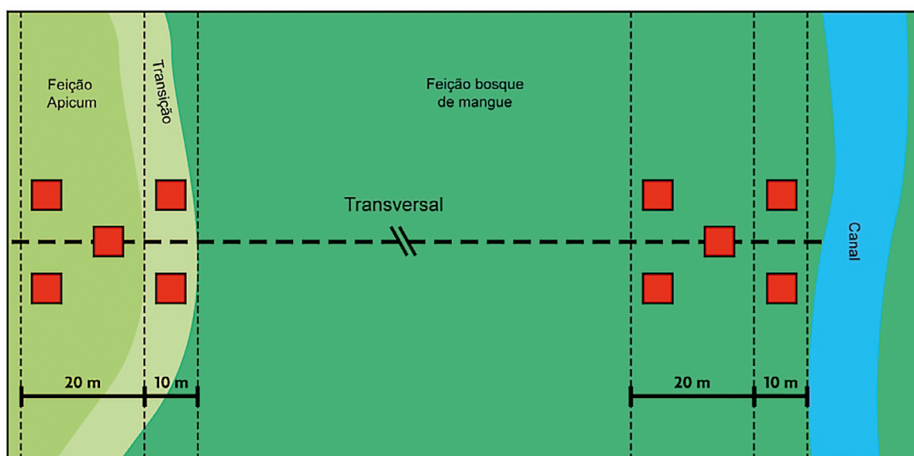


Figura 10-4. Delineamento do monitoramento para cada área de manguezal com as duas subáreas (margem e "apicum"), com representação das unidades amostrais de 5x5 m (quadrados vermelhos), onde será monitorada a densidade (ind./m²) e a estrutura populacional do caranguejo-uçá. Representação fora de escala, para simples visualização. Esquema: Gustavo Pinheiro.

A estimativa do número de indivíduos por unidade amostral (quadrados) será efetuada pelo método indireto, conforme proposto por Warren (1990), por ser rápido e de custo reduzido, que se dá pela contabilização do número de galerias da espécie, assumindo-se a existência de um exemplar por galeria (Costa, 1972). Para redução do erro amostral são contabilizadas as galerias com presença de animais em seu interior, conforme já aplicado por Wunderlich *et al.* (2008), por inspeção de caracteres morfológicos externos das galerias e seus indícios biogênicos, descritos por Santos *et al.* (2009) (Figura 10-5), a saber: (1) abertas com atividade biogênica (presença de rastros, fezes, movimentação recente do sedimento, etc.; Figura 10-5 A, B), evitando a contagem das galerias abandonadas (sem a presença de atividade dos animais; Figura 10-5 C); (2) fechadas recentes (presença de “*plug*” de lama recém colocado; Figura 10-5 D); e (3) fechadas antigas (conhecidas como “*batumadas*”, facilmente identificadas por tênue elevação do sedimento no local e confirmadas por escavação local; Figura 10-5 E).

Para minimizar erros amostrais durante a contagem, todas as galerias utilizadas na estimativa de densidade deverão ter seu ducto acompanhado pela inserção da mão/braço do avaliador, com a finalidade de reconhecer aquelas com dupla abertura, que serão anotadas para desconto ao final. Depois de contada, cada galeria deverá ter sua abertura marcada com um “*peg*” (palito de churrasco), ou simplesmente fechada com lama, evitando uma nova contagem. O somatório do total de galerias com animais em seu interior, abertas com atividades biogênicas, fechadas recentes e “*batumadas*”, dividido pela área do quadrado amostral, constituirá a densidade da espécie, sendo representada como indivíduos/m².

Por outro lado, para avaliação da estrutura populacional há necessidade de medição do diâmetro das galerias abertas, com atividade do caranguejo (vide Figura 10-5 A, B), o que será realizado com paquímetro plástico (conforme representado na Figura 10-5 F) ou paquímetro em aço inox adaptado por soldagem de hastes espataulares em inox (10,5 cm de comprimento, 2 cm de largura e 3 mm de espessura) (Figura 10-6), que permite medições mais acuradas (Schmidt *et al.*, 2008). Esse método é amplamente difundido e aceito por vários pesquisadores, evitando a remoção dos animais de suas galerias e permitindo monitoramentos contínuos da estrutura populacional dessa espécie em cada subárea amostral (vide itens “Processamento laboratorial” e “Tratamento e análise de dados”). Certamente, a aplicação desse método de avaliação da densidade e da estrutura populacional permitirá sua comparação com dados pretéritos e futuros, para diferentes manguezais brasileiros, tendo em vista a ampla distribuição geográfica dessa espécie em todos os manguezais brasileiros (Melo, 1996). Considerando os cenários de elevação do NMRM, será especialmente importante o monitoramento da faixa de 10 m do bosque de manguezal (a partir do canal) e de 10 m na transição para a feição “*apicum*”. Nestas faixas, espera-se que ocorram os maiores efeitos sobre a população do caranguejo (densidade e estrutura), devido à elevação do NMRM, maior frequência de inundação pelas marés, alteração da granulometria do sedimento local e, conseqüentemente, alteração da composição e predominância arbórea local (em escala temporal distinta).

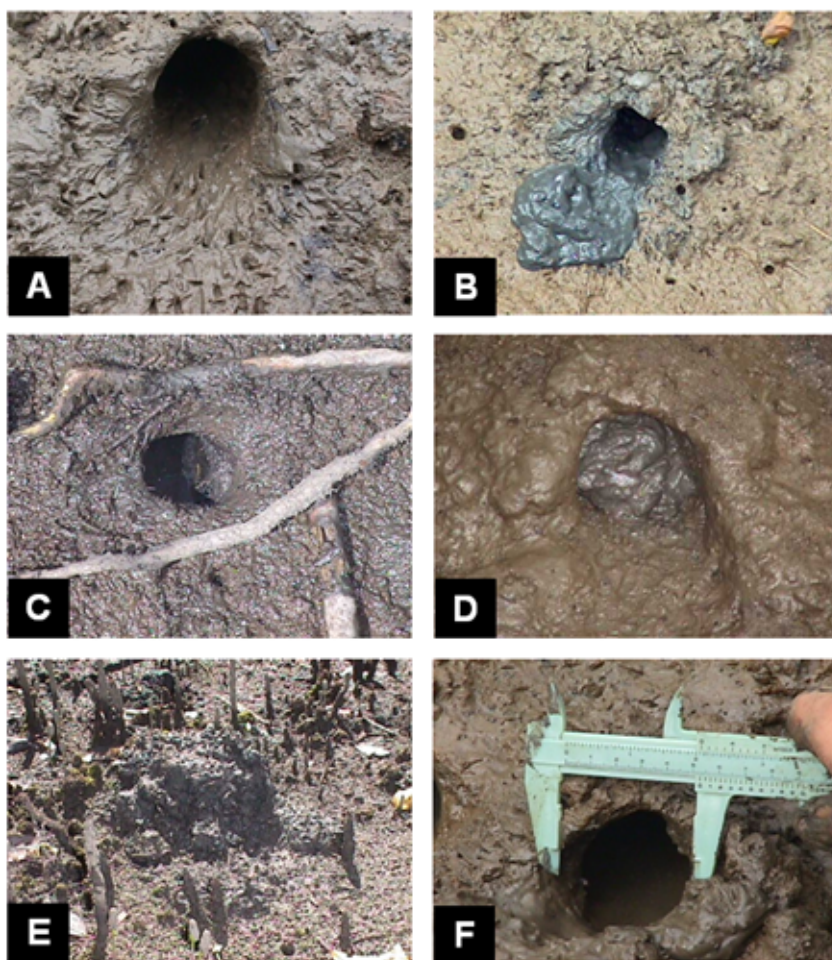


Figura 10-5. Morfologia externa das galerias do caranguejo *Ucides cordatus* (A-E), bem como posição correta do paquímetro durante o registro da medida de diâmetro de abertura das galerias dessa espécie (F). Onde: A, galeria aberta com atividade biogênica (rastros); B, galeria aberta com lama fluida recém retirada; C, galeria aberta sem atividade biogênica (“abandonada”); D, galeria fechada recente (“plugada”); e E, galeria fechada antiga (“batumada”). Fotos: Marcelo Pinheiro.



Figura 10-6. Paquímetro de precisão em aço inox adaptado com hastes metálicas (A) para o registro do diâmetro de abertura das galerias abertas de *U. cordatus* (B). Fotos: Anders Schmidt.

VARIÁVEIS OPCIONAIS A SEREM MEDIDAS

Será muito vantajoso se a área em estudo tiver sido previamente caracterizada quanto à sua estrutura da vegetação e ao perfil topográfico. No caso da estruturação vegetal existe um protocolo específico para esse fim (vide “Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais” – Capítulo 4). Também existem pelo menos dois métodos para caracterizar o perfil topográfico (vide “Monitoramento da dinâmica vertical de substratos dos ecossistemas manguezal e marisma” – Capítulo 7). A medida da altura de distribuição vertical do “*Bostrychietum*”, que se refere ao agrupamento de ma-

croalgas de manguezal que se adere à base do caule das árvores, ou rizóforos de *R. mangle*, (Figura 10-7) também pode apontar resultados interessantes. Para isso, em cada subárea, margem e “apicum”, deverá ser estabelecida uma linha de transecção, perpendicular à margem, com 40 metros cada. Cada subárea será subdividida em faixas de 10 metros, subárea de margem: 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 metros a partir dela, o mesmo a partir da área de transição. Em cada faixa será medida a altura do *Bostrychietum* nos rizóforos ou região basal do caule em 15 árvores por faixa, totalizando 60 árvores para a subárea em avaliação (15 árvores x 4 faixas de dez metros x 1 subárea = 60 medidas/subárea).

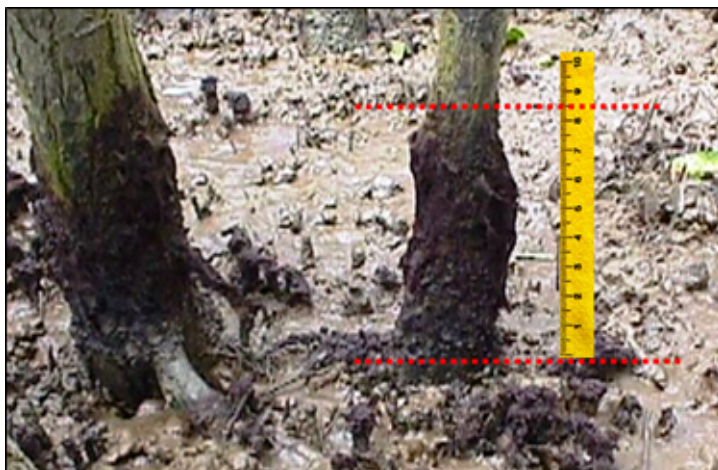


Figura 10-7. Distribuição vertical do adensamento das macroalgas de manguezal (“*Bostrychietum*”) sobre a base do tronco das árvores, e rizóforos, onde devem ter sua altura medida com fita métrica. Foto: Marcelo Pinheiro.

Outros parâmetros que seriam de interesse, caso sejam passíveis de registro, são os edáficos, de ordem física (composição granulométrica em cinco frações arenosas + silte + argila) e química (macronutrientes: P, K, Ca, Mg + pH, MO e H+Al; e micronutrientes: B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mg, S-SO₄, S e Al), além da salinidade da água intersticial. Assim, em cada quadrado nas subáreas em estudo, será colhida uma amostra composta do sedimento superficial (<10 cm), totalizando cerca de 2 kg cada, que serão mantidas em caixas térmicas com gelo picado até a chegada ao laboratório. A água intersticial também será coletada em cada quadrado por um equipo (seringa plástica de 20 mL atada a uma mangueira plástica e pedra porosa), que será amostrada a 20-30 cm de profundidade por pressão negativa ao puxar o êmbolo. Cada amostra de água será medida ainda no local com um refratômetro óptico específico para salinidade, sendo também colocada em frasco plástico com tampa de pressão e guardada em caixa térmica com gelo picado até seu transporte ao laboratório, quando ocorrerá confirmação da salinidade em equipamento de maior precisão.

PROCESSAMENTO LABORATORIAL

Os dados relacionados aos caranguejos, abundância de galerias abertas e fechadas “ativas” e diâmetro das galerias abertas com atividade biogênica, para cada subárea amostral, margem e “apicum” de manguezal, primeiramente serão transferidos por digitação dos formulários de campo para planilhas eletrônicas.

A amostra de sedimento de cada quadrado amostral será previamente peneirada para a remoção e descarte de raízes, folhas e outros, sendo em seguida embalados em dois sacos plásticos devidamente etiquetados para a análise física (1,5 kg) e química (0,5 kg). Essas amostras serão congeladas e enviadas para laboratórios específicos de análise físico-química do solo, existentes na própria universidade ou com direcionamento a laboratórios particulares.

As amostras de água intersticial de cada quadrado terão sua salinidade medida com um salinômetro digital ou refratômetro óptico específico para salinidade, calibrado para esse fim.

De posse de todos os parâmetros abióticos, os dados deverão ser digitados em planilhas eletrônicas, juntamente aos demais de registro direto, sendo a seguir direcionados à análise de dados.

TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Para avaliar a estrutura populacional da espécie entre as subáreas amostrais (margem *vs.* “apicum”) haverá necessidade de confronto de medidas da tendência central de tamanho dos exemplares e, ou somente, entre histogramas de distribuição de frequência em classes de tamanho (vide a seguir). Nesse sentido, haverá a necessidade de conversão do diâmetro da galeria (DG) – medida similar à do comprimento cefalotorácico (CC) do caranguejo – para o tamanho corpóreo do caranguejo, representado pela largura cefalotorácica (LC). Isso é efetuado por equações específicas, propostas para as regiões norte-nordeste e sudeste-sul, que podem ser escolhidas pelo pesquisador em função da latitude onde sua pesquisa for realizada, a saber: (1) regiões norte-nordeste, indicada por Schmidt *et al.* (2008) para o sul do Estado da Bahia, com as variáveis devendo estar em centímetros e requerendo duas etapas de conversão:

DG para CC ($DG = 0,36 + 1,04CC$; $R^2 = 0,72$) e CC para LC ($LC = -0,05 + 1,30CC$; $R^2 = 0,98$); e (2) regiões sudeste-sul ($LC = 13,21 + 0,9602 DG$; $R^2 = 0,73$), recomendada por Pinheiro (2006) para o sul do Estado de São Paulo, nesse caso as variáveis biométricas devem estar em milímetros.

Com todas as variáveis (bióticas e abióticas) já processadas e digitadas nas planilhas eletrônicas, haverá a necessidade de definição de qual medida de tendência central, média ou mediana, deverá ser utilizada para confrontar cada variável entre as subáreas amostrais. Para isso, elas serão submetidas a testes de homocedasticidade das variâncias (Levene) e normalidade (Shapiro-Wilk). A confirmação de normalidade e homogeneidade para uma mesma variável permitirá o uso de testes paramétricos (teste t, para duas subáreas ou áreas amostrais; ANOVA, para três ou mais subáreas ou áreas amostrais), com posterior confronto das médias pelo teste de Tukey (Sokal & Rohlf, 2003). Caso a hipótese de normalidade e homocedasticidade não se confirmem, o teste mais indicado será um não paramétrico (Kruskal-Wallis), com posterior comparação entre medianas por comparação múltipla entre tratamentos (Siegel & Castellan-Jr., 1988). Todas as análises serão estabelecidas a 5% de significância estatística, em ambiente R 2.15.0 (Ihaka & Gentleman, 1996).

Com as ferramentas estatísticas anteriormente citadas será possível avaliar diferenças para cada parâmetro, seja em nível espacial (margem *vs.* “apicum” ou entre áreas de manguezal em distintas regiões geográficas), sazonal (época reprodutiva/verão *vs.* época não reprodutiva/inverno), ou temporal (intervalo de tempo definido pelo pesquisador). Tais resultados poderão, assim, ser confrontados aos de densidade (ind./m²) e estrutura populacional da espécie, neste último caso, por comparação das médias ou medianas de tamanho ou por comparação de histogramas de frequência em classes de tamanho de 5 mm.

Importante destacar que este protocolo tem interface e relação com outros propostos para áreas de manguezal pela ReBentos, com vistas ao seu uso para a detecção de mudanças climáticas locais e regionais. Assim, sempre que possível, recomenda-se a conciliação do uso desses protocolos de forma associativa, possibilitando, dessa forma, compreensão mais holística aos processos do ecossistema manguezal.

AUTORES

Marcelo Antonio Amaro Pinheiro – Universidade Estadual Paulista – UNESP
(autor para correspondência: pinheiro@clp.unesp.br)

Renato de Almeida – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB


REFERÊNCIAS

- Almeida, R. 2005. *Dinâmica da serrapilheira e funcionamento do ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, p. 183.
- Amouroux, J.M.; Tavares, M. 2005. "Natural recovery of Amazonian mangrove forest as revealed by brachyuran fauna: preliminary description". *Vie Milieu*, 55(2): 71-79.
- Botto, F.; Iribarne, O.O. 2000. "Contrasting effects of two burrowing crabs (*Chasmagnathus granulata* and *Uca uruguayensis*) on sediment composition and transport in estuarine environments". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51(2): 141-151.
- Costa, R.S.D. 1972. *Fisioecologia do caranguejo-uçá, Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) - Crustáceo Decápode - no Nordeste Brasileiro*. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, p. 121.
- Christofoletti, R.A.; Hattori, G.Y.; Pinheiro, M.A.A. 2013. "Food selection by a mangrove crab: temporal changes in fasted animals". *Hydrobiologia*, 702: 63-72.
- Gilman, E.L.; Ellison, J.; Duke, N.C.; Field, C. 2008. "Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review". *Aquatic Botany*, 89: 237-250.
- Hattori, G.Y. 2006. *Densidade e estrutura populacional do caranguejo de mangue, Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (SP)*. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, p. 146.
- Hattori, G.Y.; Souza, A.J.F.; Pedrosa, J.M.M.; Pinheiro, M.A.A. 2004a. *Tamanho do quadrado ideal para amostragem da densidade populacional do caranguejo Ucides cordatus (Linnaeus, 1763)*. Resumos do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia, Brasília, DF: 66-67.
- Hattori, G.Y.; Christofoletti, R.A. & Pinheiro, M.A.A. 2004b. *Ideal quadrat size for sampling density of Ucides cordatus (Brachyura, Ocypodidae) in different mangrove vegetations*. Abstracts of 3rd Brazilian Crustacean Congress & 2004 The Crustacean Society Meeting, Florianópolis, SC: 64.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2011. *Proposta de Plano Nacional de Gestão para o Uso Sustentável do Caranguejo-Uçá, do Guaiamum e do Siri-Azul*. J. Dias-Neto (Org.), Brasília, DF: IBAMA, p. 156.
- Ihaka, R.; Gentleman, R. 1996. "R: a language for data analysis and graphics". *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5: 299-314.
- Kristensen, E. 2008. "Mangrove crabs as ecosystem engineers; with emphasis on sediment processes". *Journal of Sea Research*, 59: 30-43.
- Marengo, J.A.; Ambrizzi, T.; Rocha, R.P.; Alves, L.M.; Cuadra, S.V.; Valverde, M.C.; Torres, R.R.; Santos, D.C.; Ferraz, S.E.T. 2010. "Future change of climate in South America in the late twenty-first century: inter comparison of scenarios from the three regional climate models". *Climate Dynamics*, 35: 1073-1097.
- Matsumasa, M.; Takeda, S.; Poovachiranon, S.; Murai, M. 1992. "Distribution and shape of *Dotilla myctiroides* (Brachyura: Ocypodidae) burrow in the seagrass *Enhalus acoroides* zone". *Benthos Research*, 43: 1-9.
- Melo, G.A.S. 1996. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. São Paulo, SP: Editora Plêiade, p. 604.
- Morrisey, D.J.; Skilleter, G.A.; Ellis, J.I.; Burns, B.R.; Kemp, C.E.; Burt, K. 2003. "Differences in benthic fauna and sediment among mangrove (*Avicennia marina* var. *australasica*) stands of different ages in New Zealand". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 587-592.

- Nomann, B.E.; Pennings, S.C. 1998. "Fiddler crab-vegetation interactions in hypersaline habitats". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 225(1): 53-68.
- Oliveira, D.A.F. 2005. *Distribuição espacial do caranguejo-uçá, Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae)*. Monografia de Bacharelado. Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental do Litoral Paulista, São Vicente-SP, p. 57
- Pinheiro, M.A.A. 2006. *Biologia e manejo do caranguejo-uçá, Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura)*. Relatório Científico Final do Projeto Uçá II (FAPESP). São Vicente, SP: FAPESP/UNESP, Campus Experimental do Litoral Paulista (CLP), p. 409.
- Pinheiro, M.A.A.; Fiscarelli, A.G. 2001. *Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (Ucides cordatus)*. Itajaí, SC: UNESP/CEPSUL-IBAMA, p. 43.
- Ribeiro, P.D.; Iribarne, O.O.; Daleo, P. 2005. "The relative importance of substratum characteristics and recruitment in determining the special distribution of the fiddler crab *Uca uruguayensis* Nobili". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 314: 99-111.
- Sant'Anna, B.S.; Borges, R.P.; Hattori, G.Y.; Pinheiro, M.A.A. 2014. *Reproduction and management of the mangrove crab Ucides cordatus (Crustacea, Brachyura, Ucididae) at Iguape, São Paulo, Brazil*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 86(3): 63-73.
- Santos, C.M.H.; Pinheiro, M.A.A.; Hattori, G.Y. 2009. "Orientation and external morphology of burrows of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ucididae)". *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom*, 89(6): 1117-1123.
- Schmidt, A.J. 2006. *Estudo da dinâmica populacional do caranguejo-uçá, Ucides cordatus cordatus (Linnaeus, 1763) (Crustacea-Decapoda-Brachyura), e dos efeitos de uma mortalidade em massa desta espécie em manguezais do Sul da Bahia*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, p. 150.
- Schmidt, A.J.; Oliveira, M.A.; Souza, E.P.; May, M.; Araújo, S.M.B. 2008. "Relação entre abertura de galeria e comprimento de cefalotórax do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea-Decapoda-Brachyura)". *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*, 16(1): 51-58.
- Schmidt, A.J.; Bemvenuti, C.E.; Diele, K. 2012. "Effects of geophysical cycles on the rhythm of mass mate searching of a harvested mangrove crab". *Animal Behaviour*, 84: 333-340.
- Siegel, S.; Castellan Jr., N.J. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. New York, NY: McGraw-Hill, 2ª Ed, p. 400.
- Sokal, R.R.; Rohlf, F.J. 2003. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. New York, NY: W.H. Freeman, 3ª Ed, p. 887.
- Warren, J.H. 1990. "The use of open burrows to estimate abundances of intertidal estuarine crabs". *Australian Journal of Ecology*, 15: 277-280.
- Wiegert, R.G. 1962. "The selection of an optimum quadrat size for sampling the standing crop of grasses and forbs". *Ecology*, 43: 125-129.
- Wunderlich, A.C.; Pinheiro, M.A.A.; Rodrigues, A.M.T. 2008. "Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil". *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(2): 188-198.
- Wunderlich, A.C.; Pinheiro, M.A.A. 2013. "Mangrove habitat partitioning by *Ucides cordatus* (Ucididae): effects of the degree of tidal flooding and tree-species composition during its life cycle". *Helgoland Marine Research*, 67(2): 279-289.

ANEXOS — CAPÍTULO 10

ANEXO 10-I – FORMULÁRIO DE CAMPO

 REBENTOS <small>Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros</small>		Monitoramento da Densidade e Estrutura Populacional do Caranguejo-Uçá, <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763)			
Estado (UF):		Município:		Local:	
Data de coleta:		Hora inicial (h:min.):		Hora final (h:min.):	
Fase Lunar: () Cheia () Nova () Crescente () Minguante		Altura de Maré Alta (m):		Altura de Maré Baixa (m):	
MARGEM DO MANGUEZAL					
SEDIMENTO	Valores nas Unidades Amostras (5 quadrados 5x5m)				
	1	2	3	4	5
Granulometria					
Macro/Micronutrientes					
SALINIDADE	Valores nas Unidades Amostras (5 quadrados 5x5m)				
	1	2	3	4	5
Sedimento (intersticial)					
GALERIAS DO CARANGUEJO-UÇÁ	Abundância nas Unidades Amostras (5 quadrados 5x5m)				
	1	2	3	4	5
Abertas (com atividade biogênica)					
Abertas Abandonadas (sem atividades biogênicas)					
Fechadas Recentes (plugadas)					
Fechadas Antigas ("batumadas")					
TOTAL					
"APICUM" DO MANGUEZAL					
SEDIMENTO	Valores nas Unidades Amostras (5 quadrados 5x5m)				
	1	2	3	4	5
Granulometria					
Macro/Micronutrientes					
SALINIDADE	Valores nas Unidades Amostras (5 quadrados 5x5m)				
	1	2	3	4	5
Sedimento (intersticial)					
GALERIAS DO CARANGUEJO-UÇÁ	Abundância nas Unidades Amostras (5 quadrados 5x5m)				
	1	2	3	4	5
Abertas (com atividade biogênica)					
Abertas Abandonadas (sem atividades biogênicas)					
Fechadas Recentes (plugadas)					
Fechadas Antigas ("batumadas")					
TOTAL					