

Distribuição e abundância dos caranguejos *Uca* Leach (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil ¹

Setuko Masunari ²

¹ Contribuição número 1569 do Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná.

² Curso de Pós-graduação em Zoologia, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. Caixa Postal 19020, 81531-980 Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: setmas@ufpr.br

ABSTRACT. Distribution and abundance of fiddler crabs *Uca* Leach (Crustacea Decapoda Ocypodidae) in Guaratuba Bay, Parana State, southern Brazil. A study of the spatial distribution and abundance of fiddler crabs was carried out in Guaratuba Bay, Parana State, southern Brazil. Fiddler crabs were collected from 10 biotopes located along a salinity gradient from zero to 32 inside Guaratuba Bay (between 48°30'W-25°50'S and 48°45'W-25°54'S). Seven species were found, among which, *Uca mordax* (Smith, 1870) occurred only in biotopes inundated by low salinity water, from zero to 16. Remaining species tolerated wide range of salinity oscillation, but *Uca maracoani* (Latreille, 1802-1803) and *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 predominated in saltier waters, from 14 to 32, while *U. burgersi* Holthuis, 1967, *Uca rapax* (Smith, 1870), *Uca thayeri* Rathbun, 1900, and *Uca uruguayensis* Nobili, 1901 were collected in more than three biotopes and showed to be euryhaline: they tolerated salinities from 4 to 32. However, other soil characteristics such as pebble/sand/silt/clay balance, organic matter content and presence of seagrass also influenced the spatial distribution of these crabs. *U. leptodactyla* occurred with maximum density of 240 ind.m⁻², a highest recorded value.

KEY WORDS. Density, granulometry, organic matter, salinity gradient.

RESUMO. Um estudo sobre distribuição espacial e abundância dos chama-marés *Uca* Leach, 1814 foi realizado na Baía de Guaratuba, Estado do Paraná. Foram coletados chama-marés de dez biótopos ao longo de um gradiente de salinidade de zero a 32 dentro da Baía de Guaratuba. Foram obtidas sete espécies, entre as quais, *Uca mordax* (Smith, 1870) que foi registrada somente em biótopos inundados por águas de baixas salinidades (de zero a 16). As demais espécies mostraram tolerância a uma ampla variação de salinidade, mas *Uca maracoani* (Latreille, 1802-1803) e *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 predominaram em águas mais salinas, de 14 a 32, enquanto *U. burgersi* Holthuis, 1967, *Uca rapax* (Smith, 1870), *Uca thayeri* Rathbun, 1900 e *Uca uruguayensis* Nobili, 1901 foram coletadas em mais de três biótopos e mostraram uma tendência ao eurihalismo, suportando salinidades de 4 a 32. Entretanto, outras características do substrato tais como porcentagem relativa de cascalho/areia/silte/argila, teor de matéria orgânica e presença de marismas, também, influenciaram a distribuição espacial destes caranguejos. *U. leptodactyla* foi registrada com densidade máxima de 240 ind.m⁻², o mais alto valor conhecido.

PALAVRAS-CHAVE. Chama-marés, densidade, gradiente de salinidade, granulometria, matéria orgânica.

A enorme queda dos caranguejos chama-marés machos impressionou os antigos observadores da natureza, razão pela qual, duas formas brasileiras foram descritas por Marcgrave em 1648 e, portanto, bem antes de Linnaeus (CRANE 1975).

Muitas espécies ocorrem simpatricamente e em grandes quantidades, cujo hábito gregário é atribuído ao comportamento de multidão egoísta ("selfish herd") por alguns autores como VISCIDO & WETHEY (2002), ou como meio de limitar a perda de água por desidratação como argumenta YODER *et al.* (2005), num estudo específico de medida de perda de água em grupos de diferentes tamanhos de *Uca pugilator* (Bosc, 1802).

Animais típicos da zona entremarés de estuários de clima tropical, subtropical e temperado quente, os chama-marés escavam tocas de profundidade variada, de onde saem durante a baixamar para realizar as atividades de alimentação e de reprodução e se recolhem dentro das mesmas durante as marés altas. Para o pleno exercício de suas atividades, é necessário existir uma conjunção dos fatores presença da luz do sol, temperatura adequada, ausência de ventos fortes e maré baixa (CRANE 1975). Entretanto, algumas espécies como *U. pugilator* no litoral da Carolina do Norte, Estados Unidos, têm atividades durante as marés baixas noturnas (SALMON & HYATT 1983). Mais recentemente,

CHIUSI & DÍAZ (2001) demonstraram que a posição do sol e o padrão da luz polarizada do sol sobrepujam as referências das paisagens para a orientação espacial destes animais.

Embora estes caranguejos possuam características semi-terrestres, as suas larvas desenvolvem-se em ambiente aquático. As larvas (zoea) eclodem usualmente à noite, durante as marés altas que as transportam rapidamente para longe dos habitats dos adultos. Uma vez levadas pelas marés para águas mais profundas, permanecem no fundo onde completam várias mudas e são transportadas de volta ao estuário para atingir a maturidade (ver revisão em KELLMEYER & SALMON 2001).

Os caranguejos *Uca* Leach, 1814 foram objeto de estudos abrangentes sobre sistemática como os de CRANE (1975) e, mais recentemente, de vários autores cuja revisão foi feita por ROSENBERG (2001). No Brasil, destacam-se artigos sobre sistemática (OLIVEIRA 1939, MELO *et al.* 1989, MELO 1996), fisiologia (LACERDA 1982, LACERDA & MCNAMARA 1983, MCNAMARA & MOREIRA 1983), comportamento (VON HAGEN 1987), estudos morfométricos (MASUNARI & SWIECH-AYOUB 2003, NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* 2003, BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO 2004, CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO 2004, MASUNARI & DISSENHA 2005 e MASUNARI *et al.* 2005) e aspectos reprodutivos (COLPO & NEGREIROS-FRANZOZO 2003).

Dentre as variáveis abióticas importantes que influenciam a distribuição e a abundância destes animais estão a temperatura (CRANE 1975), gradiente de salinidade (CRANE 1975, THURMAN 1984, 1987, BARNWELL 1986), tipo de solo (BARNWELL 1986, THURMAN 1987), nível do substrato em relação à altura da maré (THURMAN 1987), grau de dessecação do biótopo (THURMAN 1984, 1998), presença de vegetação e o tipo do emaranhado de suas raízes (POWERS & COLE 1976, RINGOLD 1979, SALMON & HYATT 1983, THURMAN 1987, NOBBS 2003).

Os chama-marés constituem um componente significativo da biomassa macrofaunística da zona entremarés e uma importante fonte de alimento para vários animais como mamíferos, aves, peixes e caranguejos de grande porte deste biótopo (CRANE 1975). Como são animais numerosos, as atividades alimentares dos mesmos influenciam a transferência de nutrientes e energia de áreas intertidais para o estuário em geral (MONTAGUE 1980). Estes caranguejos alimentam-se de uma variedade de bactérias e microflora bentônicas, tais como diatomáceas e algas azuis que estão associadas com o complexo substrato organo-mineral (CRANE 1975). A detecção de alimento é feita através de quimiosensores localizados nas quelas e, possivelmente na região bucal (ROBERTSON *et al.* 1980, 1981, ROBERTSON & NEWELL 1982). Experimentos com *Uca rapax* (Smith, 1870) demonstraram que estes animais cavam tocas em número maior do que o de indivíduos ali presentes e, portanto, cada animal não se limita a escavar apenas a sua toca. Este fato foi interpretado como um meio de aumentar o suprimento de alimento para estes animais, pois, o ato de escavar galerias conduz matéria orgânica para a superfície terrestre, incrementando a atividade microbiana que, por sua vez, estimula o crescimento das gramas marinhas (GENONI 1985, 1991).

Para o litoral do Paraná, a literatura não contempla qualquer aspecto ecológico ou da história de vida dos caranguejos *Uca*. Somente MELO *et al.* (1989) e MELO (1996) reportaram seis espécies do gênero para este estado e, MASUNARI & DISSENHA (2005) e MASUNARI *et al.* (2005) realizaram estudos de crescimento relativo em *Uca mordax* (Smith, 1870) e *Uca maracoani* (Latreille, 1802-1803) provenientes da Baía de Guaratuba. Apesar da crescente urbanização e da utilização das áreas do estuário da Baía de Guaratuba para a prática de cultivo intensivo de animais marinhos, não há estudos de métodos de manejo dos habitats onde ocorrem populações adultas ou larvas de chama-marés. Estudos do passado nos litorais do exterior têm demonstrado que as populações de chama-marés estão em franca extinção local, devido à degradação crescente dos habitats intertidais por poluição, dragagem e aterro. Devido à alta sensibilidade destes animais a estes estresses, autores como BARNWELL (1986) têm sugerido que os chama-marés poderiam ser úteis como bioindicadores de habitats ainda saudáveis.

Diante da expressiva abundância de chama-marés nos biótopos ainda não degradados no interior da Baía de Guaratuba, e da urgência de um estudo abrangente sobre fatores que regulam a distribuição deste importante elo trófico entre o ambiente terrestre e o estuarino, o presente trabalho propõe um estudo descritivo da ocorrência e da abundância das populações de *Uca* em solos localizados num gradiente de salinidade da água dentro da referida baía.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Bacia Hidrográfica de Guaratuba tem 1393 km² de extensão e constitui um dos sistemas fluviais mais importantes da zona litorânea do Paraná. Ela é formada pelos afluentes que nascem no primeiro planalto paranaense e por dois rios (Descoberto e Bogaçu) que nascem no litoral (MAACK 1968).

Neste contexto situa-se a Baía de Guaratuba entre as coordenadas de 48°30'W, 25°50'S e 48°45'W, 25°54'S, com uma área de aproximadamente 40 km². Ela é margeada por manguezais relativamente bem preservados, com exceção do lado sudeste, nas imediações de sua conexão com o mar, onde se localiza a região urbana do município de Guaratuba (Fig. 1). Matas de restinga ocorrem no fundo da baía e, baixios e marismas – bancos de gramas marinhas dominados por *Spartina alterniflora* (Poaceae) – que emergem durante as marés vazantes ainda fazem parte da paisagem dos substratos terrestres. Resíduos de combustíveis são visíveis mais freqüentemente próximos à zona urbana e ao trecho de travessia de barcos na boca da baía.

O clima do litoral paranaense é classificado, segundo Koeppen, como zona tropical de transição, sempre úmida, mata pluvial-tropical, orlas de manguezais marginando as baías, culturas tropicais, região sem geadas noturnas (MAACK 1968).

Foram escolhidos 10 biótopos localizados nas seis estações de coleta estabelecidas em função do gradiente crescente de salinidade já previamente estudado por JAKOBI (1953), do



2



3



4

Figuras 1-4. (1) Baía de Guaratuba. Fotografia de satélite com indicação das seis estações de coleta. Os círculos representam o teor de salinidade (vermelho) e a densidade das assembléias dos caranguejos *Uca* (amarelo), cujo tamanho é proporcional aos valores médios registrados nas referidas estações. Imagem de satélite de 18/IV/1996 fornecida pela Intersat para a Engefoto. (2) Chapeuzinho, vista parcial das imediações do Biotopo 1 com *Uca mordax* num dia de verão, às margens do Rio União. (3) Baixio Mirim-areia, vista parcial do Biotopo 4 com uma população de *Uca leptodactyla* que dominou fortemente e divide espaço com poucos indivíduos de *U. uruguayensis*; a maioria dos machos está em atividade de aceno sexual. Ao fundo observa-se o início do Biotopo 5 (Baixio Mirim-marisma). (4) Baixio Mirim-lodo, vista parcial do Biotopo 6 com *Uca maracoani* em atividade fora da toca num dia de verão: os machos estão em aceno sexual.

oeste para o leste da Baía de Guaratuba: Chapeuzinho (48°43,834'W e 25°51,330'S), Guaxuma (48°41,129'W e 25°51,398'S), Ilha das Garcinhas (48°37,994'W e 25°52,284'S), Baixio Mirim (48°36,442'W e 25°52,370'S), Ponto de Venda (48°35,205'W e 25°51,213'S) e Rio Fundo (48°34,958'W e 25°50,967'S). Elas estão localizadas, respectivamente, a 15,0, 12,5, 7,0, 5,0, 2,3 e 1,5 km da entrada da baía; estas distâncias foram projetadas numa linha reta traçada do fundo até a boca da baía (Fig. 1). Nas estações Ponto de Venda e Baixio Mirim, foram discriminados e amostrados três biótopos em cada uma, em função da diversidade fisiográfica destas estações de coleta; nas demais, somente um biótopo foi amostrado.

A Estação Chapeuzinho (Biótopo 1, Fig. 2) está localizada na Ilha do mesmo nome, às margens do Rio União, um afluente do Rio São João. O local é coberto por uma vegetação de restinga e as tocas dos chama-marés foram observadas em meio às raízes das árvores, em solo arenoso compacto sempre sombreado pelas copas dos arbustos. A Estação Guaxuma (Biótopo 2) encontra-se na ilha do mesmo nome e o solo movediço parcialmente coberto por uma vegetação de porte herbáceo que substituiu as árvores do manguezal original derrubadas pelo homem; uma área com incidência solar direta foi escolhida como local de amostragem dos caranguejos. A Estação Ilha das Garcinhas (Biótopo 3) está localizada numa pequena ilha do mesmo nome, em frente à desembocadura do Rio das Garças; a amostragem foi feita em um baixio sem vegetação e rodeado de um lado por um manguezal e de outro por marismas. O Baixio Mirim está localizado a oeste da zona urbana de Guaratuba, e é formado por um mosaico de marismas, substrato arenoso e substrato lodoso. Nesta estação, foram amostrados três biótopos contíguos com diferentes substratos: arenoso sem vegetação (Biótopo 4, Fig. 3), arenoso de marismas (Biótopo 5) e lodoso sem vegetação (Biótopo 6, Fig. 4). Na Estação Ponto de Venda, também, foram amostrados três biótopos contíguos: areia/lodo sem vegetação (Biótopo 7), areia/lodo de marismas (Biótopo 8) e no interior do manguezal (Biótopo 9). Esta estação está localizada no sul da Ilha do Capinzal, às margens do Rio do Leite, cujos Biótopos 7 e 8 correspondem a uma área aberta, onde o manguezal original foi derrubado. A Estação Rio Fundo (Biótopo 10) localiza-se na porção nordeste da Ilha do Capinzal, às margens do Rio Fundo, em frente ao Morro Joaquim Jorge. Embora a amostragem tenha sido realizada no interior de um manguezal, o solo sempre sombreado era arenoso e compacto.

Métodos

As coletas do material biológico e dos dados das variáveis abióticas foram realizadas mensalmente, de abril de 2003 a março de 2004, durante as marés de sizígia. Luminosidade, temperatura do ar e do solo à superfície e às profundidades de 5, 10, 15 e 20 cm, e salinidade da água foram medidas; as condições climáticas por ocasião da coleta foram anotadas em todas as amostragens. A temperatura do ar foi medida com um termômetro de mercúrio comum, a luminosidade com um fotômetro da marca Extech e a salinidade com um salinômetro

manual Mitutoyo. A temperatura do solo foi tomada com um termômetro digital portátil Gulterm, provido de um sensor térmico na extremidade de uma haste metálica de 20cm de comprimento. As temperaturas médias, mínimas e máximas mensais do ar foram tomadas na Estação Meteorológica de Guaratuba pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR.

Foram calculadas as médias e os valores máximos e mínimos para os dados das variáveis abióticas e médias e desvios-padrão para as densidades animais.

Os sedimentos foram obtidos por meio de cores da superfície do solo até aproximadamente 12 cm de profundidade. Estas amostragens foram realizadas em todos os biótopos em 20 de outubro de 2004, 24 de fevereiro de 2005 e 28 de março de 2005, uma vez que o sedimento se mantém constante ao longo do estudo. As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Geologia, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, seguindo-se as técnicas tradicionais de sedimentologia, abrangendo a pipetagem para os sedimentos finos (lama, ou silte + argila) e o peneiramento para a fração grosseira (areia), utilizando-se a Escala Phi segundo KRUMBEIN (1938 in SUGUIO 2003). Por outro lado, a determinação dos teores de carbonato biodetrítico e matéria orgânica foram feitos, respectivamente, por adição de HCl a 10% e queima em mufla por uma hora a 550°C (SUGUIO 1973). Os parâmetros estatísticos granulométricos (média e grau de seleção), empregando a fórmula de FOLK & WARD (1957), foram calculados através do programa SYSGRAN para microcomputadores.

Os chama-marés foram coletados utilizando-se duas metodologias conforme a densidade populacional aparente. Nos biótopos com muitos caranguejos, foi amostrada uma área de 0,25 m² (0,50 m de lado), onde todo solo contido neste quadrado foi removido até uma profundidade de 0,15 m, com auxílio de pás de jardim e peneirado em telas de 1mm de abertura de malha. Nos biótopos de menor densidade de animais, as amostragens foram feitas numa área de 4,0 m² (2,0 m de lado), e os animais foram obtidos por revolvimento das tocas abertas. Esta coleta manual por escavação foi escolhida pela comprovação de ser a que gera menos erros, quando comparada com outras, como contagem direta dos animais com binóculos (ocorre uma subestimação) ou pela contagem do número de aberturas das tocas (ocorre superestimação) (MACIA *et al.* 2001, SKOV & HARTNOLL 2001). Nos biótopos de marismas, as plantas contidas no quadrado delimitado foram removidas integralmente do solo e após a coleta dos caranguejos, elas foram replantadas no local de origem. Com exceção dos exemplares de *U. maracoani* que foram identificados e quantificados *in loco* e devolvidos ao local de origem, os demais foram transportados para o laboratório em recipientes resfriados, fixados em formol a 4% glicerinado e conservados em a álcool 70% glicerinado.

Nas estações Baixio Mirim e Ponto de Venda, foram obtidas duas amostras de 0,25 m² em cada um dos biótopos 4, 5, 7 e 8. Nos Biótopos 1, 2, 3, 9 e 10 foi retirada uma amostra de 4 m² de cada um. No substrato lodoso e movediço do Baixio Mirim

(Biótopo 6), local de ocorrência exclusiva da espécie *U. maracoani*, não foi possível delimitar uma área de coleta em função da complexidade e profundidade das tocas dos adultos que ultrapassavam 0,60 m. A abundância neste biótopo foi estimada em número de capturas por unidade de esforço (CPUE), que consistiu no número de caranguejos coletados por um caranguejeiro durante 40 minutos, numa área de 400m² aproximadamente.

A densidade das espécies foi calculada em número de indivíduos por metro quadrado (n^o.ind.m⁻²), com exceção de *U. maracoani*, cuja abundância foi estimada em número de indivíduos por unidade de esforço (CPUE). A significância na diferença dos valores de temperatura do solo entre as profundidades foi calculada pelo Teste de Freedman, a nível de 5% (SIEGEL 1956), com auxílio do programa Statistica para microcomputadores.

Foi chamada de espécie constante aquela que foi registrada em, pelo menos, 50% das amostras (seis meses). Espécie exclusiva corresponde àquela que não possui co-ocorrentes num determinado biótopo (ACIESP 1997).

RESULTADOS

A temperatura do solo se mostrou mais estável nas camadas mais profundas do que na superfície em todas as estações de coleta. Enquanto a amplitude de variação na superfície atingiu mais de 19,00°C (mínima de 18,40°C e máxima de 38,10°C em Chapeuzinho), a 20 cm de profundidade atingiu, no máximo, 9,50°C (19,00 a 28,50°C, no Baixio Mirim). O valor médio da temperatura à superfície variou de 22,13 ± 3,95°C (Ponto de Venda) a 27,12 ± 5,65°C (Guaxuma), ao passo que, a 20 cm variou de 22,90 ± 3,13°C (Ponto de Venda) a 23,55 ± 2,54°C (Guaxuma). Com exceção do Ponto de Venda, todas as estações de coleta mostraram as mais altas temperaturas médias na superfície e as mais baixas a 20 cm de profundidade durante os meses mais quentes (de agosto a março): valores intermediários foram registrados nas demais profundidades. Entretanto, nos meses mais frios (de abril a julho), os valores absolutos ficaram invertidos, ou seja, mais baixos na superfície e mais altos a 20 cm de profundidade, em todas as estações de coleta. Houve diferença significativa nas médias das temperaturas entre as cinco profundidades χ^2 (N = 76, df = 4) = 10,63841 p < 0,03096 e, quando analisadas duas a duas, houve diferença significativa entre as profundidades de 5cm e 10cm: χ^2 (N = 76, df = 1) = 7,895523, p < 0,00496, e entre a da superfície e a de 20cm: χ^2 (N = 21, df = 1) = 3,857143, p < 0,04954 para o período de abril a julho e χ^2 (N = 42, df = 1) = 4,666666, p < 0,03076 para o período de agosto a março. Nas demais profundidades contíguas (entre superfície e 5 cm, entre 10 e 15 cm e entre 15 e 20 cm) não houve diferença significativa a nível de 5%. O solo mais quente foi registrado em Guaxuma, onde a média no período de estudo variou de 23,56 ± 2,53°C a 27,13 ± 5,65°C. Em contraposição, o terreno mais frio foi o do Ponto de Venda, com médias de 22,13 ± 3,95°C a 22,90 ± 3,14°C (Fig. 5).

A temperatura média mensal do ar para a cidade de Guaratuba no período de coleta variou de 17,18 ± 3,84°C em agos-

to de 2003 a 24,62 ± 3,30°C em fevereiro de 2004. A menor mínima mensal absoluta de 8,30°C foi registrada em setembro/03 e a maior máxima mensal absoluta de 33,70°C, em abril/03 (SIMEPAR). Os valores registrados em campo oscilaram de 13,00°C a 35,00°C (ambos no Baixio Mirim), tendo as médias no período estudado variado de 21,45 ± 4,96°C (Ponto de Venda) a 24,79 ± 5,22°C (Chapeuzinho) (Fig. 6).

A luminosidade média variou de 40.371,67 ± 32.737,87 lux no Ponto de Venda a 71.175,56 ± 56.128,19 lux na Ilha das Garcinhas, durante o período de estudo. Entretanto, baixos valores, como 1.400 lux, foram registrados no Rio Fundo (junho de 2003) e altos, como 184.000 lux, em Guaxuma (novembro de 2003) (Fig. 6).

As amostras do solo apresentaram porcentagens de areia que variaram de 69,99% (Ponto de Venda-areia/lodo) até 100% (Baixio Mirim-areia); por outro lado, o teor de argila foi baixo, variando de 0% (Baixio Mirim-areia e Chapeuzinho) a 13,30% (Ponto de Venda-marisma). Somente no Ponto de Venda-marisma foi registrado 0,11% de cascalho. Praticamente todas as amostras foram compostas por areia fina a areia muito fina (Phi entre 2 e 4), variando de bem selecionado (Baixio Mirim-areia) a muito pobremente selecionado (Ponto de Venda-areia/lodo e P.V.-manguezal). O teor de matéria orgânica variou de 1,25% (Baixio Mirim-marisma) a 14,74% (Guaxuma), enquanto o de carbonato biodetrítico, de 2,32% (Baixio Mirim-areia) a 6,34% (Ilha das Garcinhas e Ponto de Venda-marisma). De uma forma geral, solos com mais de 85% da fração areia apresentaram teores de matéria orgânica abaixo de 6% (Chapeuzinho, Baixio Mirim-areia, Baixio Mirim-marisma e Rio Fundo), mas, solos com taxa inferior a 80% de areia, também, foram pobres em matéria orgânica (Baixio Mirim-lodo e Ponto de Venda-areia/lodo) (Tab. I e Fig. 6).

A salinidade média da água variou de 0,33 ± 1,15 (Chapeuzinho) a 23,63 ± 4,25 (Rio Fundo), tendo valor zero na maioria dos meses naquela estação de coleta e valor máximo absoluto de 32,00 nesta última. Em Guaxuma, a salinidade média no período estudado foi de 7,92 ± 3,77, na Ilha das Garcinhas 18,80 ± 4,32, no Baixio Mirim 20,40 ± 5,10 e no Ponto de Venda 23,46 ± 4,23 (Fig. 6).

Foram obtidas sete espécies de chama-maré: *Uca burgersi* Holthuis, 1967, *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898, *U. maracoani*, *U. mordax*, *U. rapax*, *Uca thayeri* Rathbun, 1900 e *Uca uruguayensis* Nobili, 1901.

O número absoluto de espécies variou de um (Chapeuzinho e Baixio Mirim-lodo) a cinco (Guaxuma e Ponto de Venda-marisma) (Fig. 7). Se consideradas apenas as espécies constantes, a alta diversidade de espécies esteve diretamente proporcional ao alto teor de matéria orgânica. Entretanto, em Chapeuzinho e no Rio Fundo, foram registradas porcentagens de matéria orgânica muito próximas, mas, apenas uma espécie foi registrada na primeira estação enquanto na segunda, quatro espécies residentes (Fig. 6). Quanto ao teor de carbonato biodetrítico, não foi observada qualquer correlação entre a dis-

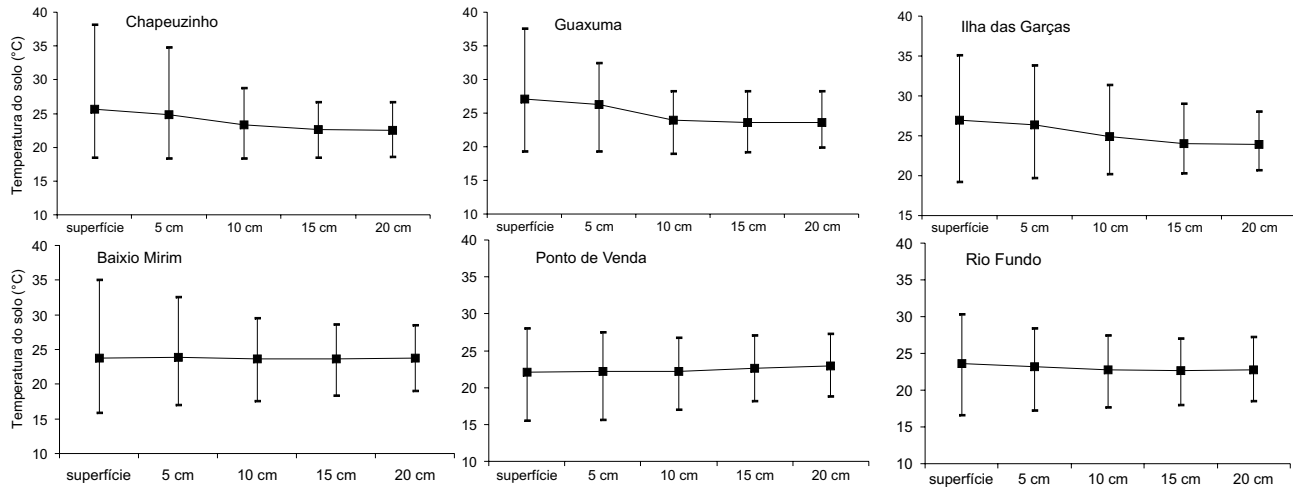


Figura 5. Baía de Guaratuba. Temperaturas média (linha contínua horizontal), mínima e máxima (traço vertical) do solo nas diversas estações de coleta, à superfície e a 5cm, 10cm, 15cm e 20cm de profundidade.

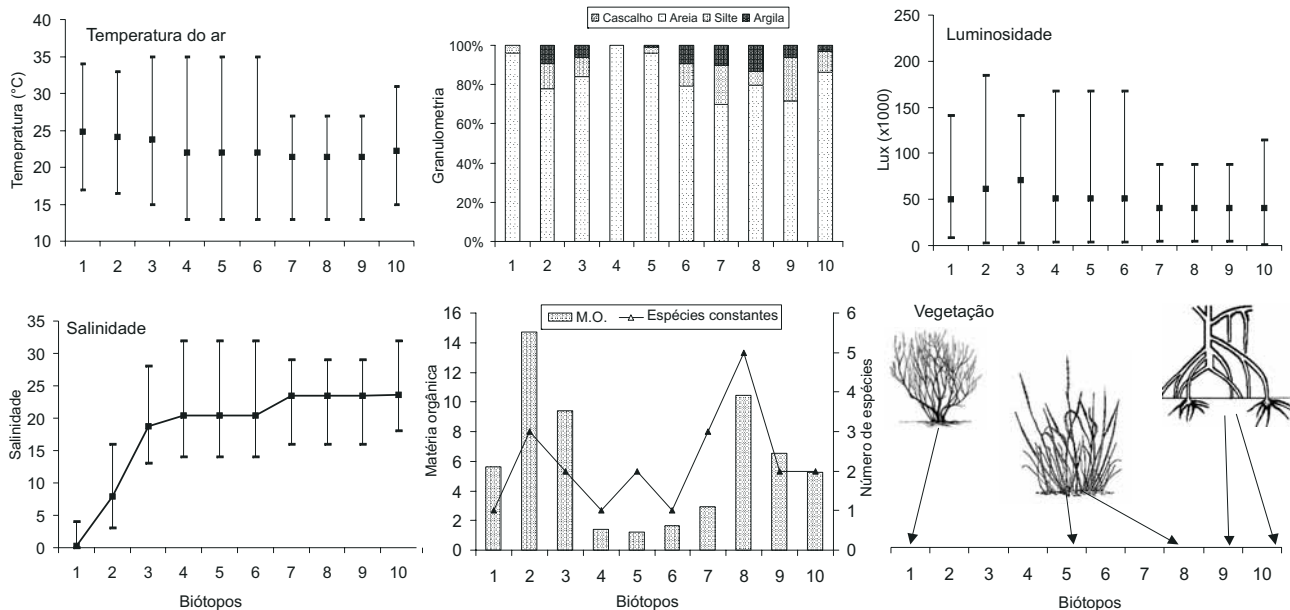


Figura 6. Baía de Guaratuba. Variáveis abióticas registradas nas diversas estações de coleta. As linhas verticais nos gráficos indicam os valores mínimo e máximo, e os quadrados, o valor médio. A oscilação do número de espécies nos biótopos, também, está representada no gráfico da porcentagem de matéria orgânica. Biótopos: 1) Chapeuzinho, 2) Guaxuma, 3) Ilha das Garcinhas, 4) Baixio Mirim-areia, 5) Baixio Mirim-marisma, 6) Baixio Mirim-lodo, 7) Ponto de Venda-areia/lodo, 8) Ponto de Venda-marisma, 9) Ponto de Venda-manguezal, 10) Rio Fundo. Presença de vegetação de restinga no Biótopo 1, de marisma nos 5 e 8 e de manguezal nos 9 e 10 (gráfico inferior na coluna direita).

tribuição desta variável com a da abundância das populações de chama-marés (Tab. I e Fig. 7).

Houve apenas dois biótopos que abrigaram espécies exclusivas: Chapeuzinho com *U. mordax* e Baixio Mirim-lodo com *U. maracoani*. Entretanto, devido à forte dominância de *U. leptodactyla* nos Biótopos 4 e 5 do Baixio Mirim (mais de 95%

do total de indivíduos), esta espécie também foi considerada exclusiva de ambos os biótopos. Por outro lado, a dominância com mais de 50% do total de indivíduos registrados foi observada no Ponto de Venda-areia/lodo com *U. leptodactyla*, no Ponto de Venda-marisma com *U. uruguayensis* e no Ponto de Venda-manguezal com *Uca thayeri*. Nos demais biótopos, as

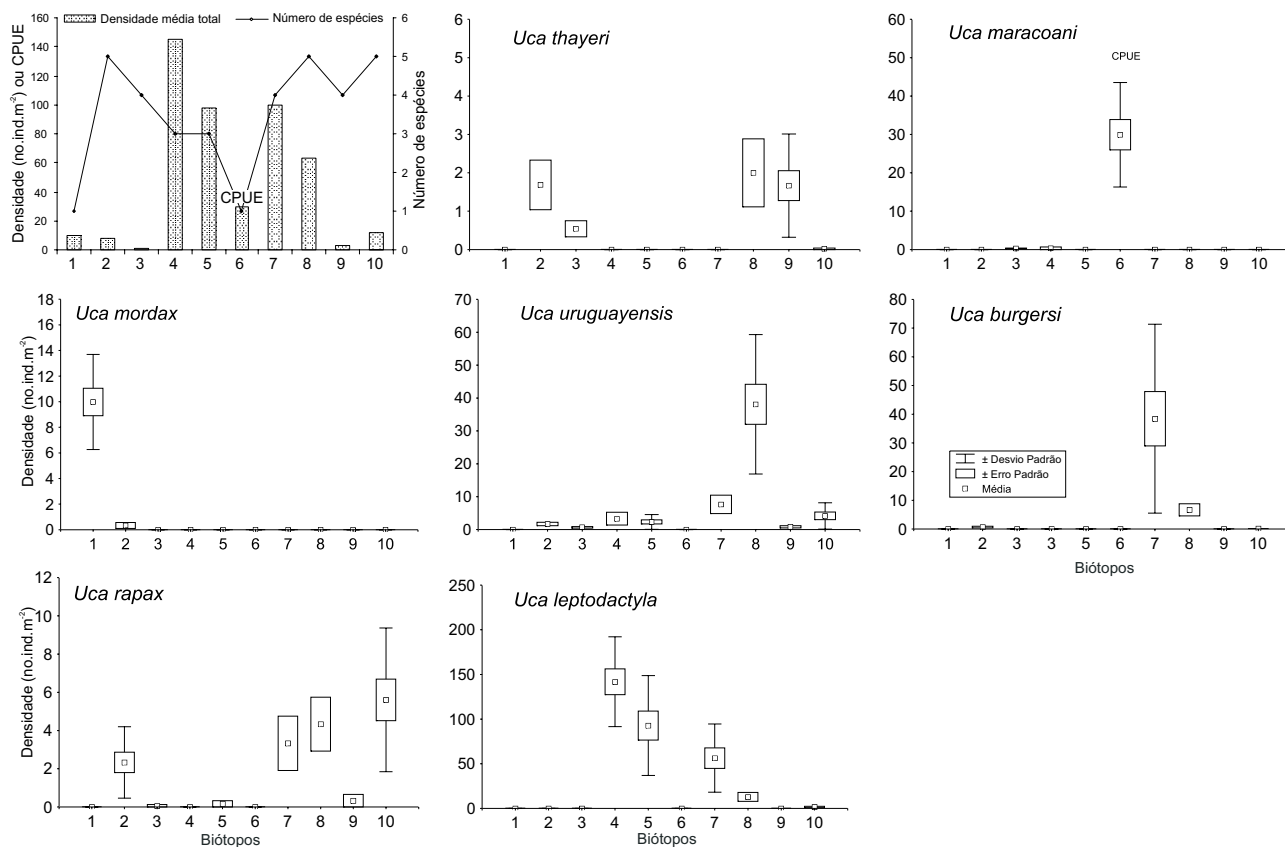


Figura 7. Baía de Guaratuba. Densidade média ($n^{\circ} \text{ind. m}^{-2}$) e de abundância média (CPUE) da assembleia e das sete espécies de *Uca* isoladamente nos dez biótopos analisados. Observe que a escala na abscissa é diferente para cada espécie. Nome dos biótopos na legenda da figura 6.

Tabela I. Baía de Guaratuba. Média granulométrica, classificação, grau de seleção, conteúdo de matéria orgânica e de carbonato biodetrítico das amostras de solo dos biótopos estudados.

Biótopos	Estações de coleta	Média granulométrica	Classificação	Grau de seleção	Classificação da seleção	Matéria orgânica (%)	Carbonato biodetrítico (%)
1 Chapeuzinho	Chapeuzinho	2,738	Areia fina	0,532	Moderadamente selecionado	5,64	5,58
2 Guaxuma	Guaxuma	3,792	Areia muito fina	1,627	Pobrememente selecionado	14,74	2,86
3 Ilha das Garcinhas	Ilha das Garcinhas	3,124	Areia muito fina	1,276	Pobrememente selecionado	9,43	6,34
4 Baixio Mirim-areia	Baixio Mirim	2,267	Areia fina	0,480	Bem selecionado	1,38	2,32
5 Baixio Mirim-marisma	Baixio Mirim	2,565	Areia fina	0,514	Moderadamente selecionado	1,25	2,87
6 Baixio Mirim-lodo	Baixio Mirim	3,734	Areia muito fina	1,733	Pobrememente selecionado	1,66	6,15
7 Ponto de Venda-areia/lodo	Ponto de Venda	3,748	Areia muito fina	2,192	Muito pobrememente selecionado	2,96	2,99
8 Ponto de Venda-marisma	Ponto de Venda	3,865	Areia muito fina	1,964	Pobrememente selecionado	10,43	6,34
9 Ponto de Venda-manguezal	Ponto de Venda	3,693	Areia muito fina	1,508	Muito pobrememente selecionado	6,51	5,31
10 Rio Fundo	Rio Fundo	3,064	Areia muito fina	0,755	Moderadamente selecionado	5,27	5,59

espécies mais abundantes foram co-dominantes (Ilha das Garcinhas, Guaxuma e Rio Fundo) (Fig. 8).

A menor densidade média total de chama-marés foi re-

gistrada na Estação Ilha das Garcinhas ($2,56 \pm 1,92 \text{ ind. m}^{-2}$), seguida de Guaxuma ($6,79 \pm 3,17 \text{ ind. m}^{-2}$), Chapeuzinho ($9,98 \pm 3,71 \text{ ind. m}^{-2}$), Rio Fundo ($13,17 \pm 7,27 \text{ ind. m}^{-2}$), Ponto de

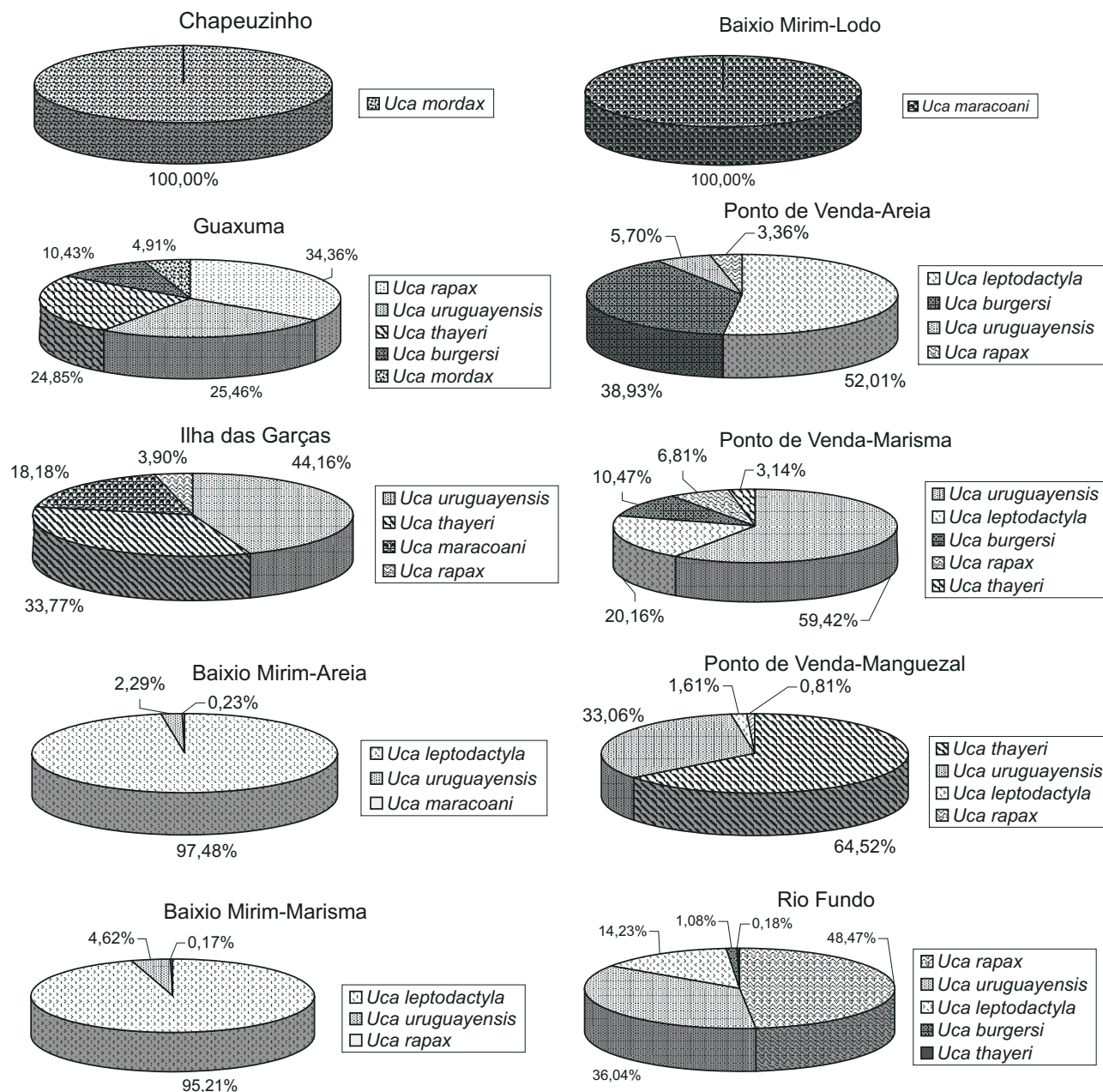


Figura 8. Baía de Guaratuba. Freqüência relativa das espécies de *Uca* que ocorreram nos dez biótopos estudados.

Venda ($56,67 \pm 17,66$ ind.m⁻²), e Baixio Mirim ($121,50 \pm 49,29$ ind.m⁻²) (Fig. 1). No Baixio Mirim-lodo, foi registrado um valor de $29,92 \pm 13,61$ CPUE (Fig. 7).

Uca mordax ocorreu exclusivamente nas estações com salinidades baixas da Baía de Guaratuba (Chapeuzinho e Guaxuma). *Uca burgersi*, *U. rapax*, *U. thayeri* e *U. uruguayensis* ocorreram de modo constante em mais de três estações de cole-

ta, mostrando uma tendência ao eurihalismo: as salinidades médias nestas estações variaram amplamente, de $7,92 \pm 3,78$ (Guaxuma) a $23,64 \pm 4,25$ (Rio Fundo). Por outro lado, *U. leptodactyla* e *U. maracoani* foram espécies constantes somente em biótopos com salinidades médias superiores a 20,00 (Fig. 7).

Espécie constante e exclusiva de Chapeuzinho (Fig. 8), *U. mordax* ocorreu com densidades máxima e média de $15,50$ ind.m⁻²

e $9,98 \pm 3,71$ ind.m⁻², respectivamente (Fig. 7). Foram avistadas populações adultas em altas densidades à margem do Rio União em pontos à montante do local de coleta (Fig. 2). Em Guaxuma, ela foi encontrada esporadicamente e com densidade média de $0,33 \pm 0,81$ ind.m⁻² (Fig. 7). Esta espécie ocorreu somente nas estações com salinidades médias abaixo de 8 (Fig. 6).

Uca rapax ocorreu em sete biótopos, porém, com maiores densidades e de modo constante somente em Guaxuma, nos Biótopos 7 e 8 do Ponto de Venda e no Rio Fundo, com valores médios de $2,33 \pm 1,87$ ind.m⁻², $3,33 \pm 4,92$ ind.m⁻², $4,33 \pm 4,89$ ind.m⁻² e $5,60 \pm 3,76$ ind.m⁻², respectivamente. Nestes biótopos, os solos foram classificados como areia fina ou muito fina e grau de seleção que variou de muito pobremente a bem selecionado. A espécie foi registrada esporadicamente e em baixas densidades ainda nos Biótopos 3, 5 e 9 (Fig. 7).

Uca thayeri foi constante em quatro biótopos e esporádica no Rio Fundo. As densidades máxima de $10,00$ ind.m⁻² e média de $2,00 \pm 3,07$ ind.m⁻² foram registradas no Ponto de Venda-marisma. Entretanto, foi no Ponto de Venda-manguezal que a espécie foi dominante (média de $1,67 \pm 1,35$ ind.m⁻²) (Fig. 8). Ocorreu ainda em Guaxuma ($1,69 \pm 2,24$ ind.m⁻²) e na Ilha das Garcinhas ($0,54 \pm 0,73$ ind.m⁻²). O solo dos biótopos de ocorrência desta espécie mostrou as maiores porcentagens de matéria orgânica (de 6,51% a 14,74%) e porcentagens de silte+argila superiores a 15% (Figs 6 e 8).

Com forte predominância no Ponto de Venda-marisma, onde o teor de matéria orgânica foi dos mais altos (10,43%), *Uca uruguayensis* foi a terceira espécie mais abundante. Atingiu uma densidade máxima de $84,00$ ind.m⁻² e média de $38,10 \pm 21,19$ ind.m⁻² neste biótopo. Presente em oito biótopos e constante em sete, não foi registrada somente em Chapeuzinho e no Baixio Mirim-lodoso. Em Guaxuma e Rio Fundo foi registrada em oito dos doze meses de coleta, embora com densidades médias abaixo de 7 ind.m⁻² (Fig. 7). Esta espécie, quase sempre dividiu o espaço com *U. leptodactyla*.

Uca leptodactyla foi a espécie mais numerosa, cujas densidades máxima de $240,00$ ind.m⁻² e média de $141,83 \pm 50,26$ ind.m⁻² foram obtidas no Baixio Mirim-areia, onde a participação da fração areia foi de 100% (Tab. I e Fig. 6). Neste biótopo, a espécie dividiu o espaço com os raros indivíduos de *U. uruguayensis*, formando extensas áreas arenosas repletas de orifícios (Fig. 3). Dominou nos biótopos de solos arenosos com ou sem gramas marinhas, tanto no Baixio Mirim como no Ponto de Venda, com exceção do P.V.-marisma onde a espécie foi subdominante. Ocorreu, ainda de modo esporádico no Rio Fundo (média de $1,65 \pm 2,59$ ind.m⁻²) e no P.V.-manguezal ($0,04 \pm 0,14$ ind.m⁻²). O solo dos biótopos de dominância desta espécie variou de areia fina a areia muito fina, com baixos teores de matéria orgânica (Figs 6 e 8).

Uca maracoani foi uma espécie constante e exclusiva no Baixio Mirim-lodo (Fig. 8), num terreno contíguo ao biótopo de dominância de *U. leptodactyla*, onde atingiu a densidade máxima de $59,00$ CPUE e média de $29,92 \pm 13,61$ CPUE. Este

biótopo foi classificado como solo de areia muito fina, pobremente selecionado e com baixo teor de matéria orgânica (1,66%). Ocorrência não constante ainda foi registrada na Ilha das Garcinhas e Baixio Mirim-areia (Fig. 7).

Uca burgersi foi uma espécie constante e subdominante, com densidades máxima e média de $96,0$ ind.m⁻² e $38,43 \pm 32,92$ ind.m⁻², respectivamente, no Ponto de Venda-areia/lodo, num solo classificado como areia muito fina, muito pobremente selecionado, com a menor porcentagem da fração areia (69,99%), e baixo teor de matéria orgânica (2,96%) (Tab. I). Foi constante ainda, em marismas desta estação de coleta (média de $6,67 \pm 7,30$ ind.m⁻²) e em Guaxuma ($0,71 \pm 1,07$ ind.m⁻²), porém, no Rio Fundo foi esporádica (Fig. 7).

DISCUSSÃO

Dentre as espécies de *Uca* registradas no presente trabalho, *U. burgersi*, *U. leptodactyla*, *U. rapax* e *U. thayeri* são consideradas tipicamente caribeanas (BARNWELL 1986), *U. mordax* como sul-americana continental e *U. uruguayensis* como a mais meridional do Atlântico Ocidental (CRANE 1975). Portanto, o litoral do Estado do Paraná abriga uma assembléia mista de *Uca* de origens diversificadas.

A maioria das espécies encontradas na Baía de Guaratuba tem o litoral do Estado de São Paulo, Paraná ou Santa Catarina como o limite sul de sua distribuição geográfica. Somente *U. uruguayensis* ocorre no Atlântico Ocidental, do Rio de Janeiro até Argentina (MELO 1996). *U. burgersi* e *U. mordax* tiveram o seu limite de distribuição sul estendido para o Estado do Paraná. Das seis espécies de *Uca* citadas para o Estado do Paraná por MELO (1996), somente *Uca vocator* (Herbst, 1804) não foi obtida no presente estudo. Entretanto, amostragens mais abrangentes em biótopos distantes da boca da baía poderão confirmar a existência desta espécie, pois, segundo o mesmo autor, ela pode ocorrer rio acima, além dos limites dos manguezais. Estes fatos ressaltam a necessidade de trabalhos descritivos da fauna carcinológica do litoral do Estado do Paraná.

A simpatria parece ser a forma mais geral de ocorrência dos chama-marés no Atlântico Ocidental. Dos trabalhos sobre distribuição de *Uca* realizados no litoral leste das Américas, RINGOLD (1979) cita três espécies para o litoral da Carolina do Norte, Estados Unidos (37°47'N), THURMAN (1984) cinco espécies no Golfo do México (norte do México e Texas, Estados Unidos 22-29°N), BARNWELL (1986) seis espécies na Jamaica, Mar do Caribe (22-23°N) e THURMAN (1987) onze espécies no Golfo do México, litoral atlântico do México (18-26°N). Esta diferença na diversidade de espécies confirma, em parte, a afirmação de CRANE (1975) de que os chama-marés são caranguejos essencialmente tropicais. O número de espécies registradas no presente estudo (sete) coloca o litoral do Estado do Paraná dentre os de maior diversidade de espécies apesar de sua localização bem distante dos trópicos (25°50'-25°54'S).

A presença de chama-marés fora das tocas durante todo período do presente estudo indica que a amplitude de variação

da temperatura absoluta diurna do ar observada (13,00°C a 35,00°C) não foi limitante para as atividades vitais como alimentação. As temperaturas mínimas absolutas do ar de 8,30°C registradas no inverno e início de primavera (SIMEPAR), provavelmente, ocorreram durante a madrugada e, nesta ocasião, os chama-marés estiveram sob o abrigo das profundidades das tocas, onde as temperaturas são mais amenas e estáveis. Embora os dados de temperatura do solo tenham sido tomados somente durante o dia, o valor mínimo de 18,50°C registrado em julho, a 20 cm de profundidade na Estação Rio Fundo não sustenta a suposição de CRANE (1975) de que as espécies verdadeiramente tropicais morrem congeladas nas regiões subtropicais e temperadas quentes como na Flórida e no Rio de Janeiro. Por outro lado, altas temperaturas do ar são mais toleradas pelas espécies tropicais, as quais não alteram as suas atividades mesmo às temperaturas de 42 a 44°C; entretanto 45°C é letal para todos os chama-marés (CRANE 1975). Na Baía de Guaratuba, a temperatura máxima do ar de 35,00°C está longe de ser letal mesmo para os animais não-tropicais como *U. uruguayensis*; a favor desta hipótese, a referida espécie foi de ocorrência constante em sete dos dez biótopos examinados (Fig. 8).

A estabilidade térmica observada nas profundidades das tocas na Baía de Guaratuba parece ser um padrão natural e universal. Em estudo detalhado sobre microclima de tocas de chama-marés ocorrentes na Ilha Mustang, Texas, Estados Unidos, POWERS & COLE (1976) mediram a temperatura do interior das mesmas durante um ciclo de 24 horas e obtiveram uma variação de 29 a 34°C à profundidade de 20cm, e de 27 a 41°C na superfície e, portanto, uma amplitude de 5°C na profundidade e de 14°C na superfície. Assim, a estabilidade térmica nas profundidades das tocas se faz presente tanto num ciclo diário como anual (no presente estudo, 9,50°C de amplitude de variação a 20cm de profundidade e de 19,00°C na superfície) (Fig. 5).

A presença de vegetação influencia diretamente a temperatura do solo e do interior das tocas dos chama-marés. Marismas densas oferecem superfícies mais frescas de até 10°C quando comparadas com superfícies descobertas: um fator que induz *Uca panacea* Novak & Salmon, 1974 a desenvolver a maioria das atividades diurnas e de escavação perto destas plantas (POWERS & COLE 1976). Os biótopos vegetados de marismas no Baixio Mirim e no Ponto de Venda ilustram uma situação semelhante à citada pelos autores acima, porém, as populações de *U. leptodactyla* estão mais densas nas áreas descobertas, indicando que, mesmo durante o dia, estes animais não necessitam de substratos sombreados. Portanto, a procura de abrigo em locais sombreados deve ocorrer somente em climas de temperaturas extremas como é o caso da Ilha Mustang, Texas, Estados Unidos, onde a temperatura na superfície do solo pode chegar a 40,6°C ou mais (POWERS & COLE 1976). No presente estudo, o Baixio Mirim-areia poderia apresentar uma temperatura na superfície do solo de até 37,60°C (valor máximo absoluto registrado para Guaxuma durante um dos meses mais quentes e num horário próximo ao meio-dia), um valor que não

obrigaria os *U. leptodactyla* a realizar migrações para as áreas vegetadas ou escavar tocas preferencialmente nestes locais. Em condições de temperaturas altas insuportáveis na superfície, o refúgio nas profundidades das tocas parece ser a estratégia mais provável destes caranguejos. Por outro lado, estudos futuros poderão mostrar que populações de idades diferentes de *U. leptodactyla* podem ocupar espaços diferentes (vegetados ou não) como registrou RINGOLD (1979) em populações de *Uca pugnax* (Smith, 1870) e *Uca minax* (Le Conte, 1855) de diferentes tamanhos e habilidades diversificadas em fazer escavações entre as raízes das vegetações em pradarias salgadas do litoral da Carolina do Norte, Estados Unidos.

Ainda, NOBBS (2003) sugere que a sombra das árvores, mais do que a estrutura arquitetural da superfície ou subsuperfície do solo, influi diretamente na distribuição das três espécies de *Uca* ocorrentes nos manguezais da Austrália. Em experimentos realizados em laboratório, *Uca signata* (Hess, 1865) e *Uca flammula* (Crane, 1975) são atraídas pela sombra, enquanto *Uca elegans* (George & Jones, 1982) a evita; isto sugere que a vegetação não oferece suporte para escavação das tocas ou refúgio contra predadores para qualquer destas espécies. Como *U. elegans* utiliza sinais visuais mais do que as outras duas, ela evita habitats vegetados, pois, estes prejudicariam a visibilidade. Para as outras duas espécies, a sombra da vegetação assegura umidade e temperatura mais amena, uma condição menos estressante do que em áreas expostas ao sol. Com exceção de *U. uruguayensis* que mostrou preferência por biótopos de marismas, as espécies registradas em mais de três biótopos diferentes na Baía de Guaratuba não mostraram qualquer preferência quanto à presença de cobertura vegetal; aliado a este fator, como não se conhece a biologia comportamental das espécies registradas, não se pode interpretar plenamente o papel do sombreamento do biótopo com a presença de vegetação. Quanto à luminosidade, a amplitude observada na Baía de Guaratuba (1.400 a 184.000 lux) foi adequada para as atividades dos chama-marés fora da toca. A intensidade luminosa esteve estreitamente relacionada com as condições climáticas do dia da coleta mais do que com o sombreamento do biótopo pelas copas das árvores ou arbustos. Assim, estações de coleta sombreadas como o Chapeuzinho nem sempre mostraram luminosidades médias menores do que o Baixio Mirim-areia onde não havia qualquer vegetação para amenizar a insolação. Os altos valores registrados em Guaxuma, no entanto, podem ser entendidos como uma conjunção de dois fatores de aumento de luminosidade: ausência de vegetação que produz sombra e a hora do dia em que as medidas foram tomadas, quase sempre perto do meio-dia (Fig. 5). Entretanto, um estudo específico poderá avaliar a hipótese de que, chama-marés da Baía de Guaratuba necessitam de luminosidade intensa para as atividades de aceno sexual dos machos, como já descrito por CRANE (1975) para outras espécies de *Uca*.

A amplitude do gradiente de salinidade registrado no presente estudo está de acordo com o observado por JAKOBI (1953): isohalinas de 3 a 32 durante a maré enchente e de 1 a

30 durante a maré vazante. Entretanto, os valores obtidos pelo referido autor foram sempre menores do que a média registrada para cada estação de coleta do presente estudo. Na Ilha das Garcinhas, por exemplo, foi observada uma amplitude de variação de 13 a 28, enquanto o autor acima citou a ilha entre as isohalinas de 12 e 21. Esta diferença nos valores, provavelmente, deve estar relacionada com a data de coleta das amostras de água feita em 1951: final de outubro e início de novembro e, portanto, época de início das chuvas. Com o aumento da vazão dos rios decorrente da maior frequência de precipitação nas encostas da serra, deve ter havido uma diluição das águas da baía. Por outro lado, como JAKOBI (1953) não amostrou as águas do Rio Fundo, uma comparação da salinidade desta estação fica inviabilizada.

CRANE (1975) sugere uma distribuição diagramática numa situação hipotética de ocorrência de um espectro completo de *Uca* num litoral tropical, em relação ao gradiente de salinidade (da mais baixa para mais alta): *U. mordax*, *U. vocator*, *U. burgersi*, *U. rapax*, *Uca major* (Herbst, 1782) *Uca cumulanta* Crane 1943, *U. thayeri*, *U. maracoani* e *U. leptodactyla*. Entretanto, a própria autora admite que tal distribuição raramente poderia ocorrer devido às configurações complexas das praias e dos estuários e das necessidades ainda desconhecidas das espécies com relação aos biótopos. Por esta razão, três ou mais espécies do referido espectro completo estarão sempre faltando. Na Baía de Guaratuba, esta seqüência foi observada praticamente na íntegra: somente *U. vocator*, *U. major* e *U. cumulanta* estiveram ausentes, tendo sido substituídas por *U. uruguayensis* (Fig. 7).

O eurihalismo dentre os chama-marés é amplamente conhecido (CRANE 1975), sendo *Uca longisignalis* Salmon & Atsai-des, 1968 e *Uca subcylindrica* (Stimpson, 1859), ambas ocorrentes nas regiões semi-áridas do Texas, EUA, as que suportam as maiores variações de salinidade observadas em laboratório: de 2,0 a 90,0 e de 0,08 a 110,0, respectivamente (RABALAIS & CAMERON 1985). Foi observado que nos habitats onde vive *U. subcylindrica*, a referida amplitude de salinidade é uma realidade devido à forte tendência à evaporação da água nos ambientes semi-áridos do Texas, Estados Unidos (THURMAN 1984). Entretanto, estes animais estão sob influência de vários fatores estabilizadores de salinidade, sendo o mais importante a fraca drenagem da água dentro das tocas. Um resultado desta condição é que os sais são mantidos no substrato e, portanto, a água da toca é notadamente mais salgada do que as águas tidais que fluem na área. Portanto, quando os chama-marés descem para as suas tocas para umedecer suas brânquias, eles o fazem com água de alta salinidade, e assim conservam sua própria necessidade de sais. Entretanto, a amplitude de tolerância é específica para cada espécie (CRANE 1975). No presente trabalho, as espécies com tendência ao eurihalismo – *U. burgersi*, *U. rapax*, *U. thayeri* e *U. uruguayensis* – certamente, possuem à disposição fatores de estabilização de salinidade semelhantes aos citados acima.

A composição granulométrica do solo em conjunção com o teor de matéria orgânica e presença de marismas constituiu a

melhor explicação para a distribuição espacial das espécies eurihalinas da Baía de Guaratuba. A consistência das paredes das tocas estaria relacionada com a composição granulométrica do solo, a disponibilidade de alimento com o teor de matéria orgânica e a presença de marismas com a amenização das temperaturas extremas diurnas. Assim, *U. thayeri* esteve intimamente relacionada com altos teores de matéria orgânica em solos com altas porcentagens de silte+argila, ao passo que, *U. uruguayensis* ocorreu indiscriminadamente em todas as composições granulométricas, porém foi dominante em solos movediços de marismas e alto teor de matéria orgânica (Ponto de Venda-marisma). A afinidade desta espécie com habitats de marismas é reportada também por SPIVAK *et al.* (1991) nos mares da Argentina, onde não há tampouco manguezais. Em contraste com esta última espécie, *U. burgersi* mostrou dominância em solos com alta porcentagem de silte+argila, porém, desprovido de vegetação (Ponto de Venda-areia/lodo). Já *U. rapax* mostrou a maior versatilidade em ocupar substratos com diversas características, corroborando os trabalhos de THURMAN (1984, 1987) realizados no Golfo do México. Entretanto, na Baía de Guaratuba, a espécie preferiu biótopos com salinidades mais altas: a densidade máxima observada no Rio Fundo fundamenta esta hipótese.

Preferência por biótopos de salinidades mais altas observada em *U. leptodactyla* e *U. maracoani* é bem conhecida, aliada sobretudo com solos arenosos para a primeira espécie e com solos lodosos perto dos manguezais e não dentro dos mesmos para a segunda (CRANE 1975, BARNWELL 1986, THURMAN 1987). O teor de matéria orgânica foi baixo em ambos os biótopos de dominância das mesmas, o que dificulta a explicação da existência de tamanha multidão de caranguejos (Figs 3 e 4). Pesquisas recentes têm revelado que a quantidade de matéria orgânica, por constituir alimento disponível, influi no número de animais e na reprodução das populações de *Uca* do litoral do Estado de São Paulo (COLPO & NEGREIROS-FRANZOZO 2003, BENETTI & NEGREIROS-FRANZOZO 2004, CASTIGLIONI & NEGREIROS-FRANZOZO 2004), e no ritmo reprodutivo de *Uca lactea* (de Haan, 1835) na costa oeste da Coreia do Sul (KIM & CHOE 2003).

No outro extremo do gradiente de salinidade, a ocorrência de *U. mordax* em locais banhados por águas praticamente continentais no presente trabalho constituiu um paradoxo, visto que suas larvas desenvolvem-se bem em salinidade de 34 quando criadas em laboratório (RIEGER 1997). É possível que elas encontrem águas mais salinas em maiores profundidades nas imediações da Estação Chapeuzinho. Esta hipótese está baseada em CRANE (1975), que também registra a referida espécie nas margens de rios muito longe da boca dos estuários, e considera que os estágios de natação (larvas e juvenis) não são pelágicos, podendo a maioria se desenvolver no próprio rio perto dos locais de ocorrência dos adultos. Fica evidente que, trabalhos de medida de salinidade no interior das tocas, bem como um mapeamento de isohalinas nas águas das imediações do local de ocorrência desta espécie deverão ser realizados para conhecer as causas da distribuição espacial desta espécie.

A simpatria entre *U. leptodactyla* e *U. uruguayensis* é citada por CRANE (1975), porém a co-ocorrência num mesmo biótopo era desconhecida. Entretanto, *U. leptodactyla* se mostrou mais adaptada aos solos arenosos, ao passo que *U. uruguayensis* aos solos mais lodosos (Figs 7 e 8), concordando com as descrições dos biótopos feitas pela autora acima.

A associação e a partição de recursos entre duas ou mais espécies de chama-marés num mesmo microhabitat parece ser mais comum do que a ocorrência de espécies exclusivas. CRANE (1975) cita simpatria ou co-ocorrência de todas as espécies registradas no presente estudo com várias espécies. Adicionalmente, THURMAN (1984) registra a co-existência de cinco espécies incluindo *U. rapax* no costa sul do Texas, Estados Unidos e THURMAN (1987) descreve, em três diferentes biótopos, a co-ocorrência de seis a sete espécies incluindo *U. burgersi*, *U. rapax*, *U. thayeri* e *U. leptodactyla* na costa leste do México. Esta observação pode indicar que as espécies de ocorrência exclusiva possuem adaptações especiais para condições estressantes do biótopo. Na Baía de Guaratuba, *U. mordax* mostrou ser uma espécie capaz de viver em águas continentais, uma condição estressante, já que os chama-marés são de origem marinha. Por outro lado, as densas populações de *U. maracoani* e *U. leptodactyla*, indicaram habilidade em viver em solos (lodoso e arenoso, respectivamente) muito pobres em matéria orgânica. Sustentam esta última assunção, a diversidade de espécies observada no Rio Fundo, onde o solo foi arenoso, porém, rico em matéria orgânica, e em Guaxuma onde foi registrado o maior teor de matéria orgânica em solo lodoso (Tab. I).

Das espécies registradas para a Baía de Guaratuba, a literatura contempla somente dados de densidade de *U. rapax* para o litoral do Golfo do México: de 30 ind.m⁻² para o sul do Texas, Estados Unidos (THURMAN 1984), e de 7 a 15 ind.m⁻² para o México (THURMAN 1987). Os valores obtidos para Guaratuba (0,06 a 16,0 ind.m⁻², v. Fig. 7) estão mais próximos da última localidade, talvez pela distância equivalente em relação aos respectivos Trópicos.

A dominância numérica de *U. leptodactyla* parece ser característica da Baía de Guaratuba, pois, CRANE (1975) cita *U. rapax* como a mais numerosa em regiões tropicais, dentro do espectro completo e hipotético das nove espécies de *Uca* acima mencionado.

São conhecidas altas densidades para *Uca annulipes* (H. Milne Edwards, 1837) da Tanzânia, África, com 77,8 ind.m⁻² (SKOV & HARTNOLL 2001), para *Uca pugilator* (Bosc, 1802) do litoral da Carolina do Norte, Estados Unidos, com até 65,0 ind.m⁻² (COLBY & FONSECA 1984) e para *Uca panacea* (Novak & Salmon, 1974) e *Uca subcylindrica* (Stimpson, 1859), ambos provenientes do sul do Texas, no Golfo do México, com 30,0 ind.m⁻² e 25,0 ind.m⁻², respectivamente (THURMAN 1984). Embora dados de densidade de *U. leptodactyla* não estejam disponíveis na literatura, o valor máximo de 240,00 ind.m⁻² observado no Baixio Mirim-areia em novembro de 2003 é o mais alto já registrado. Esta discrepância entre os valores de densidade de *U. leptodactyla*

e das demais espécies ocorrentes em outras regiões pode ser atribuída, em parte, ao tamanho atingido pelas mesmas. *Uca leptodactyla* é uma das espécies com menor largura de carapaça (CRANE 1975), cujo macho atinge, no máximo, 11,5mm nas populações do litoral de Santa Catarina (MASUNARI & SWIECH-AYOUB 2003), permitindo a co-existência de uma densa multidão de caranguejos pequenos. Já para os chama-marés citados, CRANE (1975) registra largura máxima da carapaça dos machos de 19,0 mm para *U. annulipes*, 21,0 mm para *U. pugilator* e 18,5 mm para *U. subcylindrica*. A literatura não contempla dados morfométricos de *U. panacea*.

De uma forma geral, a alta diversidade de espécies de *Uca* está relacionada com a diversidade arquitetural dos biótopos existentes na Baía de Guaratuba, cuja complexidade estrutural é conferida pela presença de vegetação e diferentes composições granulométricas do solo. Aliado a estes fatores, o gradiente de salinidade e a ampla variação na quantidade de matéria orgânica do solo permitiram que estes biótopos abrigassem assembleias distintas de chama-marés. Mais do que no interior dos manguezais, as altas densidades de chama-marés são encontradas em áreas a eles associadas, as quais recebem radiação solar direta, o que enfatiza a necessidade de preservar, também, subsistemas ocorrentes nas vizinhanças dos manguezais. Estes subsistemas, certamente, devido à proximidade com os manguezais, recebem dos mesmos nutrientes necessários para abrigar densas populações de caranguejos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Processo No 302194/83-5), Simepar, Juarez Fontanelli (Engefoto), Gustavo Augusto Schmidt de Melo (MZUSP), Tereza C. dos S. Calado (UFAL), os acadêmicos ex-bolsistas do PIBIC/CNPq-UFPR, Nadia Dissenha, Rafael Carvalho Falcão, Massilon de Oliveira Astarita Junior e Vitor Sanches, Jéferson Alexandre da Silva e André Fontanelli.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIESP. 1997. **Glossário de ecologia**. São Paulo, Palas Athena, 2ª ed., 352p.
- BARNWELL, F.H. 1986. Fiddler crabs of Jamaica (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae, Genus *Uca*). **Crustaceana**, Leiden, **50** (2): 146-165.
- BENETTI, A.S. & M.L. NEGREIROS-FRANZOZO. 2004. Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, **94** (1): 67-72.
- CASTIGLIONI, D.S. & M.L. NEGREIROS-FRANZOZO. 2004. Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **21** (1): 137-144.
- CHIUSI, R. & H. DÍAZ. 2001. Multiple reference usage in the zonal recovery behavior by the fiddler crab *Uca cumulanta*. **Journal of Crustacean Biology**, Lawrence, **21** (2): 407-413.

- COLBY, D.R. & M.S. FONSECA. 1984. Population dynamics, spatial dispersion and somatic growth of the sand fiddler crab *Uca pugilator*. **Marine Ecology Progress Series**, Odendorf, **16**: 269-279.
- COLPO, K.D. & M.L. NEGREIROS-FRANZOZO. 2003. Reproductive output of *Uca vocator* (Herbst, 1804) (Brachyura, Ocypodidae) from three subtropical mangroves in Brazil. **Crustaceana**, Leiden, **76** (1): 1-11.
- CRANE, J. 1975. **Fiddler crabs of the world, Ocypodidae: genus Uca**. Princeton, University Press, 736p.
- FOLK, R.L. & W.C. WARD. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, Tulsa, **27**: 3-26.
- GENONI, G.P. 1985. Food limitation in salt marsh fiddler crabs *Uca rapax* (Decapoda, Ocypodidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **87** (1): 97-110.
- GENONI, G.P. 1991. Increased burrowing by fiddler crabs *Uca rapax* (Smith) (Decapoda: Ocypodidae) in response to low food supply. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **147** (2): 267-286.
- JAKOBI, H. 1953. Sobre a distribuição da salinidade e do pH na Baía de Guaratuba. **Arquivos do Museu Paranaense**, Curitiba, **10**: 3-35.
- KELLMeyer, K. & M. SALMON. 2001. Hatching rhythms of *Uca thayeri* Rathbun: timing in semidiurnal and mixed tidal regimes. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **260**: 169-183.
- KIM, T.W. & J.C. CHOE. 2003. The effect of food availability on the semilunar courtship rhythm in the fiddler crab *Uca lactea* (de Haan) (Brachyura: Ocypodidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Heidelberg, **54**: 210-217.
- LACERDA, T.P. 1982. Aceleração do processo de muda e mortalidade em *Uca rapax* Smith, 1870, apedunculados (Crustacea, Decapoda). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **42** (2): 279-283.
- LACERDA, T. P. & J.C. McNAMARA. 1983. Colour change in the fiddler crab *Uca uruguayensis* Nobili (Decapoda Brachyura). **Crustaceana**, Leiden, **45** (1): 48-52.
- MAACK, R. 1968. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 350p.
- MACIA, A.; I. QUINCARDETE & J. PAULA. 2001. A comparison of alternative methods for estimating population density of the fiddler crab *Uca annulipes* at Saco Mangrove, Inhaca Island (Mozambique). **Hydrobiologia**, Dordrecht, **449**: 213-219.
- MASUNARI, S. & N. DISSENHA. 2005. Alometria no crescimento de *Uca mordax* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **22** (4): 984-990.
- MASUNARI, S. & B.P. SWIECH-AYOUB. 2003. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **20** (3): 487-491.
- MASUNARI, S.; N. DISSENHA & R.C. FALCÃO. 2005. Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Latreille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no Baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **22** (4): 974-983.
- McNAMARA, J.C. & G.S. MOREIRA. 1983. Ultra-structure of cromatophores from the fiddler crab *Uca rapax* (Smith) and *Uca uruguayensis* (Nobili) (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, Leiden, **44** (3): 300-309.
- MELO, G.A.S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo, Plêiade/FAPESP, 604p.
- MELO, G.A.S.; V.G. VELOSO & M.C. OLIVEIRA. 1989. A fauna de Brachyura (Crustacea, Decapoda) do litoral do Estado do Paraná. Lista preliminar. **Nerítica**, Curitiba, **4** (1/2): 1-31.
- MONTAGUE, C.L. 1980. A natural history of temperate western Atlantic fiddler crabs (Genus *Uca*) with reference to their impact on the salt marsh. **Contributions in Marine Science**, Port Aransas, **23**: 25-55.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M.L.; K.D. COLPO & T.M. COSTA. 2003. Allometric growth in the fiddler crab *Uca thayeri* (Brachyura, Ocypodidae) from a subtropical mangrove. **Journal of Crustacean Biology**, Lawrence, **23** (2): 273-279.
- NOBBS, M. 2003. Effects of vegetation differ among three species of fiddler crabs (*Uca* spp.). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **284**: 41-50.
- OLIVEIRA, L.P.H. 1939. Contribuição ao conhecimento dos crustáceos do Rio de Janeiro. Gênero *Uca* (Decapoda: Ocypodidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, **34** (1): 115-148.
- POWERS, L.W. & J.F. COLE. 1976. Temperature variation in fiddler crab microhabitats. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **21**: 141-157.
- RABALAIS, N.N. & J.N. CAMERON. 1985. Physiological and morphological adaptations of adult *Uca subcylindrica* to semi-arid environments. **Biological Bulletin**, Woods Hole, **168**: 135-146.
- RIEGER, P.J. 1997. Desenvolvimento larval de *Uca (Minuca) mordax* (Smith, 1870) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em laboratório. **Trabalhos Oceanográficos da UFPE**, Recife, **25**: 227-267.
- RINGOLD, P. 1979. Burrowing, root mat density, and the distribution of fiddler crabs in the eastern United States. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **36**: 11-21.
- ROBERTSON, J.R. & S.Y. NEWELL. 1982. Experimental studies of particle ingestion by sand fiddler crab *Uca pugilator* (Bosc). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **52**: 1-21.
- ROBERTSON, J.R.; K. BANCROFT; G.K. VERMEER & K. PLAISER. 1980. Experimental studies on the foraging behavior of the sand fiddler crab *Uca pugilator* (Bosc). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **53**: 67-83.

- ROBERTSON, J.R.; J.A. FUDGE & G.K. VERMEER. 1981. Chemical and live feeding stimulants of the sand fiddler crab *Uca pugilator* (Bosc). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **53**: 47-64.
- ROSENBERG, M.S. 2001. The systematics and taxonomy of fiddler crabs: a phylogeny of the genus *Uca*. **Journal of Crustacean Biology**, Lawrence, **21** (3): 839-869.
- SALMON, M. & G.W. HYATT. 1983. Spatial and temporal aspects of reproduction in North Carolina fiddler crabs (*Uca pugilator* Bosc). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, **70**: 21-43.
- SIEGEL, S. 1956. **Nonparametric statistics**. International Student Edition. Tokyo, McGraw-Hill/Kogakusha, 312p.
- SKOV, M.W. & R.G. HARTNOLL. 2001. Comparative suitability of binocular observation, burrow counting and excavation for the quantification of the mangrove fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards). **Hydrobiologia**, Dordrecht, **449**: 201-212.
- SPIVAK, E.D.; M.A. GAVIO & C.E. NAVARRO. 1991. Life history and structure of the world's southernmost *Uca* populations: *Uca uruguayensis* (Crustacea, Brachyura) in Mar Chiquita Lagoon (Argentina). **Bulletin of Marine Science**, Lawrence, **44** (3): 679-688.
- SUGUIO, K. 1973. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Edgard Blücher/EDUSP, 317p.
- SUGUIO, K. 2003. **Geologia sedimentar**. São Paulo, Edgard Blücher, 400p.
- THURMAN, C.L. 1984. Ecological notes on fiddler crabs of south Texas, with special reference to *Uca subcylindrica*. **Journal of Crustacean Biology**, Lawrence, **4** (4): 665-681.
- THURMAN, C.L. 1987. Fiddler crabs (Genus *Uca*) of eastern Mexico (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). **Crustaceana**, Leiden, **53** (1): 94-105.
- THURMAN, C.L. 1998. Evaporative water loss, corporal temperature and distribution of sympatric fiddler crabs (*Uca*) from south Texas. **Comparative Biochemistry and Physiology A**, New York, **119** (1): 279-286.
- VISCIDO, S.V. & D.S. WETHEY. 2002. Quantitative analysis of fiddler crab flock movement: evidence for 'selfish herd' behaviour. **Animal Behaviour**, London, **63**: 735-741.
- VON HAGEN, H.O. 1987. Morphology and waving display of a new species of *Uca* (Crustacea, Brachyura) from the State of Espírito Santo (Brazil). **Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut**, Hamburg, **84**: 81-94.
- YODER, J.A.; K.A. REINSEL; J.M. WELCH; D.M. CLIFFORD & E.J. RELLINGER. 2005. Herding limits water loss in the sand fiddler crab, *Uca pugilator*. **Journal of Crustacean Biology**, Lawrence, **25** (1): 141-145.

Recebido em 31.V.2005; aceito em 29.IX.2006.