

Comportamento do camarão em diferentes substratos nas fases clara e escura do dia

Daniele Bezerra dos Santos⁽¹⁾, Fúlvio Aurélio de Moraes Freire⁽¹⁾ e Cibele Soares Pontes⁽²⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Centro de Biociências, Campus Universitário, Lagoa Nova, Caixa Postal 1.524, CEP 59072-970 Natal, RN. E-mail: danielebezerra@gmail.com, fulvio@cb.ufrn.br ⁽²⁾UFRN, Escola Agrícola de Jundiá, Unidade Especializada em Ciências Agrárias, Campus Macaíba, RN-160, Km 03, Distrito de Jundiá, CEP 59280-000 Macaíba, RN. E-mail: cibelesoares@pq.cnpq.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tipo de substrato sobre a preferência, o enterramento e a atividade natatória de camarões (*Litopenaeus vannamei*). Juvenis (0,93±0,29 g) e adultos machos e fêmeas (10,05±1,18 g) foram observados durante 24 horas, por meio do método animal focal, com registros instantâneos. Foram testadas as seguintes granulometrias (tratamentos) dos substratos: I, 100% C; II, 50% C + 50% B; III, 50% A + 50% C; IV, 100% B; V, 50% B + 50% A; e VI, 100% A, em que as letras referem-se ao diâmetro médio das partículas, A = 0,25–2,0 mm; B = 0,0625–0,25 mm; e C = <0,0625 mm. Foram aplicados seis tratamentos com 18 repetições para cada categoria: camarões juvenis, machos e fêmeas. Cada indivíduo foi exposto por 24 horas aos seis tipos de substrato, simultaneamente, e o seu comportamento foi observado nas fases clara e escura do dia. A natação ocorreu principalmente na fase escura e o enterramento, na fase clara, no substrato IV. Os camarões juvenis e adultos (machos ou fêmeas) preferem o substrato composto de areia fina e muito fina (0,0625–0,25 mm), tanto para permanência quanto para enterramento.

Termos para indexação: *Litopenaeus vannamei*, bem-estar animal, carcinicultura, etologia aplicada.

Shrimp behavior in different substrates in light and dark phases of the day

Abstract – The objective of this work was to evaluate the effect of substrate type on the preference, burial, and natatory activity of shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Juvenile (0.93±0.29 g) and adult males and females (10.05±1.18 g) were observed during 24 hours using the focal animal method, with instantaneous recording. The following soil granulometries (treatments) were tested: I, 100% C; II, 50% C + 50% B; III, 50% A + 50% C; IV, 100% B; V, 50% B + 50% A; and VI, 100% A, in which the letters refer to particle mean diameter, A = 0.25–2.0 mm, B = 0.0625–0.25 mm, and C = <0.0625 mm. Six treatments were applied with 18 replicates for each category: juvenile, male, and female shrimp. Each individual was simultaneously exposed for 24 hours to the six types of substrates, and its behavior was observed in the light and dark phases of the day. Swimming occurred mainly during the dark phase, and burial in the light phase in substrate IV. The juvenile and adult shrimp (male or female) prefer substrate composed of fine and very fine sand (0.0625–0.25 mm), both for residence and for burial.

Index terms: *Litopenaeus vannamei*, animal welfare, shrimp culture, applied ethology.

Introdução

O cultivo de camarões no Brasil se desenvolveu a partir da introdução da espécie exótica conhecida como camarão branco (*Litopenaeus vannamei*, Boone, 1931), em 1982, no Estado da Bahia (Bueno, 1989). Em 2010, a produção aquícola mundial de crustáceos consistiu em espécies de água doce (29,4%) e marinhas (70,6%), com destaque para a produção do camarão branco, que também pode ser cultivado em águas de baixas salinidades (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012).

Camarões passam grande parte do seu ciclo de vida sobre o substrato, enterrados e até mesmo ingerindo partes dele. Assim, as condições do substrato são particularmente importantes para o seu cultivo (Dall et al., 1990). Os habitats aquáticos, sejam eles naturais ou artificiais, são caracterizados por substratos compostos de níveis granulométricos variados, desde os mais grossos, como cascalho, até os mais finos, como argila, areia fina e silte (Oullette et al., 2003).

As características dos substratos podem influenciar a distribuição dos peneídeos na natureza (Freire et al., 2011) e, portanto, devem ser consideradas como fator

importante na seleção de locais para implantação de fazendas de cultivo de camarão, para uma maior produtividade (Keys, 2003; Méndez et al., 2004; Otsushi et al., 2006).

O tipo de substrato exerce papel significativo sobre o comportamento e a nutrição de camarões cultivados, e é associado à produtividade dos cultivos para diferentes espécies de camarão, como *L. vannamei* (Avnimelech & Ritvo, 2003), *L. stylirostris* (Méndez et al., 2004) e *Penaeus monodon* (Arnold et al., 2006).

Testes de preferência têm sido utilizados para indicar o melhor ambiente que um animal poderia escolher em uma situação específica, o que constitui ferramenta útil para investigar as condições ambientais ideais para induzir ao bem-estar animal (Gonyou, 1994; Freire et al., 2011; Santos et al., 2011; Luchiari et al., 2012).

O estudo do comportamento, aplicado à criação comercial, está relacionado à adequação do ambiente de cativeiro ao bem-estar do animal (Lawrence, 2008; Huntindford et al., 2012). Pesquisas em etologia aplicada têm como objetivo principal o entendimento e a promoção desse bem-estar, o que tem sido uma preocupação da sociedade contemporânea, confirmada pela criação da “International Society for Applied Ethology” (Isae) (Millman et al., 2004). No entanto, ainda são necessárias informações sobre o comportamento dos camarões em cativeiro, o que inclui a fase clara e escura do ciclo de 24 horas (Pontes, 2006; Lima et al., 2009).

A investigação das características físicas de diferentes substratos e da sua interferência no comportamento de preferência, enterramento e atividade natatória de camarões poderá fornecer subsídios para a busca do bem-estar desses animais, com diminuição do estresse e melhoria dos índices zootécnicos do cultivo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tipo de substrato sobre a preferência, o enterramento e a atividade natatória de camarões (*Litopenaeus vannamei*).

Material e Métodos

Juvenis ($0,93 \pm 0,29$ g) e adultos machos e fêmeas ($10,05 \pm 1,18$ g) de camarão branco foram coletados nos viveiros da Estação de Aquicultura, da Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, e submetidos às condições experimentais.

Para a preparação dos substratos, foram utilizados substratos coletados em praias do litoral setentrional

do Estado do Rio Grande do Norte, submetidos à técnica de peneiramento diferencial, em que as peneiras, dispostas em ordem decrescente, foram agitadas mecanicamente por 5 min. Com isso, obteve-se a separação dos grânulos de diferentes diâmetros em cada peneira, cujos conteúdos foram novamente separados e pesados na quantidade necessária para compor as misturas referentes para cada tratamento.

Após o peneiramento, os substratos foram lavados, classificados e agrupados quanto ao tamanho da partícula, segundo Wentworth (1922), em que A = 0,25–2,0 mm; B = 0,0625–0,25 mm; e C = <0,0625 mm. A partir desses três grupos, foram elaboradas seis diferentes combinações de substratos, que consistiram nos seguintes tratamentos: I, 100% C; II, 50% C + 50% B; III, 50% A + 50% C; IV, 100% B; V, 50% B + 50% A; VI, 100% A.

Foram utilizados seis tanques de fibra de polietileno, cilíndricos, de 50 L, com 50 cm de diâmetro e 25 cm de altura cada um, com tampa telada para evitar o escape dos animais. Cada tanque teve o fundo subdividido em fatias tipo pizza, com uso de seis bandejas triangulares (25x26x5 cm), que preenchem todo o fundo do tanque, de acordo com Freire et al. (2011). As diferentes granulometrias de substratos foram colocadas nas bandejas, que foram distribuídas ao acaso dentro de um mesmo tanque.

Os camarões foram pesados, inseridos nos tanques e separados por sexo, de acordo com caracteres externos: para os adultos, a presença do petasma nos machos e do tético nas fêmeas; e, para os juvenis, a ausência de caracteres sexuais externos. Os animais foram colocados na quantidade de um por tanque, 24 horas antes de se iniciarem as observações, tendo cada um livre acesso aos diferentes tipos de substratos.

Após cada etapa de observação (24 horas), os substratos e a água foram trocados, para evitar a influência de resíduos metabólicos e a alteração das características do substrato. Para a observação na fase clara, os tanques foram submetidos à iluminação natural. Na fase escura, os tanques foram observados com o auxílio de lâmpada incandescente vermelha (15 watts, que geraram um lux), em razão da não reatividade dos camarões a esse tipo de luminosidade (Pontes & Arruda, 2005).

A permanência dos animais em um determinado tipo de substrato foi quantificada, e este fator foi considerado indicativo de seleção de área pelo indivíduo

(preferência). Para a avaliação desse parâmetro e da atividade natatória, as observações foram realizadas por meio do método animal focal (Martin & Bateson, 2007), com registro instantâneo a cada 2 min, em janelas de 20 min, o que totalizou 11 registros para cada janela, distribuídas em oito horários ao longo do dia: fase escura – primeiro período (19h30–19h50; 20h30–20h50); segundo período (00h30–00h50; 01h30–01h50); fase de claro – terceiro período (05h30–05h50; 06h30–06h50); e quarto período (13h30–13h50; 14h30–14h50). O enterramento dos animais foi registrado a cada 2 min, em janelas de 20 min distribuídas em quatro horários, ao longo de 24 horas, que foram caracterizados como: início da noite (IN; às 18h); noite (N, à 1h); início do dia (ID, às 5h); e dia (D, às 13h).

Para cada camarão, as observações foram realizadas durante 24 horas (12 horas na fase clara e 12 na escura), tendo-se avaliado 54 indivíduos (18 juvenis, 18 machos adultos e 18 fêmeas adultas), com 88 registros para cada indivíduo ao longo de 24 horas. Durante as observações, não foi oferecido alimento, para evitar a sua influência sobre a visita aos substratos. Cada camarão foi submetido, por 24 horas, aos seis diferentes tipos de substratos que compunham as unidades experimentais, e cada indivíduo foi considerado uma repetição.

Para a avaliação dos resultados de camarões juvenis vs. machos vs. fêmeas e de camarões em geral (sem distinção de idade e sexo), foram realizadas as seguintes comparações: preferência de acordo com os diferentes tipos de substratos; comportamento de enterramento conforme o tipo de substrato e os horários de observação; e atividade natatória de acordo com os horários de observação.

Em razão da não normalidade e da homocedasticidade dos dados, utilizou-se análise de variância não paramétrica de Friedman, por meio do programa SigmaStat 3.1 (Systat, Erkrath, Alemanha), seguida do teste de Tukey ou do teste de Student-Newman-Keuls (SNK), a 5% de probabilidade (Zar, 1999).

Resultados e Discussão

A preferência dos animais diferiu com relação aos tipos de substratos testados e foi maior para o substrato IV (composto por areia fina e areia muito fina) ($\chi^2 = 719,226$; SNK), seguido dos substratos II

e I. Os substratos III, VI e V apresentaram valores menos expressivos (Figura 1). Os camarões adultos machos apresentaram mais episódios de permanência no substrato IV ($\chi^2 = 227,473$; Tukey), seguidos pelas fêmeas ($\chi^2 = 277,474$; Tukey) e pelos juvenis ($\chi^2 = 246,096$; Tukey). Durante o seu ciclo de vida, os camarões marinhos migram e nadam sobre diversos ambientes (Vinatea-Arana, 2004). Segundo Dall et al. (1990), camarões podem escolher o local de enterramento, e as diferentes formas de enterramento de cada espécie são determinantes para a escolha do substrato. Além disso, as propriedades físico-químicas do substrato determinam essa escolha, que está relacionada à morfofisiologia do animal (Lemonnier et al., 2004). Algumas pesquisas relataram a preferência de peneídeos por substratos com granulometrias finas, a qual foi considerada como indicativo do bem-estar animal. Entre os principais fatores que influenciam o comportamento dos camarões estão: disponibilidade de alimento, mecanismos relacionados à escavação e aspectos associados à respiração quando enterrados. A maioria dos camarões marinhos utiliza a escavação e o enterramento como estratégia de fuga e refúgio (Dall et al., 1990; Oullette et al., 2003; Freire et al., 2011). O tipo de substrato deve permitir a expressão natural desses comportamentos, o que favorece o conforto ambiental para o animal.

De acordo com Dall et al. (1990), as condições fisiológicas de cada indivíduo também determinam a escolha do substrato. No entanto, pesquisas que abordem essa escolha associada ao sexo, ao tamanho e ao estágio de desenvolvimento gonadal do camarão são escassas. Rulifson (1981) destacou que os camarões em desenvolvimento gonadal preferem substratos com predominância de silte e argila. Para o camarão branco, não foram encontradas diferenças entre indivíduos juvenis e adultos quanto à preferência de substrato (Figura 1 D).

Observou-se que os camarões enterraram-se mais frequentemente nos substratos IV (compostos por areia fina e muito fina), e que o mesmo padrão se repetiu para os camarões machos adultos, fêmeas adultas e juvenis (Figura 2). A frequência de enterramento diferiu com relação às fases de claro e escuro do dia ($\chi^2 = 117,066$), com enterramento mais frequente na fase clara (31,80%). Os animais ficaram emersos a maior parte do tempo na fase escura do dia (39,10%) (Figura 3). Quanto ao comportamento de enterramento

dos machos adultos, foram constatadas diferenças significativas referentes ao ciclo claro-escuro

($\chi^2 = 49,30$). O comportamento de enterramento das fêmeas apresentou valores elevados durante

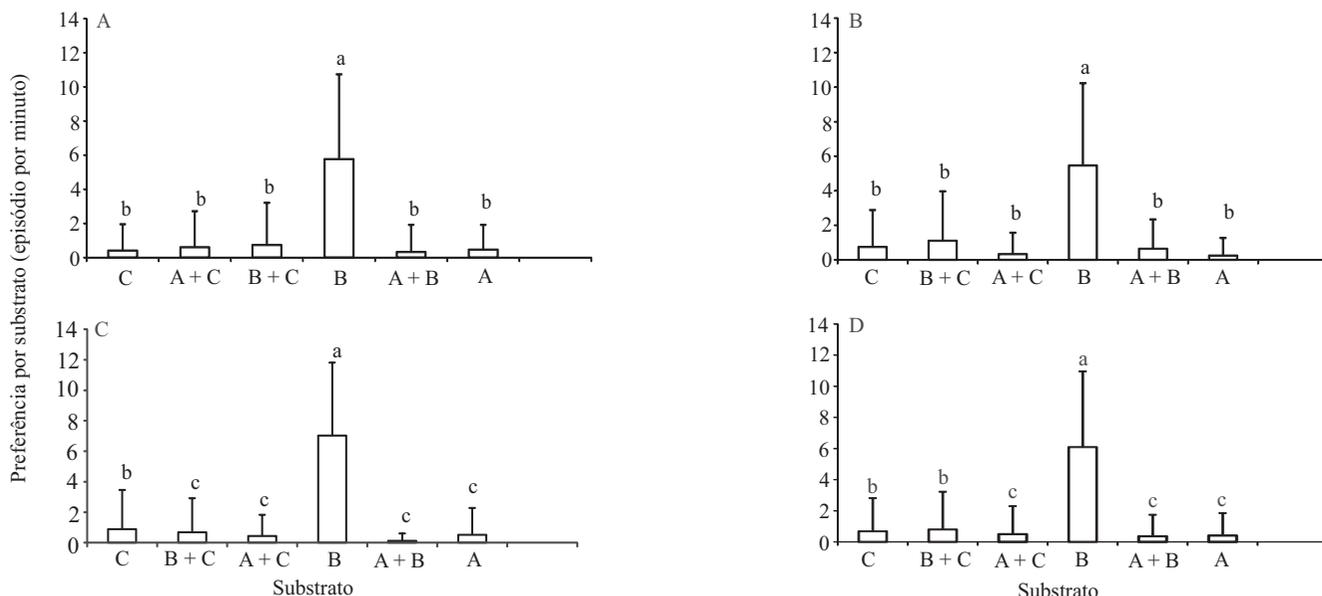


Figura 1. Preferência de substrato por juvenis (A), machos adultos (B) e fêmeas adultas (C) de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*), e sem distinção de idade e sexo (D), de acordo com os seguintes sedimentos: I, 100% (<0,0625 mm); II, 50% (<0,0625 mm) + 50% (0,0625–0,25 mm); III, 50% (0,25–>2,0 mm) + 50% (<0,0625 mm); IV, 100% (0,0625–0,25 mm); V, 50% (0,0625–0,25 mm) + 50% (0,25–>2,0 mm); e VI, 100% (0,25–>2,0 mm). Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

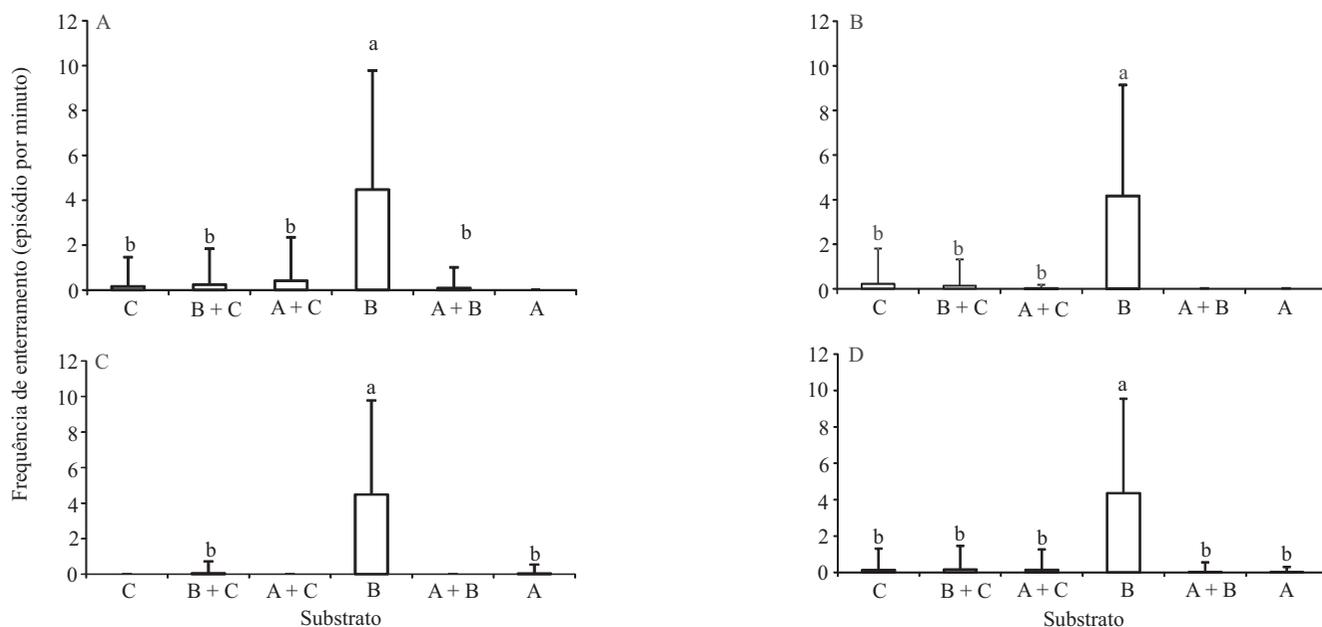


Figura 2. Frequência de enterramento de juvenis (A), machos adultos (B) e fêmeas adultas (C) de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*), e sem distinção de idade e sexo (D), de acordo com os seguintes sedimentos: I, 100% (<0,0625 mm); II, 50% (<0,0625 mm) + 50% (0,0625–0,25 mm); III, 50% (0,25–>2,0 mm) + 50% (<0,0625 mm); IV, 100% (0,0625–0,25 mm); V, 50% (0,0625–0,25 mm) + 50% (0,25–>2,0 mm); e VI, 100% (0,25–>2,0 mm). Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Student-Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

o dia (22,6%) e diferença significativa para este comportamento ($\chi^2= 18,849$; SNK); entretanto, o teste post hoc não identificou diferenças entre os tratamentos testados (Figura 3).

Os camarões deslocaram-se por todos os substratos e movimentaram-se com os pereiópodos para explorar o ambiente. A escavação e o enterramento foram realizados por meio do movimento dos pereiópodos e dos pleópodos, o que gerou uma corrente que empurrava o corpo do animal na direção do substrato, ao mesmo tempo em que o substrato era espalhado. Em seguida, esse substrato depositava-se gradualmente sobre a parte dorsal do animal e o recobria parcialmente. Muitas vezes, partes do cefalotórax ficavam descobertas, tais como olhos, antenas e rosto. Após isso, o camarão movia o corpo e as antenas com pequenos movimentos laterais, e o substrato novamente depositava-se sobre o corpo, cobrindo-o completamente.

Para Dall et al. (1990), as grandes pressões da predação sobre os camarões podem tê-los forçado a desenvolver estratégias para se enterrarem, ou evitarem escavar e se enterrarem em determinados tipos de substratos.

Algumas pesquisas mostraram que a escolha do substrato varia, também, de acordo com a espécie de camarão. Moller & Jones (1975) sugeriram que areias finas e muito finas são preferenciais para os camarões *P. semisulcatus* e *P. monodon*. Kenyon et al. (1995) não observaram preferência de juvenis de *P. monodon* em relação aos substratos mais finos. Já Oullette et al. (2003) verificaram que *Cragon septemspinosa* prefere areia em detrimento de substratos artificiais, o que sugere que fatores físicos, como granulometria do substrato (tamanho do grão e porosidade), são reconhecidos pelos camarões.

Juvenis e adultos machos de *L. vannamei* enterraram-se com maior frequência em substratos com granulometria menor (0,0625–0,25 mm), o que indica que este pode ser um fator a ser considerado na busca do bem-estar do animal. Freire et al. (2011) relataram preferência de *Xiphopenaeus kroyeri* por substrato formado por areia fina e muito fina, onde os camarões se enterram mais facilmente.

A areia composta por grãos finos apresenta argila e água em sua composição, é fluida e facilita o enterramento do camarão por meio da aplicação de

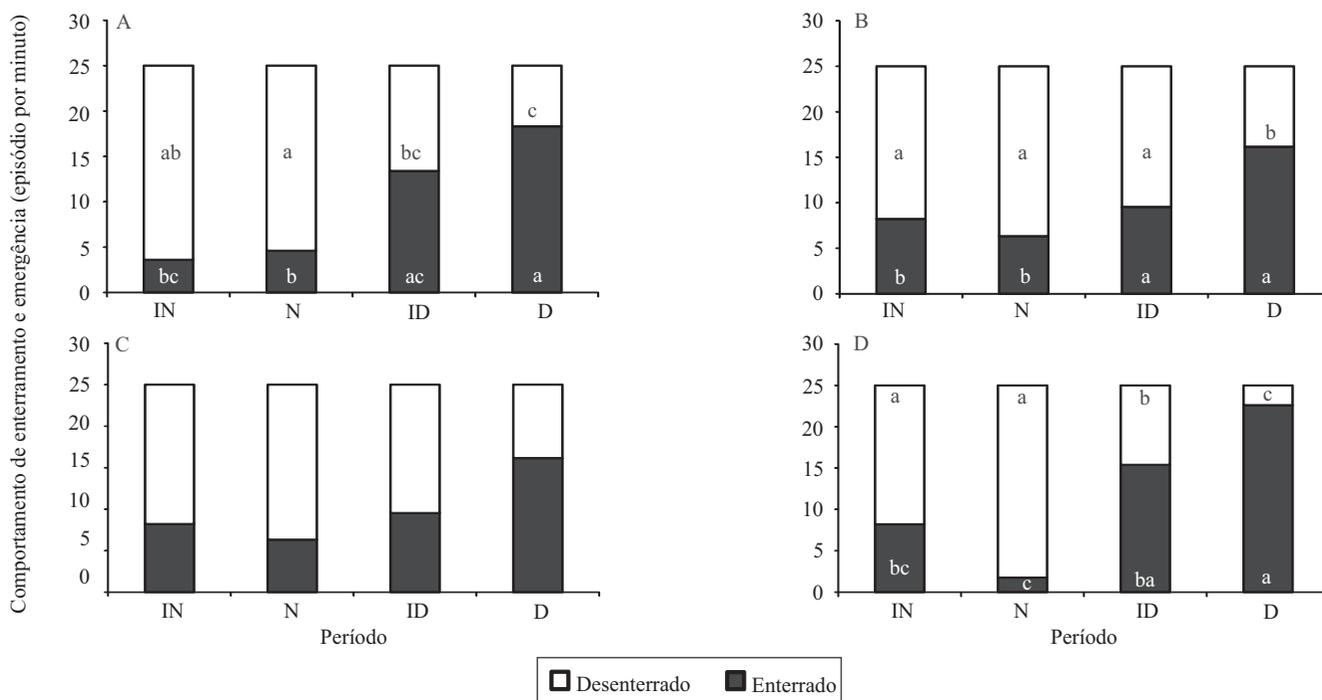


Figura 3. Comportamento de enterramento (%) de juvenis (A), machos adultos (B) e fêmeas adultas (C) de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*), e sem distinção de idade e sexo (D), de acordo com a fase do dia (média±desvio padrão). IN, início da noite; N, noite; ID, início do dia; e D, dia. Letras iguais não diferem pelo teste de Student-Newman-Keuls, a 5% de probabilidade.

pressão. O contrário ocorre quando há argila em predominância na areia, o que gera alta coesão entre as partículas e torna o substrato mais duro (Dall et al., 1990; Freire et al., 2011). Observou-se que, no substrato C (<0,0625 mm), o enterramento dos animais foi comprometido. Ao se considerar que os substratos muito finos podem obstruir as câmaras branquiais do camarão quando enterrado, o que dificulta a sua respiração, recomenda-se que esse tipo de substrato seja evitado (Dall et al., 1990).

O comportamento de enterramento das fêmeas adultas não foi significativo para a comparação das fases clara e escura do dia, o que pode ter sido influenciado pelo fato de 89% das fêmeas terem realizado processo de muda nos dias de observação. Diversos autores relataram que o processo de ecdise (muda) influencia a morfologia, a fisiologia e, principalmente, o comportamento de enterramento dos crustáceos (Dall et al., 1990; Palomar et al., 2005; Almeida Neto & Freire, 2007).

Foram observadas diferenças em relação à atividade natatória dos camarões ao longo do dia, com maior atividade na fase escura ($\chi^2 = 132,497$; Tukey) (Figura 4). Os valores médios não diferiram entre os horários (3,02±3,45, 2,83±3,17, 3,94±3,90 e 4,76±4,29 para 19h30, 20h30, 00h30 e 01h30, respectivamente).

Contudo, a atividade natatória dos camarões adultos diferiu quanto aos horários ($\chi^2 = 56,346$; Tukey), e as médias mantiveram-se semelhantes para a fase escura (Figura 4 D). Os animais nadaram a maior parte do tempo durante a noite, e não houve registro de atividade natatória às 06h30, 13h30 e 14h30. Para as fêmeas adultas, a natação foi mais acentuada nos horários 19h30, 20h30, 00h30 e 01h30 (Figura 4 C). Os camarões juvenis nadaram mais na fase escura do dia (Figura 4 A) ($\chi^2 = 60,436$; Tukey), e não houve variações para os horários 00h30, 01h30, 19h30 e 20h30. De maneira geral, os horários 05h30 e 06h30 não diferiram significativamente entre si, exceto para machos adultos. Também não houve diferença entre os tratamentos às 13h30 e 14h30 (Figura 4). Verificou-se, ainda, que os horários da fase clara do dia foram os mais propícios ao enterramento do animal e que a atividade natatória ocorreu preferencialmente na fase escura.

A atividade dos camarões também é determinada pelo ciclo claro-escuro (24 horas). Pesquisas realizadas em campo, com a captura de camarões peneídeos, sugerem que estes se enterram durante o dia e emergem à noite. Esse comportamento foi confirmado em laboratório para as espécies *P. semisulcatus*, por Moller & Jones (1975); *X. kroyeri*, por Freire et al. (2011); e *L. vannamei*, por Pontes et al. (2005), Pontes (2006) e Lima et al. (2009).

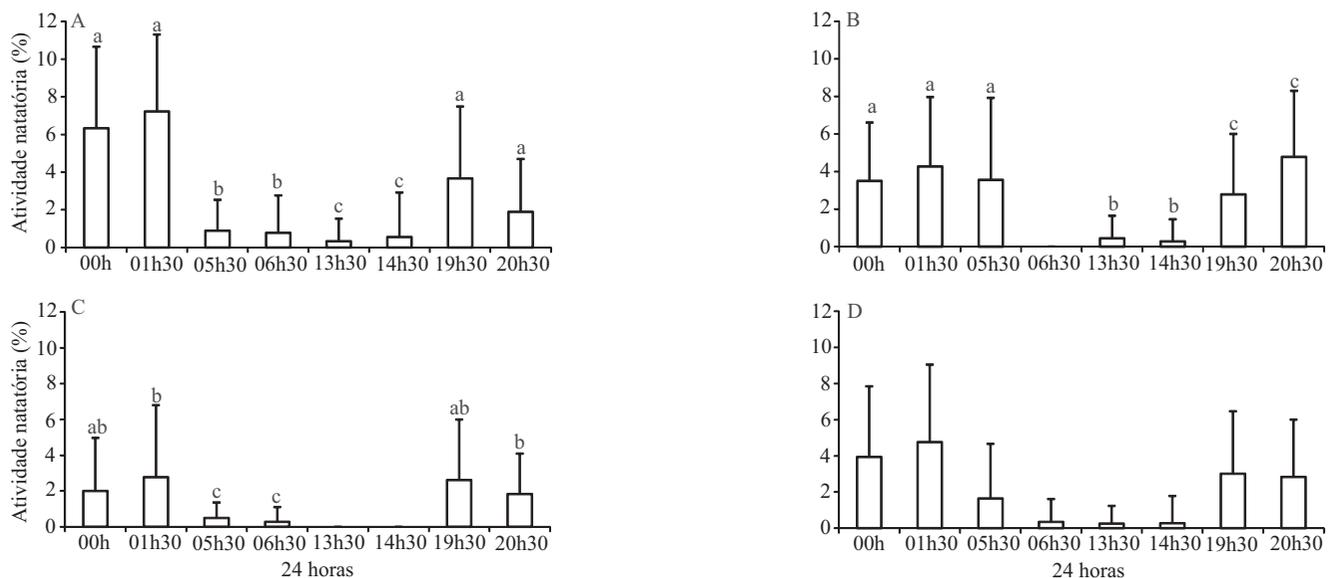


Figura 4. Atividade natatória de juvenis (A), machos adultos (B) e fêmeas adultas (C) de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*), e sem distinção de idade e sexo (D), de acordo com a hora do dia. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Foram observados picos de emergência na fase escura, para juvenis e adultos, de acordo com a atividade natatória (Figura 4), e de enterramento, na fase clara do dia (Figura 3). Segundo Penn (1984), a luz pode inibir o movimento de emersão e as respostas às atividades podem ser influenciadas por diferentes intensidades de luz. O comportamento de escavação e enterramento de *L. vannamei* é indicativo de que esta é uma espécie que vive em águas levemente túrbidas e que emerge ocasionalmente na fase clara do dia (Penn, 1984).

A atividade natatória é a principal característica para a sobrevivência dos organismos aquáticos dentro de um ambiente, e a temperatura e a salinidade da água podem afetar a velocidade da atividade natatória de *L. vannamei* e, conseqüentemente, sua resposta fisiológica (Zhang et al., 2011). Pontes (2006) e Freire et al. (2011) constataram maior atividade natatória na fase escura para *X. kroyeri* e *L. vannamei*, respectivamente. O mesmo padrão comportamental foi exibido por juvenis e adultos de camarão branco (Figura 4). Com base nos resultados obtidos, sugere-se que a implantação de fazendas de camarão seja realizada, preferencialmente, em áreas cujos substratos sejam compostos por areia com granulometria de 0,0625–0,25 mm.

Conclusões

1. O camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) exibe clara preferência por substratos de granulometria entre 0,0625–0,25 mm, tanto para permanência quanto para enterramento.

2. O camarão branco encontra-se frequentemente enterrado na fase clara do dia em substratos propícios, com atividade natatória preferencialmente na fase escura.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Referências

ALMEIDA NETO, M.E. de; FREIRE, A.G. Avaliação de consumo alimentar e textura do exoesqueleto do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Penaeidae) em cultivo comercial, durante o ciclo de muda. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.33, p.147-156, 2007.

ARNOLD, S.J.; SELLARS, M.J.; CROCOS, P.J.; COMAN, G.J. Intensive production of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon*: an evaluation of stocking density and artificial substrates. **Aquaculture**, v.261, p.890-896, 2006. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.07.036.

AVNIMELECH, Y.; RITVO, G. Shrimp and fish pond soils: processes and management. **Aquaculture**, v.220, p.549-567, 2003. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00641-5.

BUENO, S.L.S. **Técnicas, procedimentos e manejo para a produção de pós-larvas de camarões penaeídeos**: experiência vivida pela maricultura da Bahia S.A. Brasília: Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, 1989. 107p.

DALL, W.; HILL, B.J.; ROTHLSBERG, P.C.; SHARPLES, D.J. **The biology of the Penaeidae**. San Diego: Academic Press, 1990. 504p. (Advances in marine biology, 27).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO Fisheries and Aquaculture Department. **The state of world fisheries and aquaculture**. Rome: FAO, 2012. Available at: <<http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>>. Accessed on: 26 Apr. 2013.

FREIRE, F.A.M.; LUCHIARI, A.C.; FRANSOZO, V. Environmental substrate selection and daily habitual activity in *Xiphopenaeus kroyeri* shrimp (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea). **Indian Journal of Geo-Marine Sciences**, v.40, p.325-33, 2011.

GONYOU, H.W. Why the study of animal behavior is associated with the animal welfare issue. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2171-2177, 1994.

HUNTINGFORD, F.; JOBLING, M.; KADRI, S. **Aquaculture and behavior**. Oxford: Blackwell Publishing, 2012. 357p. DOI: 10.1002/9781444354614.

KENYON, R.A.; LONERAGAN, N.R.; HUGHES, J.M. Habitat type and light affect sheltering behavior of juvenile tiger prawns (*Penaeus esculentus* Haswell) and success rates of their fish predators. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.192, p.87-105, 1995. DOI: 10.1016/0022-0981(95)00064-X.

KEYS, S.J. Aspects of the biology and ecology of the brown tiger prawn, *Penaeus esculentus*, relevant to aquaculture. **Aquaculture**, v.217, p.325-334, 2003. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00365-4.

LAWRENCE, A.B. Applied animal behaviour science: past, present and future prospects. **Applied Animal Behaviour Science**, v.115, p.1-24, 2008. DOI: 10.1016/j.applanim.2008.06.003.

LEMONNIER, H.; BERNARD, E.; BOGLIO, E.; GOARANT, C.; CONCHARD, J. Influence of sediment characteristics on shrimp physiology: pH as principal effect. **Aquaculture**, v.240, p.297-312, 2004. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.07.001.

LIMA, P.P. de; PONTES, C.S.; ARRUDA, M. de F. Activity pattern of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) in laboratory as a function of different feeding frequencies. **Aquaculture Research**, v.41, p.53-60, 2009. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02302.x.

LUCHIARI, A.C.; MARQUES, A.O.; FREIRE, F.A.M. Effects of substrate colour preference on growth of the shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (Decapoda, Penaeoidea). **Crustaceana**, v.85, p.789-800, 2012. DOI: 10.1163/156854012X650232.

- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour**: an introductory guide. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University, 2007. 176p. DOI: 10.1017/CBO9780511810893.
- MÉNDEZ, L.C.; RACOTTA, I.S.; ACOSTA, B.; PORTILHO-CLARK, G. Effect of sediment on growth and survival of post-larval *Litopenaeus stylirostris* (Boone, 1931). **Aquaculture Research**, v.35, p.652-658, 2004. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2004.01062.x.
- MILLMAN, S.T.; DUNCAN, L.J.H.; STAUFFACHER, M.; STOOKEY, J.M. The impact of applied ethologists and the International Society for Applied Ethology in improving animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v.86, p.299-311, 2004. DOI: 10.1016/j.applanim.2004.02.008.
- MOLLER, T.H.; JONES, D.A. Locomotory rhythms and burrowing habits of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) and *P. monodon* (Fabricius) (Crustacea: Penaeidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.18, p.61-77, 1975. DOI: 10.1016/0022-0981(75)90017-9.
- OTOSHI, C.A.; MONTGOMERY, A.D.; MATSUDA, E.M.; MOSS, S.M. Effects of artificial substrate and water source on growth of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.37, p.210-213, 2006. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2006.00029.x.
- OULLETTE, C.; BOGHEN, A.D.; COURTENAY, S.C.; ST-HILAIREM, A. Influence of peat substrate on the distribution and behaviour patterns of sand shrimp, *Crangon septemspinosa*, under experimental conditions. **Journal of Applied Ichthyology**, v.19, p.359-365, 2003. DOI: 10.1046/j.0175-8659.2003.00498.x.
- PALOMAR, N.E.; JUINIO-MEÑEZ, M.A.; KARPLUS, I. Behavior of the burrowing shrimp *Alpheus macellarius* in varying gravel substrate conditions. **Journal of Ethology**, v.23, p.173-180, 2005. DOI: 10.1007/s10164-005-0149-3.
- PENN, J.W. The behaviour and catchability of some commercially exploited penaeids and their relationships to stock and recruitment. In: GULLAND, J.A.; ROTHSCHILD, B.J. **Penaeid shrimps**: their biology and management. Farnham: Fishing News Books, 1984, p.173-186.
- PONTES, C.S. Padrão de deslocamento do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) nas fases clara e escura ao longo de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.23, p.223-227, 2006. DOI: 10.1590/S0101-81752006000100015.
- PONTES, C.S.; ARRUDA, M. de F. Comportamento de *Litopenaeus vannamei* (Boone) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) em função da oferta do alimento artificial nas fases clara e escura do período de 24 horas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, p.648-652, 2005. DOI: 10.1590/S0101-81752005000300019.
- RULIFSON, R.A. Substrate preferences of juvenile penaeid shrimps in estuarine habitats. **Contributions in Marine Science**, v.24, p.35-52, 1981.
- SANTOS, D.B. dos; PONTES, C.S.; FREIRE, F.A.M.; BESSA JÚNIOR, A.B. Efeito do tipo de sedimento na eficiência alimentar, crescimento e sobrevivência de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.33, p.369-375, 2011. DOI: 10.4025/actascibiolsci.v33i4.6134.
- VINATEA-ARANA, L. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2004. 348p.
- WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **The Journal of Geology**, v.30, p.377-392, 1922. DOI: 10.1086/622910.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4th ed. New Jersey: Prentice-hall, 1999. 663p.
- ZHANG, P.D.; ZHANG, X.M.; LI, J. Physiological responses to swimming fatigue of juvenile white-leg shrimp *Litopenaeus vannamei* exposed to different current velocities, temperatures and salinities. **African Journal of Biotechnology**, v.10, p.851-853, 2011.

Recebido em 29 de julho de 2011 e aprovado em 26 de junho de 2013