

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

Parâmetros comportamentais e químicos na interação entre
o caranguejo-aranha *Libinia spinosa* (Majoidea) e anêmona
Calliactis tricolor (Hormathidae)

Leonardo Cesar Bernini de Souza

Orientadora: Tânia Marcia Costa

BOTUCATU

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

Parâmetros comportamentais e químicos na interação entre
o caranguejo-aranha *Libinia spinosa* (Majoidea) e anêmona
Calliactis tricolor (Hormathidae)

Leonardo Cesar Bernini de Souza

Orientadora: Tânia Marcia Costa

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biociências de
Botucatu – UNESP, como parte
dos requisitos para a obtenção
do Título de Mestre em Ciências
Biológicas, na Área de
Concentração de Zoologia.

BOTUCATU

2011

FICHA CATALOGRAFICA ELABORADA PELO SERVIÇO DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
ÁREA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS EXPERIMENTAL DO LITORAL PAULISTA- UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Maria da Conceição Gomes da Silva

Souza, Leonardo Cesar Bernini

Parâmetros comportamentais e químicos na interação entre o caranguejo-
aranha *Libinia spinosa* (Majoidea) e anêmona *Calliactis tricolor* / Leonardo Cesar
Bernini Souza. – Botucatu: 2011.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Botucatu, 2011.

Orientadora: Tânia Marcia Costa

Assunto CAPES: 20500009

1. Anêmonas 2. Caranguejos 3. Ecologia

CDD 591.5

Palavras-chave: anêmona, caranguejo, comportamento, majoidea, simbiose

Dedico este trabalho aos meus pais, vocês são responsáveis por tudo, o que eu sou e o que virei a me tornar. Obrigado por sempre estarem presentes.

Amo vocês!!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Manoel e Arlete, por todo apoio financeiro e emocional, ao meu irmão Edelson pelos momentos de descontração e à minha querida esposa Gal por sempre estar ao meu lado, me apoiando, me dando força e por ter aguentado firmemente o tempo que estive ausente.

À Tânia, minha orientadora pela grande paciência e ajuda nos momentos mais difíceis.

Aos amigos Bruno e Alison pelas conversas, discussões, ajudas e descontrações durante todo o período.

Ao professor Dr. Valter Cobo, por ter cedido as instalações da UNITAU em Ubatuba para realização de meus experimentos.

Ao professor Dr. Rodrigo Barreto por ter tirado dúvidas durante a redação do projeto.

Ao Dr. Ronaldo Christofolletti pela ajuda na estatística.

E por último e de grande importância à FAPESP pela bolsa concedida sem a qual não seria possível desenvolver este trabalho.

INDICE

RESUMO	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO	3
OBJETIVOS.....	8
MATERIAL E MÉTODOS	9
Coleta e manutenção dos animais.....	9
Experimento 01: Associação entre os grupos demográficos de <i>Libinia spinosa</i> e a anêmona <i>Calliactis tricolor</i>	9
Aclimação.....	9
Procedimento experimental.....	10
Análise de dados	10
Experimento 02: Reconhecimento visual ou químico entre <i>Libinia spinosa</i> e <i>Calliactis tricolor</i>	11
Aclimação.....	11
Procedimento experimental.....	11
Análise de dados	12
Experimento 03: Aclimação entre <i>Libinia spinosa</i> e <i>Calliactis tricolor</i> ..	12
Aclimação.....	12
Procedimento experimental.....	12
Análise de dados	13
RESULTADOS.....	14
Etograma	14
Experimento 1.....	14
Experimento 2.....	17
Experimento 3.....	17
DISCUSSÃO	19
REFERÊNCIAS.....	24

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros comportamentais e químicos entre o caranguejo-aranha *Libinia spinosa* e sua anêmona *Calliactis tricolor*. Três hipóteses foram testadas através de experimentos laboratoriais. O experimento 01 testou qual sexo e estágio de maturidade de *L. spinosa* interage de maneira mais eficiente com *C. tricolor*. Foram utilizados 10 réplicas de cada grupo demográfico do caranguejo (a exceção de fêmeas jovens, com apenas 06 réplicas) e 3 anêmonas (previamente fixadas em uma pedra) para cada réplica. Os resultados indicam que os caranguejos adultos fixam mais anêmonas ($G=4,7596$; $p=0,0291$) e são mais rápidos para encontrá-las ($F=5,03970$; $p=0,031814$), e as fêmeas ovigeras fixam mais anêmonas ($G=5,3002$; $p=0,0213$) quando comparadas as fêmeas não ovigeras. O experimento 2 avaliou se o reconhecimento entre os parceiros depende de estímulo visual ou químico. Foram utilizadas apenas fêmeas ovígeras para os demais experimentos, baseado nos resultados do experimento 1. Dois tratamentos foram utilizados: 1) uma anêmona atrás de uma placa preta opaca; 2) uma anêmona atrás de uma placa transparente. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos ($T=0,978763$; $p=0,347018$), o que nos indica que os caranguejos encontram as anêmonas por pistas químicas. No experimento 3 foi testado o tempo e a duração do reconhecimento e aclimação entre *L. spinosa* e *C. tricolor*. Em uma primeira fase todos os exemplares (21) de *L. spinosa* fixaram uma anêmona; após 3h de fixação foram separados. Na sequência, 4 tratamentos se seguiram: Tratamento 1 e 2: 3h de separação e novo contato com a mesma anêmona, e com outra anêmona, respectivamente; Tratamento 3 e 4: 4 dias de separação e novo contato com a mesma anêmona, e com outra anêmona, respectivamente. Não houve diferença em nenhum dos tratamentos (Tratamento 1: $T=0,236853$; $p=0,816202$; Tratamento 2: $T=0,856921$; $p=0,402754$; Tratamento 3: $T=0,743289$; $p=0,478564$; Tratamento 4: $T=-1,52701$; $p=0,157747$) o que indica que apesar de apresentar um período de aclimação este é perdido sempre que os parceiros são separados. O presente estudo evidenciou que o padrão comportamental entre *L. spinosa* e *C. tricolor* é diferente do observado em muitos majoideas, onde os animais menores ou mais jovens se decoram mais. O reconhecimento entre caranguejo e anêmona não é visual, e existe um processo antes da fixação que pode ser considerado como aclimação, o qual é perdido sempre que ocorre a separação dos parceiros. Tais fatos serviram de base para a seguinte hipótese: “a interação entre *L. spinosa* e *C. tricolor* pode ser caracterizada como uma proteção química”.

Palavras-chaves: Anêmona, caranguejo, comportamento, Majoidea, simbiose.

ABSTRACT

The present research aimed to assess behavioral and chemical parameters between spider-crab *Libinia spinosa* and its symbiotic sea anemone *Calliactis tricolor*. Three hypotheses were tested through laboratorial experiments. The experiment 1 tested which genre and age of *L. spinosa* interacts more efficiently with *C. tricolor*. Were used 10 replications of each demographic group of spider-crabs (except young females, only with 6 replications) and 3 anemones (previously placed in one rock) for each replication. The results suggested that adult spider-crabs placed more (G=4,7596;p=0,0291) and readily find anemones (F=5,03970;p=0,031814) and the ovigerous females placed more anemones (G=5,3002;p=0,0213) compared with non-ovigerous. The experiment 2 evaluated if reconnaissance between partners depends on visual or chemical cues. The other experiments used only ovigerous females, based on results of experiment 1. Two treatments were used: 1) one anemone behind opaque black plate; 2) one anemone behind translucid plate. There were no differences between treats (T=0,978763;p=0,347018), indicating that crabs find anemones through chemical cues. The experiment 3 tested the time and duration of reconnaissance and acclimation between *L. spinosa* and *C. tricolor*. In the first phase all specimens (21) of *L. spinosa* placed one anemone; and were separated after 3 hours of placement. Further, 4 treatments followed: Treatment 1 and 2: 3 hours separated and new contact with the same and other anemone, respectively; Treatment 3 and 4: 4 days separated and new contact with the same and other anemone, respectively. There were no difference among treats (Treatment 1: T=0,236853;p=0,816202; Treatment 2: T=0,856921;p=0,402754; Treatment 3: T=0,743289;p=0,478564; Treatment 4: T=-1,52701;p=0,157747), indicating that acclimation period do not persist when partners were separated. This research evidenced that standard behaviour between *L. spinosa* and *C. tricolor* is different of many other observed in Majoideas, where smaller or younger specimen were more adorned. The reconnaissance between spider-crab and anemone is not visual, and does exists a process before placement considered as acclimation, which do not persist when partners are separated. These facts were basis for the following hypothesis: "The interaction between *L. spinosa* and *C. tricolor* can be characterized as chemical protection".

Keywords: anemone, crab, behaviour, Majoidea, symbiosis.

INTRODUÇÃO

As interações interespecíficas são freqüentes e recebem denominações diferentes de acordo com sua natureza, e entre os exemplos mais difundidos de tais interações temos o comensalismo e o mutualismo. No comensalismo, onde um dos organismos é beneficiado e o outro não é afetado, como exemplos no ambiente marinho, podemos citar as interações entre as várias espécies de invertebrados (crustáceos, moluscos, anelídeos, equinodermos, entre outros) que vivem associados com antozoários e outros cnidários (White *et. al.*, 1999; Stachowicz e Hay, 2000; Baeza *et al.*, 2002; Than *et al.*, 2003; Goto *et. al.*, 2007). O mutualismo é definido como uma interação, onde ambas as espécies envolvidas são beneficiadas, como ocorre entre os corais escleractíneos e as zooxantelas (Glynn, 1991).

Por outro lado, a predação é definida como um tipo de interação em que um dos organismos é beneficiado e o outro é afetado. Como no ambiente natural, quase todos os animais são expostos a predação, estes tem desenvolvido vários mecanismos anti-predatórios, como, por exemplo, se esconder em refúgios, fingirem-se de mortos ou ameaçar o predador. Tais comportamentos ocorrem quando uma presa encontra um predador, e foram categorizados como mecanismos anti-predatórios secundários por Robinson (1969). Os mecanismos anti-predatórios primários, por outro lado, atua de maneira indiferente a aparência do predador (Robinson, 1969) e consistem de coloração críptica, coloração de alarme, mimetismo, camuflagem, entre outros (Edmunds, 1974).

Na camuflagem existe uma forte interação entre o organismo que se camufla e o seu habitat; esse comportamento requer que o organismo altere sua coloração de acordo com o seu habitat, sua forma e/ou decoração (Cott, 1940; Endler, 1978; Ruxton *et al.*, 2004). Algumas formas de camuflagem são naturais, onde os organismos apresentam mudanças no seu padrão de coloração que são geneticamente fixadas (Cott, 1940; Ruxton *et al.*, 2004). Outros organismos adquirem a camuflagem via comportamento de decoração, isto é, pela adesão ou segurando materiais do seu ambiente para distingui-los de seus predadores (Wicksten, 1983; Wicksten, 1993; Berke *et al.*, 2006).

A decoração é muito difundida em vários membros da superfamília Majoidea, os quais aderem organismos sésseis (algas, esponjas, hidroides, briozoários, ou outros epibiontes) por cerdas especializadas em seu exoesqueleto (Wicksten, 1978, 1979, 1980, 1993; Wirtz e Diesel, 1983; Woods e McLay, 1994a e b; Parapar *et al.*,

1997; Stachowicz e Hay, 1999; Woods e Page, 1999; Schejter e Spivak, 2005; Winter e Masunari, 2006; Rorandelli et al., 2006, 2007). Entre as funções da decoração, vários autores sugerem que para os Majoidea esse comportamento funcione como um mecanismo anti-predador (Wilson, 1987; Maldonado e Uriz, 1992; Palma e Steneck, 2001; Than et al., 2003; Hultgren e Stachowicz, 2008), para estocagem de alimentos (Woods e McLay, 1994a e b; Sato e Wada, 2000; Rorandelli et al., 2007b) e defesa química contra predadores (Stachowicz e Hay, 1999, 2000).

Enquanto a maioria dos caranguejos aranha (Majoidea) apresenta o comportamento de decoração, a maioria das espécies das demais famílias não o fazem. Esse padrão sugere múltiplas perdas dessa característica, como é suportado pelos recentes dados filogenéticos (Hultgren e Stachowicz, 2008). A decoração também é perdida na ontogenia em muitos majoideas, os quais param de se decorar quando adultos, ou quando existe dimorfismo sexual, onde machos adultos que apresentam um quelípodo maior diminuem o comportamento de decoração, provavelmente porque em indivíduos maiores os custos superam os benefícios da decoração (Tabela 1). Outros exemplos de invertebrados que param de se decorar quando adultos incluem os ouriços (Dumont et al., 2007), a maioria dos gastrópodes (Linsley e Yochechelson, 1973) e a maioria dos insetos (Berke et al., 2006). A perda do comportamento decorador na fase adulta seria de esperar se a decoração apresentar custos que superam os benefícios, particularmente se os custos e/ou benefícios mudam durante a ontogenia (Berke e Woodin, 2008).

Tabela 1: Lista de caranguejos Majoideas que se decoram e que apresentam mudanças ontogenéticas e/ou sexuais (Modificado de Berke e Woodin, 2008). LC = largura da carapaça em mm. As letras subscritas indicam as famílias (Martin e Davis 2001). I = Inachidae, E = Epialtidae, P = Pisidae, O = Oregoniidae, Mi = Mithracidae, Ma = Majidae, T = Tychidae.

Espécie	LC do adulto (em mm)	Referência
A – Sem mudanças ontogenéticas		
<i>Achaeus japonicus</i> ^I	10-12	Berke & Woodin, 2008
<i>Achaeus stenorhynchus</i> ^I	5-6	Berke & Woodin, 2008
<i>Microphrys bicornutus</i> ^{Mi}	15-20	Berke & Woodin, 2008
<i>Micippa platipes</i> ^{Mi}		Sato & Wada, 2000
<i>Naxia tumida</i> ^{Ma}	30-40	Berke & Woodin, 2008

<i>Notomithrax ursus</i>	30-40	Pack, 1982
<i>Pugettia richit</i> ^E	30-40	Jensen, 1995
<i>Pugettia gracilis</i> ^E	20-30	Berke & Woodin, 2008
<i>Pelia tumida</i> ^{Ma}	10-15	Jensen, 1995
<i>Podochela curvirostris</i> ^I	10-15	Berke & Woodin, 2008
<i>Podochela hemphillit</i> ^I	M: 15-20 F: 8-10	Jensen, 1995
<i>Podochela sydneyi</i> ^I	10-15	Berke & Woodin, 2008
<i>Thacanophrys filholi</i> ^{Mi}	20-30	Woods & Page, 1999
B – Mudanças ontogenéticas em ambos os sexos		
<i>Loxorhynchus grandis</i> ^P	80-60	Berke & Woodin, 2008, Wicksten, 1979a; MacGinitie & MacGinitie, 1968
<i>Libinia dubia</i> ^P	40-50	Berke & Woodin, 2008, Stachowicz & Hay, 1999
<i>Libinia emarginata</i> ^P	40-50	Berke & Woodin, 2008
<i>Libinia spinosa</i>	28-79	Presente estudo
<i>Maja squinado</i> ^{Ma}	80-200	MacGinitie & MacGinitie, 1968; Parapar et al., 1997
<i>Macrocheira kaempferi</i> ^I	200-300	Wicksten, 1993
<i>Maiopsis panamensis</i> ^{Ma}	M: 140-310 F: 120-160	Berke & Woodin, 2008, Wicksten, 1979b; Villalejo-Fuerte et al., 2001
<i>Pugettia producta</i> ^E	50-70	Berke & Woodin, 2008, Mastro, 1981
<i>Stenocionops furcatus</i> ^{Mi}	80-100	Berke & Woodin, 2008
C – Mudanças ontogenéticas sexualmente dimórficas		
<i>Chorillia longipes</i> ^P	20-30	Berke & Woodin, 2008
<i>Hyas araneus</i> ^O	30-40	Berke & Woodin, 2008
<i>Libinia spinosa</i>	28-79	Presente estudo
<i>Loxorhynchus crispatus</i> ^P	M: 70-120 F: 50-80	Berke & Woodin, 2008, Wicksten, 1979a;
<i>Oregonia gracilis</i> ^O	20-30	Berke & Woodin, 2008

<i>Oregonia bifurca</i> ^O	20-30	Berke & Woodin, 2008
<i>Eurypodius latreillei</i> ^I	30-50	Berke & Woodin, 2008
<i>Pisa tetraodon</i> ^P	20-30	Berke & Woodin, 2008

As estratégias de camuflagem, tais como a decoração e a mudança de coloração, também podem ter um custo, dependendo do tempo e da escala na qual tal comportamento ocorre (Wicksten 1983; Padilla e Adolph, 1996; Berke et al., 2006; Dumont et al., 2007). No entanto, os custos adicionais da decoração foram demonstrados apenas para caranguejos ermitões que carregam conchas (McLean e Mariscal, 1973; Bach e Herrnkind, 1980; Brooks e Mariscal, 1986; Herreid & Full 1986; Brooks, 1988, 1989), um sistema sem dúvida muito diferente da decoração em Majoideos (Berke e Woodin, 2008).

A utilização das diferentes estratégias de camuflagem também pode necessitar do desenvolvimento de sistemas sensoriais apropriados (e potencialmente caros) facilitando a seleção de habitats, ou de materiais de decoração, maximizando assim a parceria (Ruxton et al., 2004). Nesse sentido, muitos decapodos apresentam padrões comportamentais específicos na escolha do seu simbiote, como, por exemplo, as pistas químicas, as quais são usadas para reconhecer e escolher entre os diferentes hospedeiros (Ache e Davenport, 1972; Derby e Atema, 1980; Guo et al., 1996; Brooks e Rittschof, 1995), registrado em camarões de águas tropicais que vivem associados com anêmonas (Duffy, 1992; Gwaltney e Brooks, 1994; Guo et al., 1996; VandenSpiegel et al., 1998; Jonsson et al., 2001) e várias espécies de porcelanídeos (Ache e Davenport, 1972; Guo et al., 1996; Brooks e Rittschof, 1995; Baeza e Stotz, 2001), e em Majídeos (Giese et al., 1996).

No ambiente marinho as interações mais conhecidas são aquelas entre os cnidários, especificamente as anêmonas-do-mar, e uma grande variedade de vertebrados e invertebrados. Entre os exemplos de vertebrados, os exemplos mais estudados estão entre as várias espécies de peixes que vivem associados às anêmonas, também conhecidos como “peixe-palhaço” (Davenport e Norris, 1958; Elliott e Mariscal, 1996; Mebs, 2009). Quanto aos invertebrados encontramos desde aqueles em que as anêmonas servem de local de abrigo e proteção a várias espécies de decapodos (Baeza et. al., 2001 e 2002; Baeza e Stotz, 2003; Jonsson et. al., 2004; Baeza, 2007), até os exemplos em que as anêmonas vivem associadas a vários tipos de substratos animados, como em muitos decapodos

(Mclean e Mariscal, 1973; Bach e Herrnkind, 1980; Wicksten, 1985; Brooks e Mariscal, 1986; Brooks, 1988, 1989; Guinot et al., 1995; Chintiroglou et al., 1996).

Para que a associação entre as anêmonas e seus simbioses ocorra, é necessário um processo de reconhecimento entre os parceiros, uma vez que tanto os tentáculos, assim como o muco que recobre o corpo das anêmonas são dotados de nematocistos que injetam toxinas quando estimulados mecanicamente (Mebs, 2009). Assim, para evitar que os nematocistos sejam disparados quando o simbiote entra em contato com anêmona, os parceiros passam pelo processo de aclimação, o qual ocorre no primeiro contato e toda vez que os parceiros permanecem separados por certo período de tempo. Este processo já foi observado para várias espécies de peixes (Lubbock, 1980; Brooks e Mariscal, 1984), camarões do gênero *Periclimenes* (Levine e Blanchard, 1980; Crawford, 1992), porcelanídeos (Giese et al., 1996; Mebs, 2009) e majoídeos (Weinbauer et al., 1982; Giese et al., 1996; Rorandelli et al., 2007; Mebs, 2009). Um consenso geral até o momento, é que todos os simbioses que vivem associados com as anêmonas (vertebrados ou invertebrados) apresentam um muco protetor que atua como uma “camuflagem química” ou um “mimetismo macromolecular”, evitando assim o reconhecimento pela anêmona e a descarga dos seus nematocistos (Mebs, 2009).

No entanto, para o litoral Brasileiro existem poucos registros na literatura sobre as associações e/ou comportamento decorador de majoídeos, sendo registrado até o momento as associações entre as espécies de *Libinia* (*L. spinosa* e *L. ferreirae*) e a sua anêmona *Calliactis tricolor* (Nogueira Jr. et al., 2006; Winter e Masunari, 2006), as últimas sendo registradas apenas associadas a substratos animados. Devido à evidente ausência de dados sobre este tipo de relação comportamental e/ou química entre as espécies de *Libinia* e sua anêmona simbiótica, o presente trabalho optou por realizar experimentos em laboratório com a espécie mais abundante de Majoídea no litoral de São Paulo (*L. spinosa*) e seu simbiote mais abundante (*C. tricolor*) e tentar elucidar algumas questões comportamentais importantes nessa associação.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi estudar através de experimentos em laboratório alguns parâmetros comportamentais e químicos entre o caranguejo-aranha *Libinia spinosa* e sua anêmona simbiote *Calliactis tricolor*. Para tanto três foram os objetivos específicos:

- a) Determinar o sexo e o estágio de maturidade do hospedeiro *L. spinosa* que interage de maneira mais eficiente com *C. tricolor*, considerando o tempo e o número de interação;
- b) Avaliar se o reconhecimento entre os parceiros (*L. spinosa* e *C. tricolor*) depende de um estímulo visual ou químico;
- c) Descrever o tempo e a duração do reconhecimento e aclimação entre *L. spinosa* e *C. tricolor*.

Dentro destes objetivos desprenderam-se algumas hipóteses que foram testadas:

Hipótese 1: Indivíduos de todos os grupos demográficos (machos e fêmeas adultos e jovens) de *L. spinosa* interagem da mesma maneira (qualitativamente e quantitativamente) com as anêmonas *C. tricolor*;

Hipótese 2: O caranguejo *L. spinosa* reconhece a anêmona *C. tricolor* no ambiente através de estímulos químicos;

Hipótese 3: Existe um período de aclimação entre o caranguejo e a anêmona antes da fixação.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e manutenção dos animais

Os exemplares do caranguejo *L. spinosa* e da anêmona *C. tricolor* foram coletados utilizando um barco de pesca comercial de camarão, equipado com rede de arrasto de fundo do tipo "Otter trawl". Após as coletas foram realizadas a identificação dos animais: os caranguejos segundo Melo (1996), e as anêmonas segundo Corrêa (1964), os quais foram mantidos em caixas plásticas com troca constante de água.

Após o desembarque os animais foram levados ao laboratório e mantidos em caixas plásticas com 31,5 cm de altura, 39 cm de largura e 62 cm de comprimento (caixa padrão), onde os caranguejos foram separados em grupos de 6 animais por caixa, enquanto as anêmonas em grupos de 30 animais por caixa, os quais foram mantidos separados por um período mínimo de 4 dias, para evitar qualquer tipo de reconhecimento entre o caranguejo e a anêmona.

Durante o período de permanência em laboratório os animais foram mantidos com aeração e temperatura constante, fotoperíodo natural e com alimentação diária realizada sempre às 19 horas com camarão para os caranguejos, e *Artemia* sp. para as anêmonas. Toda a manipulação do alimento e dos animais foi realizada com luvas de látex para evitar a contaminação dos animais com odores diferentes.

Experimento 01: Associação entre os grupos demográficos de *Libinia spinosa* e a anêmona *Calliactis tricolor*

Aclimação

Após o período de separação de quatro dias, os caranguejos foram analisados quanto ao sexo (com base no número de pleópodos) e mensurados quanto à largura máxima da carapaça (em mm). Foram utilizados, 46 exemplares de *L. spinosa*, sendo 10 réplicas para cada um dos grupos: machos jovens e adultos; fêmeas adultas e ovígeras, e seis réplicas para fêmeas jovens (devido à dificuldade de coletar exemplares dessa categoria). Foram considerados jovens animais com até 40 mm de largura de carapaça e adultos acima de 40 mm, baseado no tamanho da menor fêmea ovígera amostrada. Cada exemplar foi colocado isoladamente em uma caixa padrão com sedimento de cascalho de conchas (01 cm de profundidade), onde permaneceu por três dias para aclimação antes do início dos experimentos.

Para cada exemplar de *L. spinosa* foram utilizadas três anêmonas, mensuradas quanto ao diâmetro do disco pedal (em mm); as anêmonas foram selecionadas baseadas no tamanho da largura da carapaça do caranguejo, onde as anêmonas apresentaram tamanhos menores que os caranguejos, variando até 20 mm entre elas. Antes do início dos experimentos, cada grupo de três anêmonas foi mantido em caixas plásticas (25 x 14 x 05 cm) por 24 horas de isolamento, onde foi inserida uma pedra de Miracema (20 x 10 cm) como substrato para fixação; após esse período de isolamento e fixação das anêmonas no substrato oferecido, estas foram transferidas para a caixa do experimento.

Procedimento experimental

Este experimento foi desenhado para testar se todos os grupos demográficos (machos jovens e adultos, fêmeas jovens, adultas e ovígeras) de *L. spinosa* interagem da mesma maneira (qualitativamente e quantitativamente) com sua anêmona *C. tricolor*.

Para cada réplica foi utilizada a caixa padrão (01 cm de sedimento de cascalho de concha), com água que não entrou em contato com os animais, onde foram inseridas as três anêmonas (já fixadas na pedra); em seguida cada exemplar de *L. spinosa* foi retirado da caixa de aclimatação e inserido nesta caixa com sua região frontal virada para o lado oposto, a 20 cm de distância das anêmonas. O tempo necessário para iniciar a interação com cada anêmona e a quantidade de anêmonas fixadas por cada exemplar de *L. spinosa* foram registrados.

O experimento iniciou às 20:00 horas (devido ao hábito noturno de *L. spinosa*), com duração total de 24 horas. Durante esse período todo experimento foi filmado utilizando um computador e uma “webcam” com resolução de 320x240 e armazenadas e HD externo. Para observação noturna sem interrupção do fotoperíodo natural, foi utilizada iluminação vermelha de 15 W, conforme descrito por Woods e Mclay (1994a e b).

Análise de dados

O tempo necessário para o primeiro contato com a anêmona, e o número de anêmonas fixadas entre os grupos demográficos (machos e fêmeas, adultos e jovens) foi analisado utilizando ANOVA fatorial. Para análise do tempo de manipulação e de fixação não foram utilizados os jovens, pois apenas um macho jovem fixou duas anêmonas; nesse caso foi utilizado o teste-t para comparação entre machos e fêmeas adultos. Na avaliação do número de caranguejos que

fixaram anêmonas foi utilizado o teste Goodman para comparação entre machos e fêmeas e entre adultos e jovens.

A condição de fêmeas ovígeras e adultas não ovígeras foi avaliada separadamente, utilizando o teste-t para analisar o número de anêmonas fixadas, o tempo necessário para o primeiro contato com a anêmona, o tempo de manipulação e o tempo de fixação, e o teste Goodman para comparação do número de anêmonas fixadas nos dois grupos.

Experimento 02: Reconhecimento visual ou químico entre *Libinia spinosa* e *Calliactis tricolor*

Aclimação

Baseado nos resultados obtidos no experimento 01 apenas fêmeas ovígeras foram utilizadas nesse experimento. Os procedimentos experimentais de aclimação foram os mesmos descritos para o experimento 01, tanto para os caranguejos como para as anêmonas. Foram utilizados 14 exemplares de fêmeas ovígeras de *L. spinosa*, sendo 07 exemplares para cada um dos grupos: com contato visual e sem contato visual, e apenas uma anêmona (com diâmetro variando entre 22 e 46 mm) para cada fêmea ovígera.

Procedimento experimental

Este experimento visou testar se o primeiro contato entre *L. spinosa* e *C. tricolor* ocorre por mediação química ou visual, para tanto dois tratamentos foram idealizados:

- 1) Tratamento 1: O contato visual entre o caranguejo e a anêmona foi impedido. Para isso uma placa de plástico opaco, de 20 cm de largura e 30 cm de altura, foi colocada a 20 cm de uma das extremidades da caixa, colada a lateral e ao fundo;
- 2) Tratamento 2: O contato visual entre o caranguejo e a anêmona foi permitido. Nesse caso, uma placa de vidro transparente, de 20 cm de largura e 30 cm de altura, foi colocada a 20 cm de uma das extremidades da caixa, colada a lateral e ao fundo.

Para cada réplica dos dois tratamentos foi inserido um exemplar de *C. tricolor* fixo a um substrato (pedra de Miracema) atrás da placa. Com o objetivo de evitar o efeito da manipulação dos animais no início do experimento, cada fêmea ovígera de *L. spinosa* foi retirada de sua caixa de aclimação e inserida na caixa do

experimento dentro de um tubo de plástico branco opaco, com 30 cm de altura e 20 centímetros de diâmetro, na extremidade oposta à anêmona, onde permaneceu por 5 minutos antes de ser liberada. Após sua liberação, foi registrado o tempo para o primeiro contato. A hora de início, tempo de duração, a forma de filmagem e armazenamento dos dados foram os mesmo utilizados no experimento 01.

Análise de dados

O tempo para o primeiro contato entre as fêmeas ovígeras de *L. spinosa* e *C. tricolor* foi analisado entre os grupos com contato visual e sem contato visual utilizando o teste-t.

Experimento 03: Aclimação entre *Libinia spinosa* e *Calliactis tricolor*

Aclimação

Baseado nos resultados obtidos no experimento 01 apenas fêmeas ovígeras foram utilizados nesse experimento. Os procedimentos experimentais de aclimação foram os mesmos descritos para o experimento 01, tanto para os caranguejos (com 31 exemplares) como para as anêmonas (uma para cada réplica).

Procedimento experimental

Baseado em Crawford (1992), o qual evidenciou que o camarão *Periclimenes anthophilus* completa o seu processo de aclimação em 02:40 h com sua anêmona simbiótica *Condylactis gigantea* e perdem esta aclimação após 3 dias e meio separados, este experimento teve como objetivo testar se na interação entre *L. spinosa* e *C. tricolor* ocorre um período de aclimação, e qual o tempo de duração dessa aclimação quando os parceiros são separados.

Os animais foram colocados nas caixas dos experimentos seguindo os mesmo procedimentos do experimento 01. Após a fixação das anêmonas os parceiros foram mantidos por 3 horas juntos e em seguida foram divididos em 04 grupos (tratamentos):

- 1) Tratamento 01: com nove réplicas de *L. spinosa* e sua anêmona *C. tricolor* foram separados e individualizados por um período de 03 horas e, após esse período, o mesmo exemplar de anêmona foi inserido na caixa;
- 2) Tratamento 02: com dez réplicas de *L. spinosa* e sua anêmona *C. tricolor* foram separados e individualizados por um período de 03 horas e, após esse

período, outro exemplar de anêmona (que não entrou em contato anteriormente com nenhum hospedeiro) foi inserido na caixa;

- 3) Tratamento 03: com cinco réplicas de *L. spinosa* e sua anêmona *C. tricolor* foram separados e individualizados por um período de quatro dias e, após esse período, o mesmo exemplar de anêmona foi inserido na caixa;
- 4) Tratamento 04: com sete réplicas de *L. spinosa* e sua anêmona *C. tricolor* foram separados e individualizados por um período de quatro dias e, após esse período, outro exemplar de anêmona (que não entrou em contato anteriormente com nenhum hospedeiro) foi inserido na caixa.

As anêmonas foram separadas dos caranguejos manualmente descolando-as cuidadosamente a partir das laterais do disco podal, e em seguida ambos foram colocados em caixas separadas com água que não entrou em contato com os animais. Para o segundo contato entre os parceiros, o experimento foi realizado em uma caixa com água que não entrou em contato com os animais, e os procedimentos para liberação dos animais nas caixas, assim como os dados anotados foram os mesmos do primeiro contato. A hora de início, tempo de duração, a forma de filmagem e armazenamento dos dados foram os mesmos utilizados no experimento 01.

Análise de dados

Foram analisados para cada tratamento dois momentos, o primeiro contato e o segundo contato entre os parceiros, os quais foram avaliados quanto ao tempo necessário para o primeiro contato com a anêmona, tempo de manipulação e o tempo de fixação, utilizando o teste-t.

RESULTADOS

Etograma

Os padrões comportamentais de *L. spinosa* quando em contato com *C. tricolor* foram:

- 1) o primeiro quando *L. spinosa* “encontra” a anêmona ocorre quando o caranguejo passa perto da anêmona percebe sua presença e entra em contato com o quelípodo;
- 2) o segundo, que pode ocorrer logo após o primeiro ou muito tempo depois, chamado de “manipulação”, se caracteriza pelo caranguejo ficar manipulando a anêmona com seu quelípodo e levando o mesmo ao seu aparelho bucal enquanto a anêmona esta fixada na pedra, em seguida ele retira a anêmona da pedra utilizando todos seus apêndices locomotores e volta a manipular a anêmona e levar o quelípodo ao aparelho bucal, o que precede o terceiro momento, chamado de “fixação”;
- 3) a “fixação” é caracterizada pelo caranguejo levar a anêmona ao dorso de sua carapaça e segurando-a até que ela se fixe, e só então o caranguejo solta a anêmona.

Para todos os 54 exemplares de *L. spinosa* que fixaram anêmonas ocorreram os três momentos, e, para os 37 exemplares que não fixaram nenhuma anêmona, e para aqueles exemplares que nem encontraram as anêmonas, 2 caranguejos apresentaram o padrão descrito como “encontro”, e 33 desses exemplares chegaram ao segundo momento (manipulação), mas não chegaram a fixar anêmona.

Experimento 1

As interações entre os grupos demográficos, machos e fêmeas (sexo), e adultos e jovens (maturidade) de *L. spinosa* com *C. tricolor* foram analisadas quanto ao número de anêmonas fixadas e o tempo para ocorrer primeiro encontro entre os parceiros. Os resultados indicam que os caranguejos adultos entram em contato com as anêmonas em tempo significativamente menor (tempo médio 8167,35s) ($p < 0,05$) do que jovens (tempo médio 23426s) (Tabela 2). Em relação ao número de caranguejos que fixaram pelo menos uma anêmona não houve diferença significativa entre machos e fêmeas ($G=0,2030$, $p=0,6523$), já entre

adultos e jovens houve diferença significativa ($G=4,7596$, $p=0,0291$) sendo que mais adultos fixaram anêmonas (Figura 1).

Em relação ao tempo de manipulação e fixação das anêmonas, apenas indivíduos adultos de *L. spinosa* fixaram anêmonas suficientes para serem utilizados nas análises estatísticas, pois apenas um macho jovem fixou duas anêmonas, e não houve diferença significativa entre os sexos (Tabela 3).

Tabela 2 – Interação entre machos e fêmeas (sexo) e adultos e jovens (maturidade) de *Libinia spinosa* com a anêmona *Calliactis tricolor*. ANOVA fatorial e o valor de $p < 0,05$ indicando diferenças significativas.

	Sexo			Maturidade			Interação sexo x maturidade		
	F	gl	P	F	gl	p	F	gl	p
Número de anêmonas fixadas	0.165232	1	0.687090	2.643718	1	0.113769	0.165232	1	0.687090
Tempo para 1º contato	2.06756	1	0.160170	5.03970	1	0.031814	0.02011	1	0.888131

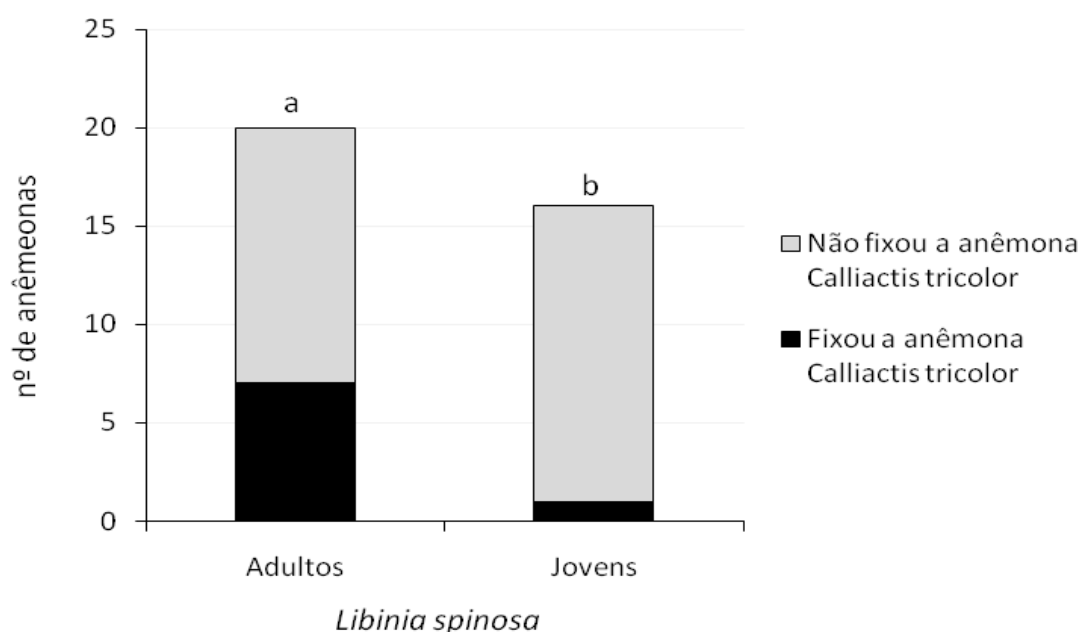


Figura 1 – Número de adultos e jovens de *Libinia spinosa* que fixaram a anêmona *Calliactis tricolor*. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Tabela 3 – Interação entre machos e fêmeas de *Libinia spinosa* com a anêmona *Calliactis tricolor*. Teste-t, graus de liberdade e valores de p.

	Sexo		
	T	Gl	p
Tempo de manipulação	-1.47731	5	0.199634
Tempo de fixação	-1.14902	5	0.302525

Os resultados apresentados na tabela 4 são referentes às análises entre fêmeas ovígeras e não ovígeras, quanto ao número de anêmonas fixadas, o tempo para a realização do primeiro contato entre os parceiros, o tempo de manipulação e o tempo de fixação das anêmonas, não sendo observada diferença significativa em nenhuma das variáveis ($p > 0,05$). Foi observado que o número de fêmeas ovígeras que fixaram anêmonas foi significativamente superior ($G = 5,3002$, $p = 0,0213$) ao de fêmeas não ovígeras (Figura 2).

Tabela 4 – Interação entre fêmeas ovígeras e fêmeas não ovígeras de *Libinia spinosa* com a anêmona *Calliactis tricolor*. Teste-t, graus de liberdade e valores de p.

	Fêmeas x fêmeas ovígeras		
	T	gl	P
Número de anêmonas fixadas	1.963961	18	0.065169
Tempo para 1º contato	-1.28871	18	0.213815
Tempo de manipulação	-0.196887	9	0.848290
Tempo de fixação	-2.04696	9	0.070962

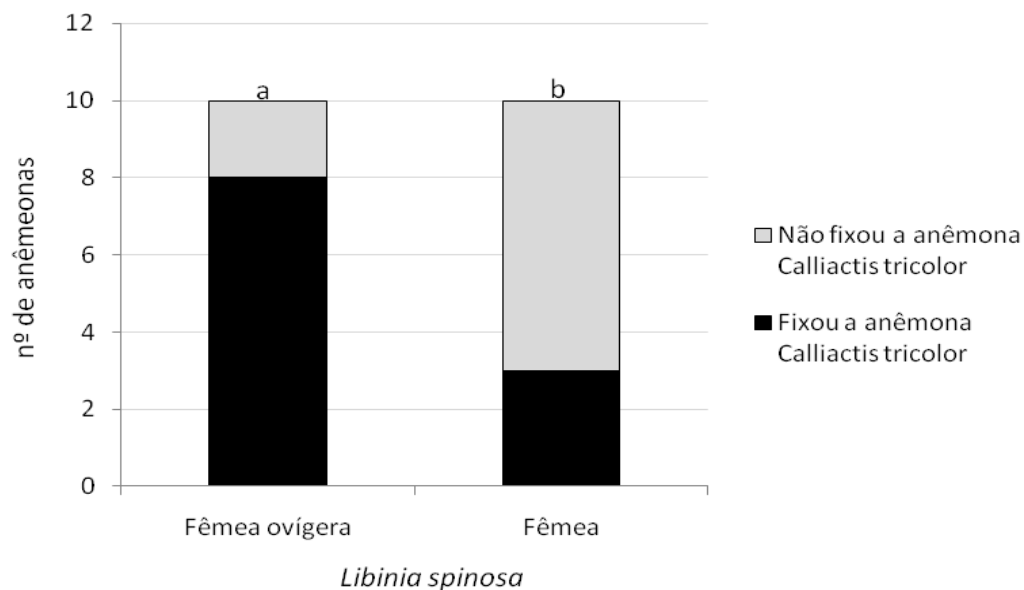


Figura 2 – Número de fêmeas ovígeras e não ovígeras de *Libinia spinosa* que fixaram a anêmona *Calliactis tricolor*. Letras diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$).

Experimento 2

O tempo necessário para *L. spinosa* encontrar a anêmona *C. tricolor* não diferiu significativamente entre os tratamentos com contato visual entre os parceiros e sem contato visual entre os parceiros ($p > 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5 – Interação entre fêmeas ovígeras de *Libinia spinosa* com a anêmona *Calliactis tricolor* nos tratamentos com contato visual e sem contato visual. Teste-t.

	Contato visual x sem contato visual		
	T	gl	p
Tempo para 1º contato	0.978763	12	0.347018

Experimento 3

Foram comparados dois momentos em cada tratamento, o primeiro encontro entre *L. spinosa* e *C. tricolor*, e o segundo encontro após um período de separação e não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) em nenhum dos tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 – Interação entre fêmeas ovígeras de *Libinia spinosa* com a anêmona *Calliactis tricolor* nos tratamentos de três horas e quatro dias de separação com a mesma anêmona e com outra anêmona. Teste-t, graus de liberdade e valores de p.

		3 horas de separação				3 horas de separação outra anêmona				4 dias de separação mesma anêmona				4 dias de separação outra anêmona			
		T	gl	P	T	gl	P	T	gl	T	gl	P	T	gl	T	gl	p
Tempo para 1º contato		1.063064	16	0.303535	-0.815006	18	0.425722	-0.788267	8	0.453263	-1.12065	12	0.284364				
	Tempo de manipulação	0.236853	14	0.816202	0.856921	18	0.402754	-0.743289	8	0.478564	-1.52701	10	0.157747				
	Tempo de fixação	2.070550	14	0.057369	-0.745038	18	0.465866	-1.04420	8	0.326918	-0.087504	10	0.931999				

DISCUSSÃO

A associação entre Majoideos com organismos simbiontes já foi registrada na literatura por vários autores (Wicksten, 1993; Acuña et al., 2003; Than et al., 2003; Nogueira Junior e Haddad, 2005; Nogueira Junior et al., 2006; Rorandelli et al., 2006), mas poucos estudos abordam os padrões comportamentais de tal interação. Esse tipo de interação não é restrito aos Majoidea, sendo que muitos outros decapodos também apresentam uma relação de simbiose e/ou decoração com vários outros invertebrados sésseis (McLean e Mariscal, 1973; Bach e Herrnkind, 1980; Brooks e Mariscal, 1986; Brooks, 1988, 1989; Weissberger, 1995; Baeza et al., 2002). No entanto, as associações mais comuns são aquelas registradas entre os caranguejo-aranha e várias espécies de anêmonas (Wicksten, 1993; Nogueira Junior et al., 2006; Rorandelli et al., 2006, 2007).

Entre os trabalhos que relatam esse padrão comportamental, Rorandelli et al. (2006) observaram nove comportamentos realizados pelo caranguejo-aranha *Inachus phalangium*, quando presente com a anêmona *Anemonia viridis* (e alguns gêneros de algas), tais como a agressividade, predação, pré-fixação, display, fixação, alimentação, limpeza, e duas formas de locomoção. No presente estudo *L. spinosa* apresentou 03 padrões comportamentais denominados de encontro, manipulação e fixação. Diferente ao registrado por Rorandelli et al. (2006), no presente estudo o contato entre *L. spinosa* e *C. tricolor* iniciou-se quando o caranguejo tocava a anêmona com o quelípodo, enquanto para *I. phalangium* e *A. viridis* esse contato inicial foi realizado com o 2º par de pereiópodos do caranguejo, ou simplesmente erguia os pereiópodos e se exibia. Essa diferença no contato inicial entre os caranguejos-aranha provavelmente está relacionada com o fato de que no trabalho de Rorandelli et al. (2006), os caranguejos foram mantidos em aquários com 6 a 8 indivíduos adultos, enquanto no presente estudo, os exemplares de *L. spinosa* foram mantidos separadamente em aquários individuais, com o intuito de se avaliar o comportamento entre o caranguejo e a anêmona, sem a interferência de co-específicos.

Após esse contato inicial (o encontro), *L. spinosa* exibiu um comportamento de manipulação, que não diferiu entre os exemplares. Tal comportamento foi caracterizado pela constante manipulação dos quelípodos, assim como dos apêndices locomotores de *L. spinosa*, os quais foram freqüentemente levados ao aparelho bucal do caranguejo, após entrarem em contato com *C. tricolor*. Comportamento similar foi registrado por Rorandelli et al. (2006), onde *I. phalangium* retirava o epitélio de *A. viridis* e ingeria esse material. Esse

comportamento está relacionado com um possível processo de aclimação entre eles, onde o caranguejo acumula o muco da anêmona na superfície do seu corpo e usam como um “mimetismo molecular” para evitar serem reconhecidos pela anêmona como presa potencial (Weinbauer et al., 1982; Shick, 1991; Rorandelli et al., 2006, 2007).

Muitos caranguejos que se decoram apresentam diferenças quantitativas na decoração dependendo do tamanho e do estágio de vida em que se encontram (tabela 1). As mudanças ontogenéticas na decoração dos Majoidea têm sido interpretadas para retratar uma seleção ineficaz aos comportamentos crípticos, uma vez que os indivíduos cresceram o suficiente para alcançar um tamanho e se refugiar de predadores (Stachowicz e Hay, 1999). No entanto, entre os majoideas encontramos desde caranguejos que se decoram em todo seu ciclo de vida (quando jovens e adultos), outros que se decoram apenas quando jovens, e ainda outros que apresentam diferenças na decoração em função do dimorfismo sexual (tabela 1). Berke e Woodin (2008) evidenciaram que todas as formas de decoração ocorrem em muitas famílias de Majoidea, e que algumas famílias abrangem todas as três formas de decoração, e sugerem que processos ecológicos e evolutivos estão envolvidos, além do que pura restrição filogenética.

Baseado em tal hipótese, Berke e Woodin (2008) sugerem padrões no comportamento de decoração em Majoideas que surgem a partir das interações entre metabolismo, tamanho do corpo ou quelípodo, e risco de predação. Se o risco de predação está inversamente relacionado ao tamanho do corpo (Stachowicz e Hay, 1999), adultos pequenos experimentam alto risco de predação e, portanto, forte seleção para um comportamento críptico ao longo de sua vida. Adultos grandes experimentam baixo risco de predação e, dessa forma, pouca pressão seletiva para um comportamento críptico; assim, em função dos custos para executar a decoração ocorre a perda ontogenética da decoração em ambos os sexos. Adultos de tamanho médio têm moderado risco de predação, e a importância seletiva de qual sexo poderia se decorar (decoração sexualmente dimórfica) ocorre devido ao fato de que: 1) os machos reduzem mais o risco de predação com seus quelípodos maiores; 2) as fêmeas carregam os ovos por um longo período, evitando os predadores e tornando-se mais crípticas do que os machos. Fêmeas de tamanho médio são assim selecionadas para continuar se decorando, enquanto machos de tamanho médio são selecionados para deixar a decoração e investir no crescimento do quelípodo.

Os resultados obtidos no presente estudo evidenciam que a interação entre *L. spinosa* e *C. tricolor* ocorre intensivamente na fase adulta desses caranguejos (decoração com mudanças ontogenéticas) e as fêmeas ovígeras fixam mais anêmonas do que as fêmeas não ovígeras (decoração sexualmente dimórfica). Assim, de acordo com as hipóteses de Berke e Woodin (2008), os majoideas que apresentam decoração sexualmente dimórfica, como é o caso de *L. spinosa*, apresentam tamanhos intermediários (tabela 1). Segundo esses mesmos autores, devido ao fato do risco de predação ser dependente do habitat, e porque a energia gasta na decoração varia entre as espécies, essa categoria pode apresentar fronteiras discretas; o “ponto de inflexão” entre mudanças ontogenéticas dimórficas e não dimórficas é bastante variável. Por exemplo, *Libinia* spp. e *Eurypodius latreillei* apresentam sobreposição no tamanho (largura da carapaça) do adulto (tabela 1), embora *E. latreillei* se decore dimorficamente e *Libinia* spp. não. Entretanto *Libinia* spp. tem uma perna maior e exoesqueleto de extensão mais grossa do que *E. latreillei*, o qual pode reduzir o risco de predação no adulto. Corroborando as hipóteses apresentadas acima, no presente estudo *L. spinosa* também sobrepõe o seu tamanho com as espécies acima citadas, e apresenta padrão de decoração o qual se enquadra nas duas categorias: com mudanças ontogenéticas, e decoração sexualmente dimórfica.

O caranguejo aranha *Libinia ferrerae*, uma espécie comum no litoral brasileiro, apresenta o comportamento de decoração com a anêmona *C. tricolor* apenas quando adulto; quando jovem esses caranguejos vivem associado à cifomedusa *Lychnorhiza lucerna* e a função exata de tal associação ainda não está totalmente esclarecida na literatura. Essa espécie só entra em associação com a anêmona quando passam a viver nos bentos (Winter e Masunari, 2006). No presente estudo, os jovens de *L. spinosa* interagem menos com as anêmonas (apenas um jovem fixou a anêmona *C. tricolor*); possivelmente possuem outras formas de proteção, como evidenciado para *L. ferreira*.

No ambiente marinho o reconhecimento entre os organismos pode acontecer visualmente, quimicamente, ou por uma interação desses fatores. Muitas associações simbióticas são mediadas por pistas químicas como as associações entre os as várias espécies de peixes e anêmonas (Fautin e Allen, 1997; Mebs, 2009), camarões e anêmonas (Jonsson et al., 2001), anêmonas e anomuros (Brooks, 1991; Brooks e Rittschof, 1995), majoideas e poríferos (Stachowicz e Hay, 2000) e majóideas e anêmonas (Giese et al., 1996; Wirtz, 1997). Neste estudo não houve diferença entre os tratamentos com contato visual e sem contato visual na

associação entre *L. spinosa* e *C. tricolor*. Assim, entre estes simbioses o contato visual não influencia a interação, e provavelmente o reconhecimento no ambiente acontece através de pistas químicas.

As anêmonas produzem toxinas que são liberadas através dos nematocistos e pela secreção de muco; tais toxinas são utilizadas para captura de presa e também como proteção contra predadores (Mebs, 2009). Dessa forma, os animais que vivem em simbiose com anêmonas, ou se decoram com as mesmas, estas passam a servir como proteção extra contra predadores (visuais ou não) como observado para anomuros (McLean e Mariscal, 1973; Bach e Herrnkind, 1980; Brooks e Mariscal, 1986; Brooks, 1988 e 1989; Baeza et al., 2002), e caranguejos Majoideas (Giese et al., 1996; Stachowicz e Hay, 1999; Than et al., 2003; Berke e Woodin, 2008). Contudo existe um problema para os simbioses de anêmonas, pois assim como para outros animais, as toxinas injetadas pelos nematocistos são tóxicas para os simbioses (Giese et al., 1996, Mebs, 2009). Muitos estudos foram realizados com peixes simbioses de anêmonas para tentar compreender como os nematocistos com toxinas não são disparados (Lubbock, 1980; Brooks e Mariscal, 1984; Elliott et al. 1994; Elliott e Mariscal, 1997), e foi observado que, em geral, existe um período de aclimação onde esses peixes adquirem uma cobertura de muco, a qual funciona como uma camuflagem química, e evitam o disparo dos nematocistos.

Tal processo de aclimação já foi descrito para várias espécies de crustáceos, como para os camarões *Periclimenes rathbunae* e *Periclimenes anthophilus* e suas anêmonas simbioses *Stoichactis helianthus* e *Condylactis gigantea* (Levine e Blanchard, 1980; Crawford, 1992) outras espécies de camarões (Giese et al., 1996; Jonsson et al., 2001), anomuros (Giese et al., 1996), e caranguejos majoideas (Giese et al., 1996; Rorandelli et al., 2007). Na associação entre o majoideo *Inachus phalangium* e a anêmona em que vive *Anemonia viridis*, os caranguejos gastam quase um terço do seu tempo estabelecendo e mantendo ativamente a relação com seu hospedeiro (Rorandelli et al., 2007). A própria anêmona parece estar relacionada ao processo de aclimação, a qual permite *I. phalangium* a evitar a liberação dos nematocistos e o início da resposta de alimentação pelo hospedeiro antozoário, como sugerido por outros autores (Weinbauer et al., 1982).

No presente estudo observou-se um período de manipulação antes da fixação, onde *L. spinosa* a todo o momento encosta seu quelipodo na anêmona *C. tricolor* e posteriormente leva ao aparelho bucal. Este processo foi considerado

como aclimação e ocorreu mesmo após o período de 3 horas de separação entre *L. spinosa* e *C. tricolor*. Portanto, aparentemente existe um reconhecimento entre os parceiros, mas, este é perdido sempre que são separados sendo necessário um novo processo de aclimação.

Em resumo, o presente estudo evidenciou que o padrão comportamental entre *L. spinosa* e *C. tricolor* é diferente do observado em muitos majoideas (tabela 1), onde, ao contrário do que observado aqui, os animais menores ou mais jovens se decoram mais. Como o habitat natural de *L. spinosa* no litoral brasileiro é caracterizado por fundo inconsolidado e sedimento areno-lodoso (observação pessoal), parece pouco provável que a interação entre *L. spinosa* e *C. tricolor* tenha como função a camuflagem, visto que nesse tipo de ambiente poucos predadores usam a visão como mecanismos de captura de alimento. Além dessa constatação, o reconhecimento entre caranguejo e anêmona não é visual, e existe um processo antes da fixação que pode ser considerado como aclimação, o qual é perdido sempre que ocorre a separação dos parceiros. Tais fatos serviram de base para a seguinte hipótese: “a interação entre *L. spinosa* e *C. tricolor* pode ser caracterizada como uma proteção química ao hospedeiro”. Contudo estes são os únicos dados existentes para esta interação, e muitas são as perguntas que restam.

Muitos estudos serão necessários para elucidar todas as particularidades dessa interação, como experimentos com *L. spinosa* e *C. tricolor* na presença de predadores, onde será possível avaliar se tal interação realmente atua como proteção química para *L. spinosa*; corroborar, com experimentos mais específicos, se o reconhecimento entre os parceiros ocorre por mediação química ou ao acaso; e, principalmente, quais os possíveis meios de proteção de jovens. Enquanto muitas questões permanecem, está claro que o sistema de decoração dos caranguejos é um rico exemplo empírico de como os fatores fisiológicos e evolutivos podem interagir em conjunto na variação das histórias de vida dentro e entre as espécies (Berke e Woodin, 2008).

REFERÊNCIAS

- Ache, B.W. & Davenport, D. 1972. The sensory basis of host recognition by symbiotic shrimps, genus *Betaeus*. **Biol. Bull.**, **143**: 94– 111.
- Acuña, F. H.; Excoffon, A. C.; Scelzo, M. A. 2003. Mutualism between the sea anemone *Antholoba achates* (Drayton, 1846) (Cnidaria: Actinaria: Actinostolidae) and the spider crab *Libinia spinosa* Milne-Edwards, 1834 (Crustacea: Decapoda, Majidae). **Belg. J. Zool.**, **133**(1): 85-87.
- Bach, C. E. & Herrnkind, W. F. 1980. Effects of predation pressure on the mutualistic interaction between the hermit crab, *Pagurus pollicaris* SAY, 1817, and the sea-anemone, *Calliactis tricolor* (Lesueur, 1817). **Crustaceana**, **38**: 104-108.
- Baeza, J. A. 2007. The origins of symbiosis as a lifestyle in marine crabs (genus *Petrolisthes*) from the eastern Pacific: Does interspecific competition play a role? **Rev. Biol. Mar. Oceanogr.**, **42**: 7-21.
- Baeza, J.A. & Stotz, W. 2001. Host-use pattern and host selection during ontogeny of the commensal crab *Allopetrolisthes spinifrons* (H.M. Edwards, 1837) (Decapoda: Anomura: Porcellanidae). **J. Nat. Hist.**, **35**: 341– 355.
- Baeza, J. A. & Stotz, W. 2003. Host-use and selection of differently colored sea anemones by the symbiotic crab *Allopetrolisthes spinifrons*. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **284**(1-2): 25-39
- Baeza J. A.; Stotz, W. & Thiel, M. 2001. Life history of *Allopetrolisthes spinifrons*, a crab associate of the sea anemone *Phymactis clematis*. **J. Mar. Biol. Ass. U. K.**, **81**: 69-76.
- Baeza, J. A.; Stotz, W. & Thiel, M. 2002. Agonistic behavior and development and territoriality during ontogeny of the sea anemone dwelling crab *Allopetrolisthes spinifrons* (H. Milne Edwards, 1837) (Decapoda: Anomura: Porcellanidae). **Mar. Fesh. Behav. Physiol.**, **35**(4): 189-202.
- Berke, S. K.; Miller, M & Woodin, S. A. 2006. Modelling the energy-mortality trade-offs of invertebrate decorating behavior. **Evol. Ecol. Res.**, **8**(8): 1409-1425.
- Berke, S. K. & Woodin, S. A. 2004. Behavioral balancing acts: energy and mortality trade-offs in young decorator crabs. **Integr. Comp. Biol.**, **44**(6): 524-524.

- Berke, S. K. & Woodin, S. A. 2008. Energetic costs, ontogenetic shifts and sexual dimorphism in spider crab decoration. **Funct. Ecol.**, **22**(6):1125-1133.
- Brooks, W. R. 1988. The influence of the location and abundance of the sea-anemone *Calliactis tricolor* (LE-Sueur) in protecting hermit crabs from octopus predators. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **116**(1):15-21.
- Brooks, W. R. 1989. Hermit crabs alter sea-anemone placement patterns for shell balance and reduced predation. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **132**(2): 109-121.
- Brooks, W. R. 1991. Chemical recognition by hermit-crabs of their symbiotic sea-anemones and a predatory octopus. **Hydrobiologia**, **216**: 291-295.
- Brooks, W. R. & Gwaltney, C. L. 1993. Protection of symbiotic cnidarians by their hermit crab hosts - Evidence for mutualism. **Symbiosis**, **15**(1-2): 1-13.
- Brooks, W. R. & Mariscal, R. N. 1984. The acclimation of anemone fishes to sea-anemones - protection by changes in the fishy mucous coat. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **80**(3): 277-285.
- Brooks, W. R. & Mariscal, R. N. 1986. Population variation and behavioral changes in two pagurids in association with sea anemone *Calliactis tricolor* (Lesueur). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **103**: 275-289.
- Brooks, W. R. & Rittschof, D. 1995. Chemical detection and host selection by the symbiotic crab *Porcellana sayana*. **Invertebr. Biol.**, **114**: 180–185.
- Chintiroglou, C. C.; Doumenc, D. & Guinot, D. 1996. Anemone-carryng behaviour in a deep-water Homolid crab (Brachyura, Podotremata). **Crustaceana**, **69**(1): 19-25.
- Cott, H. B. 1940. Adaptive coloration in animals. **Oxford University Press**, New York.
- Corrêa, D. D. 1964. Corallimorpharia e Actiniaria do Atlântico Oeste Tropical. Tese de Livre Docência - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Crawford, J. A. 1992. Acclimatation of the shrimp, *Periclimenes anthophilus*, to the giant sea-anemona, *Condylactis gigantea*. **Bull. Mar. Sci.**, **50**(2): 331-341.
- Davenport, D. & Norris, K. S. 1958. Observations on the symbiosis of the sea anemone *Stoichactis* and the pomacentrid fish, *Amphiprion percula*. **Biol. Bull.** **115**: 397–410.

- Derby, C. D. & Atema, J. 1980. Induced host odor attraction in the pea crab *Pinnotheres maculatus*. **Biol. Bull.**, **158**: 26–33.
- Duffy, J. E. 1992. Host-use patterns and demography in a guild of tropical sponge-dwelling shrimps. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, **90**: 127– 138.
- Dumont, C. P.; Drolet, D., Deschênes, I. & Himmelman, J. H. 2007. Multiple factors explain the covering behaviour in the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. **Anim. Behav.**, **73**: 979–986.
- Edmunds, M. 1974. Defense in animals: a survey of antipredator defenses. **Longman Group**. New York
- Elliott, J. K. & Mariscal, R. N. 1996. Ontogenetic and interspecific variation in the protection of anemonefishes from sea anemones. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **208**: 57–72.
- Elliott, J. K. & Mariscal, R. N. 1997. Acclimation or innate protection of anemone fishes from sea anemones? **Copeia**, **2**: 284-289.
- Elliott, J. K.; Mariscal, R. N. & Roux, K. H. 1994. Do anemonefishes use molecular mimicry to avoid being stung by host anemones. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **179**(1): 99-113.
- Endler, J. A. 1978. A predators view of animal color patterns. **Evol. Biol.**, **11**: 319–364.
- Fautin, D. G. & Allen, G. R. 1997 Anemonefishes and their host sea anemones. **Western Australian Museum**. Revised edition Perth, Australia. 160p.
- Gherardi, F.; Cenni, F.; Parisi, G. & Aquiloni, L. 2010. Visual recognition of conspecifics in the American lobster, *Homarus americanus*. **Anim. Behav.**, **80**(4): 713-719.
- Giese, C.; Mebs, D. & Werding, B. 1996. Resistance and vulnerability of crustaceans to cytolytic sea anemone toxins. **Toxicon**, **34**: 955–958.
- Glynn, P. W 1991. Coral-reef bleaching in the 1980s and possible connections with global warming. **Trends Ecol. Evol.**, **6**(6): 175-179.
- Goto, R.; Hamamura, Y.; Kato, M. 2007. Obligate commensalism of *Curvemysella paula* (Bivalvia: Galeommatidae) with hermit crabs. **Mar. Biol.**, **151**(5): 1615-1622.

- Guinot, D.; Doumenc D. & Chintiroglou, C. C. 1995. A review of the carrying behaviour in Brachyuran crabs, with additional information on the symbioses with sea anemones. **Raff.Bull. Zool.**, **43**(2): 377-416.
- Guo, C. C., Hwang, J. S. & Fautin, D. G. 1996. Host selection by shrimps symbiotic with sea anemones: a Field survey and experimental laboratory analysis. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **202**: 165–176.
- Gwaltney, C. L. & Brooks, W. R. 1994. Host specificity of the Anemone shrimp *Periclimenes pedersoni* and *P. yucatanicus* in the Florida keys. **Symbiosis**, **16**: 83–93.
- Herreid, C.F. & Full, R.J. 1986. Energetics of hermit crabs during locomotion—the cost of carrying a shell. **J. Exp. Biol.**, **120**: 297–308.
- Hultgren, K. M. & Stachowicz, J. J. 2008. Alternative camouflage strategies mediate predation risk among closely related co-occurring kelp crabs. **Oecologia**, **155**(3): 519-528.
- Hultgren, K. M. & Stachowicz, J. J. 2009. Evolution of Decoration in Majoid Crabs: A Comparative Phylogenetic Analysis of the Role of Body Size and Alternative Defensive Strategies. **Amer. Nat.**, **173**(5): 566-578.
- Jonsson, L. G.; Lundalv, T. & Johannesson, K. 2001. Symbiotic associations between anthozoans and crustaceans in a temperate coastal area. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, **209**: 189-195.
- Jonsson, L.G.; Nilsson, P.G.; Floruta, F. & Lundalv, T. 2004. Distributional patterns of macro and megafauna associated with a reef of the cold-water coral *Lophelia pertusa* on the Swedish west coast. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, **284**: 163-171.
- Levine, D. M. & Blanchard, O. J. 1980. Acclimation of 2 shrimps of the genus *Periclimenes* to sea-anemones. **Bull. Mar. Sci.**, **30**(2): 460-466.
- Linsley, R. M. & Yochelson, E.L. 1973. Devonian carrier shells (Euomphalidae) from North America and Germany. **U. S. G. S. Professional Papers**, **824**: 1–23.
- Lubbock, R. 1980. Why are Clownfishes not Stung by Sea Anemones? **Proc. R. Soc. Lond. [Biol]**, **207**(1166): 35-61.

- Maldonado, M. & Uriz, M. J. 1992. Relationships between sponges and crab: patterns of epibiosis on *Inachus aguarii* (Decapoda: Majidae). **Mar. Biol.**, **113**: 281-286.
- Martin, J. & Davis, G. 2001. An Updated Classification of the Recent Crustacea.
- Mclean, R. B. & Mariscal, R. N. 1973. Protection of a hermit crab by its symbiotic sea anemone *Calliactis tricolor*. **Experientia**, **29**(1): 128-130.
- Mebs, D., 2009. Chemical biology of the mutualistic relationships of sea anemones with fish and crustaceans. **Toxicon**, **54**(8): 1071-1074.
- Melo, G. A. S. 1996. Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do litoral brasileiro. Ed. Plêiade, São Paulo.
- Nogueira Junior, M. & Haddad, M. A. 2005. *Lychnorhiza lucerna* (Scyphozoa, Rhizostomeae) and *Libinia ferreirae* Brito Capello (Brachyura, Majidae) association in southern Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, **22**(4): 908-912.
- Nogueira Junior, M.; Robert M. C. & Haddad, M. A. 2006. *Calliactis tricolor* (Anthozoa, Acontaria) epibionte em Brachyura (Crustacea, Decapoda) no litoral sul do Paraná e Norte de Santa Catarina. **Acta Biol.**, **35**(3-4): 233-248.
- Padilla, D. K. & Adolph, S. C. 1996. Plastic inducible morphologies are not always adaptive: the importance of time delays in a stochastic environment. **Evol. Ecol.**, **10**: 105–117.
- Palma, A. T. & Steneck, R. S. 2001. Does variable coloration in juvenile marine crabs reduce risk of visual predation? **Ecology**, **82**: 2961–2967.
- Parapar, J.; Fernandez, L.; Gonzalez-Gurriaran, E. & Muino, R. 1997. Epibiosis and masking material in the spider crab *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in the Ria de Arousa Galicia, NW Spain. **Cah. Biol. Mar.**, **38**: 221–234.
- Robinson, M. H. 1969. Defenses against visually hunting predators. **Evol. Biol.**, **3**: 225-259.
- Rorandelli, R.; Bartolini, F.; Gomei, M. & Cannicci, S. 2007a. Observations in captivity of the activity patterns and resources utilization of the spider crab *Inachus phalangium* (Decapoda, Majidae). **Mar. Biol.**, **151**(3): 1111-1116.

- Rorandelli, R.; Gomei, M.; Vannini, M & Cannicci, S. 2006. Feeding and masking selection in *Inachus phalangium* (Decapoda, Majidae): dressing up has never been so complicated. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, **336**: 225-233.
- Ross, D. M. 1970. The commensal association of *Calliactis polypus* and the hermit crab *Dardanus gemmatus* in Hawaii. **Cand. J. Zool.**, **48**: 351-357.
- Ross, D. M. & Sutton, L. 1961a. The association between the hermit crab *Dardanus arrosor* (Herbst) and the sea anemone *Calliactis parasitica* (Couch). **Proc. R. Soc. Lond. Ser. B**, **155** (959):282-291.
- Ross, D. M. & Sutton, L. 1961b. The response of the sea anemone *Calliactis parasitica* to shells of the hermit crab *Pagurus bernhardus*. **Proc. R. Soc. Lond. Ser. B**, **155**: 266-281.
- Ruxton, G. D. ; Sherratt, T. N. & Speed, M. P. 2004. Avoiding attack: the evolutionary ecology of crypsis, warning signals, and mimicry. **Oxford University Press**, Oxford.
- Sato, M. & Wada, K. 2000. Resource utilization for decorating in three intertidal majid crabs (Brachyura: Majidae). **Mar. Biol.**, **137**: 705-714.
- Schejter, L. & Spivak, E. 2005. Morphometry, sexual maturity, fecundity and epibiosis of the South American spider crab *Libinia granaria* (Brachyura: Majoidea). **J. Mar. Biol. Ass. U.K.**, **85**: 857-863.
- Shick, J.M. 1991. A functional biology of sea anemones. **Chapman and Hall**, London.
- Stachowicz, J. J. & Hay, M. E. 1999. Reducing predation through chemically mediated camouflage: indirect effects of plant defences on herbivores. **Ecology**, **80**: 495-509.
- Stachowicz, J.J. & Hay, M. E. 2000. Geographic variation in camouflage specialization by a decorator crab. **Am. Nat.**, **156**(1): 59-71.
- Thanh P.D.; Wada K.; Sato M. & Shirayama Y. 2003. Decorating behaviour by the majid crab *Tiarinia cornigera* as protection against predators. **J. Mar. Biol. Assoc. UK**, **83**: 1235–1237.
- VandenSpiegel, D.; Eeckhaut, I. & Jangoux, M. 1998. Host selection by *Synalpheus stimpsoni* (De Man), an ectosymbiont shrimp of comatulid crinoids, inferred by a

- field survey and laboratory experiments. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, **225**: 185–196.
- Weinbauer, G.; Nussbaumer V. & Patzner, R. A. 1982. Studies on the relationship between *Inachus phalangium* (Maidae) and *Anemonia sulcata* in their natural environment. **Mar. Ecol.**, **3**: 143–150
- Weissberger, E. J. 1995. Association of the Hermit Crab *Pagurus longicarpus* Say, 1817, With Symbiotic Hydroids: Consequences of Predation By Lobsters. **Crustaceana**, **68**:739-750.
- White, T. R.; Pagels, A. K. W. & Fautin, D. G. 1999. Abyssal sea anemones (Cnidaria: Actiniaria) of the northeast Pacific symbiotic with molluscs: *Anthosactis nomados*, a new species, and *Monactis vestita* (Gravier, 1918) **Proc. Biol. Soc. Wash.**, **112**(4): 637-651.
- Wicksten, M. K. 1978. Attachment of decorating materials in *Loxorhynchus crispatus* (Brachyura: Majidae). **Trans. Amer. Micros. Soc.**, **97**(2): 217-220.
- Wicksten, M. K. 1979. Decorating behavior in *Loxorhynchus crispatus* Stimpson and *Loxorhynchus grandis* Stimpson (Brachyura, Majidae). **Crustacena (Suppl.)**, **5**: 37-46.
- Wicksten, M. K. 1980. Decorator crabs. **Sci. Am.**, **242**: 146-154.
- Wicksten, M. K. 1983. Camouflage in marine invertebrates. **Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.**, **21**: 177–193.
- Wicksten, M. K. 1985. Carryng behavior in the Family Homolidae (Decapoda: Brachyura). **J. Crust. Biol.**, **5**(3): 476-479.
- Wicksten, M. K. 1986. Carryng behavior in Brachyuran crabs. **J. Crust. Biol.**, **6**(3): 364-369.
- Wicksten, M. K. 1993. A review and a model of decorating behavior in spider crab (Decapoda, Brachyura, Majidae). **Crustaceana**, **64**(3): 314-325.
- Wilson, R. P. 1987. Substrate selection and decorating behavior in *Acanthonyx petiveri* related to exoskeleton color (Brachyura, Majidae). **Crustaceana**, **52**: 135-140.
- Winter, V. C. & Masunari, S. 2006. Macroepizoísmo em *Libinia ferreirae* (Crustacea, Brachyura, Majidae). **Iheringia, Ser. Zool.**, **96**(2): 135-140.

- Wirtz, P. 1997. Crustacean symbionts of the sea anemone *Telmatactis cricoides* at Madeira and the Canary Islands. **J. Zool.**, **242**:799–811
- Wirtz, P. & Diesel, R. 1983. The social structure of *Inachus phalangium*, a spider crab associated with the sea anemone *Anemonia sulcata*. **Z Tierpsychol**, **62**: 209–234.
- Woods, C. M. C. & Mclay, C. L. 1994a. Masking and ingestion preferences of the spider crab *Notomithrax ursus* (Brachyura: Majidae). **New Zealand J. Mar. Fres. Res.**, **28**: 105-111.
- Woods, C. M. C. & Mclay, C. L. 1994b. Use of camouflage materials as a food store by the spider crab *Notomithrax ursus* (Brachyura: Majidae). **New Zealand J. Mar. Freshw. Res.**, **28**: 97-104.
- Woods, C. M. C. & Page, M. J. 1999. Sponge masking and related preferences in the spider crab *Thacanophrys filholi* (Brachyura: Majidae). **Mar. Freshw. Res.**, **50**: 135-143.