

Ocupação de conchas e utilização de microambientes por caranguejos ermitões (Decapoda, Anomura) na Praia da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo

Pedro Henrique Cipresso Pereira*

Jairo Zancaner Junior

Giuliano Buzá Jacobucci

¹ Laboratório de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia
Rua Ceará s/n°, Campus Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia - MG, Brasil

*Autor para correspondência
pedrohcp2@yahoo.com.br

Submetido em 25/07/2008
Aceito para publicação em 25/02/2009

Resumo

A maioria das espécies de ermitões utiliza conchas vazias de gastrópodes como abrigos móveis. A variação na disponibilidade desse recurso em microambientes distintos pode minimizar interações competitivas em espécies simpátricas, possibilitando sua coexistência. O presente trabalho teve como objetivos caracterizar a ocupação de conchas de gastrópodes por três espécies de ermitões e avaliar a disponibilidade das conchas e a utilização de microambientes pelos ermitões e gastrópodes em uma área infralitorânea no litoral norte do Estado de São Paulo. Para tanto, foram estabelecidos transectos, nos quais foram coletados todos os ermitões, gastrópodes e conchas vazias encontrados, registrando-se o tipo de microambiente utilizado. Em uma sub-amostra, os ermitões foram identificados e classificados quanto às categorias reprodutivas. As conchas utilizadas pelos caranguejos foram identificadas e avaliadas quanto à presença de danos e incrustações. Foram registradas três espécies de ermitão (*Paguristes tortugae*, *Pagurus brevidactylus* e *Pagurus criniticornis*), ocupando 15 espécies de conchas de gastrópodes e uma de escafópode (*Dentalium* sp.), com danos físicos e incrustação das conchas significativamente diferentes entre as espécies de ermitões. Em relação à utilização de microambientes, *P. tortugae* e *P. brevidactylus* foram encontrados principalmente em algas calcárias, enquanto *P. criniticornis* ocorreu principalmente em areia. Apesar das diferenças de utilização de conchas e microambientes, a grande sobreposição no uso desses recursos, principalmente entre os pagurídeos é um indicativo de que interações competitivas são fatores reguladores importantes para essas populações.

Unitermos: Crustacea, Diogenidae, microambiente, Paguridae, sudeste do Brasil

Abstract

Shell occupation and microhabitat use by hermit crabs (Decapoda: Anomura) on Fortaleza beach, Ubatuba, São Paulo. Most species of hermit crabs use the empty shells of gastropods as mobile shelters. The variation of shell availability in different microhabitats can reduce competitive interactions between sympatric species, favoring their coexistence. This work aimed to characterize the occupation of gastropod shells by three species of hermit crabs, and assessing the availability of shells and evaluating the use of microhabitats by hermit

crabs and gastropods in an infralittoral area on the north coast of São Paulo state. For this purpose, transect lines were established and all hermit crabs, gastropods and empty shells found were collected, recording the type of microhabitat used. In a sub-sample, the hermit crabs were identified and classified into reproductive categories. The shells used by the crabs were identified and evaluated according to physical damage and incrustation. Three species of hermit crabs (*Paguristes tortugae*, *Pagurus brevidactylus* and *Pagurus criniticornis*) were recorded, using 15 species of gastropod shells and one of scaphopod (*Dentalium* sp.). Physical damage and incrustation of shells were significantly different among the hermit crab species. Considering microhabitat use, *P. tortugae* and *P. brevidactylus* were mainly found in calcareous algae, while *P. criniticornis* mainly occurred in sand substrate. Despite the differences in shell and microhabitat use, the high resource overlap, especially by the pagurids, indicates that competitive interactions are important regulatory factors for these populations.

Key words: Crustacea, Diogenidae, microhabitat, Paguridae, southeastern Brazil

Introdução

Os ermitões são decápodes de distribuição cosmopolita, ocorrendo principalmente no assoalho oceânico onde ocupam substratos lodosos, arenosos e rochosos, e estão amplamente distribuídos desde a região entre-marés até grandes profundidades (McLaughlin e Murray, 1990).

No Brasil existem 46 espécies de ermitões registradas, sendo 23 pertencentes à família Diogenidae, distribuídas em oito gêneros, 20 pertencentes à família Paguridae, distribuídas em nove gêneros e três pertencentes à família Parapaguridae, com um gênero apenas (Melo, 1999). No litoral do Estado de São Paulo, foram registradas 21 espécies de ermitões, sendo 14 da família Diogenidae e sete de Paguridae (Melo, 1999; Mantelatto et al., 2001).

A associação entre os ermitões e as conchas é bastante específica. Na maioria das espécies, a metamorfose do estágio larval ao adulto envolve alterações na simetria do indivíduo, relacionadas à ocupação de conchas (Gandolfi, 1996; Sant'Anna et al., 2006). Os ermitões conseguem carregar suas conchas devido à torção de seu abdômen, que associada à presença de urópodos modificados, possibilita ao animal prender-se à columela das conchas (Narchi, 1973).

As conchas são um recurso essencial para a sobrevivência dos ermitões, sendo sua seleção determinada pela disponibilidade no ambiente e por características estruturais, como tamanho, peso, forma da abertura, ornamentações externas e arquitetura,

que potencializam a proteção contra predação (e também dessecação, no caso de espécies que utilizam o mesolitoral) e minimizem os custos energéticos de transporte para os ermitões (Vance, 1972; Bertness e Cunningham, 1981; Osorno et al., 1998; Oba et al., 2008). Por sua vez, os fatores que influenciam os tipos e tamanhos de conchas selecionadas pelos ermitões em diferentes populações são: (1) preferência por um tipo de concha entre as diferentes espécies; (2) tamanho dos ermitões, fazendo com que a disponibilidade de conchas no ambiente para cada espécie não seja a mesma; (3) diferenças no hábitat dos ermitões, fazendo com que as conchas disponíveis para cada espécie sejam diferentes; (4) habilidade para adquirir uma concha em encontros interespecíficos e/ou intraespecíficos (trocas) (Bertness, 1980).

O ambiente onde esses animais vivem é outro fator a ser considerado quando se estuda o comportamento dos ermitões em relação à preferência por conchas. Os padrões podem mudar tanto para espécies diferentes, como para a mesma espécie vivendo em locais distintos (Arantes, 1994; Garcia e Mantelatto, 2000).

Os microambientes utilizados pelos ermitões estão primeiramente relacionados às características biológicas de cada espécie, que possibilitam a ocupação de determinadas áreas em detrimento de outras (Rittschof et al., 1995). No entanto, fatores como a resposta comportamental dos ermitões e a disponibilidade de conchas, também devem ser considerados, pois a coexistência de espécies de ermitão pode expô-los a interações competitivas, resultando assim em um uso diferencial tanto de microambientes, como de conchas

(Turra e Denadai, 2002; Mantelatto et al., 2004; Sant'Anna et al., 2006; Oba et al., 2008).

O presente trabalho teve como objetivos caracterizar a ocupação de conchas de gastrópodes por três espécies de ermitões e avaliar a disponibilidade das conchas e a utilização de microambientes pelos ermitões e gastrópodes em uma área infralitorânea no litoral norte do Estado de São Paulo.

Material e Métodos

Área de Estudo

Este trabalho foi realizado na Praia da Fortaleza (23°32'S, 45°10'W), localizada na enseada da Fortaleza, município de Ubatuba (Figura 1), no mês de março de 2007. O local é formado por uma feição rochosa estreita que avança na direção sudoeste-nordeste e apresenta uma grande variedade de substratos, representados principalmente por bancos de areia e rochas recobertas por algas calcárias, algas frondosas (*Sargassum filipendula*) e pelo zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (observação pessoal).

Procedimentos de coleta

As coletas foram realizadas em três dias consecutivos, em marés equivalentes (maré baixa), no período entre 7:00 e 13:00 horas. Na porção sul da praia da Fortaleza, foram estabelecidos 10 transectos de 50m de comprimento e um de largura, distantes entre si cerca de 5m e perpendiculares à praia. Utilizando-se mergulho de apnéia, dois mergulhadores percorreram os transectos, coletando manualmente todos os ermitões, gastrópodes e conchas vazias encontrados e registrando o tipo de microambiente onde se encontravam. A coleta nos 10 transectos totalizou um esforço de captura de 460 minutos. Para avaliar a disponibilidade de microambientes na área de estudo, foram sorteados cinco transectos, dos dez anteriormente estabelecidos, nos quais se registrou o tipo de microambiente presente a cada metro.

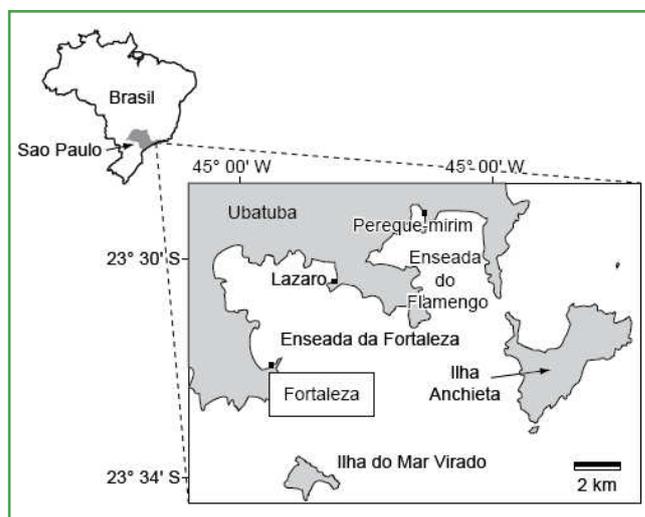


FIGURA 1: Localização da estação de coleta.

Tratamento das amostras

Após as coletas, os ermitões e gastrópodes foram colocados em aquários com circulação fechada contendo compressor para oxigenar a água, separados pelo tipo de microambiente em que foram coletados. Para cada microambiente, as conchas utilizadas pelos ermitões, os gastrópodes e as conchas vazias, foram identificados segundo Rios (1994).

Uma sub-amostra aleatória, de aproximadamente 30% do total de ermitões coletados em cada microambiente foi utilizada para identificação, avaliação de categorias reprodutivas e caracterização das conchas ocupadas. Esses indivíduos foram retirados de suas conchas manualmente, aquecendo-se o ápice das conchas, e fixados em álcool a 70%. Posteriormente, os ermitões foram morfo-especiados e discriminados quanto ao sexo e presença de ovos. Os indivíduos que apresentaram os gonóporos localizados na base do 3º par de pereiópodos foram considerados fêmeas, podendo ser fêmeas ovígeras (com presença de ovos) e fêmeas não-ovígeras. Aqueles que apresentaram os gonóporos na base do 5º par de pereiópodos foram considerados machos (Dominciano, 2001). Nos casos de difícil visualização dos gonóporos, os indivíduos foram inseridos em azul de metileno a 1%, retirando-se posteriormente o excesso, com álcool a 70% (F. Mantelatto, comunicação pessoal).

As conchas utilizadas pelos ermitões foram avaliadas quanto a sua condição, observando-se a presença de danos físicos e incrustações sobre as mesmas, segundo McClintock (1985). Os ermitões não avaliados (70% restantes), gastrópodes e conchas vazias foram devolvidos ao ambiente após as análises.

Análise dos dados

Para comparar a frequência de utilização das conchas de gastrópodes pelas espécies de ermitões e para cada uma das espécies, pelas categorias reprodutivas (machos, fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras) foi utilizado o teste G. Esse teste também foi utilizado para comprar a ocorrência dos ermitões e gastrópodes nos microambientes.

Resultados

Ocupação de Conchas

Na sub-amostra utilizada para avaliação da ocupação de conchas pelos ermitões foram registrados 213 caranguejos ermitões, pertencentes a três espécies, sendo 48 *Paguristes tortugae* (Schmitt, 1933), 53 *Pagurus brevidactylus* (Stimpson, 1858) e 112 *Pagurus criniticornis* (Dana, 1852).

Houve diferença significativa na proporção de machos (44,6%), fêmeas não ovígeras (19,7%) e fêmeas ovígeras (35,6%) entre as espécies ($G = 35,0312$; $gl = 30$; $p < 0,01$) (Figura 2). Para a espécie *Pagurus brevidactylus* foi registrada somente uma fêmea não ovígera.

Os ermitões ocuparam 15 espécies de conchas de gastrópodes e uma de escafópode (*Dentalium* sp.). Foram verificadas diferenças significativas quanto à ocupação das espécies de conchas pelas três espécies de ermitões ($G = 187,2975$; $gl = 30$; $p < 0,01$). *Paguristes tortugae* apresentou maior utilização da concha de *Stramonita haemastoma*, já *Pagurus brevidactylus* e *Pagurus criniticornis*, maior utilização de *Cerithium atratum* (Tabela 1).

Em relação ao total de conchas ocupadas por *Paguristes tortugae*, os machos ocuparam, em maior

porcentagem, conchas de *S. haemastoma* (70%) e *Pisania pusio* (18%); as fêmeas não ovígeras apenas *S. haemastoma*; e as fêmeas ovígeras ocuparam em maior porcentagem conchas de *S. haemastoma* (88%) e *Trachipolia nodulosa* (8%), respectivamente. Em *Pagurus brevidactylus*, os machos ocuparam, em maior porcentagem conchas de *C. atratum* (49%), *S. haemastoma* (15%) e *Tegula viridula* (15%); as fêmeas não ovígeras apenas *Olivella minuta*; e as fêmeas ovígeras ocuparam em maior porcentagem conchas de *C. atratum* (37%) e *O. minuta* (26%), respectivamente. Já em *Pagurus criniticornis*, os machos ocuparam, em maior porcentagem conchas de *C. atratum* (54%) e *O. minuta* (18%); as fêmeas não ovígeras, *C. atratum* (50%) e *O. minuta* (22%); e as fêmeas ovígeras ocuparam em maior porcentagem conchas de *C. atratum* (36%) e *O. minuta* (36%).

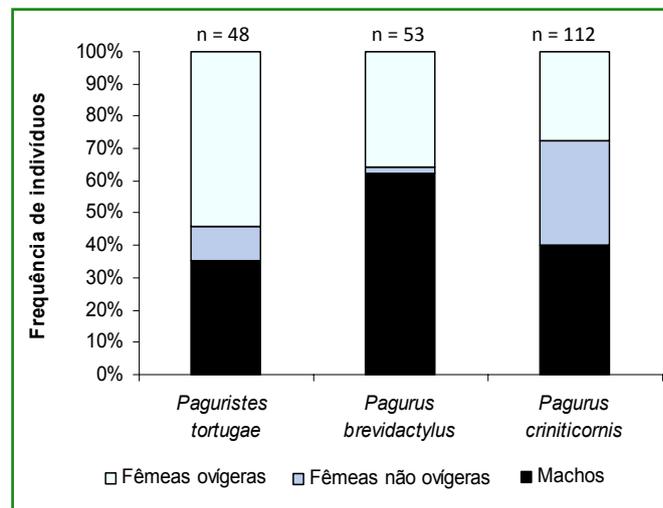


FIGURA 2: Frequência de classes reprodutivas para as espécies de ermitões, *Paguristes tortugae*, *Pagurus brevidactylus* e *Pagurus criniticornis*, na Praia da Fortaleza, Ubatuba-SP.

No entanto, não foi verificada diferença significativa na proporção de utilização de conchas por machos, fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras de *Paguristes tortugae* ($G = 6,3274$; $gl = 30$; $p > 0,05$), *Pagurus brevidactylus* ($G = 37,2476$; $gl = 30$; $p > 0,05$) e *Pagurus criniticornis* ($G = 25,7238$; $gl = 30$; $p > 0,05$).

TABELA 1: Composição de espécies e abundância de conchas ocupadas pelas três espécies de ermitões.

Família	Espécies	<i>Paguristes tortugae</i>	<i>Pagurus brevidactylus</i>	<i>Pagurus criniticornis</i>
Astraeinae	<i>Astraea tecta olfersi</i> (Philippi, 1846)	-	-	1
Buccinidae	<i>Pisania pusio</i> (Linnaeus, 1758)	4	2	-
Bullidae	<i>Bulla striata</i> (Bruguère, 1792)	-	1	1
Cerithiidae	<i>Cerithium atratum</i> (Born, 1792)	1	23	53
Columbellidae	<i>Anachis lyrata</i> (Sowerby, 1832)	-	1	1
	<i>Anachis sertulariarum</i> (Orbigny, 1841)	-	1	9
Janthinidae	<i>Janthina globosa</i> (Swainson, 1822)	-	-	1
Littorinidae	<i>Littoraria flava</i> (King & Broderip, 1832)	-	1	1
Modulidae	<i>Modulus modulus</i> (Linnaeus, 1758)	-	1	1
Muricoidae	<i>Trachipollia nodulosa</i> (C. B. Adams, 1845)	3	4	27
Olividae	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)	-	6	-
Terebridae	<i>Hastula cinerea</i> (Born, 1778)	-	-	2
Thaidae	<i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)	40	5	3
Trochidae	<i>Tegula viridula</i> (Gmelin, 1791)	-	5	5
Tricoliidae	<i>Tricolia affinis</i> (C. B. Adams, 1845)	-	2	7
Dentaliidae	<i>Dentalium</i> sp.	-	1	-
TOTAL		48	53	112

Os danos físicos das conchas ocupadas pelas três espécies de ermitões se mostraram significativamente diferentes ($G = 78,7005$; $gl = 8$; $p < 0,01$). *Paguristes tortugae* e *Pagurus brevidactylus* ocuparam predominantemente conchas intactas, enquanto *Pagurus criniticornis* utilizou principalmente conchas com danos

na abertura (Figura 3A). Entre as classes reprodutivas, os danos físicos não apresentaram diferença significativa para *Paguristes tortugae* ($G = 8,5988$; $gl = 8$; $p > 0,05$) (Figura 3B), *Pagurus brevidactylus* ($G = 0,9391$; $gl = 8$; $p > 0,05$) (Figura 3C) e *Pagurus criniticornis* ($G = 10,4671$; $gl = 8$; $p > 0,05$) (Figura 3D).

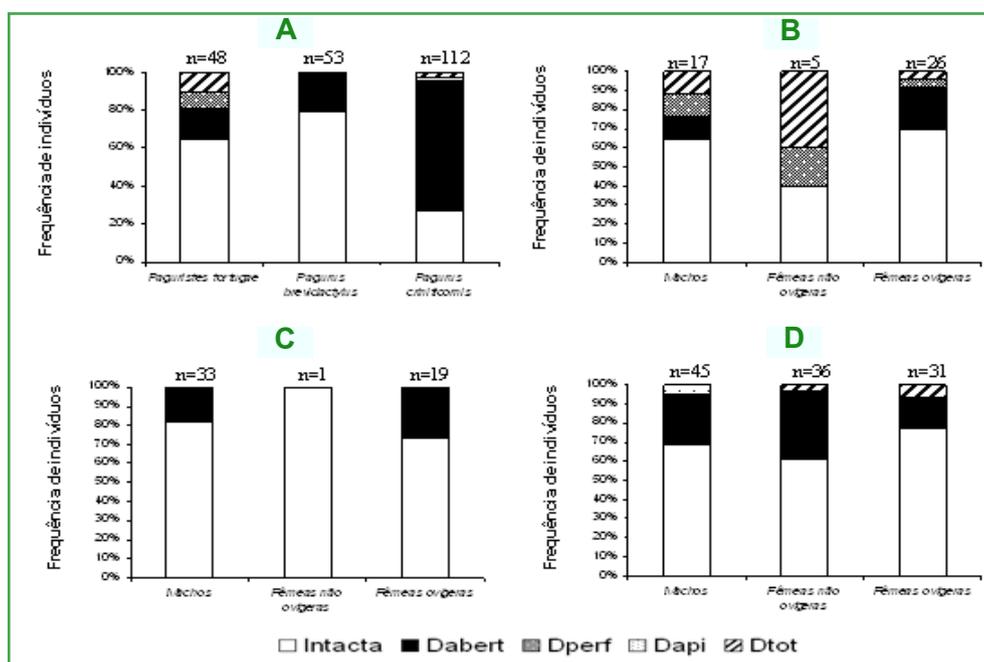


FIGURA 3: Tipos de danos físicos (Intacta: sem danos; Dabert: abertura quebrada; Dperf: presenças de perfurações; Dapi: ápice quebrado; Dtot: fragmento de concha) das conchas utilizadas pelos ermitões na sub-amostra total (A) e em classes reprodutivas para *Paguristes tortugae* (B), *Pagurus brevidactylus* (C) e *Pagurus criniticornis* (D).

A incrustação das conchas ocupadas pelas três espécies de ermitões se mostrou significativamente diferente ($G = 80,6675$; $gl = 4$; $p < 0,01$). *Paguristes tortugae* ocupou predominantemente conchas incrustadas (71%), enquanto *Pagurus criniticornis* ocupou, em sua maioria, conchas sem incrustação (71%) (Figura 4A). Entre as classes reprodutivas, as incrustações não apresentaram diferença significativa para *Paguristes tortugae* ($G = 2,3793$; $gl = 4$; $p > 0,05$) (Figura 4B), *Pagurus brevidactylus* ($G = 6,5891$; $gl = 4$; $p > 0,05$) (Figura 4C) e *Pagurus criniticornis* ($G = 6,8051$; $gl = 4$; $p > 0,05$) (Figura 4D).

(16%), areia e rochas (ambos com 10%), e *Sargassum filipendula* (8%).

Do total de 819 indivíduos coletados, foram registrados 193 gastrópodes vivos, pertencentes a nove espécies, 613 ermitões utilizando 15 espécies de gastrópodes e uma espécie de escafópode, e 13 conchas vazias, pertencentes a quatro espécies de gastrópodes (Tabela 2). Durante a coleta de dados, não foi analisada a ocorrência de ermitões e gastrópodes em *Sargassum filipendula*, devido à dificuldade de visualização dos organismos sob as frondes.

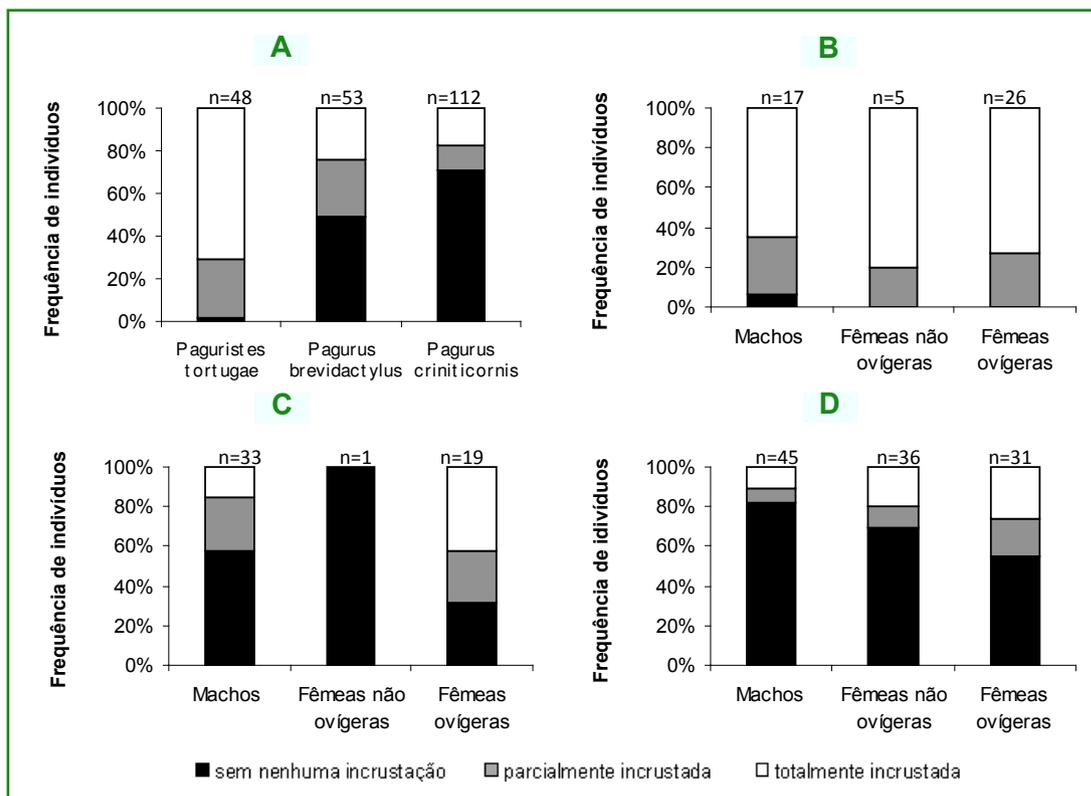


FIGURA 4: Condição de incrustação das conchas utilizadas pelos ermitões na sub-amostra total (A) e em classes reprodutivas para *Paguristes tortugae* (B), *Pagurus brevidactylus* (C) e *Pagurus criniticornis* (D).

Disponibilidade de conchas e utilização de microambientes

A área de estudo apresentou quatro tipos de microambientes em que foram registrados ermitões e gastrópodes, com ocorrência predominante de algas calcárias (56%), seguido por *Palythoa caribaeorum*

As conchas vazias foram encontradas em todos os microambientes, com exceção dos zoantídeos. Os gastrópodes utilizaram os microambientes de modo significativamente diferente ($G = 52,1337$; $gl = 24$; $p < 0,01$). Tanto a abundância, quanto o número de espécies (9) foi maior no microambiente de alga calcária. Os ermitões também foram encontrados principalmente em algas calcárias (Tabela 2).

TABELA 2: Composição e abundância das espécies de moluscos vivos (mv), de conchas vazias (cv) e de conchas utilizadas por ermitões (ce), por tipo de microambiente.

Espécies de moluscos	Microambiente											
	Alga calcárea			Areia			Zoantídeo			Rocha		
	mv	cv	ce	mv	cv	ce	mv	cv	ce	mv	cv	ce
<i>Astraea tecta olfersi</i>	2	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pisania pusio</i>	5	-	7	-	-	-	1	-	-	8	-	-
<i>Bulla striata</i>	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerithium atratum</i>	60	6	231	1	-	47	-	-	-	1	-	-
<i>Anachis lyrata</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anachis sertulariarum</i>	3	-	31	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Janthina globosa</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Littoraria flava</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Modulus modulus</i>	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachipollia nodulosa</i>	27	-	10	-	-	-	-	-	-	11	-	-
<i>Olivella minuta</i>	-	1	152	-	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>Hastula cinerea</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stramonita haemastoma</i>	47	-	54	-	2	1	2	-	-	19	1	11
<i>Tegula viridula</i>	2	-	14	-	2	4	-	-	-	1	1	-
<i>Tricolia affinis</i>	-	-	18	-	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Dentalium sp.</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	148	7	532	2	4	69	3	0	0	40	2	11

No entanto, fazendo-se a avaliação de ocupação dos microambientes para cada espécie de ermitão, na sub-amostra, verificou-se utilização significativamente diferente ($G = 101,0612$; $gl = 4$; $p < 0,01$). *Paguristes tortugae* utilizou principalmente algas calcárias e rochas, mas não foi registrado em areia, *Pagurus*

brevidactylus também apresentou uma preferência por algas calcárias, porém ocorreu em rocha e areia, enquanto *Pagurus criniticornis* ocorreu principalmente em areia, aparecendo também em algas calcárias, mas não houve registro em rocha (Figura 5).

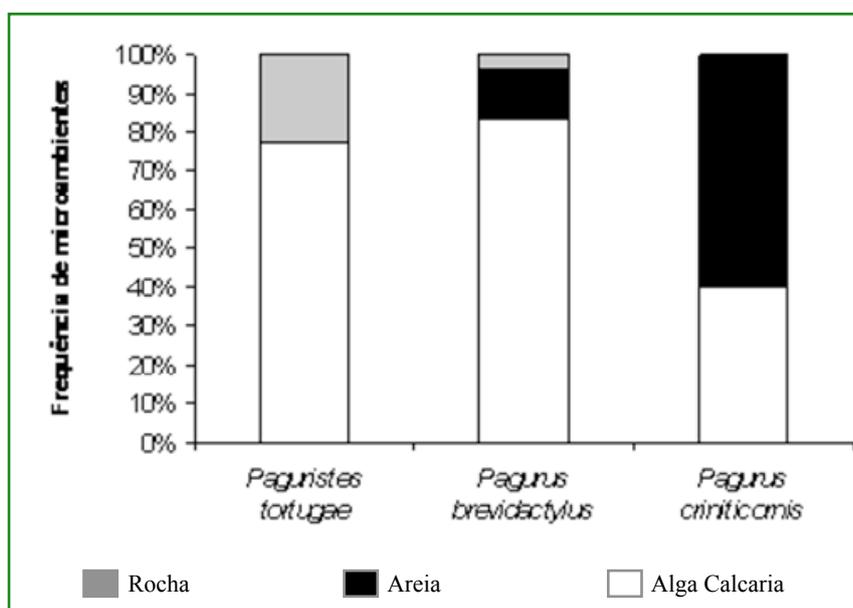


FIGURA 5: Uso de microambientes pelas espécies de ermitão na Praia da Fortaleza, Ubatuba-SP.

Discussão

Vários estudos com ermitões têm mostrado que cada espécie utiliza conchas de gastrópodes em diferentes frequências (e.g. Mantelatto e Garcia., 2000; Batista-Leite et al., 2005; Sant’Ana et al., 2006; Sallam et al., 2008). Essa utilização é função da preferência característica de cada espécie de ermitão, mas é mediada pela disponibilidade potencial no ambiente e pela acessibilidade (ou disponibilidade efetiva) dessas conchas (Reese, 1962). Este último fator está diretamente relacionado a particularidades bióticas e abióticas do local ocupado por uma determinada população de ermitões. Por exemplo, uma determinada concha preferida está potencialmente disponível ao ermitão no ambiente se o gastrópode vivo ocorrer neste local. No entanto, se após a morte deste gastrópode a concha for carregada para outras áreas ou enterrada por processos físicos, como correntes e sedimentação, ou for utilizada anteriormente por outro caranguejo ermitão, a concha deixa de ser um recurso acessível.

Em função dessas pressões seletivas, geralmente os ermitões ocupam uma grande variedade de conchas de gastrópodes (Mantelatto e Garcia, 2000; Mantelatto e Meireles, 2004; Sant’Ana et al., 2006; Sallam et al., 2008). O número de espécies de gastrópodes utilizadas pelos ermitões deste estudo variou entre quatro (*Paguristes tortugae*) e treze (*Pagurus brevidactylus* e *Pagurus criniticornis*) e, com exceção de *Olivella minuta*, as espécies utilizaram principalmente as conchas com maior disponibilidade potencial (*Cerithium atratum*, *Stramonita haemastoma* e *Trachipollia nodulosa*).

Diferenças na composição e no número de espécies de gastrópodes utilizadas pelos ermitões podem ocorrer entre regiões geográficas distintas, entre áreas distintas de uma mesma região ou mesmo em uma mesma área, em função das espécies de ermitões presentes e de variações das características ambientais e interações biológicas (competição e predação), em distintas escalas espaciais. Como exemplo, de diferenças em uma mesma área, pode-se citar o estudo Mantelatto e Meireles (2004), que registraram 19 espécies de gastrópodes utilizados por *Paguristes brevidactylus*, em uma área bastante próxima da praia da Fortaleza, o Parque Estadual da Ilha Anchieta, também localizado no município de Ubatuba. O maior

número de espécies em relação ao presente estudo, pode estar relacionado ao grande número de espécies de gastrópodes presentes na ilha (32) e à competição por conchas entre as nove espécies de ermitões encontradas (Mantelatto e Garcia, 2002).

As diferenças na utilização de conchas de gastrópodes pelas espécies de ermitões são mais evidentes ao se comparar *Paguristes tortugae* às espécies de *Pagurus*. Por ser uma espécie de maior porte, *Paguristes tortugae* ocupa espécies de gastrópodes de maiores dimensões, particularmente *Stramonita haemastoma*. Por outro lado, é possível notar grande sobreposição nas conchas utilizadas pelos pagurídeos. O fato de serem taxonomicamente próximos e terem dimensões muito semelhantes favorece a sobreposição de nicho, e mais especificamente em relação ao recurso concha, a seleção de espécies de gastrópodes em comum, o que pode resultar em interações competitivas mais intensas entre *Pagurus brevidactylus* e *Pagurus criniticornis*.

Por outro lado, as semelhanças na proporção de utilização de conchas de gastrópodes por machos, fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras em cada uma das espécies, já relatadas em diferentes localidades (Fotheringham, 1976; Rieger, 1997; Sallam et al., 2008), sugerem que a competição intraespecífica entre as categorias reprodutivas possa ter um papel regulador importante nessas populações (Abrams, 1978).

A abundância de gastrópodes e conchas vazias registrada pode ser considerada um indicativo do estoque de conchas potencialmente disponíveis aos ermitões, se mostrou relativamente baixa em relação ao número de conchas ocupadas por ermitões, se considerarmos outros trabalhos realizados na região. Enquanto Mantelatto e Meireles (2004) encontraram cerca de 6% de conchas vazias em relação ao total de conchas encontradas (vazias, gastrópodes vivos e ermitões) em estudo realizado na Ilha Anchieta, neste trabalho a quantidade de conchas não ocupadas (vazias) foi de apenas 1,6%. Esse fato pode estar relacionado há vários fatores, como baixa mortalidade de gastrópodes, taxa de “turn over” elevada de conchas entre gastrópodes e ermitões, utilização de conchas vazias por outras espécies ou populações de ermitões de áreas mais profundas, dentre outras possibilidades (Vance, 1972).

No entanto, nem sempre são utilizadas apenas conchas de gastrópodes encontrados nos mesmos locais de ocorrência dos ermitões. Os ermitões podem buscar conchas em outras áreas ou estas serem trazidas pela ação de ondas (Mantelatto e Garcia, 2000). A utilização pelos ermitões de conchas pertencentes a gastrópodes não coletados no local, é uma evidencia desse processo.

Os danos em conchas de gastrópodes ocorrem de diversas maneiras, podendo ser por agentes físicos que promovem abrasão mecânica (ondas e marés), agentes químicos e também por interações biológicas (Bulinski, 2007). Os principais predadores, tanto de gastrópodes como de ermitões, são os braquiúros da família Xanthidae e da família Portunidae. Uma das espécies de caranguejos comumente encontrada em costões rochosos de áreas rasas do litoral de São Paulo e que freqüentemente preda ermitões e gastrópodes é o Xanthidae *Menippe nodifrons* (Souza, 2003). Esta espécie, que também é encontrada na área de estudo (observação pessoal), pode responder por boa parte das conchas danificadas utilizadas pelas populações de ermitões avaliadas, já que várias conchas apresentaram danos importantes na abertura ou estavam totalmente fragmentadas, indícios típicos de predação por caranguejos (Turra et al., 2005).

Organismos sésseis e incrustantes podem colonizar conchas de ermitões (Conover, 1979; Bell, 2005), alterar as características da concha e conseqüentemente sua escolha pelos ermitões (Brooks e Mariscal, 1985). Alguns organismos como fungos e esponjas, podem reduzir as capacidades defensivas das conchas, diminuindo sua resistência através de bioerosão (Zuschin et al., 2003), enquanto organismos sésseis como hidróides e anêmonas podem aumentar a proteção dos ermitões contra predadores (Ross, 1971; McLean, 1983). As incrustações podem ainda ser vantajosas quando camuflam os ermitões no ambiente onde vivem (Gherardi, 1991). No presente estudo, *Paguristes tortugae* apresentou maior utilização de conchas totalmente incrustadas por briozoários (observação pessoal), cuja coloração potencializa a camuflagem no microambiente preferencial da espécie, as algas calcáreas, e possivelmente reduz o risco de predação nesse substrato (Conover, 1979; Oba et al., 2008).

A coloração da própria concha também pode ser um fator de seleção importante para os ermitões, pois

os mesmos preferem conchas que se confundem com o substrato, àquelas que contrastam com ele (Hazlett, 1981). Deste modo, além da maior disponibilidade no ambiente, conchas de *Cerithium atratum* podem ser selecionadas por *Pagurus criniticornis* e *Pagurus brevidactylus* por apresentarem coloração semelhante aos substratos de algas calcáreas e areia, que são os microambientes mais utilizados por essas espécies de ermitão.

Acredita-se que a utilização diferencial de habitats e de conchas torna possível a coexistência de espécies simpátricas de ermitões (Vance, 1972). Os resultados de ocupação de conchas e de microambientes indicam a partilha desses recursos entre as espécies de ermitão. Essa situação é bastante evidente para *Pagurus brevidactylus* e *Pagurus criniticornis*, que apresentam grande semelhança quanto à composição de espécies de gastrópodes utilizadas e diferenças evidentes de utilização de microambientes. Além disso, dados de literatura (Ruhland e Saalfeld, 1987; Lopes e Schaeffer-Novelli, 1992), indicam que a espécie de gastrópode mais utilizada pelos pagurídeos no presente trabalho (*Cerithium atratum*) tem hábito herbívoro e é encontrada em substratos rochosos. A ocorrência de *C. atratum* predominantemente em microambiente de algas calcáreas na praia da Fortaleza corrobora esses dados.

Nessas circunstâncias seria esperada maior intensidade de interações competitivas por conchas nos microambientes em que ambas as espécies de *Pagurus* ocorrem, ou seja, em algas calcáreas e areia. Considerando-se que as conchas utilizadas por *Pagurus criniticornis* apresentaram-se mais danificadas que aquelas utilizadas por *Pagurus brevidactylus*, possivelmente esta última espécie teria alguma vantagem competitiva na disputa por conchas em relação à primeira. Essa desvantagem competitiva de *Pagurus criniticornis* na disputa direta por conchas já foi inferida em estudo realizado por Turra e Denadai (2004) em uma área do município de São Sebastião, ao sul de Ubatuba, onde a espécie ocorria em simpatria com um Diogenidae de dimensões semelhantes, *Clibanarius antillensis*. Embora *Pagurus criniticornis* tenha se apresentado como melhor competidor por exploração, respondendo mais rapidamente que *Clibanarius antillensis* a pistas

químicas de eventos de predação simulada, esta espécie é capaz de obter conchas de melhor qualidade (menos danificadas), em função de sua dominância em disputas com *Pagurus criniticornis*.

Apesar dessa sobreposição de nicho em relação ao recurso concha, os pagurídeos utilizam majoritariamente microambientes distintos. O padrão de distribuição observado é confirmado por outros estudos. Enquanto *Pagurus brevidactylus* utilizou principalmente substratos consolidados (algas calcáreas e rochas), já que é uma espécie típica de costão (Dominciano, 2001), já registrada em habitats com abundância de algas em outras localidades (Iossi et al., 2005), *Pagurus criniticornis*, que é referido como espécie freqüente em substrato não consolidado (Turra e Denadai, 2004), foi registrado mais comumente em areia.

Os resultados obtidos fornecem dados pontuais, mas relevantes acerca da utilização de conchas e microambientes por espécies de ermitões representativas no litoral norte do estado de São Paulo, ressaltando a importância da avaliação da disponibilidade de recursos para interpretação dos padrões de ocupação de conchas e distribuição dos ermitões. Nesse sentido, sugerimos não apenas a ampliação de estudos dessa natureza para outras regiões e espécies, como também o enfoque em abordagens experimentais, que permitam estabelecer os agentes causais da partilha de recursos entre espécies de ermitões.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos Biólogos Mauro Tavares e Henrique Grande pelo auxílio nas coletas.

Referências

- Abrams, P. 1978. Shell selection and utilization in a terrestrial hermit crab, *Coenobita compressus*. **Oecologia**, **34**: 243-253.
- Arantes, I. C. 1994. **Utilização e seleção de conchas por ermitões da zona entremarés da região do Araçá, São Sebastião (SP)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 78pp.
- Batista-Leite, L. M. A.; Coelho, P. A.; Calado, T. C. S. 2005. Estrutura populacional e utilização de conchas pelo caranguejo ermitão *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) (Crustacea, Decapoda, Iogenidae). **Tropical Oceanography**, **33** (2): 99-116.
- Bell J. J. 2005. Influence of occupant microhabitat on the composition of encrusting communities on gastropod shells. **Marine Biology**, **147**: 653-661.
- Bertness, M. D. 1980. Shell preference and utilization patterns in littoral hermit crabs of bay of Panama. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **48**: 1-16.
- Bertness, M. D.; Cunningham, C. 1981. Crab shell-crushing predation and gastropod architectural defense. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **50**: 213-230.
- Brooks, W. R.; Mariscal, R. N. 1985. Asexual reproduction by the symbiotic sea anemone *Calliactis tricolor* (Lesueur). **Bulletin of Marine Science**, **36** (3): 432-435.
- Bulinski, K. V. 2007. Shell-selection behavior of the hermit crab *Pagurus granosimanus* in relation to isolation, competition, and predation. **Journal of Shellfish Research**, **26** (1): 233-239.
- Conover, M. R. 1979. Effect of gastropod shell characteristics and hermit crabs on shell epifauna. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **40**: 81-94.
- Dominciano, L. C. C. 2001. **Padrão de ocupação e seleção de conchas pelo ermitão *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Crustacea, Anomura) na Ilha Anchieta, Ubatuba, São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil, 108pp.
- Fotheringham, N. 1976. Population consequences of shell utilization by hermit crabs. **Ecology**, **57** (3): 570-578.
- Gandolfi, S. M. 1996. **Padrão de utilização de conchas e aspectos da reprodução de *Paguristes tortugae* e *Pagurus brevidactylus* (Decapoda, Anomura) em costões do Canal de São Sebastião, SP**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 69pp.
- Garcia, R. B.; Mantelatto, F. L. M. 2000. Variability of shell occupation by intertidal and infralittoral *Calcinus tibicen* (Anomura, Diogenidae) populations. **Nauplius**, **8** (1): 99-105.
- Gherardi, F. 1991. Relative growth, population structure and shell utilization of the hermit crab *Clibanarius erythropus* in the Mediterranean. **Oebalia**, **17**: 181-196.
- Hazlett, B. A. 1981. The behavioral ecology of hermit crab. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **12**: 1-22.
- Iossi, C. L.; Biagi, R.; Mantelatto, F. L. 2005. Egg production and shell relationship of the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Anomura: Paguridae) from southern Brazil. **Animal Biology**, **55**: 111-121.
- Lopes, S. G. B. C.; Schaeffer-Novelli, Y. 1992. Bivalves e gastrópodes do Saco do Ribeira, Ubatuba, SP. I. Levantamento e distribuição das espécies e características ambientais. **Boletim de Zoologia**, **13**: 9-49.
- Mantelatto, F. L. M.; Garcia, R. B. 2000. Shell utilization pattern of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Diogenidae) from Southern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, **20** (3): 460-467.
- Mantelatto, F. L. M.; Garcia, R. B. 2002. Hermit crab fauna from the infralittoral of Anchieta Island (Ubatuba, Brazil). p 137-144 In E.E. Briones and F. Alvarez, eds. **Modern approaches to the study of Crustacea research**. Kluwer Academic, Plenum Publishers, Hingham.
- Mantelatto, F. L. M.; Garcia, R. B.; Martinelli, J. M.; Hebling, N. J. 2001. On a record of *Dardanus venosus* (H. Milne Edwards)

- (Crustacea, Anomura) from the São Paulo State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **18** (1): 71-73.
- Mantelatto, F. L.; Martinelli, J. M.; Fransozo, A. 2004. Temporal-spatial distribution of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura, Diogenidae) from Ubatuba Bay, São Paulo State, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, **52** (1): 47-55.
- Mantelatto, F. L.; Meireles, A. L. 2004. The importance of shell occupation and shell availability in the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Stimpson, 1859) (Paguridae) population from the Southern Atlantic. **Bulletin of Marine Science**, **75** (1): 27-35.
- McClintock, T. S. 1985. Effects of shell condition and size upon the shell choice behaviour of a hermit crab. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **88**: 271-285.
- McLaughlin, P. A.; Murray, T. 1990. *Clibanarius fonticola*, new species (Anomura Paguroidea Diogenidae), from a freshwater pool on Espirito Santo, Vanuatu. **Journal of Crustacean Biology**, **10** (4): 695-702.
- McLean, R. 1983. Gastropod shells: A dynamic resource that helps shape benthic community structure. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **69**: 151-174.
- Melo, G. A. S. 1999. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea**. Plêiade, São Paulo, Brasil, 551pp.
- Narchi, W. 1973. **Crustáceos**. Polígono, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 116pp.
- Oba, T.; Wada, S.; Goshima, S. 2008. Shell partitioning of two sympatric hermit crabs, *Pagurus middendorffi* and *P. brachiomastus*, in north-eastern Hokkaido, Japan. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, **88** (1): 103-109.
- Osorno, J. L.; Fernandez-Casillas, L.; Rodriguez-Juarez, C. 1998. Are hermit crabs looking for light and large shells? Evidence from natural and field induced shell exchanges. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **222**: 163-173.
- Reese, E. S. 1962. Shell selection behaviour of hermit crabs. **Animal Behavior**, **10**: 347-360.
- Rieger, P. J. 1997. Os ermitões (Crustacea; Decapoda: Parapaguridae, Diogenidae e Paguridae) do litoral do Brasil. **Nauplius**, **5** (2): 99-124.
- Rios, E. C. 1994. Seashells of Brazil. Rio Grande do Sul. 2nd ed. Universidade de Rio Grande, Rio Grande, Brasil, 368 pp.
- Rittschof, D.; Sarrica, J.; Rubenstein, D. 1995. Shell dynamics and microhabitat selection by striped legged hermit crabs, *Clibanarius vittatus* (Bosc). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **192**: 157-172.
- Ross, D. M. 1971. Protection of hermit crabs (*Dardanus* spp.) from octopus by commensal sea anemones (*Calliactis* spp.). **Nature**, **230**: 401-402.
- Ruhland, J.; Saalfeld, K. 1987. Ocorrência e distribuição de algumas espécies de moluscos marinhos da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil (Gastropoda, Bivalvia). **Iheringia**, **66**: 83-94.
- Sallam, W. S.; Mantelatto, F. L.; Hanafy, M. H. 2008. Shell utilization by the land hermit crab *Coenobita scaevola* (Anomura, Coenobitidae) from Wadi El-Gemal, Red Sea. **Belgian Journal of Zoology**, **138** (1): 13-19.
- Sant'Anna, B. S.; Zangrande, C. M.; Reigada, A. L. D.; Pinheiro, M. A. A. 2006. Shell utilization pattern of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Crustacea, Anomura) in an estuary at São Vicente, State of São Paulo, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, **96**: 261-266.
- Souza, E. C. F. 2003. **Atração de *Pagurus criniticornis* Dana, 1852 (Decapoda, Anomura, Paguridae) para eventos de predação simulada**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 70pp.
- Turra, A.; Denadai, M. R. 2002. Substrate use and selection in sympatric intertidal hermit crab species. **Brazilian Journal of Biology**, **62**: 107-112.
- Turra, A.; Denadai, M. R. 2004. Interference and exploitation components in interespecific competition between sympatric intertidal hermit crabs. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **310** (2): 183-193.
- Turra, A.; Denadai, M. R.; Leite, F. P. P. 2005. Predation on gastropods by shell-breaking crabs: effects on shell availability to hermit crabs. **Marine Ecology Progress Series**, **286**: 279-291.
- Vance, R. R. 1972. Competition and mechanism of coexistence in three sympatric species of intertidal hermit crabs. **Ecology**, **53** (6): 1062-1074.
- Zuschin, M.; Stachowitsch, M.; Stanton Jr, R. J. 2003. Patterns and processes of shell fragmentation in modern and ancient marine environments. **Earth-Science Reviews**, **63**: 33-82.