

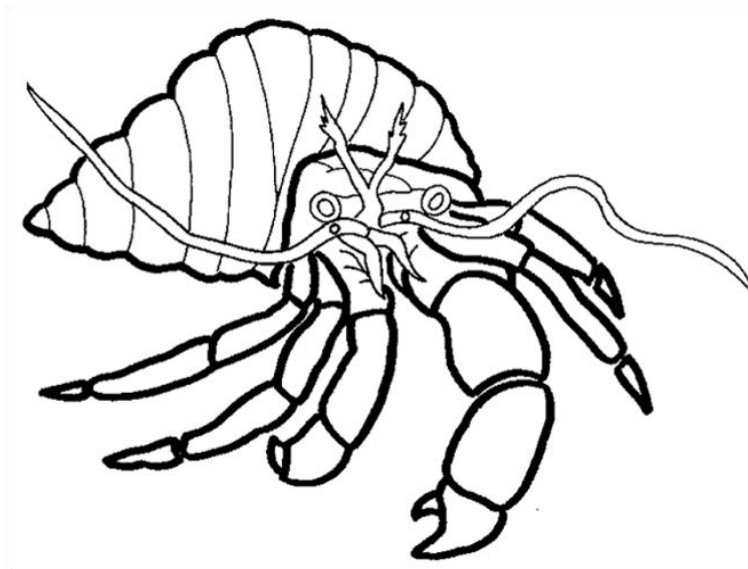
**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Câmpus de Botucatu  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
Pós-Graduação em Ciências Biológicas – AC: Zoologia**

**MESTRADO**

**ECOLOGIA E BIOLOGIA POPULACIONAL DOS ERMITÕES (DECAPODA,  
ANOMURA) DO LITORAL NORTE DE SANTA CATARINA**

**Gilson Stanski**

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho**



**BOTUCATU – SP  
2015**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Câmpus de Botucatu  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
Pós-Graduação em Ciências Biológicas – AC: Zoologia

MESTRADO

ECOLOGIA E BIOLOGIA POPULACIONAL DOS ERMITÕES (DECAPODA,  
ANOMURA) DO LITORAL NORTE DE SANTA CATARINA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas – Área de concentração: Zoologia.

Gilson Stanski

Orientador: Prof. Dr. Antonio Leão Castilho

BOTUCATU – SP  
2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Stanski, Gilson.

Ecologia e biologia populacional dos ermitões  
(Decapoda, Anomura) do litoral norte de Santa Catarina /  
Gilson Stanski. - Botucatu, 2015

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de  
Botucatu

Orientador: Antonio Leão Castilho

Capes: 20400004

1. Decapode (Crustáceo). 2. Biodiversidade marinha. 3.  
Distribuição espacial da população. 4. Habitat (Ecologia).  
5. Camarão - Pesca.

Palavras-chave: Baía da Babitonga; Crustáceos; Diogenidae;  
Diversidade; Ermitão.

*Nunca considerem seus estudos como um dever, mas como a invejável oportunidade de aprenderem, para alegria pessoal e para o benefício da comunidade a quem pertencerá o trabalho posterior de vocês!*

*Albert Einstein*

*Dedico a presente dissertação aos meus irmãos e em especial a meu pai Antonio e minha mãe Nair (in memória), sem os quais seria impossível concretizar esse sonho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus.

Ao professor Dr. Antonio Leão Castilho, ao qual admiro e tenho um imenso respeito, agradeço pela paciência que teve nos momentos mais difíceis desse trabalho, pelo incentivo e fundamentalmente por acreditar em minha capacidade. Agradeço pela confiança depositada em mim durante todo o período de orientação, desde a fase de iniciação científica iniciada em 2009 até a finalização desta importante etapa, o Mestrado. Pela amizade durante os anos em que trabalhamos juntos, pelos conselhos (científicos e não-científicos) e momentos de descontração. Muito obrigado!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agência de fomento pela qual fui bolsista durante o período de mestrado. Ao Programa Primeiro Projetos (2010-2011) e FUNDUNESP (nº. 1214/2010- DFP), pelo financiamento das coletas, das quais foram obtidos os dados analisados na presente dissertação.

Aos professores: Dr. Adilson Fransozo e Dra. Maria Lúcia Negreiros Fransozo, por todo o apoio, conselhos e conhecimento compartilhado como também pelo acesso livre concedido da infraestrutura do NEBECC, laboratórios, livros e artigos científicos.

Ao professor Dr. Fernando Luís Medina Mantelatto, docente da Universidade de São Paulo (USP), responsável pelo Laboratório de Bioecologia e Sistemática de Crustáceos - LBSC, o qual me disponibilizou dezenas de trabalhos de sua autoria, trabalhos estes que me forneceram a base científica para a elaboração da presente Dissertação, e também quero agradecer-lo pela sua disponibilidade em nos ajudar a transformar o presente trabalho, em artigos científicos de qualidade para posterior publicação.

Quero agradecer ao Epagri/Ciram/Inmet (Centro de informações de recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina), instituição que forneceu o volume mensal pluviométrico da região de Itapoá (SC).

Aos técnicos e funcionários da secretaria do departamento de Zoologia da UNESP-Botucatu: Flávio, Carol, Sílvio e Juliana, por toda a dedicação e prontidão quando precisei.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação do Instituto de Biociências de Botucatu: Davi, André, Luciana, Herivaldo, Tatiana e Cláudia pela ajuda e por sempre me atenderem prontamente quando foi necessário.

## *Agradecimentos*

Ao Pedro João da Silva, pescador que conduziu a embarcação utilizada durante a realização das amostragens, por nos conduzir com segurança e dedicação, pelo conhecimento compartilhado e momentos de descontração.

A todas as pessoas que auxiliaram, em algum momento durante as coletas de campo: Raphael, Gabriel, Milena, Poliana, Geslaine, Tony, Filipe, Ana e Joyce.

Aos amigos, e parceiros de trabalho do Labtony: Raphael, Milena, Ana, Joyce, Alexandre, João, Geslaine e Laura. Como também aos integrantes do Laboratório de Biologia de Camarões Marinhos (LABCAM), UNESP-Bauru: Prof. Dr. Rogério Caetano da Costa, Dra. Sabrina, Gabriel, Thiago, João, Daphine, Abner, Ana, Filipe, Régis, e Sarah, pelo conhecimento compartilhado, favores, auxílio em coletas e análises laboratoriais e momentos de descontração. Muito obrigado também ao pessoal do LABCAM pela força com as análises do sedimento.

Gostaria de agradecer ao Israel, por toda a ajuda prestada. Por ter compartilhado seus conhecimentos a respeito de biologia dos Anomura, principalmente na identificação das espécies.

Também gostaria de agradecer ao amigo Gabriel Bochini, pelo imenso auxílio durante as amostragens dos dados utilizados na presente dissertação e pela sua grande contribuição na minha qualificação.

A todos os amigos da Republica DNA, (Rodrigo, Júnior, Renie, Daniel, Samir, Saulo, Guilherme, Filipe, Cássio e Ricardo), os quais aqui em Botucatu se tornaram a extensão de minha família.

Aos amigos, Evelin, Edson e Renata, por toda a amizade. Pela ótima convivência em casa, favores, discussões (científicas ou não).

Agradeço também ao grande amigo, desde o primeiro ano de graduação, Rodrigo Zaluski, pelos conselhos, sugestões, e também pelos momentos de descontração.

Aos amigos pós-graduandos que desenvolvem ou desenvolveram seus estudos no bloco II do departamento de Zoologia, UNESP-Botucatu: Carol, Natalia, Ana Maria, Danilo, Jorge, Marco Aurélio, Zé, aos professores Dr. Marcos Nogueira e o Dr. Raoul Henry, pelas discussões (científicas e não científicas).

A todos os integrantes e ex-integrantes do Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos – NEBECC: Eduardo, Mariana, Douglas, Samara, Paloma, Rafaela,

## *Agradecimentos*

Israel, Luciana, Thiago (Cabelo), Thiago (Xuxu), Marciano, Gustavo, pelos favores, auxílios, amizade e conhecimento compartilhado.

Aos professores Dr. Ricardo Cardoso Benine, com o qual realizei estágio de docência, e a professora Dra. Virgínia Sanches Uieda, com quem realizei monitoria em suas aulas de Vertebrados, com ambos tive a oportunidade de participar de atividades práticas e teóricas, que proporcionaram grande melhora do meu conhecimento científico.

E em especial aos amigos e colegas de trabalho, Raphael e Milena. Pelos inúmeros favores, auxílios, discussões, e conhecimento compartilhado, ajuda na qualificação. Pela força nas coletas e processamento dos materiais coletados, análises, sugestões e parceria de sempre.

Meu muito obrigado a todos.



**SUMÁRIO**

<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b>	.....	1
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	.....	1
Caracterização Taxonômica	.....	1
Desenvolvimento larval	.....	3
Caracterização do grupo	.....	4
Concha como recurso	.....	4
Habitat dos ermitões	.....	6
Hábito alimentar	.....	6
<b>REFERÊNCIAS</b>	.....	7

*Capítulo I*

*BIODIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE  
CRUSTÁCEOS ANOMURA PROVENIENTES DE SUBSTRATOS NÃO  
CONSOLIDADOS, LITORAL NORTE DO ESTADO DE SANTA  
CATARINA, BRASIL*

<b>RESUMO</b>	.....	11
<b>ABSTRACT</b>	.....	12
<b>INTRODUÇÃO</b>	.....	13
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	.....	14
Amostragem biológica	.....	15
Amostragem de fatores abióticos	.....	16
Análise estatística	.....	17
<b>RESULTADOS</b>	.....	19
<b>DISCUSSÃO</b>	.....	26
<b>REFERÊNCIAS</b>	.....	31

*Capítulo II*  
*BIOLOGIA REPRODUTIVA DO ERMITÃO *Isocheles sawayai**  
*(CRUSTACEA, ANOMURA) PROVENIENTE DAS ÁGUAS*  
*COSTEIRAS DO SUL DO BRASIL*

<b>RESUMO</b>	.....	36
<b>ABSTRACT</b>	.....	37
<b>INTRODUÇÃO</b>	.....	38
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	.....	39
Amostragens	.....	40
Análise estatística	.....	40
<b>RESULTADOS</b>	.....	41
<b>DISCUSSÃO</b>	.....	47
<b>REFERÊNCIAS</b>	.....	52

*Capítulo III*  
*PLASTICIDADE NA PREFERÊNCIA DE CONHAS DOS ERMITÕES*  
*NO LITORAL SUL DO BRASIL*

<b>RESUMO</b>	.....	57
<b>ABSTRACT</b>	.....	58
<b>INTRODUÇÃO</b>	.....	59
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	.....	60
Análise estatística	.....	61
<b>RESULTADOS</b>	.....	61
<b>DISCUSSÃO</b>	.....	67
<b>REFERÊNCIAS</b>	.....	73
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	.....	77

## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

A presente dissertação está vinculada a um projeto amplo sobre a diversidade e dinâmica populacional dos crustáceos Decapoda do litoral norte do estado de Santa Catarina, financiado pelo programa Primeiros Projetos/Prope (Pró Reitoria de Pesquisa – UNESP) e a FUNDUNESP (nº. 01214/2010-DFP). Nesse projeto foi possível investigar os recursos naturais marinhos que são capturados junto à pesca de camarão, uma atividade que envolve redes não seletiva de arrasto, capturando diversas espécies denominadas de *bycatch* ou fauna acompanhante. Toda biomassa de *bycatch* é devolvida moribunda ao mar, pois ficam até horas sendo arrastadas, com uma perda significativa da biodiversidade de vertebrados e invertebrados, como as espécies da infraordem Anomura.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

### Caracterização Taxonômica

O subfilo Crustacea representa um dos maiores agrupamentos animais, apresentando registro fóssil bastante rico, formado a partir do início do período Cambriano (Schram, 1982). Reúnem uma grande diversidade de espécies que ocupam diferentes habitats, incluindo oceanos profundos, costões rochosos, regiões estuarinas, ambientes terrestres e dulcícolas, o grupo está subdivididos em 6 classes, com destaque para a classe Malacostraca que contém mais da metade (22.651) de todas as espécies conhecidas (Martin e Davis, 2001). Dentro dessa classe está a ordem Decapoda, uma das mais ricas entre os Crustacea, reunindo mais de 17.650 espécies, das quais mais de 14.650 fazem parte da fauna atual e aproximadamente 3.000 espécies com apenas registro fóssil (De Grave et al., 2009).

Os decápodes se encontram divididos em duas grandes subordens, os Dendrobranquiata, representados pelos camarões Penaeoidea (animais bastante explorados

comercialmente) e Sergestoidea, caracterizados por possuírem brânquias primárias bisseriais ramificadas e ovos planctônicos; e a subordem Pleocyemata, que reúne espécies com brânquias dos tipos filobrânquias e tricobrânquias, a qual mantém seus ovos fecundados incubados e aderidos aos pleópodos, e é representada pelas infraordens Stenopodidea, Caridea, Astacidea, Glypheidea, Axiidea, Gebiidea, Achelata, Polychelida, Brachyura e Anomura (Brusca e Brusca, 2007; De Grave et al., 2009).

Os Anomura apresentam uma riqueza de registros fósseis que apontam ser um clado derivado dos caranguejos Brachyura durante o Jurássico Inferior, ou seja, a aproximadamente 200 milhões de anos (Glaessner, 1969). Uma das hipóteses mais aceitas para a origem desses animais é o seu surgimento a partir de ancestrais habitantes de fendas, que progressivamente foram perdendo a calcificação, ficando com uma carapaça reduzida, corpo mole e vulnerável. Após isso, se ajustariam ao uso de uma concha de gastrópode, atraídos pela conveniência de um abrigo móvel, o qual lhe proporcionou segurança e conseqüentemente a oportunidade para explorar diversos ambientes (McLaughlin, 1983).

Segundo McLaughlin et al. (2010), os ermitões estão distribuídos em 120 gêneros, reunindo pouco mais de 1.100 espécies em todo o mundo inclusas em sete superfamílias: Kiwaoidea, Lomisoidea, Galattheoidea, Aegloidea, Lithodoidea, Hippoidea e Paguroidea. Para a costa brasileira existem listados 36 gêneros e 103 espécies agrupadas em três grandes superfamílias: Hippoidea (10), Galattheoidea (44) e Paguroidea (49 espécies) (Melo, 1999; Nucci e Melo, 2003; Nucci e Melo, 2007).

Paguroidea está organizada em seis famílias: Coenobitidae Dana, 1851; Parapaguridae Smith, 1882; Pylochelidae Spence Bate, 1888; Pylojacquesidae McLaughlin e Lemaitre, 2001; Paguridae Latreille, 1802; e Diogenidae Ortmann, 1892 (McLaughlin et al., 2007; McLaughlin et al., 2010). Sendo nessas duas últimas estão os animais alvo desse estudo.

## *Considerações Iniciais e Revisão da Literatura*

Paguridae e Diogenidae reúnem os animais mais característicos em relação à morfologia e hábitos conhecidos, representando mais de 90% da riqueza da superfamília Paguroidea com mais de 950 espécies (McLaughlin et al., 2010).

Os Paguridae possuem: onze pares de brânquias; as bases do terceiro par de maxilípedes separadas por um largo esternito; heteroquelia, cuja tendência nos Paguridae é apresentar o quelípodo direito mais desenvolvido. Os Diogenidae apresentam catorze pares de brânquias e o terceiro par de maxilípedes tem a base aproximada. Nesse grupo a tendência é ter o quelípodo esquerdo mais desenvolvido (Hebling e Rieger, 1986; Melo, 1999).

### Desenvolvimento larval

O desenvolvimento dos Paguridae e Diogenidae é anamórfico irregular, semelhante ao de outros Anomura. Os embriões em desenvolvimento eclodem na forma de larva planctônica, assim evitam a competição com adultos por alimento e espaço e a dispersão da espécie é favorecida. As larvas passam por cinco estágios, sendo quatro estágios de zoea, caracterizados pela ausência de pleópodos e propulsão pelos últimos apêndices torácicos (maxilípedes) e um último estágio de Decapodito (também chamado de glaucothoe). As larvas de natação (zoea) apresentam carapaça, rostro e apêndices cefalotorácicos que incluem olhos, antenulas, antenas, mandíbulas, maxilas, primeiro e segundo maxilípedes. O alongamento do pleon tipicamente é composto de cinco pleomeros e o télson do qual o sexto é adicionado no estágio subsequente de zoea com também o terceiro maxilípede, pereópodos, pleópodos e urópodos. Embora as quatro zoeas são comuns antes da muda para Decapodito, esse número pode ser reduzido a um, dois ou alargada a vários, como em *Petrochirus diogenes* Linnaeus, 1758 (McLaughlin et al., 2010).

### Caracterização do grupo

Os ermitões das famílias Diogenidae e Paguridae, caracterizam-se por apresentarem abdome torcido e mole com carapaça reduzida, telson e o urópodo modificados, sendo o esquerdo mais desenvolvido, por servir como gancho para segurar-se à columela da concha. O 4° e 5° pares de pereiópodos são usados como suporte contra a parede da columela, mantendo o animal em sua posição. O 4° par também apresenta a função de limpeza da carapaça, pleura e membros. Os pleópodos do lado esquerdo são mais desenvolvidos que o do lado direito (adaptação ao uso da concha). O sexo é identificado na posição dos gonóporos, ou seja, nas fêmeas esta estrutura está presente na base da coxa do terceiro par de pereiópodos, já nos machos na base da coxa do quinto par de pereiópodos (Lancaster, 1988).

Para oxigenação das brânquias existe a circulação de água dentro da concha, pois os movimentos do corpo junto aos pleópodos produzem uma corrente de água no interior da mesma e também auxiliam na limpeza (Melo, 1999).

### Concha como recurso

Todos os aspectos da biologia do ermitão são dependentes de uma concha de gastrópode vazia a partir do assentamento larval (Worcester e Gaines, 1997), durante o acasalamento, até o sucesso da prole enquanto incubadas no abdome (Hazlett, 1989). Esta relação é umas das poucas encontradas na natureza, onde uma única estrutura não modificada biologicamente funciona como proteção para animais de táxons diferentes: o molusco que produz a concha para sua proteção e após sua morte, o ermitão a obtém do ambiente (La Barbera e Merz, 1992).

Quando o ermitão se encontra na fase de Decapodito já tem a capacidade de natação, e está apto a encontrar pequenas conchas para sua proteção após a última metamorfose

## *Considerações Iniciais e Revisão da Literatura*

(Hazlett e Provenzano, 1965; Gherardi e Cassidy, 1995). Com isso a concha se torna um recurso imprescindível no final do estágio larval, pois quando os Decapodito não a encontram disponível no ambiente, estes são capazes de retardar sua metamorfose (Harvey, 1996). Isso evidencia que a falta de pequenas conchas pode ser o primeiro limitador para o desenvolvimento da população (Halpern, 2004; Oba e Goshima, 2004),

Embora as conchas sejam vitais para a vida dos ermitões, também atuam como armaduras que restringem seu crescimento, forçando o ermitão a buscar incessantemente por conchas maiores. Portanto, a disponibilidade de conchas pode influenciar na estrutura populacional, por intervir no tamanho dos indivíduos, bem como na aptidão dos mesmos para a reprodução. O sucesso reprodutivo está diretamente relacionado à concha, ou seja, animais em conchas adequadas ou grandes tendem a investir em crescimento. Por outro lado, fêmeas quando usam conchas danificadas ou muito pequenas não exibem comportamentos de libertação de larvas ou muitas vezes as larvas liberadas não são viáveis (Ziegler e Forward, 2006). Conchas leves com grande volume interno permitem maiores taxas de crescimento, porém menor proteção contra os predadores (Bertness, 1981).

Os ermitões machos buscam ativamente por parceiras para a reprodução, atividade que acaba muitas vezes em uma longa e elaborada corte para avaliar o grau de maturação das fêmeas e para demonstrar suas habilidades em manipulá-las e defendê-las frente a outros machos. Combates agonísticos por parceiras reprodutivas são bastante comuns (Turra, 2003).

Usualmente as conchas vazias são raras no ambiente, o que pode levar o ermitão a ter duas opções: obter uma concha de outro ermitão trocando-a pelo encontro de outra concha vazia mais adequada (Arantes, 1994), ou obter uma concha imediatamente após a morte do molusco em sítios de predação, antes da concha ser enterrada, quebrada ou levada para longe. Neste caso os ermitões exibem uma série de comportamentos, que se iniciam com a ida dos

animais em direção aos sítios atraídos por substâncias químicas liberadas quando um gastrópode está sendo predado por outro animal. Geralmente com o encontro de vários animais em sítios de predação ocorre competição por conchas, resultando numa dominância hierárquica. Depois de estabelecido o animal dominante, há rápidas trocas de conchas, e em seguida a dispersão dos ermitões (McLean, 1974; Rittschof, 1980).

#### Habitat dos ermitões

Os ermitões podem viver semi-enterrados no substrato não consolidado próximos a zona de arrebentação das ondas, ou em substratos rochosos como costões do continente ou ilhas, geralmente associados com as rochas ou banco de algas. Algumas espécies ocorrem em uma considerável extensão batimétrica, podendo atingir profundidades de 4.500 metros (Lancaster, 1988).

#### Hábito alimentar

Os ermitões apresentam um comportamento flexível de alimentação, sendo esse um dos principais fatores de sucesso do grupo, podendo se alimentar de restos de algas, fragmentos de conchas microscópicas, poliquetos, espículas de esponjas, diatomáceas, foraminíferos e anfípodos. A dieta pode mudar sazonalmente e incluir presas muito maiores, como ofiuróideos, bivalves, etc. (Samuelson, 1970). No entanto, também existem espécies filtradoras, que possuem adaptações relacionadas principalmente à morfologia antenal plumosa que proporciona uma captura de material orgânico em suspensão eficiente, o qual é removido com o terceiro par de maxilípedes e direcionado à boca (Melo, 1999).



## REFERÊNCIAS

- Arantes, C.A. 1994. Utilização e seleção de conchas por ermitões da zona entre marés na região do Araçá - SP, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. 78 pg.
- Bertness, M.D. 1981. Pattern and plasticity in tropical hermit crab growth and reproduction. *American Naturalist*. 117: 754-773.
- Buchanan, B.A.; Stoner, A.W. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* sp.) in tropical estuarine lagoon. *Estuaries, Lawrence. Estuaries*. 11(4): 231-239.
- Brusca, R.C.; Brusca, G.R. 2007. Invertebrados. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan S.A. 968 pg.
- De Grave, S.; Pentcheff, N.D.; Ahyong, S.T.; Chan, T-Y.; Crandall, K.A.; Dworschak, P.C.; Felder, D.L.; Feldmann, R.M.; Fransen, C.H.J.M.; Goulding, L.Y.D.; Lemaitre, R.; Low, M.E.Y.; Martin, J.W.; NG, P.K.L.; Schweitzer, C.E.; Tan, S.H.; Tshudy, D.; Wetzer, R. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of zoology*. 21: 1-109.
- Glaessner, M.F. 1969. Decapoda. In: R.C. Moore (Ed.). *Treatise on invertebrate Paleontology, Part R, Arthropoda 4*. Colorado, University of Kansas Press. 2: 400–533.
- Gherardi, F.; Cassidy, P.M. 1995. Life history patterns of *Discorsopagurus schmitti*, a hermit crab inhabiting polychaete tubes. *The Biological Bulletin*. 188: 68-77.
- Hazlett, B.A. 1981. The behavioral ecology of hermit crabs. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 12: 1-22.
- Halpern, B.S. 2004. Habitat bottlenecks in stage-structured species: hermit crabs as a model system. *Marine Ecology Progress Series*. 276: 197-207.
- Harvey, A.W. 1996. Delayed metamorphosis in Florida hermit Crabs multiple cues and constraints (Crustacea, Decapoda, Paguridae and Diogenidae). *Marine Ecology Progress Series*. 141: 27-36.
- Hazlett, B.A.; Provenzano, A.J.JR. 1965. Development of behavior in laboratory reared hermit crabs. *Bulletin of Marine Science*. 15: 617-633.
- Hazlett, B.A. 1989. Mating success of male hermitcrabs in shell generalist and shell specialist species. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 25: 119-128.
- Hebling, N.J.; Rieger, P.J. 1986. Os ermitões (Crustacea, Decapoda, Paguridae e Diogenidae) do litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica*. 8: 63-77.
- Lancaster, I. 1988. *Pagurus berhardus* (L.) – An introduction to the natural history of hermit crabs. *Field Studies*. 7: 189-238.

- Lancaster, I. 1990. Reproduction and life history strategy of the hermit crab *Pagurus bernhardus*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 70: 129-142.
- Martin, J.W.; Davis, G.E. 2001. An updated classification of the Recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series. 39: 1-124
- Mclean, R.B. 1974. Direct shell acquisition by hermit crabs from gastropods. Experientia. 30: 206-208.
- Mclaughlin, P.A. 1983. Hermit crabs – Are they really polyphyletic? Journal of Crustacean Biology. 3(4): 608-621.
- Mclaughlin, P.A.; Lemaitre, R.; Sorhannus, U. 2007. Hermit crab phylogeny: A reappraisal and its “fall-out”. Journal of Crustacean Biology. 27(1): 97-115.
- Mclaughlin, P.A.; Komai, T.; Lemaitre, R.; Rahayu, D.L. 2010. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) Part I – Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea. Raffles Bulletin of Zoology. 23: 5-107.
- Melo, G.A.S. 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea. São Paulo, Editora Plêiade. 551 pg.
- Nucci, P.R.; Melo, G.A.S. 2003. A new species of *Pagurus* (Decapoda: Anomura: Paguridae) from Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 83: 351-353.
- Nucci, P.R.; Melo, G.A.S. 2007. Hermit crabs from Brazil. Family Paguridae (Crustacea: Decapoda: Paguroidea): Genus *Pagurus*. Zootaxa. 1406: 47-59.
- Oba, T.; Goshima, S. 2004. Temporal and spatial settlement patterns of sympatric hermit crabs and the influence of shell resource availability. Marine Biology. 144: 871-879.
- Rittschof, D. 1980. Chemical attraction of hermit crabs and other attendants to simulated gastropod predation sites. Journal of Chemical Ecology. 6:103-118.
- Samuelsen, T.J. 1970. The biology of six species of Anomura (Crustacea, Decapoda) from Raunefjorden, Western Norway. Sarsia. 45: 25-52.
- Schram, F.R. (1982). The fossil record and evolution of Crustacea, in: Abele, L.G. (Ed.) (1982). The biology of Crustacea: 1. Systematics, the fossil record, and biogeography. New York, Academic Press. 1: 93-147.
- Turra, A. 2003. Comportamento, ecologia e reprodução de caranguejos ermitões (Crustáceos, Decapoda, Anomura) no Sudeste Brasileiro. Tese de Doutorado. Universidade de Campinas, 175 pg.

## *Considerações Iniciais e Revisão da Literatura*

Ziegler, T.A.; Forward, R.B. 2006. Larval release behaviors of the striped hermit crab, *Clibanarius vittatus* (Bosc): Temporal pattern in hatching. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 335: 245-255.

Worcester, S.E.; Gaines, S.D. 1997. Quantifying Hermit Crab Recruitment Rates and Megalopal Shell Selection on Wave Swept Shores. *Marine Ecology Progress Series*. 157: 307-310.

*CAPÍTULO I*

*BIODIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE  
CRUSTÁCEOS ANOMURA PROVENIENTES DE SUBSTRATOS NÃO  
CONSOLIDADOS, LITORAL NORTE DO ESTADO DE SANTA  
CATARINA, BRASIL*

## **RESUMO**

O aumento da frota de pesca no sul do Brasil tem contribuído para a redução dos desembarques de camarões rentáveis e das espécies que compõe a fauna acompanhante. O objetivo deste estudo foi investigar a biodiversidade e distribuição espaço-temporal de crustáceos Anomura, capturados como fauna acompanhante na pesca não seletiva de camarão no litoral norte do estado de Santa Catarina, Brasil. Além disso, analisou-se a influência de fatores ambientais sobre os padrões de abundância das espécies estudadas. Arrastos mensais foram realizadas na área adjacente à Baía da Babitonga de julho de 2010 até junho de 2011, utilizando um barco de camarão equipado com redes double-rig, em profundidades de 5 a 17 m. Índices ecológicos (riqueza de espécies, diversidade, dominância e equitabilidade) e a análise de redundância foram usados para analisar a comunidade de ermitões e sua relação com os fatores ambientais. Um total de 647 indivíduos foi coletado, representado por três famílias, seis gêneros e sete espécies. *Isocheles sawayai* apresentou a maior abundância, seguido por *Loxopagurus loxocheles*. Ambas as espécies tiveram uma correlação positiva com a temperatura e Phi (granulometria fina). A maior riqueza e os mais altos valores de equitabilidade foram encontrados na profundidade de 17 m. Por outro lado, a profundidade de cinco metros teve o menor valor de equitabilidade, devido à alta dominância de *I. sawayai*, ocasionando uma baixa diversidade local. No período de menor temperatura e maior salinidade (julho) foram registrados os mais altos índices de diversidade, influenciados pela baixa dominância de espécies tropicais (*I. sawayai*) e pela presença de espécies que vivem mais afastadas da costa (*Petrochirus diogenes*, *Dardanus insignis*, *Pagurus exilis*). Portanto, o esforço de captura direcionada à pesca camaroneira extraí no litoral sul do Brasil uma diversidade considerável de ermitões, reafirmando o distúrbio na teia trófica marinha causado por este apetrecho não seletivo.

Palavras-chaves: Cadeia trófica, seleção de habitat, ermitão, Baía da Babitonga.

**ABSTRACT**

The increase in the fishing fleet in southern Brazil has contributed to decrease in landings of profitable shrimps and bycatch species. The aim of this study is to investigate the biodiversity and spatial-temporal distribution of anomuran crustaceans captured as bycatch in the non-selective fishery of shrimps on the northern coast of Santa Catarina state, Brazil. In addition, we analyzed the influence of environmental factors on the abundance patterns of studied species. Monthly trawls were conducted in Babitonga Bay from July 2010 through June 2011, using a shrimp boat outfitted with double-rig nets, at depths from 5 to 17 m. Ecological indices (species richness, diversity, dominance and evenness) and redundancy analysis were assessed to analyze the hermit community and their relation with environmental factors. A total of 647 individuals were collected, represented by three families, six genera and seven species. *Isocheles sawayai* showed the highest abundance, followed by *Loxopagurus loxocheles*. Both species demonstrated a positive correlation with temperature and phi (smaller sediment grain size). The highest richness and the evenness value were estimated at the depth 17 m. Otherwise, the five meters deep has the lowest evenness because the high dominance of *I. sawayai*, resulting in a lower estimated diversity. In a period with lower temperature and higher salinity as July were registered higher levels of diversity, probably because the lower dominance of tropical species (*I. sawayai*) and the occupation of species distributed in offshore regions (*Petrochirus diogenes*, *Dardanus insignis*, *Pagurus exilis*). Thus, the capture effort designated in the shrimp fishery carried an important diversity of anomuran crustaceans and others animal species, showing a danger to the marine trophic web.

Key-words: trophic web, habitat selection, hermit crab, Babitonga Bay.

## **INTRODUÇÃO**

Os crustáceos anomúros são espécies estruturadoras do ambiente, por desempenhar um papel importante na teia trófica marinha como recurso alimentar para diversas espécies de invertebrados e peixes (McLaughlin et al., 2007; Fantucci et al., 2009). Um total de 1.100 espécies marinhas estão descritas, agrupadas em 120 gêneros (McLaughlin et al., 2010), com maior parte destas integrando a fauna acompanhante ou *bycatch* da pesca não seletiva de arrasto. Estima-se que a cada quilograma capturado de uma espécie com interesse comercial, 11 Kg de fauna acompanhante é extraído acidentalmente pela pesca camaroeira (Conolly, 1986; Severino-Rodriguez et al., 2002; Svane et al., 2009). Após o recolhimento das redes, os animais de interesse são separados e a fauna acompanhante é devolvida ao oceano, já mortos ou moribundos, representando uma ameaça na estrutura das populações, tanto para os estoques da espécie-alvo, quanto às populações das espécies descartadas (Severino-Rodriguez et al., 2002; Fonseca et al., 2005). A diminuição na biomassa *bycatch*, incluindo os anomura, pode provocar alterações nas relações predador-presa, desequilibrando a estrutura funcional das comunidades e o equilíbrio biótico como um todo (Alverson et al., 1994).

A variação dos fatores abióticos e bióticos exerce influência direta na presença ou ausência das espécies, dentre esses, o sedimento tem extrema importância para a vida de animais bentônicos e suas relações tróficas. Muitas espécies usam o sedimento para o abrigo durante o dia, período em que ficam parcialmente enterradas como estratégia de redução do gasto energético e proteção contra predadores, também usam o sedimento como fonte de nutrição, pois associados a ele existem diversos organismos usados na alimentação (Abele, 1974; Mantelatto et al., 2004).

A temperatura da água também é um fator importante, tendo papel fundamental para a reprodução. Muitas espécies sincronizam sua atividade reprodutiva aos períodos do ano com

temperaturas mais elevadas, épocas em que a produção primária é maior, conseqüentemente existe maior disponibilidade alimentar para o desenvolvimento das larvas recém eclodidas. Já a salinidade é crucial para espécies estenoalinas, por não suportarem variações amplas, delimitando sua área de ocorrência. Espécies adaptadas a salinidades mais elevadas vivem afastadas do continente e só se aproximam quando massas de água de regiões mais profundas atingem a região costeira. Da mesma forma, animais adaptados a salinidades menores precisam das épocas do ano em que o aporte de água doce é elevado para explorar locais mais profundos (Negreiros-Fransozo et al., 1991; Santos et al., 1994; Bertini e Fransozo, 2004; Fantucci et al., 2009).

Além dos fatores abióticos, a abundância de gastrópodes modula a diversidade de ermitões, por estar diretamente relacionada com a disponibilidade de conchas vazias em um local. A concha vazia de gastrópode é uma estrutura imprescindível ao crescimento, reprodução e proteção contra predadores, pois os ermitões apresentam um corpo mole e vulnerável, sendo comum ocorrer no ambiente natural competição intra ou interespecífica por esse abrigo (Bach et al., 1976; Elwood et al., 1995; Teoh et al., 2014).

Assim, o objetivo desse trabalho foi caracterizar ao longo de um ano a riqueza e diversidade das espécies de Anomura obtidas como fauna acompanhante na pesca camaroeira, da região adjacente à Baía da Babitonga, estado de Santa Catarina. Ademais, analisou-se a distribuição espaço-temporal das espécies, relacionando à influência dos fatores abióticos como salinidade e temperatura da água, matéria orgânica e granulometria do sedimento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os Anomura e fatores ambientais foram amostrados mensalmente de Julho de 2010 até Junho de 2011 em cinco locais paralelos à costa e em diferentes profundidades (5, 8, 11, 14 e



17 m) na região adjacente a Baía da Babitonga (Fig. 1). Esta baía é localizada no litoral Norte do Estado de Santa Catarina, próximo à cidade de Joinville, Itapoá e São Francisco do Sul (Figura 1).

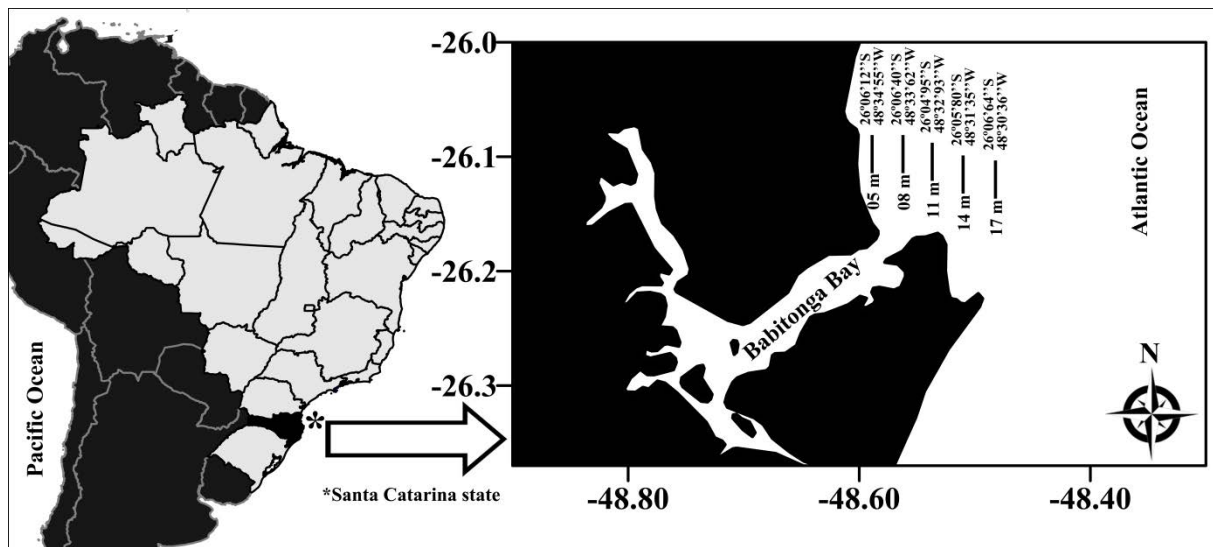


Figure 1. Mapa da região de estudo. Área adjacente à Baía da Babitonga, municípios de São Francisco do Sul e Itapoá, litoral norte do estado de Santa Catarina, discriminando as profundidades amostradas (Fonte: Grabowski, et al., 2014).

### Amostragem biológica

As amostragens biológicas foram realizadas através de arrastos com duração de 30 minutos utilizando um barco camaroneiro equipado com redes double-rig. Após o término de cada arrasto, as redes foram recolhidas ao convés e os animais triados, ensacados, etiquetados e acondicionados em caixas térmicas contendo gelo (Grabowski et al., 2014). Em laboratório, os ermitões foram cuidadosamente removidos de suas conchas, identificados e contados (Melo, 1999). Os animais foram preservados em álcool 80% e Depositados no Laboratório de Carcinologia, Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC), Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

### Amostragem de fatores abióticos

Durante as coletas foram retiradas amostras de água de superfície e de fundo, utilizando-se de uma garrafa de Van Dorn, com o intuito de obter os valores de salinidade e temperatura referentes a cada ponto. A temperatura da água foi mensurada no local da coleta, utilizando um termômetro de mercúrio e a salinidade analisada com um refratômetro óptico (Grabowski, 2012).

As amostras de sedimento foram obtidas utilizando-se um pegador tipo Petersen. As amostras foram individualizadas em sacos plásticos identificados e acondicionados em caixas térmicas, para posterior análise laboratorial. No laboratório as mesmas foram congeladas, com o intuito de não haver perda de matéria orgânica. Ao serem processadas foram descongeladas e, em seguida, mantidas em uma estufa à temperatura de 70 °C durante 24 horas para remover a água. Por fim, foram retiradas subamostras de 10 gramas, utilizadas na análise de teor de matéria orgânica, e 100 gramas para determinação da granulometria.

As subamostras contendo 10 gramas foram acondicionadas em cadinhos de porcelana, pesadas e submetidas a uma temperatura de 500 °C durante 3 horas e então pesadas novamente, obtendo o teor de matéria orgânica por diferença de peso, posteriormente convertido em porcentagem. Com o objetivo de discriminar as frações granulométricas, as subamostras contendo 100 gramas foram tratadas com 250 mililitros de solução 0.2N de hidróxido de sódio (NaOH). Em seguida, as subamostras foram lavadas utilizando-se uma peneira de 0.063 milímetros de malha para que o silte e a argila fossem descartados. O sedimento lavado foi novamente colocado no frasco do ponto de coleta correspondente e submetido a uma estufa a 70 °C por 24 horas (Grabowski, 2012).

Cada subamostra foi então submetida a um peneiramento distinto, composto por seis peneiras com malhas diferentes, dispostas em ordem decrescente, por meio das quais a

subamostra foi fragmentada. Ao fim deste processo, obteve-se a separação dos grânulos de diferentes diâmetros do sedimento. As amostras foram pesadas, e a diferença entre o peso total final e o peso inicial foi obtida como o peso correspondente à fração de silte+argila. As frações granulométricas foram determinadas em: cascalho ( $\geq 2$  milímetros); areia muito grossa (1 [-- 2 milímetros); areia grossa (0,5 [-- 1 milímetros); areia média (0,25 [-- 0,5 milímetros); areia fina (0,125 [-- 0,25 milímetros); areia muito fina (0,0625 [-- 0,125 milímetros) e silte+argila ( $< 0,0625$  milímetros). A partir da porcentagem das frações granulométricas de cada ponto amostral, foram calculadas as medidas de tendência central (Phi), as quais determinam a fração granulométrica mais frequente no sedimento (Suguio, 1973), obtendo as seguintes classes: areia muito grossa (-1 [-- 0); areia grossa (0 [-- 1); areia média (1 [-- 2); areia fina (2 [-- 3); areia muito fina (3 [-- 4) e silte e argila ( $\geq 4$ ).

O volume mensal pluviométrico da região de Itapoá (SC) foi fornecido pela Epagri/Ciram/Inmet (Centro de informações de recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina).

#### Análise estatística

Os índices ecológicos usados para analisar a estrutura e dinâmica da comunidade de ermitões foram riqueza, dominância, diversidade, e equitabilidade, utilizando o software PAST versão 2.06 (Hammer et al., 2001).

A riqueza de espécies (S) foi representada pelo número de espécies presentes em uma comunidade (Mcintosh, 1967). A dominância (d) foi estimada pelo Índice de Dominância de Berger e Parker (1970), que considera a maior proporção da espécie com o maior número de indivíduos e é calculada pela equação  $d = N_{\max} / N_{\text{total}}$ , onde  $N_{\max}$  equivale ao número de indivíduos da espécie mais abundante e  $N_{\text{total}}$  é o número total de indivíduos na amostra.

A diversidade ( $H'$ ) da comunidade é uma função do número de espécies e da equitabilidade dos valores de importância da mesma. O índice usado nesse estudo para medir a diversidade de uma comunidade foi o índice de Shannon-Wiener (1949), pois incorpora tanto a riqueza quanto a equitabilidade, sendo expresso na fórmula  $H' = - \sum p_i(\log p_i)$ , em que  $P_i$  é o valor importância e  $\log =$  base 2 (bits). A equitabilidade ( $J'$ ) foi calculada pela equação:  $J' = H'/\log 2s$  (Pielou, 1975).

A análise de redundância (RDA) foi utilizada a fim de verificar a relação entre a abundância das espécies e as características ambientais (Legendre e Legendre, 1998). No entanto, *Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758), *Dardanus insignis* (Saussure, 1858), *Pagurus exilis* (Benedict, 1892), *Pagurus leptonyx* (Forest e Saint Laurent, 1967) e *Porcellana sayana* (Leach, 1820) não foram incorporados na análise RDA, porque eles estavam presentes em menos de 10% dos meses amostrados.

A análise RDA é uma extensão direta da regressão múltipla para o caso multivariado, cujos dados de composição de espécies representam a variável resposta multivariada e as variáveis ambientais representam a variável preditora multivariada (Gotelli e Ellison, 2011). As variáveis ambientais utilizadas nos cálculos da RDA foram: salinidade de fundo, temperatura de fundo, teor de matéria orgânica e granulometria do sedimento.

A rotina Vegan foi utilizada, inserida no programa R (Development Core Team, 2009). Os testes de homocedasticidade (Levene) e normalidade (Shapiro–Wilk) foram realizados como pré-requisitos para os testes estatísticos, e os dados das variáveis que não apresentaram distribuição normal foram transformados ( $\log(1+x)$ ) para atender as premissas dos testes estatísticos (Zar, 1999), o nível de significância adotado foi de 5%.

## RESULTADOS

Os índices ecológicos e distribuição espaço-temporal

Ao longo de um ano foram coletados 647 animais, pertencentes a três famílias (Paguridae, Diogenidae e Porcellanidae), seis gêneros e sete espécies. *Isocheles sawayai* foi a espécie mais abundante (88,9 %), seguida por *Loxopagurus loxochelae* (8,7%), *Petrochirus diogenes* (1,4 %), *Dardanus insignis* (0,3 %), *Pagurus exilis* (0,2 %), *Pagurus leptonyx* (0,2%). *Porcellana sayana* (0,5%) foi coletada dentro da concha ocupada por *D. insignis* (Tabela 1).

Tabela 1: Composição e abundância de crustáceos anomúros coletados por estação do ano durante jul/2010 a jun/2011 na região adjacente à Baía da Babitonga - SC. Inverno = julho a setembro e sucessivamente para as demais estações.

Espécies	Inverno/2010	Primavera	Verão/2011	Outono	Total
<i>I. sawayai</i> (Forest e Saint Laurent, 1967)	34	422	107	12	575
<i>L. loxochelae</i> (Moreira, 1901)	6	26	20	4	56
<i>P. diogenes</i> (Linnaeus, 1758)	3	1	4	1	9
<i>D. insignis</i> (Saussure, 1858)	2	0	0	0	2
<i>P. exilis</i> (Benedict, 1892)	1	0	0	0	1
<i>P. Leptonix</i> (Forest e Saint Laurent, 1967)	0	0	0	1	1
<i>P. sayana</i> (Leach, 1820)	3	0	0	0	3
Total	49	449	131	18	647

Especialmente foi possível observar que as profundidades de 5 e 17 m foram as quais respectivamente apresentaram os menores e maiores índices de diversidade. Nos locais onde a dominância aumentou e, portanto, a equitabilidade diminuiu, ocasionou uma diversidade baixa (Figura 2). Quando analisado temporalmente, julho apresentou o maior índice de diversidade e alta equitabilidade. Novembro foi o mês com maior abundância e com maior índice de dominância durante o estudo (Tabela 2). O número de indivíduos aumentou durante

as estações mais quentes do ano (primavera e verão), por outro lado, a riqueza de espécies foi maior nas estações mais frias e nas maiores profundidades (Tabela 3).

Tabela 2 - Riqueza, número de indivíduos, Shannon\_H', equitabilidade e dominância de Berger-Parker das espécies de Anomura encontradas no período de jul/2010 a jun/ 2011.

Índices	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun
Riqueza	6	1	4	2	3	2	3	3	2	3	1	2
Indivíduos	11	1	14	13	411	25	78	24	29	30	3	8
Shannon_H' (bits)	2,4	0,0	1,1	0,4	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,7	0,0	1,0
Equitabilidade	0,9	0,0	0,5	0,4	0,2	0,4	0,5	0,5	0,8	0,4	0,0	1,0
Dominância	0,3	1,0	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,9	1,0	0,6

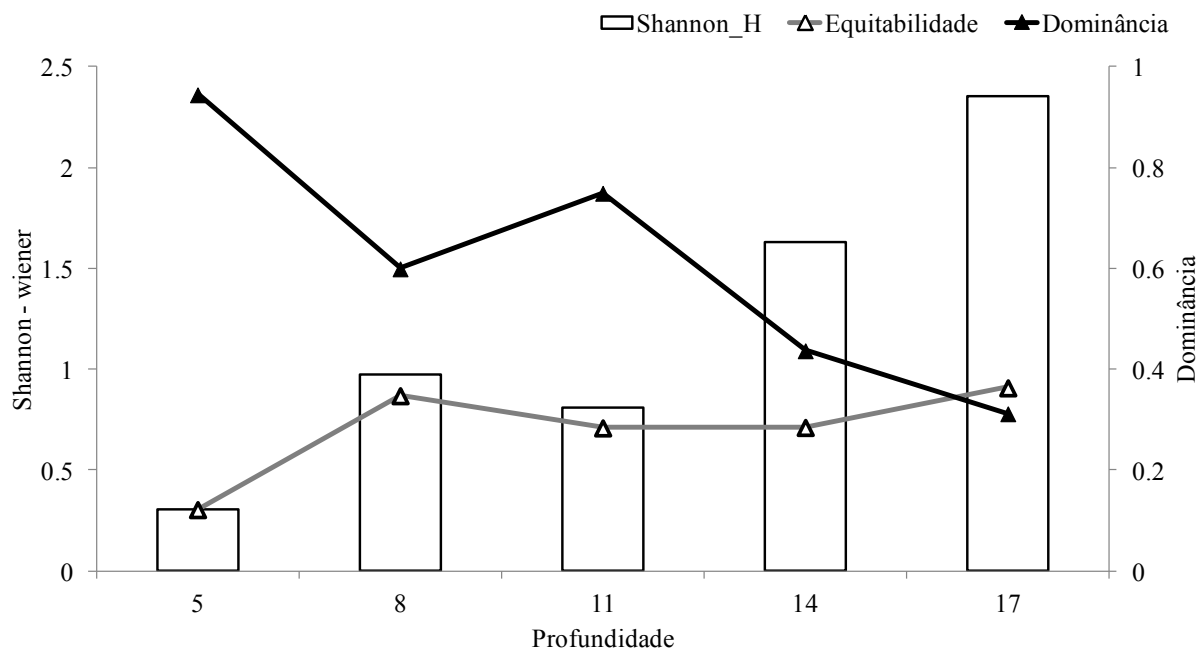


Figura 2: Índices de Shannon-Wiener, equitabilidade e dominância de Berger-Parker das espécies de Anomura nas cinco profundidades estudadas durante o período de jul/2010 até jun/2011.

Com o aumento da profundidade, a composição da comunidade mudou gradualmente. As espécies *P. diogenes*, *D. insignis*, *P. leptonix*, *P. exilis* e *P. sayana* (associada à *D. insignis*) foram encontradas nas profundidades superiores a 11 m (Figura 3), onde foram registrados os maiores valores de salinidade e valores inferiores de temperatura de fundo (Figura 4). As quatro últimas espécies citadas foram encontradas apenas nas estações de inverno e outono.

O período chuvoso se iniciou a partir de outubro, apresentando as maiores médias de pluviosidade nas estações de primavera com 185 mm ( $\pm$  SD = 31) e verão com 451 mm ( $\pm$  SD = 27) (Tabela 3), o que coincidiu com as maiores abundâncias das espécies dominantes encontradas no estudo, *I. sawayai* e *L. loxochelis*.

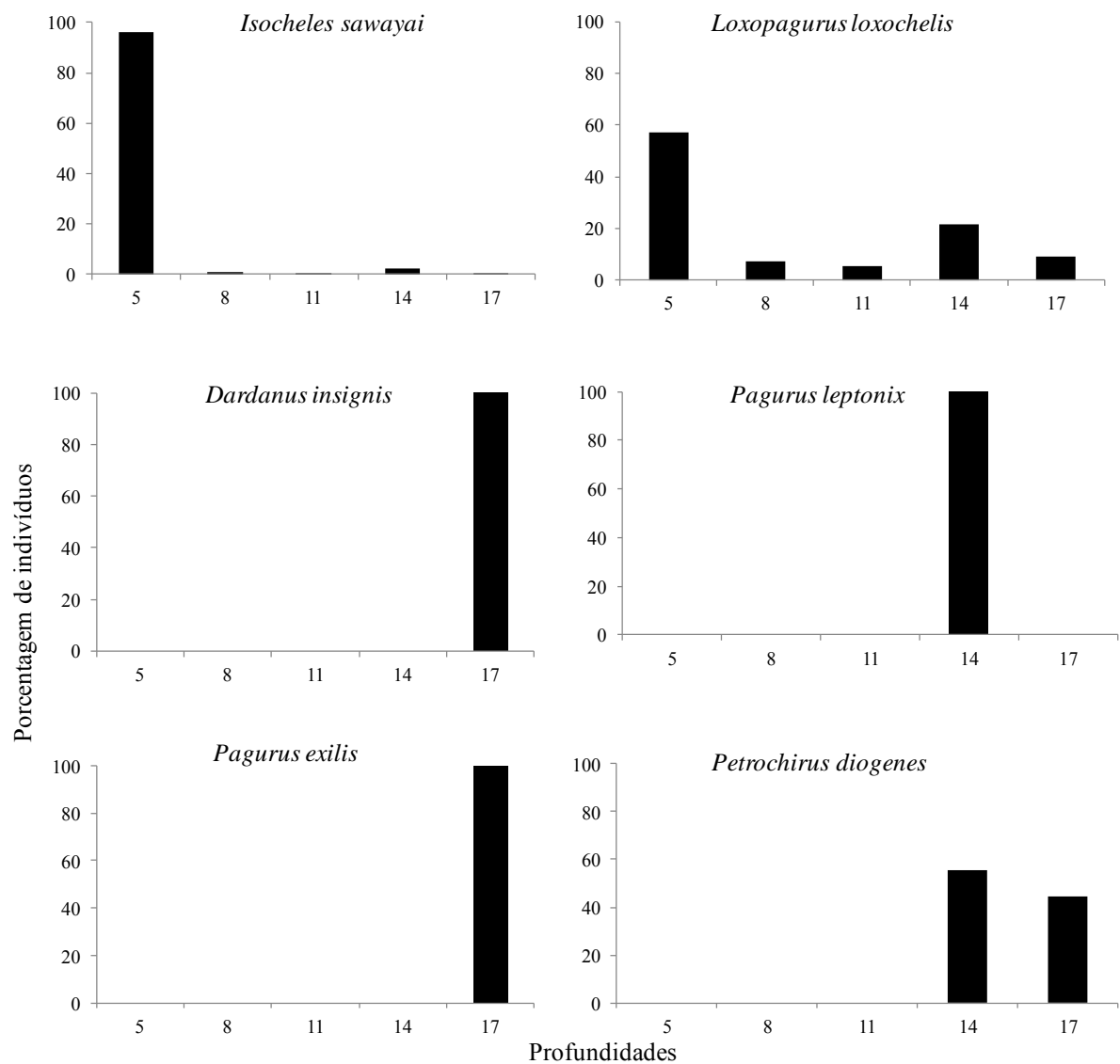


Figura 3: Distribuição espacial das espécies de Anomura durante o período de julho/10 a junho/11, na região adjacente à Baía da Babitonga, SC.



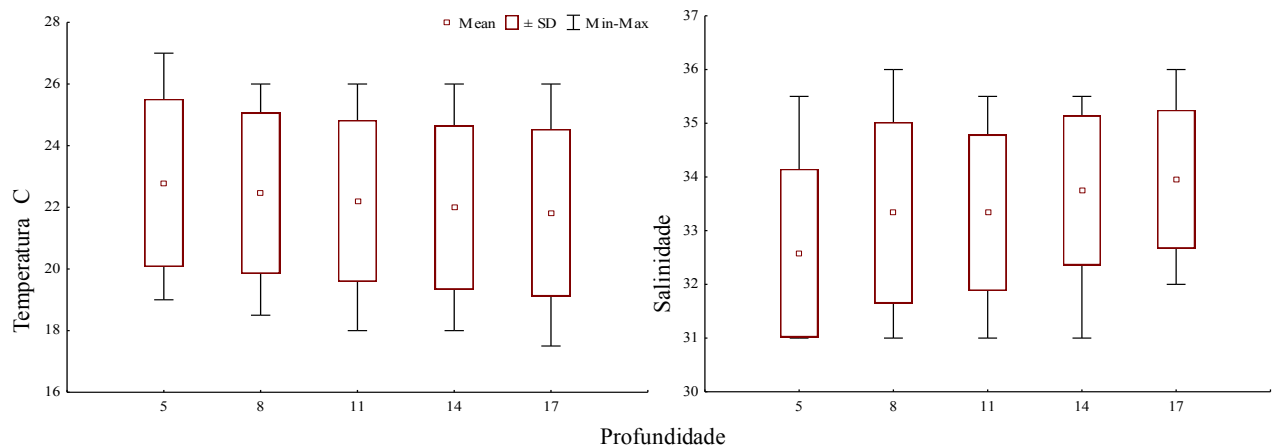


Figura 4: Variação da temperatura e salinidade de fundo nas cinco profundidades amostradas, durante o período de julho/10 a junho/11, na região adjacente à Baía da Babitonga, SC.

Tabela 3 - Média e desvio padrão (média  $\pm$  SD) por estação do ano da temperatura da água de fundo, salinidade de fundo, matéria orgânica dissolvida no substrato e pluviosidade entre o período de julho/10 a junho/11, na região adjacente à Baía da Babitonga, SC.

Estação do ano	Temp. °C	Sal.	M.O	Pluviosidade
Inverno	19,0 $\pm$ 0.7	33,1 $\pm$ 1.6	3,2 $\pm$ 3.0	101,3 $\pm$ 37
Primavera	22,4 $\pm$ 2.4	32,3 $\pm$ 0.1	5,9 $\pm$ 1.8	185,5 $\pm$ 31
verão	25,5 $\pm$ 0.8	32,9 $\pm$ 0.8	2,7 $\pm$ 0.9	451,9 $\pm$ 27
Outono	21,2 $\pm$ 1.1	35,2 $\pm$ 0.4	2,2 $\pm$ 0.2	79,2 $\pm$ 19

#### Análise de redundância - *Isocheles sawayai* e *Loxopagurus loxocheles*

As espécies mais abundantes do estudo *I. sawayai* e *L. loxocheles*, foram encontradas durante todo o ano com maior abundância na primavera e verão, especialmente nos meses com temperaturas acima de 23 °C e em locais com um sedimento composto por elevada concentração de silte+argila (Figura 5).

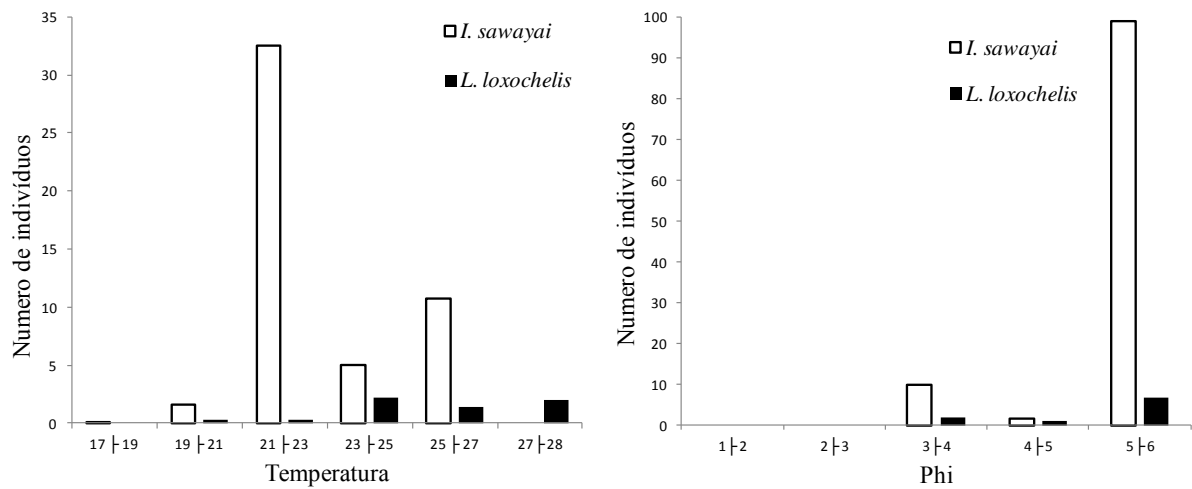


Figura 5 - *Isocheles sawayai*, *Loxopagurus loxochelis*. Número médio de indivíduos coletados por arrasto para cada classe de Phi, no período de julho/10 a junho/11, na região adjacente à Baía da Babitonga, SC.

Tanto *I. sawayai* (96%) como *L. loxochelis* (57%) apresentaram suas maiores abundâncias na profundidade de cinco metros, por isso a análise de redundância (RDA) foi realizada apenas temporalmente nessa profundidade. Os resultados da RDA mostraram uma relação entre as espécies e as variáveis ambientais, sendo que as variações dos dados foram explicadas principalmente pelo primeiro eixo, 62% dessa variância, representado principalmente pela temperatura de fundo e Phi (Figura 6, Tabela 4).

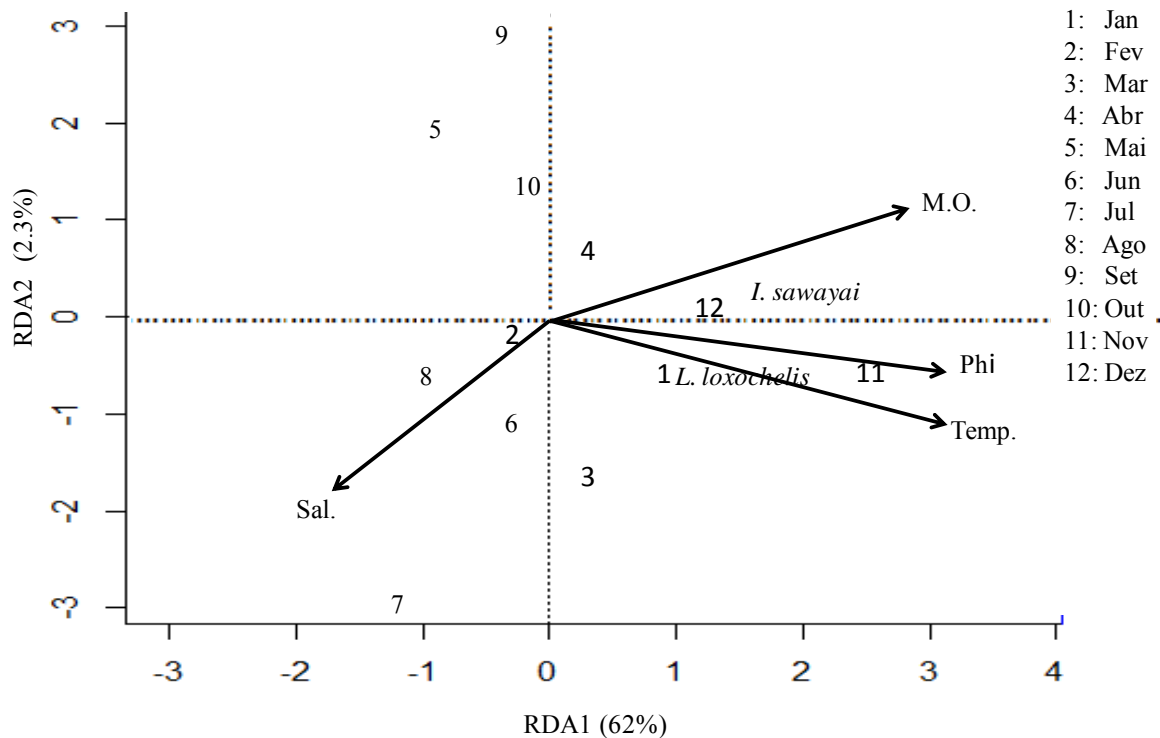


Figura 6: Biplot dos eixos da Análise de Redundância (RDA). Variação espacial das observações referentes aos dados das espécies e as variáveis ambientais durante o período de jul/10 a jun/11 em uma área adjacente à Baía da Babitonga - SC. As setas indicam a força das relações entre os eixos e os fatores ambientais.

Tabela 4 - Resumo dos resultados da análise de Redundância (RDA) dos ermitões e das variáveis ambientais coletadas, durante o período de jul/2010 a jun/2011 na região adjacente à Baía da Babitonga - SC (Phi: textura do sedimento). Significância foi inferida usando alfa ( $p < 0.05$ ): 0 ‘\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1. Valor de p baseado em 9999 permutações.

	RDA1	RDA2	r <sup>2</sup>	p
Proporção Explicada	0,6223	0,02331		
Matéria orgânica	0,6612	0,2764	0,3270	0,1667
Temp. de fundo	0,7081	-0,1326	0,5526	0,0228 *
Phi	0,7539	-0,2539	0,3956	0,0594
Salinidade de fundo	-0,4914	-0,4981	0,2319	0,3104

## **DISCUSSÃO**

A área de estudo foi representada por uma riqueza de espécies inferior às regiões com menores latitudes como no litoral do estado de São Paulo, onde os estudos com anomúros são mais frequentes, como visto nos trabalhos de Fransozo et al. (1998) 16 espécies, Furlan et al. (2009) 13 espécies, Fransozo et al. (2011) 15 espécies, e Fransozo et al. (2012) 13 espécies. *Pagurus brevidactylus* (Stimpson, 1859) (Paguridae) foi registrado para o litoral do estado de São Paulo, mas apresenta como limite sul da distribuição geográfica a região de Santa Catarina, tornando-se difícil sua captura. Já outras espécies apresentam como limite o próprio estado de São Paulo, principalmente da família Diogenidae: *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933, *Paguristes erythrops* Holthuis, 1959, *Paguristes calliopsis* Forest e de Saint Laurent, 1967, o que diminuí a diversidade na região mais ao sul do país (Fransozo et al., 2011).

A estrutura da biodiversidade dos anomúros basicamente foi relacionada à abundância sazonal e dominância de *I. sawayai*, como também, pela moderada influência de *L. loxocheles*. A dominância de uma espécie pode ocorrer quando a mesma é generalista para as condições ambientais, não encontrando barreiras físicas para se adaptar. Em contrapartida, a espécie dominante pode ser especialista a um ou poucos aspectos de seu habitat, necessitando de condições específicas para ocupar um nicho (McNaughton e Wolf, 1970), o que parece ser o caso de *I. sawayai*.

Padrões de dominância já foram registrados em estudos com braquiúros e anomúros de substrato não consolidado na região de Ubatuba (Fransozo et al., 1992; Negreiros-Fransozo et al., 1997; Fransozo et al., 1998), os quais propuseram que a coexistência de várias espécies significa o uso diferencial do espaço. Portanto, a riqueza pode ser restringida, quando um local não apresenta ampla variedade de habitat e condições propícias para o desenvolvimento e manutenção das espécies, como abrigo e alimentação.

### Padrão espacial

Os índices elevados de equitabilidade e riqueza de espécies nos 17 m, provavelmente foram reflexo da uniformidade no número de indivíduos de cada espécie. Por outro lado, a alta riqueza foi representada à presença das espécies consideradas acessórias, encontradas em profundidades mais afastadas da costa, como *P. exilis*, *D. insignis* e *P. diogenes*, ermitões que ocorrem principalmente em regiões com baixa temperatura e sedimento com menor predominância de silte+argila (Fransozo et al., 2007).

Em contrapartida, nos 5 m foram registrados menores valores de equitabilidade e alta dominância de *I. sawayai*. De acordo com Magurran (2004) e Fransozo et al. (2007), a alta abundância de uma espécie leva a baixa diversidade e consequente baixa equitabilidade local. Para uma espécie ser dominante em uma região, o habitat deve apresentar características abióticas que beneficiem sua presença e a deixem mais apta que outras possíveis competidoras. *I. sawayai* mostrou-se com grande abundância em locais com temperaturas em torno de 22 °C, predominância de substrato fino e baixa salinidade, condição favorável ao seu desenvolvimento (Negreiros-Fransozo et al., 1997; Sant'Anna et al., 2006; Fantucci et al., 2009).

### Padrão temporal

Julho apresentou os maiores índices de diversidade, embora tenha se registrado diminuição na temperatura da água, matéria orgânica e aumento na salinidade. Propõe-se que, a variação desses fatores ambientais podem ter ocasionado a diminuição na abundância de espécies dominantes como *I. sawayai*, influenciando diretamente no índice de diversidade de Shannon-Wiener, o qual leva em consideração não apenas a riqueza de espécies, mas a abundância entre as mesmas (Magurran, 2004). Atrelado a isto, propõe-se que a redução nos

valores de temperatura nos locais amostrados proporcionou a migração para a região costeira de espécies que habitam preferencialmente locais mais afastados da costa, como *P. exilis*, *D. insignis* e *P. diogenes*. Fransozo et al. (1998), Mantelatto e Garcia (2002), e Meireles et al. (2006) encontraram resultados similares no litoral do estado de São Paulo com maiores índices de diversidade durante o inverno, propondo que a queda de temperatura da água beneficia espécies adaptadas a esse tipo de ambiente, fornecendo a elas condições abióticas para se aproximarem à costa. Consequentemente, em períodos mais quentes como o verão, espécies estenotermas frias retornam aos locais mais profundos, diminuindo a diversidade e aumentando a presença de espécies dominantes.

A região de estudo possui elevados índices pluviométricos (1700 mm anuais) (dados do Instituto Nacional de Meteorologia, 1939-1983, Hardt, 2005), registrando picos na primavera e verão no período de estudo, o que pode estar relacionado a redução na salinidade das regiões próximas à costa.

A pluviosidade eleva a vazão dos rios para o ambiente marinho, intermediados pelo estuário, proporcionando o carreamento para região marinha de material orgânico em suspensão ou associado ao substrato, sendo que quanto maior a descarga fluvial na região costeira, maior será a quantidade de material em suspensão presente no ambiente (Abreu, 1980; Shettini, 2002). Propõe-se que o aumento de materiais orgânicos em suspensão favoreça a presença de espécies filtradoras, como *I. sawayai* e *L. loxochelae*, que se utilizam desse tipo de material para sua alimentação (Bertness, 1981).

#### Análise de Redundância - *Isocheles sawayai* e *Loxopagurus loxochelae*

*Isocheles sawayai* é uma espécie adaptada com águas de baixa salinidade e temperaturas elevadas, o que pode explicar sua abundância nas estações mais quentes do ano

(Negreiros-Fransozo e Hebling, 1983; Melo, 1999). Por outro lado, *L. loxochelis* prefere águas mais frias com distribuição geográfica até Argentina, onde a espécie apresenta significativa abundância nos períodos em que a temperatura da água é menor (Mantelatto et al., 2004; Ayres-Peres e Mantelatto, 2008).

Bertini et al. (2004) e Mantelatto et al. (2004) encontraram maiores abundâncias de *L. loxochelis* em temperaturas de 16-22 °C e 17-23 °C, respectivamente. Os autores afirmaram que a temperatura baixa da água e locais que não apresentam muita influência de água doce, principalmente acima dos 15 m de profundidade, são os principais moduladores na distribuição da espécie, no entanto, a maior abundância encontrada nesse trabalho está relacionada aos 5 m e ao período do ano com a temperatura da água mais elevada, acima de 23 °C.

Com base nas condições ambientais locais, propõe-se que embora *L. loxochelis* seja bem adaptado aos locais de águas frias e alta salinidade, a sua presença e abundância na região de estudo é regida fortemente pela disponibilidade alimentar. Como a espécie tem hábito alimentar filtrador (Melo, 1999), propomos que com o aumento das chuvas nos meses de primavera e verão, aumentou a entrada de partículas alimentares em locais próximos à costa, beneficiando o desenvolvimento de espécies filtradoras. De acordo com Melo (1985), as espécies alteram seus limites de distribuição batimétrica, dependendo das condições ambientais e de suas necessidades fisiológicas.

Portanto, esse trabalho demonstra que a região estudada apresenta uma considerável riqueza de crustáceos anomúros exposta às redes utilizadas para a captura dos camarões (alvos da pesca). Como os crustáceos anomúros constituem um importante papel no ecossistema, principalmente na cadeia trófica alimentar e na ciclagem de nutrientes, sua captura durante a

pesca não seletiva pode ocasionar, em longo prazo, distúrbios na teia trófica marinha na região de estudo.



## REFERÊNCIAS

- Abreu, J. 1980. Distribuição e ecologia dos Decapoda numa área estuarina de Ubatuba (SP). Boletim do Instituto Oceanográfico. 29(2): 1-3.
- Abele, L.G. 1974. Species diversity of decapods crustaceans in marine habitats. Ecology. 55(1): 156-161.
- Alverson, D.L.; Freeberg, M.H.; Pope, J.G.; Murawski, S.A. 1994. A global assessment of fisheries by catch and discards. FAO Fisheries Technical Paper. n° 339. Rome, FAO. 233 pg.
- Ayres-Peres, L.; Mantelatto, F.L. 2008. Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do Estado de São Paulo, Brasil. Iheringia, Série Zoologia. 98(1): 28-35.
- Bach, C.B.; Hazlett, B.; Rittschof, D. 1976. Effects of interspecific competition on fitness of the hermit crab *Clibanarius tricolor*. Ecology. 57: 579-586.
- Berger, W.H.; Parker, F.L. 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep sea sediments. Science. 68: 1345-1347.
- Bertini, G.; Fransozo, A. 2004. Bathymetric distribution of brachyurans (Crustacea, Decapoda) communities in soft bottom from southeastern Brazil. Marine Ecology Progress Series. 279: 193-200.
- Bertini, G.; Fransozo, A.; Braga, A.A. 2004. Ecological distribution and reproductive period of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. Journal of Natural History. 38(18): 2331-2344.
- Bertness, M.D. 1981. The influence of shell-type on hermit crab growth rate and clutch size (Decapoda, Anomura). Crustaceana. 40(2): 197-205.
- Connoly, P.C. 1986. Status of the Brazilian shrimp fishing operations and results of related research. FAO General Contribution, Rome, 3: 1-28.
- Elwood, R.W.; Marks, N.; Dick, J.T.A. 1995. Consequences of shell-species preferences for female reproductive success in the hermit crab *Pagurus bernhardus*. Marine Biology. 123(3): 431-434.
- Fantucci, M.Z.; Biagi, R.; Meireles, A.L.; Mantelatto, F.L. 2009. Influence of biological and environmental factors on the spatial and temporal distribution of the hermit crab *Isocheles sawayai* Forest e Saint-Laurent, 1968 (Anomura, Diogenidae). Nauplius.17: 37-47
- Fonseca, P.; Campos, A.; Larsen, R.B.; Borges, T.C.; Erzini, K. 2005. Using a modified Nordmøre grid for bycatch reduction in the Portuguese crustacean-trawl fishery. Fisheries Research, London. 71: 223-239.

- Furlan, M.; Fernandes-Góes, L.C.; Fransozo, V.; Hiroki, K.A.N.; Almeida, A.C. 2009. Diversidade e distribuição dos Anomura de substratos não consolidados em enseadas e ilhas, na região de Ubatuba (SP), Brasil. Anais do III congresso latino americano de ecologia, São Lourenço - MG.
- Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M. L.; Mantelatto, F.L.M.; Pinheiro, M.A.A.; Santos, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do sublitoral não consolidado na enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). Revista Brasileira de Biologia. 52(4): 667-675.
- Fransozo, A.; Mantelatto, F.L.; Bertini, G.; Fernandez-Góes, L.C.; Martinelli, J.M. 1998. Distribution and assemblages of anomuran crustaceans in Ubatuba Bay, north coast of São Paulo State, Brazil. Acta Biologica Venezuelica. 18(4): 17-25.
- Fransozo, A.; Bertini, G.; Braga, A.A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 2007. Ecological aspects of hermit crabs (Crustacea, Anomura, Paguroidea) off the northern coast of São Paulo State, Brazil. Aquatic Ecology. 42: 437-448
- Fransozo, A.; Fernandes-Góes L.C.; Fransozo, V.; Góes J.M.; Cobo V.J.; Teixeira, G.M.; Gregati, R.A. 2011. Marine anomurans (Decapoda) from the non-consolidated sublittoral bottom at the southeastern coast of Brazil. Crustaceana. 84: 435-450.
- Fransozo, A.; Furlan, M.; Fransozo, V.; Bertini, G.; Costa, R.C.; Fernandes-Góes, L.C. 2012. Diversity of decapod crustaceans at the interface of unconsolidated seabed areas and rocky shores in tropical/subtropical Brazil. African Journal of Marine Science. 34: 361-371.
- Gotelli, N.J e Ellison, A.M. 2011. Princípios de estatística em ecologia. Porto Alegre: Editora Artmed. 528 pg.
- Grabowski, R.C.; Simoes, S.M.; Castilho, A.L. 2014. Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. ZooKeys (Online).
- Grabowski, R.C; Castilho, A.L. 2012. Dinâmica populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda) na Baía da Batitonga, Estado de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, AC: Zoologia) Universidade Estadual Paulista. 113 pg.
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.T.; Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica. 4: 1-9.
- Hardt, F.A.S. 2005. Padrões de residência do golfinho *Sotalia guianensis*, na Baía da Babitonga, litoral norte de Santa Catarina, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, AC: Zoologia) Universidade Federal do Paraná. 120 pg.
- Legendre, P; Legendre, L. 1998. Numerical Ecology, 2<sup>a</sup> ed. Amsterdam: Elsevier Science. 853 pg.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Science. 256 pg.

- Mantelatto, F.L.M.; Garcia, R.B. 2002. Hermit crab fauna from the infralittoral zone of Anchieta Island (Ubatuba, Brazil). In: E. E. Briones & F. Alvarez. Modern approaches to the studies of crustacea. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. 137-143.
- 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.
- Mcintosh, R.P. 1967. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Ecology*. 48: 392-404.
- McNaughton, S.J.; Wolf, L.L. 1970. Dominance and the niche in ecological systems. *Science*. 167: 131-139.
- Mclaughlin, P.A.; Lemaitre, R.; Sorhannus, U. 2007. Hermit crab phylogeny: A reappraisal and its “fall-out”. *Journal of Crustacean Biology*. 27(1): 97-115.
- Mclaughlin, P.A.; Komai, T.; Lemaitre, R.; Rahayu, D.L. 2010. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) Part I – Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea. *Raffles Bulletin of Zoology*. 23: 5-107.
- Meireles, A.; Terossi, M.; Biagi, R.; Mantelatto, F.L.M. 2006. Spatial and seasonal distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Benedict, 1892) (Decapoda: Paguridae) in the southwestern coast of Brazil. *Revista de Biologia Marina y Oceanografía*. 41(1): 87-95.
- Melo, G.A.S. 1985. Taxonomia e padrões distribucionais e ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) do litoral sudeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, Brasil. 215 pg.
- Melo, G.A.S. 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea, Editora Plêiade, São Paulo. 551 pg.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Hebling, N.J. 1983. Desenvolvimento pós-embrionário de *Isocheles sawayai* Forest e Saint Laurent, 1967 (Decapoda, Diogenidae), em laboratório. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia*. 35(4): 41-53.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A.; Pinheiro, M.A.A.; Mantelatto, F.L.M.; Santos, S. 1991. Caracterização física e química da Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. *Rev. Bras. Geoc.* 21(2): 114-120.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A.; Mantelatto, F.L.M.; Pinheiro, M.A.A.; Santos, S. 1997. Anomuran species (Crustacea, Decapoda) in their ecological distribution at Fortaleza Bay sublittoral, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia* 83: 187-194.

Pielou, E.C. 1975. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. 13: 131-144.

R Development Core Team. 2009. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-Project.org>.

Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Atlântica*. 16(1): 125-141.

Sant'Anna, B.S.; Zangrande, C.M.; Reigada, A.L.D.; Severino-Rodrigues, E. 2006. Spatial distribution and shell utilization in three sympatric hermit crabs at non-consolidated sublittoral of estuarine-bay complex in São Vicente, São Paulo, Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 41(2): 141-146.

Severino-Rodrigues, E.; Guerra, D.S.F.; Graça-Lopes, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na Praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*. 28(1): 33-48.

Shannon, C.E.; Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana.

Schettini, A.C. 2002. Caracterização física do estuário do Rio Itajaí-Açu, SC. *Revista Brasileira de Recursos hídricos*. 7: 123-142.

Suguio, K. 1973. Introdução à sedimentologia. Editora da Universidade de São Paulo. 317 pg.

Svane, I.; Hammett, Z.; Lauer, P. 2009. Impacts of trawling on benthic macro-fauna and-flora of the Spencer Gulf prawn fishing grounds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 82: 621-631.

Teoh, H.W.; Hussein, M.S.H.; Chong, V.C. 2014. Influence of habitat heterogeneity on the assemblages and shell use of hermit crabs (Anomura: Diogenidae). *Zoological Studies*. 53: 67.

Zar, J. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, 663 pg.

*CAPÍTULO II*

*BIOLOGIA REPRODUTIVA DO ERMITÃO *Isocheles sawayai*  
(CRUSTACEA, ANOMURA) PROVENIENTE DAS ÁGUAS  
COSTEIRAS DO SUL DO BRASIL*

## RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram investigar a razão sexual, estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Isocheles sawayai*, um ermitão comumente capturado junto à fauna acompanhante na pesca não seletiva de camarão no litoral norte do estado de Santa Catarina, Brasil. Arrastos mensais foram realizadas na área adjacente à Baía da Babitonga de julho de 2010 a junho de 2011, utilizando um barco de camarão equipado com redes double-rig, em profundidades de 5 a 17 m. Os ermitões foram identificados por sexo, com base na posição de gonóporos, e medido o comprimento do escudo cefalotorácico (EC). As fêmeas portando embriões em seus pleópodos foram classificadas como reprodutivas. A maioria dos 575 indivíduos foram coletados próximo à costa (5 m de profundidade), com predominância no sedimento composto de silte e argila e no período do ano que apresentou águas com temperaturas mais elevadas. Estes animais foram representados por 316 machos, 103 e 156 fêmeas, com e sem embriões, respectivamente. Os machos apresentaram um comprimento médio de 7,5 mm e as fêmeas 5,5 mm. Enquanto machos direcionam toda sua energia para o crescimento, as fêmeas investem parte para reprodução. Além disso, machos maiores têm um maior sucesso na conquista de fêmeas durante o período de acasalamento e o dimorfismo sexual evita a competição intraespecífica por recurso como conchas vazias. A proporção sexual favoreceu os machos (teste binomial,  $p < 0,05$ ), exceto em novembro, mês que houve uma proporção igual entre os sexos. O período reprodutivo foi sazonal, com um pico durante a primavera, principalmente em novembro, com 95% do total de fêmeas com embriões. De acordo com nossos resultados, propomos que existe uma migração diferenciada entre os sexos como sugerido na bibliografia, machos preferem regiões costeiras e as fêmeas a zona intertidal. No entanto, nossos resultados demonstraram que ambos os sexos utilizaram a mesma região costeira durante o período reprodutivo, especialmente a primavera, estação com elevados índices de pluviosidade ( $> 200$  mm). Nesses períodos chuvosos ocorre um maior transporte de materiais orgânicos advindos do continente, aumentando a disponibilidade de alimento e propiciando excelentes condições para o desenvolvimento de larvas de muitos animais bentônicos como *I. sawayai*.

Palavra-chave: crustáceos, Diogenidae, reprodução, acasalamento.

**ABSTRACT**

The goals of the present study are to investigate the sex ratio, structure and reproductive biology of *Isocheles sawayai*, a hermit crab usually captured as bycatch in the non-selective fishery of shrimps on the northern coast of Santa Catarina state, Brazil. Monthly trawls were conducted in Babitonga Bay from July 2010 through June 2011, using a shrimp boat outfitted with double-rig nets, at depths from 5 to 17 m. The hermit crabs were identified by sex, based on the position of gonopores, measured for cephalothoracic shield length (CS), and identified the females porting embryos in their pleopods. The majority of the 575 individuals collected concentrated near the coast (5 m deep) with silt and clay predominance in the sediment and hotter water periods. These animals were represented by 316 males, 103 and 156 females with and without embryos, respectively. The males presented a mean length of 7.5 mm higher than females (5.5 mm). While the males allocate a better portion of his energy to growth, the females invest her energy to reproduction too. Furthermore, higher males have a better success to conquest females in the mating period and the size dimorphism avoids the intraspecific competition by resource as empty shells. The sex ratio tended to favor males (binomial test,  $p < 0.05$ ), except in November that the proportion was equal. The reproductive period was seasonal with a peak during spring, mainly in November with 95% of the total females with embryos. According our results, we propose that has a different migration by sex as the suggested in bibliography that males prefer coastal regions and females intertidal zones. However, our data demonstrated that both sex utilized the same coastal regions in the reproductive period in spring season. The spring and early summer have higher intensity of rainfall ( $> 200$  mm) that probably promote a transport of coastal organic materials, a great condition to reproduction and subsequent larval development of benthic animals as *I. sawayai*.

Key word: Crustacea, Diogenidae, reproduction, mating.

## INTRODUÇÃO

*Isocheles sawayai* Forest e Saint Laurent (1968) é um ermitão endêmico do Atlântico Ocidental Sul, tendo uma amplitude de ocorrência no Brasil, do estado do Ceará até Santa Catarina, e na Venezuela (Isla Margarita) (Nucci e Melo, 2000). É um animal filtrador bentônico, que se alimenta de partículas em suspensão e apresenta como estratégia de defesa o hábito de ficar parcialmente enterrado no fundo de areia (Melo, 1999). Trata-se de uma espécie que compõe a fauna acompanhante (*bycatch*) da pesca de arrasto camaroeira. O *bycatch* é composto por animais de qualquer tamanho ou espécie, capturados junto à espécie-alvo da pesca não seletiva de arrasto (Graça-Lopes, 1996). Após o arrasto, indivíduos de *I. sawayai* e demais espécies são devolvidos para o oceano já mortos ou em estado moribundo, especialmente na pesca costeira de um dos camarões mais explorados atualmente, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller (1862), encontrado a partir dos 2 metros de profundidade. O estado de Santa Catarina possui em torno de 25 mil pescadores artesanais, divididos em 186 comunidades, filiados a 38 colônias de pesca e responde por 23% do volume de pesca nacional (Costa et al., 2003; Epagri/cepa, 2010; Branco et al., 2013).

Com essa grande exploração de *X. kroyeri*, *I. sawayai* acaba sendo afetado, pois muitos animais capturados junto ao *bycatch* se encontram em fase juvenil ou em período reprodutivo (fêmeas portando embriões), o que representa uma perda considerável para geração futura e coloca em risco a manutenção da espécie na região costeira. Do ponto de vista ecológico, esse animal é um importante integrante na cadeia trófica marinha, servindo de alimento para várias espécies de invertebrados e peixes (Severino-Rodrigues et al., 2002; Fantucci, et al., 2009a).

Não há trabalhos realizados sobre o período reprodutivo e estrutura populacional da espécie em questão no litoral de Santa Catarina. A maioria dos estudos realizados com este



animal está concentrada no estado de São Paulo, onde podemos citar trabalhos de: Pinheiro et al. (1993), Negreiros-Fransozo et al. (1997), Fantucci et al. (2008), Fantucci et al. (2009a), e Fantucci et al. (2009b).

Portanto, faz se necessário o estudo sobre a biologia reprodutiva de *I. sawayai* e os parâmetros ou condições ambientais importantes para a manutenção do mesmo na costa sul do Brasil. No caso de ermitões, além da disponibilidade de alimento, também é imprescindível a presença de conchas vazias adequadas a seu corpo para proteger o abdômen mole, o que torna esse recurso indispensável (Sastry, 1983).

Outro fator importante que deve ser investigado é a sua estrutura populacional, que representa uma importante ferramenta no estudo de diferentes grupos, pois permite conhecer a amplitude de tamanho alcançado pelos indivíduos, suas frequências e flutuações ao longo dos diferentes tamanhos, e conseqüentemente a estabilidade ecológica das populações (Begon et al., 1996; Batista-leite et al., 2003).

O presente trabalho fornece informações de *I. sawayai* em uma região geográfica pouco estudada e possibilitará a observação dos padrões biológicos e ecológicos no estado de Santa Catarina, limite sul de sua distribuição no Brasil. Assim, o objetivo desse estudo é caracterizar a estrutura populacional, razão sexual e período reprodutivo do ermitão *I. sawayai* na região adjacente à Baía da Babitonga - SC.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

No sul do Brasil, a Baía da Babitonga tem uma área estuarina rodeada por florestas de mangue, e um ambiente marinho adjacente com uma alta prioridade de conservação (MMA, 2007), e é um dos principais candidatos para a criação de uma área marinha protegida de uso sustentável (MPA) (Vilar et al., 2011; Grabowski, 2012).

### Amostragens

Informações detalhadas sobre a área de estudo, coleta e análise de fatores ambientais, bem como da amostragem de material biológico, segue a metodologia do primeiro capítulo da presente dissertação.

### Estrutura e biologia reprodutiva

Em laboratório, os ermitões foram retirados cuidadosamente de suas conchas, e então medidos (comprimento do escudo cefalotorácico - EC mm). O sexo foi determinado de acordo com a posição dos gonóporos (presença dessa estrutura no terceiro par de pereópodos indica fêmea e no quinto par macho, respectivamente) (Melo, 1999).

O período reprodutivo foi determinado com base na proporção de fêmeas com embriões (com ovos fecundados exteriorizados nas cerdas pleopodiais) em relação ao total de fêmeas da população. O recrutamento juvenil foi identificado de acordo com o período de maior frequência de indivíduos com comprimento de EC inferior a menor fêmea portando embriões (Biagi e Mantelatto, 2006). Após as análises os animais foram acondicionados em frascos com identificação de mês, ano e ponto de coleta, e depositados no laboratório de Carcinologia, Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC), Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

### Análise estatística

A proporção entre os sexos foi estimada como sendo o quociente entre o número de machos e fêmeas amostrados em cada mês. Os desvios entre sexos de uma proporção de 1: 1

foram testados utilizando o teste binomial ( $\alpha=0,05$ ) (Wilson e Hardy, 2002; Grabowski et al., 2014).

A normalidade da distribuição na população em relação a seu tamanho (EC) foi analisada pelo teste de D'Agostino-Pearson e a homocedasticidade pelo teste de Levene (hipótese nula: distribuições iguais). O teste Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para comparar as médias de comprimento entre machos e fêmeas (Zar, 1999).

A análise de redundância (RDA) foi utilizada a fim de verificar a relação entre a composição da espécie (medida como a abundância da espécie por grupo de interesse, machos, fêmeas e fêmeas com embriões) e as características ambientais (Legendre e Legendre, 1998). Essa análise é uma extensão direta da regressão múltipla para o caso multivariado, cujos os dados de composição dos grupos de interesse representam a variável resposta multivariada e as variáveis ambientais representam a variável preditora multivariada. (Gotelli e Ellison, 2011). As variáveis ambientais utilizadas nos cálculos da RDA foram a salinidade e temperatura de fundo, e granulometria do sedimento (Phi). A rotina Vegan foi utilizada, inserida no programa R (Development Core Team, 2009), o nível de significância adotado foi de 5%. Anteriormente à análise multivariada, os dados das variáveis que não apresentaram distribuição normal foram transformados para atender as premissas dos testes estatísticos (Zar, 1999).

## **RESULTADOS**

Foram coletados 575 indivíduos, 96% amostrado na profundidade de 5 m, sendo 156 fêmeas sem embriões (27%), 103 fêmeas com embriões (18%) e 316 machos (55%). Os animais apresentaram distribuição normal de EC (D'Agostino-Pearson,  $p>0,05$ ), com comprimento do escudo cefalotorácico variando nos machos de 3,05 a 11,8 mm, nas fêmeas

sem embriões de 3,2 a 10,2 mm de CS e com embriões 4,1 a 11,7 mm de EC. A média de tamanho dos machos foi maior do que das fêmeas na área de estudo (Kolmogorov-Smirnov,  $p < 0,05$ ), evidenciando dimorfismo sexual, sendo que as fêmeas sem e com embriões apresentaram média de tamanho de 5,3 e 5,9 mm, respectivamente, e os machos 7,5 mm de EC (Figura 1).

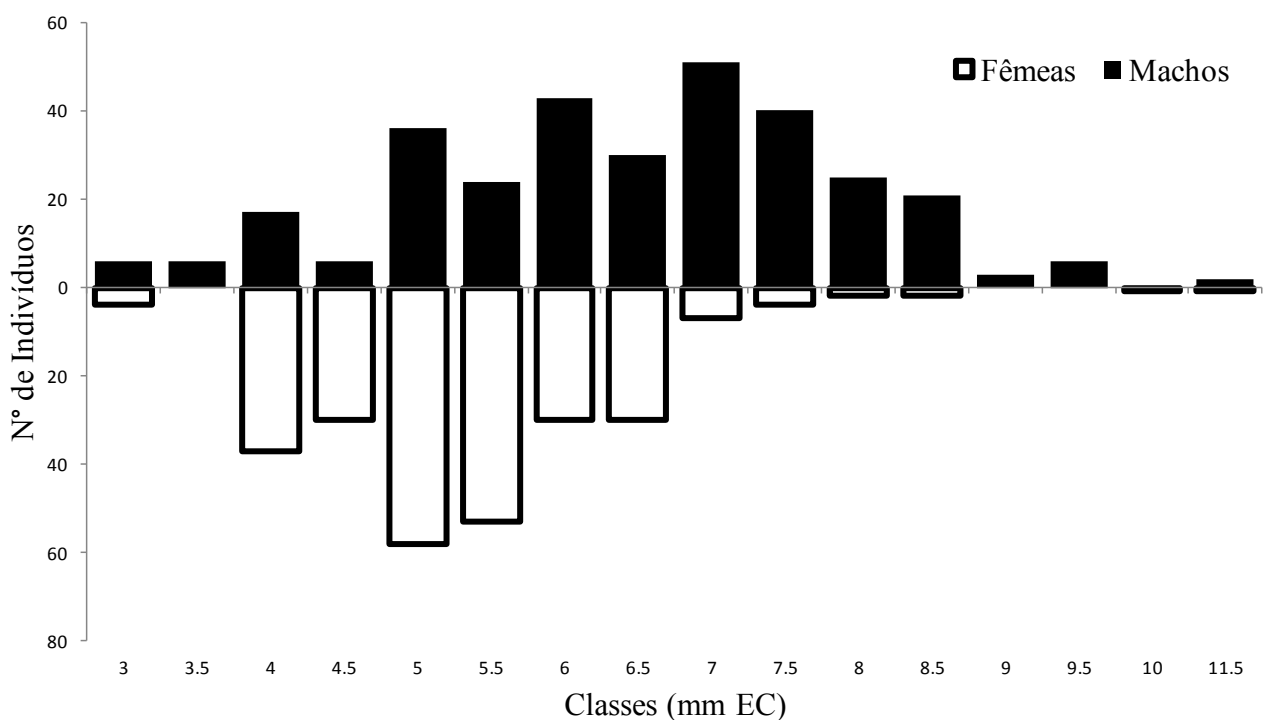


Figura 1 - Distribuição de frequência por classes de tamanho de *Isocheles sawayai* coletado mensalmente, de julho/2010 a junho/2011, na região adjacente à baía da Babitonga.

A proporção sexual da população indicou um predomínio dos machos sobre as fêmeas ( $\sigma 1:\text{f} 0,82$ ,  $p = 0,00$ ), com exceção de novembro, mês que foi coletado o maior número de fêmeas com embriões no estudo, ocorrendo nesse período um equilíbrio na proporção de indivíduos entre os sexos ( $\sigma 0,98:\text{f} 1$ ,  $p=0,97$ , Figura 2).

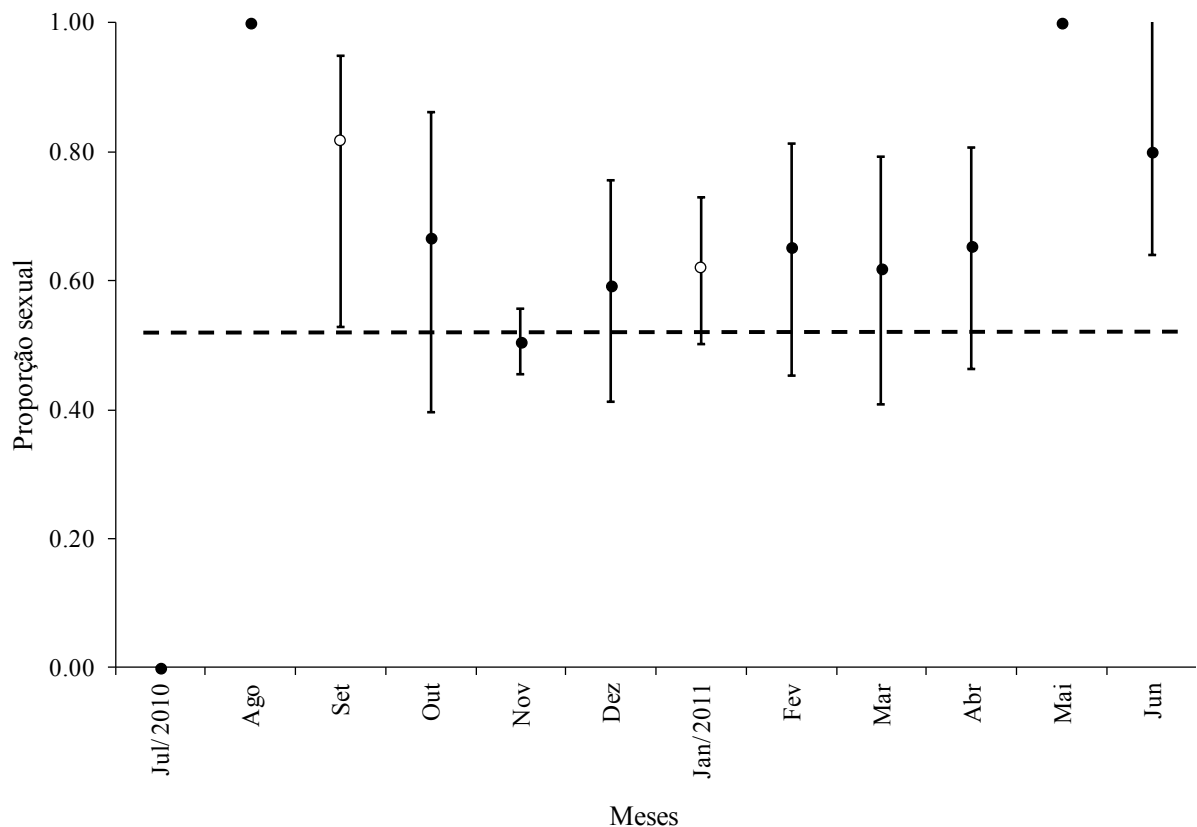


Figura 2 - Razão sexual entre machos e fêmeas de *Isocheles sawayai* durante o período de jul/10 até jun/11 na região adjacente à baía da Babitonga - SC. Circulos pretos indicam desvios da proporção sexual de 1:1 (Teste Binomial,  $p < 0,05$ )

Os machos foram coletados durante todo o ano, enquanto as fêmeas entre os meses de setembro a maio. Porém, as fêmeas com embriões aderidos aos pleópodos foram coletadas somente nos meses de outubro a fevereiro, quando a temperatura estava entre 20 e 26 °C, com destaque para 22 °C, com aproximadamente 80% desses animais encontrados caracterizando uma reprodução sazonal. A maior intensidade de indivíduos recrutados na população foi em novembro e janeiro e um recrutamento menos intenso durante setembro e junho (Figura 2 e Figura 3). Durante o período estudado, a temperatura da água começou a aumentar em outubro/10 chegando a seu máximo em fevereiro/11, também a partir de outubro/10 a pluviosidade começou a aumentar na região (Figura 3). A análise de redundância (RDA)

mostrou a associação entre a temperatura da água à abundância das fêmeas com embriões (Figura 4, Tabela 1).

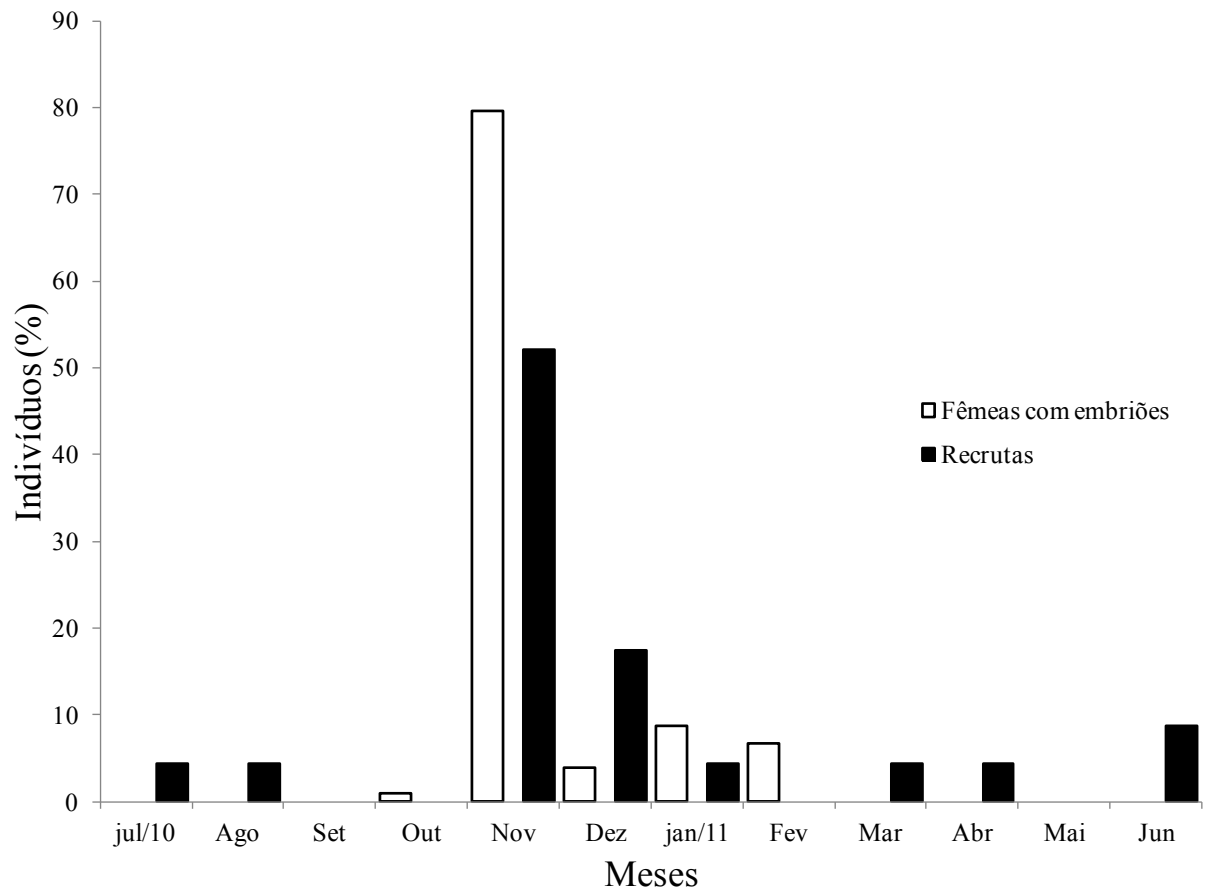


Figura 2 – Distribuição de fêmeas com embriões e recrutas da espécie *Isocheles sawayai* durante Jun/2010 até Jul/2011, na região adjacente à baía da Babitonga - SC.

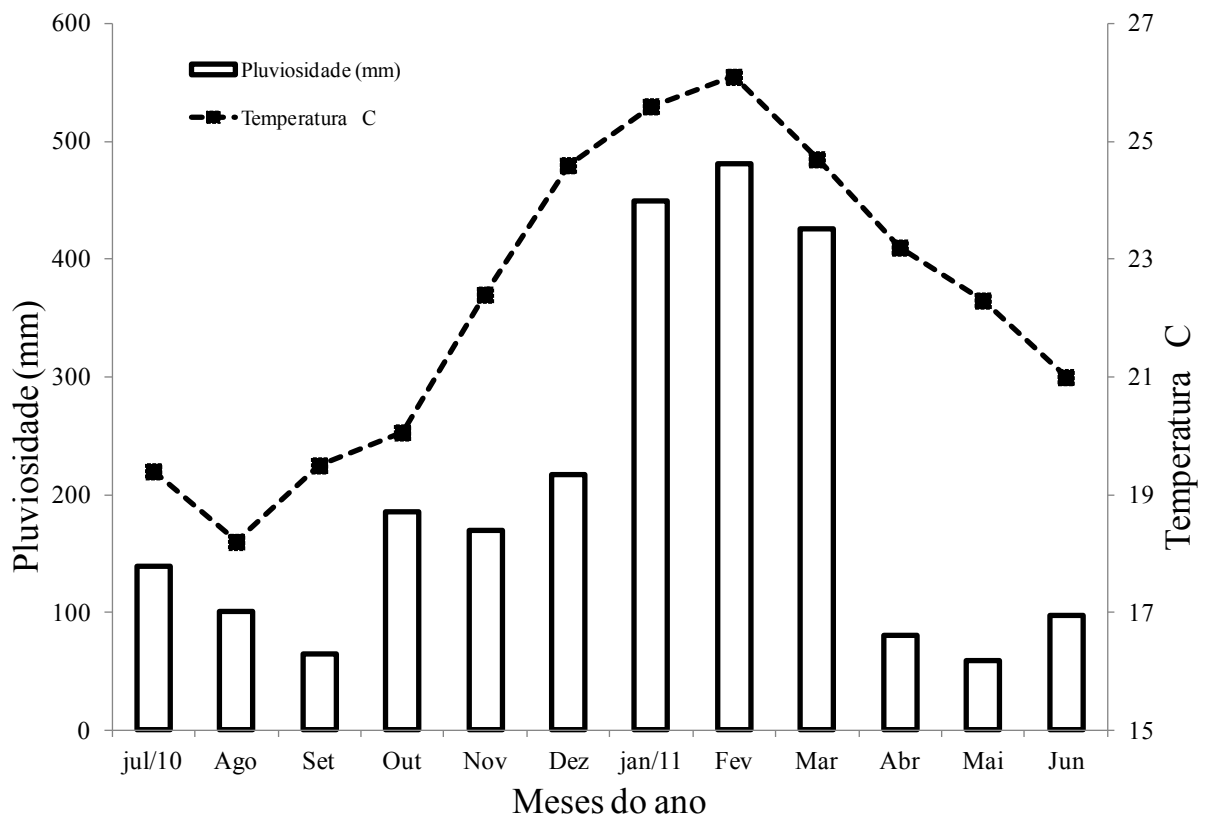


Figura 3: Variação da temperatura de fundo 2011 na região adjacente à baía da Babitonga e volume mensal de pluviosidade de julho de 2010 até junho de 2011 na região de Itapoá -SC. Fonte; Epagri/Ciram/Inmet.

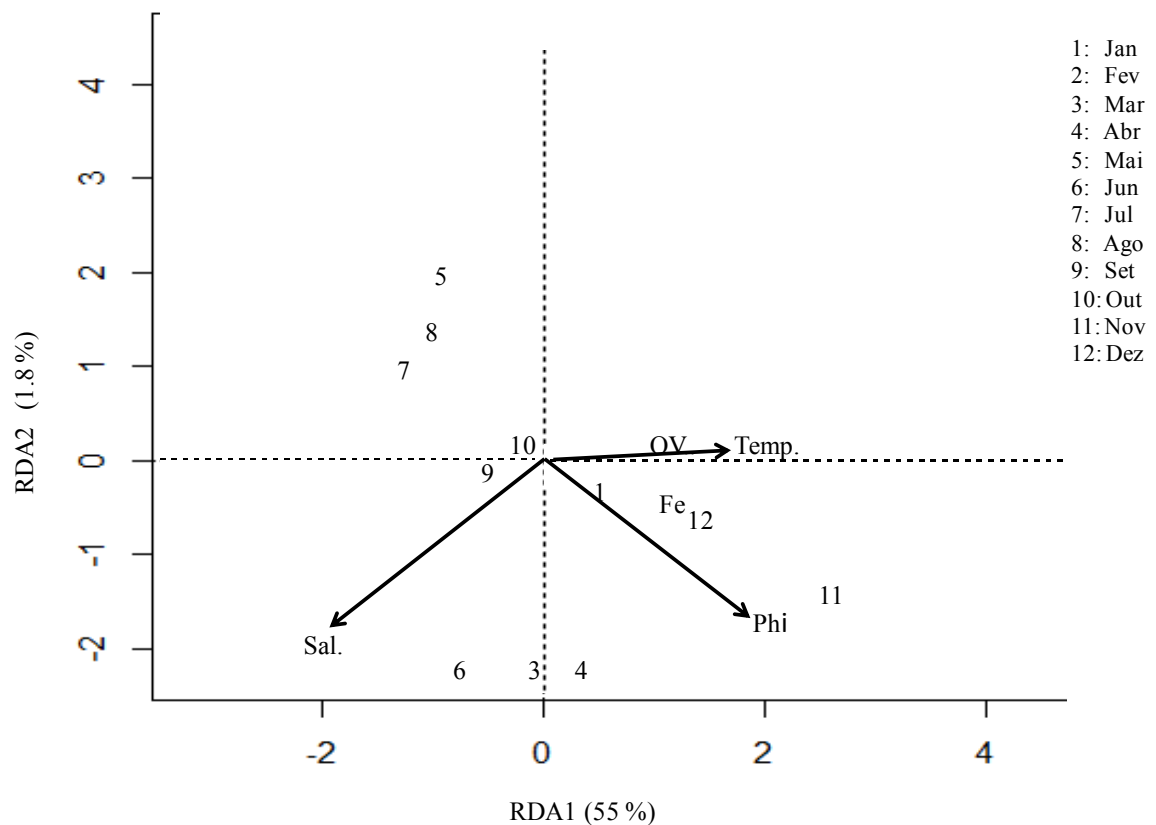


Figura 4. Análise de Redundância entre a abundância dos animais coletados, fêmeas (Fe), fêmeas com embriões (OV) e machos (Ma) e os fatores ambientais, temperatura da água (Temp.), textura do sedimento (Phi) e Salinidade da água (sal) na região adjacente à baía da Babitonga - SC.

Tabela 1: Resumo dos resultados da análise de Redundância (RDA) de *Isocheles sawayai* (machos, fêmeas e fêmeas com embriões) e as variáveis ambientais coletadas, durante o período de jul/2010 a jun/2011 na região adjacente à Baía da Babitonga - SC, (Phi: textura do sedimento). Significância foi inferida usando alfa ( $p < 0.05$ ): 0.001 ‘\*\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘.’ 1. Valor de p baseado em 9999 permutações.

	RDA1	RDA2	$r^2$	P
Proporção explicada	0,550	0,018		
Temperatura	0,655	0,028	0,325	0,045 *
Phi	0,682	-0,722	0,491	0,169
Salinidade de fundo	-0,614	-0,767	0,516	0,034 *



## DISCUSSÃO

*Isocheles sawayai* apresentou dimorfismo sexual, com machos atingindo maior tamanho que as fêmeas, padrão comum em Anomura, como verificado nos trabalhos de Negreiros-Fransozo e Fransozo (1992), Garcia e Mantelatto (2001), Martinelli et al. (2002), e Bertini et al. (2004). O dimorfismo sexual em Anomura ocorre principalmente pelos sexos apresentarem taxa de crescimento diferenciada, enquanto que os machos canalizam toda a sua energia exclusivamente para o crescimento corporal somático, as fêmeas direcionam uma parte para a produção de ovos, o que possivelmente faz com que as mesmas atinjam um menor tamanho corporal (Bertness, 1981; Abrams, 1988; Sampaio et al., 2009).

Ademais, tal distinção corpórea pode estar relacionada à seleção sexual, machos com maior tamanho corporal são mais bem sucedidos em lutas por parceiras e para o acasalamento. Em experimentos laboratoriais com o ermitão *Diogenes nitidimanus* Terao (1913), os machos maiores apresentaram maior sucesso em acasalar as fêmeas durante a reprodução. Além do tamanho do corpo, o tamanho das quelas também determina a hierarquia desses animais, podendo inferir que a pressão de seleção conduz a população de machos a alcançarem um maior tamanho, pois proporciona uma maior possibilidade de sucesso à prole (Asakura, 1987; Ayres-Peres e Mantelatto, 2008).

De acordo com Sant'Anna et al. (2008), machos do ermitão *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) iniciam o processo de crescimento aproximadamente cinco meses antes das fêmeas e alcançam um tamanho assintótico superior as mesmas. Tal padrão pode ocorrer na espécie em estudo, o que explicaria por que as classes intermediárias apresentam um maior número de fêmeas comparado aos machos, como também a baixa constante de crescimento das fêmeas em consequência da utilização de conchas relativamente pequenas na natureza (Litulo, 2005).

O tamanho diferenciado quanto ao sexo pode ser benéfico para a população, pois reduz a competição por conchas adequadas e conseqüentemente evita a competição intraespecífica, diminuindo o risco de morte, já que um animal sem concha está muito mais suscetível ao ataque de predadores. Selecionando conchas distintas aos machos, as fêmeas podem usufruir por este recurso durante um tempo maior, pois iniciam uma atividade reprodutiva ainda bastante jovens, como constatado no presente estudo, com fêmeas de 4,1 mm de EC portando embriões. Em contrapartida, as fêmeas aumentam seu estresse físico durante o tempo prolongado de incubação dos embriões na mesma concha, pois é um risco expor sua prole aos predadores ao trocar tal abrigo. Com isso, ermitões que usam uma concha por muito tempo tendem a retardar o crescimento corpóreo (Fantucci et al., 2008).

O predomínio dos machos na população pode estar relacionado aos aspectos migratórios dos indivíduos durante o ciclo de vida. Padrões de migração longitudinal são apontados como as principais causas de desvios na proporção sexual, onde machos são encontrados em maior abundância em regiões rasas em torno de 5 metros e fêmeas na região intertidal, como visto em trabalhos realizados em Ubatuba - SP e na Venezuela (Pinheiro et al., 1993; Galindo et al., 2008; Fantucci et al., 2009a).

Todavia, durante o período reprodutivo a proporção sexual se aproximou de 1:1, a qual estaria relacionado a duas situações: primeira, uma estratégia da espécie, na qual machos e fêmeas compartilham o mesmo habitat, visando aumentar a eficiência nos eventos reprodutivos; ou uma segunda situação, com o maior número de fêmeas em novembro relacionado a um substrato extremamente fino nesse período como foi encontrado nos 5 m, o que corresponde a preferência da espécie e facilita o enterramento desses animais, diminuindo o risco das fêmeas com embriões serem predadas (Meireles et al., 2006).

*Isocheles sawayai* apresentou características bem evidentes de uma população com reprodução sazonal, com um elevado pico de fêmeas com embriões durante primavera (84%) e início do verão. O mesmo padrão foi encontrado por Fantucci et al. (2009a), estudando o período reprodutivo da mesma espécie na região de Ubatuba – SP. Segundo os autores, os limites de distribuição de uma espécie e seus estágios de vida são determinados pela ação conjunta de fatores abióticos do ambiente, no entanto, alguns fatores, flutuam mais amplamente do que outros, e consequentemente direcionam e influenciam com mais intensidade os hábitos de vida do animal, como a reprodução, que nessa espécie está diretamente relacionada à temperatura da água e disponibilidade de alimento.

A temperatura tem vários papéis na vida dos ermitões, podendo atuar como um modulador metabólico, bioquímico e hormonal, desencadeando os mecanismos de ecdise, acasalamento e aceleração do desenvolvimento das gônadas. Ela também influencia na duração dos estágios larvais (do nascimento até Megalopa), constatado em experimentos laboratoriais com algumas espécies de ermitões do gênero *Pagurus*. Em temperaturas em torno de 25 °C verificou-se um desenvolvimento larval completo em 2 semanas, enquanto que a 6 °C se prolongou por um período de dois meses (Oba e Goshima, 2004).

O desenvolvimento larval com ciclos mais curtos nos períodos do ano que são mais quentes pode explicar a grande presença de fêmeas com embriões em temperaturas em torno de 22 °C neste estudo, pois um ciclo de desenvolvimento curto diminui a exposição das larvas aos predadores e aumenta o sucesso reprodutivo. De acordo com Negreiros-Fransozo e Hebling (1983), *I. sawayai* apresenta um ciclo de desenvolvimento larval em torno de 28 dias. A temperatura atua também indiretamente na disponibilidade alimentar, pois os meses mais quentes tendem a apresentar maior produtividade primária, o que fornece condições mais adequadas para o desenvolvimento das larvas.

As fêmeas de crustáceos procuram sincronizar seu período reprodutivo com a disponibilidade de alimentos para suas larvas em épocas mais quentes como o verão. Essa época apresenta um maior enriquecimento de nutrientes nas águas, principalmente pelo carreamento de materiais orgânicos do continente para a região costeira marinha pelas chuvas, o que proporciona uma condição ideal à produção primária, junto às temperaturas elevadas. Com o um aumento na população de fitoplâncton, a biomassa de zooplâncton herbívoro se eleva e cria melhores condições para a sobrevivência de larvas de muitos animais bentônicos, tornando-se assim, ecologicamente favorável para o desenvolvimento de uma nova população (Asakura e Kikuchi, 1984; Negreiros-Fransozo e Fransozo, 1992; Pires-Vanin e Matsuura, 1993; Meireles et al., 2006; Sant'Ana et al., 2009).

Em nosso estudo houve poucos animais jovens e expressivo número de animais adultos na população, padrão semelhante ao encontrado por Fransozo e Mantelatto (1998), estudando o período reprodutivo de *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791), Sant'Ana et al. (2009) e Turra e Leite (2000), estudando espécies do gênero *Clibanarius*. Segundo tais autores, a baixa abundância de juvenis pode ocorrer devido à migração ampla das larvas após a eclosão para demais locais para completar seu desenvolvimento. Para atingir o estágio de Megalopa, os ermitões buscariam áreas protegidas com disponibilidade de recursos, sejam alimentares ou conchas vazias diminutas. Portanto, propõe-se que a área de assentamento larval e os primeiros estágios juvenis de *I. sawayai* seja distinta à área habitada na fase adulta, o que reduziria a competição intra-específica por recursos (Asakura, 1991; Wada et al., 2000).

Portanto, o presente estudo mostrou que *I. sawayai* direciona sua reprodução para períodos que ofereçam condições adequadas para o desenvolvimento dos embriões, principalmente épocas em que o ambiente apresenta temperaturas elevadas, fator que acelera a

metamorfose de crustáceos em estágios iniciais, e também proporciona maior disponibilidade alimentar, condição vital para sucesso dos animais após a eclosão.

## REFERÊNCIAS

- Abrams, P.A. 1988. Sexual difference in resource use in hermit crabs; consequences and causes. *Behavioral Adaptation to Intertidal Life*. 151: 283-296.
- Asakura, A.; Kikuchi, T. 1984. Population ecology of the sand dwelling hermit crab, *Diogenes nitidimanus* Terao (1913). Migration and life history. *Publications from the Amakusa Marine Biological Laboratory*. 7(2): 109-123.
- Asakura, A. 1987. Population ecology of the sand-dwelling hermit crab *Diogenes nitidimanus* Terao (1913). Mating System. *Bulletin of Marine Science*. 41(2): 282-288.
- Asakura, A. 1991. Population ecology of the sand-dwelling hermit crab *Diogenes nitidimanus* Terao (1913). Larval settlement. *Marine Ecology Progress Series*. 78: 139-146.
- Ayres-Peres, L.; Mantelatto, F.L. 2008. Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do Estado de São Paulo, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*. 98(1): 28-35.
- Batista-Leite, L.M.A.; Calado, T.C.S. ; Coelho, P.A. 2003. Proporção sexual de três espécies de caranguejos ermitões (Crustacea, Decapoda, Paguroidea) do Parque Municipal de Paripueira, Alagoas. *Boletim Técnico Científico do CEPENE, Tamandaré*. 11: 99-108.
- Begon, M.; Mortimer, M.; Thompson, D.J. 1996. *Population ecology. A unified study of animals and plants*. 3ª ed. London, Blackwell Science. 204 pg.
- Bertini, G.; Fransozo, A.; Braga, A.A. 2004. Ecological distribution and reproductive period of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*. 38(18): 2331-2344.
- Bertness, M.D. 1981. The influence of shell-type on hermit crab growth rate and clutch size (Decapoda, Anomura). *Crustaceana*. 40(2): 197-205.
- Biagi, R.; F.L. Mantelatto. 2006. Relative growth and sexual maturity of the hermit crab *Paguristes erythrops* (Anomura, Diogenidae) from South Atlantic. *Hydrobiologia*. 559: 247-254.
- Branco, J.O.; Santos, L.R.; Barbieri, E.; Santos, M.C.F.; Rodrigues-Filho, J.L. 2013. Distribuição espaço-temporal das capturas do camarão sete-barbas na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*. 39: 237-250.
- Costa, R.C.; Fransozo, A.; Schmidt, G.A.; Freire, F.A.M. 2003. Chave ilustrada para identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral norte do Estado de São Paulo *Biota Neotropica*. 3(1) - BN01503012003.
- Epagri/Cepa. 2010. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2009-2010. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - Epagri/Cepa. Florianópolis, SC, 315 pg. Disponível em: <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese\\_2010](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2010)>.

- Fantucci, M.Z.; Biagi, R.; Mantelatto, F.L. 2008. Shell occupation by the endemic western Atlantic hermit crab *Isocheles sawayai* (Diogenidae) from Caraguatatuba, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 68(4): 859-867.
- Fantucci, M.Z. ; Biagi, R.; Meireles, A.L. ; Mantelatto, F.L. 2009a. Influence of biological and environmental factors on the spatial and temporal distribution of the hermit crab *Isocheles sawayai* Forest & Saint-Laurent, 1968 (Anomura, Diogenidae). *Nauplius*. 17: 37-47.
- Fantucci, M.Z.; Biagi, R.; Mantelatto, F.L. 2009b. Use of pleopod morphology to determine sexual dimorphism and maturity in hermit crabs: *Isocheles sawayai* as a model. *Helgoland Marine Research*. 63(2): 169-175.
- Fransozo, A.; Mantelatto, F.L.M. 1998. Population structure and reproductive period tropical hermit crab *Calcinus tibicen* (Decapoda, Diogenidae) in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *J. Crustacean Biol.* 18: 738-745.
- Galindo, L.A.; Bolaños, J.A.; Mantelatto, F.L. 2008. Shell utilization pattern by the hermit crab *Isocheles sawayai* Forest and Saint Laurent, 1968 (Anomura, Diogenidae) from Margarita Island, Caribbean Sea, Venezuela. *Gulf and Caribbean Research*. 20: 49-57.
- Garcia, R.B.; Mantelatto, F.L. 2001. Population dynamics of the hermit crab *Paguristes erythropus* (Diogenidae) from Anchieta Island, southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 81(6): 955-960.
- Graça-Lopes, R. 1996. A pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* Heller (1862) e sua fauna acompanhante no litoral do Estado de São Paulo, Tese de Doutorado Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro, São Paulo. 96 pg.
- Grabowski, R.C.; Simoes, S.M.; Castilho, A.L. 2014. Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. *ZooKeys* (Online).
- Grabowski, R.C.; Castilho, A.L. 2012. Dinâmica populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda) na Baía da Batitonga, Estado de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, AC: Zoologia) Universidade Estadual Paulista. 113 pg.
- Gotelli, N.J.; Ellison, A.M. 2011. Princípios de estatística em ecologia. Porto Alegre: Editora Artmed. 528 pg.
- Legendre, P; Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*, 2<sup>a</sup> ed. Amsterdam: Elsevier Science, 853 pg.
- Litulo, C. 2005. Population structure and reproduction of the hermit crab *Dardanus deformis* (Anomura: Diogenidae) in the Indian Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 85: 883-887.
- Martinelli, J.M.; F.L.M. Mantelatto; A. Fransozo. 2002. Population structure and breeding season of the South Atlantic hermit crab, *Loxopagurus loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from the Ubatuba region, Brazil. *Crustaceana*. 75 (6): 791-802.

- Meireles, A.L.; Terossi, M.; Biagi, R.; Mantelatto, F.L. 2006. Spatial and seasonal distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Benedict, 1892) (Decapoda: Paguridae) in the southwestern coast of Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 41: 87-95.
- Melo, G. A. S. 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea. São Paulo, Plêiade. 551 pg.
- MMA, 2007. MMA – Ministério do Meio Ambiente. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Partilha de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007./Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas MMA, Brasília (Série Biodiversidade, 31).
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Hebbeling, N.J. 1983. Desenvolvimento pós-embrionário de *Isocheles sawayai* Forest e Saint Laurent, 1967 (Decapoda, Diogenidae), em laboratório. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia*. 35(4): 41-53.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A. 1992. Estrutura populacional e relação com a concha em *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Decapoda, Diogenidae), no litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. *Naturalia*. 17: 31-42.
- Negreiros-Fransozo, M.L.; Fransozo, A.; Mantelatto, F.L.M.; Pinheiro, M.A.A.; Santos, S. 1997. Anomuran species (Crustacea, Decapoda) and their ecological distribution of Fortaleza Bay sublittoral, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*. (83): 187-194.
- Nucci, P.R.; Melo, G.A.S., 2000. Range extensions for eight species of western Atlantic hermit crabs (Crustacea, Paguroidea). *Nauplius*. 8: 141-147.
- Oba, T; Goshima, S. 2004. Temporal and spatial settlement patterns of sympatric hermit crabs and influence of shell resource availability. *Marine Biology*. 144: 871-879.
- Pires-Vanin, A.M.S.; Matsuura, Y. 1993. Estrutura e função do ecossistema da plataforma continental da região de Ubatuba, Estado de São Paulo: Uma introdução. *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo*. São Paulo. 1: 1-8.
- Pinheiro, M.A.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1993. Seleção e relação com a concha em *Isocheles sawayai* Forest & Saint-Laurent, 1967 (Crustacea, Anomura, Diogenidae). *Arq. Biol. Tecnol*. 36: 745-752.
- R Development Core Team. 2009. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-Project.org>.
- Sampaio, R. S.; Masunari, S; Haseyama K. L. F. 2009. Distribuição temporal do ermitão *Clibanarius vittatus* (Anomura, Diogenidae) no litoral do Paraná. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre. 99(3): 276-280.
- Sant'Anna, B. S.; Christofolletti, R.A.; Zangrande, C.M.; Reigada, A.L.D. 2008. Growth of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Anomura, Diogenidae) at São Vicente, São Paulo, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 51: 547-550.



Sant'Anna, B.S.; Reigada, A.L.D.; Pinheiro, M.A.A. 2009. Population biology and reproduction of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Decapoda: Anomura) in an estuarine region of southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 89(4): 761-767.

Sastry, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: T.H. Waterman. *The Biology of Crustacea*. VIII Environmental adaptations. New York Academic Press. 8: 179-270 .

Severino-Rodrigues, E.; Guerra, D.S.F.; Graça-Lopes, R. 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. *Bolotim Instituto de Pesca*. 28: 33-48.

Turra, A.; Leite F.P.P. 2000. Population biology and growth of three sympatric species of intertidal hermit crabs in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 80: 1061-1069.

Vilar, C.C.; Spach, H.L.; Santos, L.O. 2011. Fish fauna of Baía da Babitonga (southern Brazil), with remarks on species abundance, ontogenic stage and conservation status. *Zootaxa*. 2734: 40-52.

Wada, S., Kitaoka, H.; Goshima, S. 2000. Reproduction of the hermit crab *Pagurus lanuginosus* and comparison of reproductive traits among sympatric species. *Journal of Crustacean Biology*. 20: 474-478.

Wilson, K.; Hardy, I.C.W. 2002. Statistical analysis of sex ratios: An introduction. Pages 48-92, in *Sex Ratios: Concepts and Research Methods*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Prentice-Hall. 907 pg.

*CAPÍTULO III*

*PLASTICIDADE NA PREFERÊNCIA DE CONCHAS DOS ERMITÕES  
NO LITORAL SUL DO BRASIL*

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi caracterizar padrões de seleção de concha para diferentes espécies de ermitões no litoral Sul do Brasil. Para isto foi analisado a porcentagem de conchas de espécies de gastrópodes mais ocupadas pelos animais e suas dimensões correlacionadas ao peso e o tamanho dos respectivos ocupantes. Arrastos mensais foram realizadas na região adjacente à baía da Babitonga de julho de 2010 a junho de 2011, utilizando um barco de camarão equipado com redes double-rig, em profundidades de 5 a 17 m. Os animais foram cuidadosamente removidos de suas conchas e identificados a nível de espécies. Foram coletados 644 indivíduos, representados por sete espécies. *Isocheles sawayai* apresentou a maior abundância, 575 indivíduos, seguido por *Loxopagurus loxocheles* (56). As outras espécies foram *Petrochirus diógenes*, *Dardanus insignis*, *Pagurus exilis* e *Pagurus leptonyx*. Os ermitões apresentaram evidência de um tamanho diferencial entre sexos, o que demonstra um dimorfismo sexual, resultando em uma característica benéfica para população, pois evita uma competição intraespecífica entre sexos pelo abrigo (concha). A concha *Stramonita haemastoma* foi a qual apresentou a maior porcentagem de ocupação em todos os grupos de interesse de *I. sawayai* (machos, fêmeas e fêmeas com embriões). Propõe-se que tal associação está relacionada à boa adequação da espécie pelas características morfométricas da concha, principalmente pelo seu peso. *L. loxochelis* ocupou conchas de 12 espécies de gastrópodes, sendo evidenciada uma segregação na ocupação de conchas por sexo, ou seja, *Olivancilaria urceus* foi ocupada em 75% por machos, enquanto que *Phalium granulatum* foi utilizada por 77% de fêmeas, inclusive aquelas que portaram embriões no abdômen. *P. granulatum* apresenta um maior volume interno em relação a *O. urceus*, o que favorece durante a época de reprodução o alojamento dos embriões, protegendo as larvas até a época da eclosão.

Palavras-chave: Segregação sexual, recursos ambientais, Anomura, fitness.

**ABSTRACT**

The goal of the present study is to identify patterns of empty shell selection made to different species of hermit crabs from the Southern Brazilian coast. The relationship of shell occupied by hermit species was tested in Regressions Analyses to evaluate weight and size parameters of the hermits with their shelter (empty shell). Monthly trawls were conducted in Babitonga Bay from July 2010 through June 2011, using a shrimp boat outfitted with double-rig nets, at depths from 5 to 17 m. The animals were carefully removed from their shells and both were identified according to species and genders of the hermit. A total of 644 individuals were collected, represented by seven species. *Isocheles sawayai* showed the highest abundance, 575 individuals, followed by *Loxopagurus loxochelae* (56). The other species were *Petrochirus diogenes*, *Dardanus insignis*, *Pagurus exilis*, and *Pagurus leptonyx*. Sex dimorphism in body size is a pattern found in hermit species that avoid the intraspecific competition for shelter. *Isocheles sawayai* used 10 shell species with an intermediary size compared with others species Diogenidae, that possibility a great opportunity to find more empty shells with an adequate space to his body, however, the shell *Stramonita haemastoma* presented the best occupation percentage in all demographic classes (males, females, ovigerous females) with a great relation of shell weight. Otherwise, *L. loxochelis* was found associate with 12 shell species segregated to gender, as 75% males with *Olivancilaria urceus* and 77% females with *Phalium granulatum*, ovigerous or not. *P. granulatum* had a higher volume than *O. urceus* that support a better occupation of the embryos in the hatching period, protecting the offspring until the spawning season.

Key words: sexual segregation, environmental resource, Anomura, fitness.

## **INTRODUÇÃO**

Parâmetros físicos e químicos do ambiente marinho como temperatura e salinidade podem modificar o hábito de vida de uma espécie, no entanto, uma condição do habitat como recurso alimentar ou abrigo podem ser decisivos para que um organismo se desenvolva e se reproduza. Para populações de ermitões a concha tem esse efeito (Ayres-Peres et al., 2008), pois esses animais utilizam a concha vazia como abrigo, geralmente de gastrópode, a qual fornece proteção ao abdome contra abrasões mecânicas com o substrato, contra predadores, e protege os embriões durante o período de incubação. Essa relação já é notada no momento da metamorfose do estágio larval ao adulto, pois envolve alterações na simetria do indivíduo, relacionadas à ocupação de conchas (Sant'Anna et al., 2006). O uso habitual da concha para sua proteção os levou a desenvolver um comportamento notável no meio biológico e também contribuiu pelo sucesso evolutivo, gerando assim grande interesse à ciência (Mantelatto e Sousa, 2000).

A diversidade de espécies de ermitões e sua abundância em uma localidade são diretamente relacionadas à distribuição geográfica de conchas de gastrópodes e sua adequabilidade. Com isso, a disponibilidade de conchas passa a ser um fator essencial e limitante na estrutura populacional dos ermitões. Conflitos agonísticos entre animais da mesma espécie ou de espécies diferentes pelo recurso (concha) são comuns nesse grupo (Mantelatto e García, 2000), porém sua seleção e ocupação não ocorrem aleatoriamente, pois podem seguir alguns parâmetros como: competição (Bertness, 1980), tamanho da concha (Vance, 1972), volume interno (Conover, 1978), peso da concha (Mantelatto e Dominciano, 2002), e capacidade de proteção contra predação (Rotjan et al., 2004).

Desse modo, o conhecimento da disponibilidade e variedade das conchas no ambiente fornece informações importantes sobre as comunidades de ermitões, uma vez que as conchas

além de servirem como proteção estão intimamente relacionadas às taxas de crescimento, desenvolvimento somático, gonadal e longevidade (Lancaster, 1988).

Assim, o objetivo desse estudo foi caracterizar os padrões de utilização de conchas de moluscos gastrópodes pelos ermitões na região costeira do litoral sul do Brasil. Para isto foi analisado a porcentagem de conchas de espécies de gastrópodes mais ocupadas pelos animais e, posteriormente, as dimensões das conchas (peso e largura de abertura) foram correlacionadas ao peso e ao tamanho dos respectivos ocupantes, no sentido de detectar parâmetros biométricos que estejam relacionados à escolha ou preferência pelas conchas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Informações detalhadas sobre a área de estudo e amostragem de material biológico, segue a metodologia do primeiro capítulo da presente dissertação.

### **Procedimentos laboratoriais**

Os ermitões foram retirados manualmente de suas conchas e identificados sob estereomicroscópio óptico (Melo, 1999). Os sexos foram identificados considerando a posição dos gonóporos (presença dessa estrutura no terceiro par de pereópodos indica fêmea e no quinto par macho). A condição reprodutiva foi determinada por fêmeas com embriões (ovos fecundados exteriorizados nas cerdas pleopodiais).

Os animais foram mensurados com paquímetro (0,01mm), anotando-se o comprimento do escudo cefalotorácico (EC, medido entre a extremidade do rostro até a região mediana da sutura cervical) e pesados (PE) com balança de precisão. As conchas foram identificadas segundo Rios (1994), mensuradas na distância compreendida entre a margem interior da borda exterior da abertura da concha com a parede da borda interior da abertura (LA), e pesadas (PC) em balança de precisão (0,01g).

#### Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas com as espécies que estavam presentes em mais de 10% das amostragens. Os testes Kruskal-Wallis, a posteriori Dunn (Software Bioestat 5.0), foram aplicados para comparar estatisticamente diferenças na largura de abertura (LA) e o peso da concha (PC), como também a comparação dessas dimensões na ocupação por diferentes sexos.

Análises de regressão linear foram realizadas para avaliar as relações entre os parâmetros das conchas ocupadas, com o tamanho dos ermitões (Zar, 1999). Os valores das variáveis foram transformados  $-\log(1+x)$  para atender as premissas do teste estatístico (Castilho et al., 2008). Os testes estatísticos foram avaliados em nível de 5% de significância.

## RESULTADOS

Ao longo de um ano de estudo foram coletados 644 animais pertencentes a seis espécies. As análises de ocupação de concha foram efetuadas com as espécies *Isocheles sawayai* (Forest e Saint Laurent, 1967) e *Loxopagurus loxochelae* (Moreira, 1901), pois representaram 98% de todo material amostrado com 575 e 56 indivíduos, respectivamente. As demais espécies juntas somaram 13 indivíduos (2%) de *Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758), *Dardanus insignis* (Saussure, 1858), *Pagurus exilis* (Benedict, 1892) e *Pagurus leptonyx* (Forest e Saint Laurent, 1967).

#### Preferência de concha

As espécies de ermitões ocuparam conchas de 15 espécies de gastrópodes, ou seja, *Buccinanops gradatus* (Deshayes, 1844), *Cymatium parthenopeum* (Von Salis, 1793), *Dorsanum moniliferum* (Valenciennes, 1834), *Leucozonia nassa* (Gmelin, 1791),

*Olivancillaria urceus* (Roding, 1798), *Olivancillaria vesica* (Gmelin, 1791), *Phalium granulatum* (Born, 1778), *Pisania auritula* (Link, 1807), *Pisania pusio* (Linnaeus, 1758), *Polinices hepaticus* (Roding, 1798), *Polinices lacteus* (Guilding, 1834), *Siratus tenuivaricosus* (Dautzenberg, 1927), *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767), *Strombus pugilis* (Linnaeus, 1758), e *Zidona dufresnei* (Donovan, 1823).

*Olivancillaria urceus*, *P. granulatum*, *P. hepaticus*, e *S. haemastoma* foram as conchas mais utilizadas, sendo que *O. urceus* apresentou estatisticamente o maior peso e a menor largura de abertura (Kruskal-Wallis  $p < 0,05$ , a posteriori teste de Dunn) (Figura 1). Fêmeas sem embriões e machos ocuparam conchas com largura de abertura e peso significativamente diferentes (Kruskal-Wallis  $p < 0,05$ , a posteriori teste de Dunn).

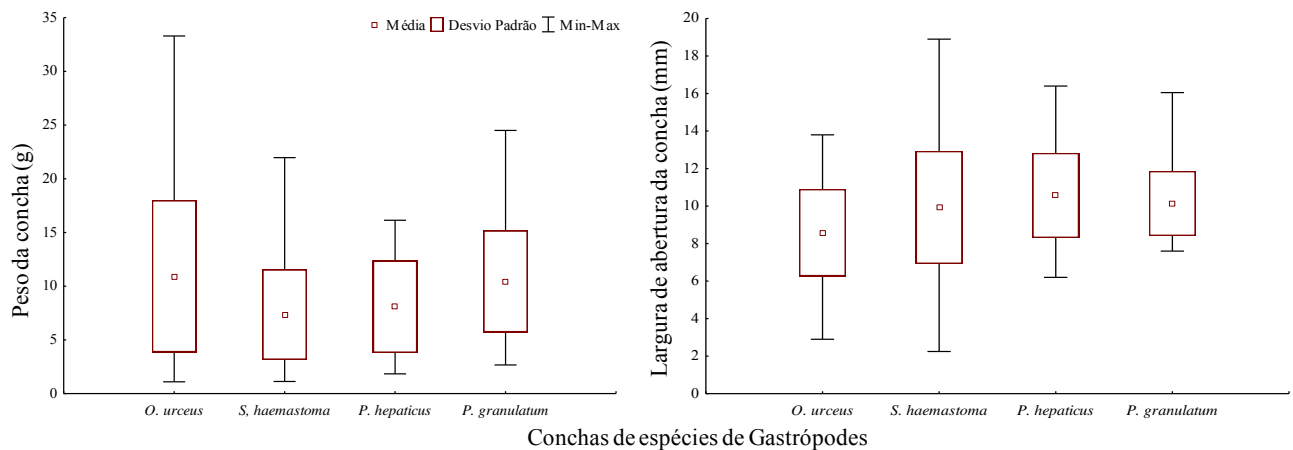


Figura 1 – Valores médios e desvio padrão do peso e da medida de abertura das quatro espécies de conchas mais abundantes utilizadas por ermitões durante o período de estudo na região adjacente à Baía da Babitonga - SC.

*Isocheles sawayai* foi representado por 156 fêmeas sem embriões (27%), 103 fêmeas com embriões (18%) e 316 machos (55%), os quais ocuparam conchas de 10 espécies de gastrópodes. Vale salientar que conchas de quatro espécies foram utilizadas por 95% da população, sendo advindas dos gastrópodes *S. haemastoma* (42,6%), *O. urceus* (31,3%), *P. granulatum* (11,7%) e *P. hepaticus* (9,4%) (Tabela I).



Tabela I: Número de ermitões *Isocheles sawayai* por espécie de concha e porcentagem de animais por grupo de interesse: fêmeas sem embriões (F), fêmeas com embriões (FE) e machos (M).

<b>Espécie de concha</b>	<b>N</b>	<b>% F</b>	<b>% FE</b>	<b>% M</b>	<b>% Espécie</b>
<i>Stramonita haemastoma</i>	245	10,6	11,3	20,7	42,6
<i>Olivancillaria urceus</i>	180	9,7	3,3	18,3	31,3
<i>Phalium granulatum</i>	67	2,6	1,0	8,0	11,7
<i>Polinices hepaticus</i>	54	3,0	0,9	5,6	9,4
<i>Siratus tenuivaricosus</i>	13	0,5	0,7	1,0	2,3
<i>Dorsanum moniliferum</i>	7	0,3	0,2	0,7	1,2
<i>Buccinanops gradatus</i>	3	0,0	0,2	0,3	0,5
<i>Pisania pusio</i>	3	0,0	0,2	0,3	0,5
<i>Olivancillaria vesica</i>	2	0,2	0,2	0,0	0,3
<i>Leucozonia nassa</i>	1	0,2	0,0	0,0	0,2
Total geral	575	27,1	17,9	55,0	100

*Loxopagurus loxochel*s apresentou 24 fêmeas sem embriões, 31 machos e apenas uma fêmea com embrião. Os animais ocuparam conchas de 12 espécies de gastrópodes, com destaque de 38% da população para *O. urceus* e 23% para *P. granulatum*. Uma segregação na ocupação de conchas foi observada por sexo, ou seja, *O. urceus* foi ocupada em 75% por machos, enquanto que *P. granulatum* foi utilizada por 77% de fêmeas, inclusive a com embriões (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de ermitões *Loxopagurus loxochelus* por espécie de concha e porcentagem de animais por grupo de interesse: fêmeas sem embriões (F), fêmeas com embriões (FE) e machos (M).

<b>Espécie de conchas</b>	<b>N</b>	<b>% F</b>	<b>%FE</b>	<b>% M</b>	<b>% Espécie</b>
<i>Olivancillaria urceus</i>	21	8,9	0,0	28,6	37,5
<i>Phalium granulatum</i>	13	16,1	1,8	5,4	23,2
<i>Dorsanum moniliferum</i>	5	5,4	0,0	3,6	8,9
<i>Polinices hepaticus</i>	5	5,4	0,0	3,6	8,9
<i>Stramonita haemastoma</i>	5	3,6	0,0	5,4	8,9
<i>Buccinanops gradatus</i>	1	0,0	0,0	1,8	1,8
<i>Cymatium parthenopeum</i>	1	0,0	0,0	1,8	1,8
<i>Olivancillaria vesica</i>	1	0,0	0,0	1,8	1,8
<i>Pisania auritula</i>	1	0,0	0,0	1,8	1,8
<i>Polinices lacteus</i>	1	0,0	0,0	1,8	1,8
<i>Strombus pugilis</i>	1	1,8	0,0	0,0	1,8
<i>Zidona dufresnei</i>	1	0,0	0,0	1,8	1,8
Total geral	56	42,9	1,8	55,4	100

#### Regressão linear - *Isocheles sawayai*

Regressões lineares com as variáveis do animal (EC, PE) e da concha (LA, PC) foram realizadas com as quatro espécies de conchas mais abundantes, resultando em todas as relações significativas ( $p < 0,05$ ). Os melhores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) entre EC x PC e PE x LA foram obtidos na concha da espécie *S. haemastoma* (Figura 2). As regressões realizadas entre o peso do animal com o peso da concha apresentaram altos coeficientes de determinação nas conchas das quatro espécies mais abundantes (Figura 3).

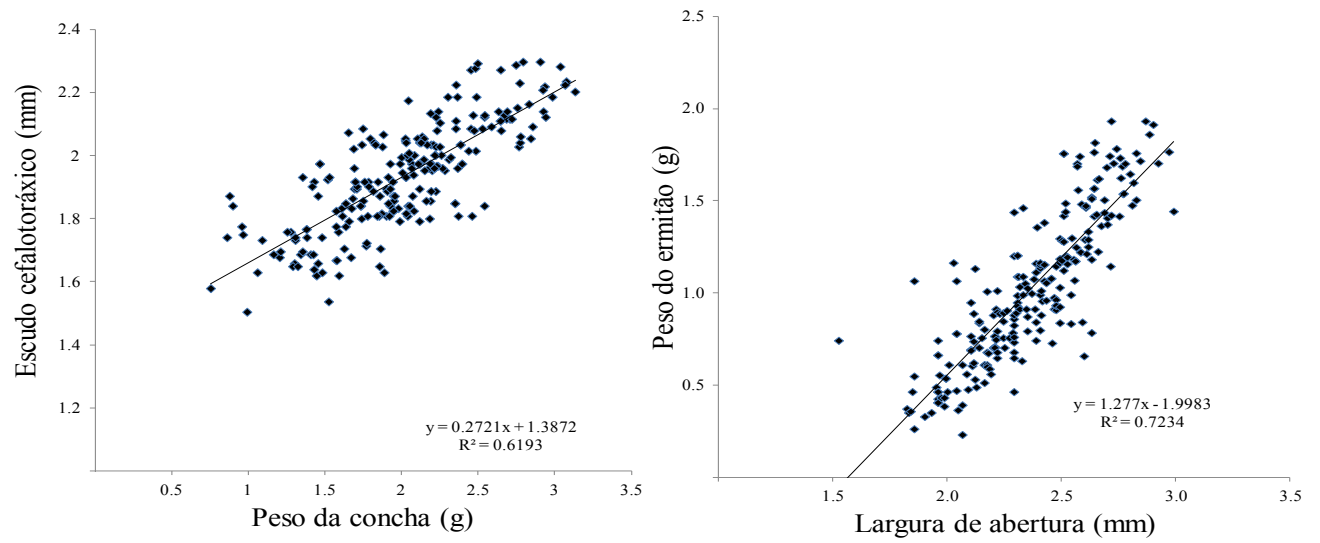


Figura 2 - Regressão entre a medida do Escudo Cefalotorácico (EC) e o peso da concha (PC) e do peso do ermitão (PE) com a largura de abertura da concha (LA) da espécie de ermitão *Isocheles sawayai* e da concha da espécie de gastrópode *Stramonita haemastoma*, durante o período de estudo na região adjacente à Baía da Babitonga - SC.

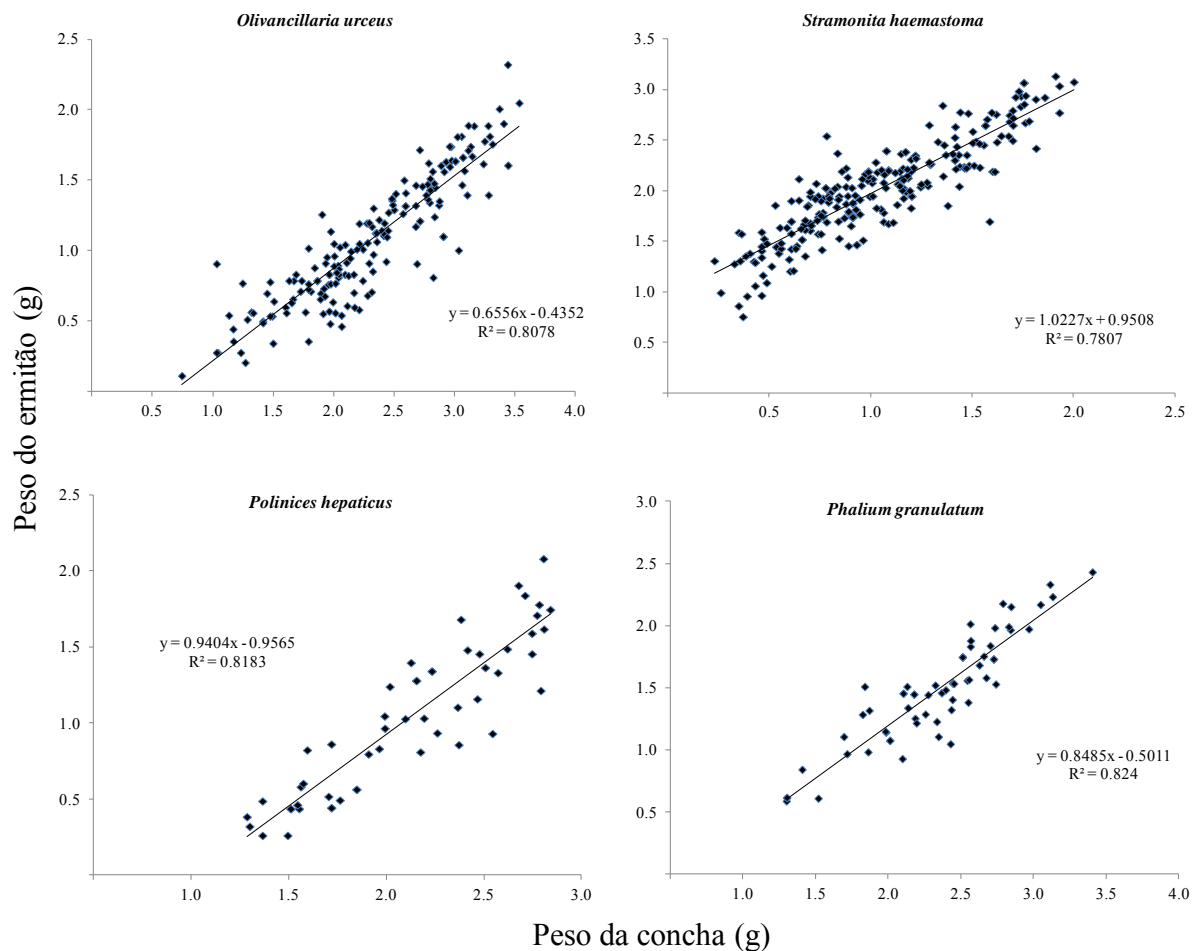


Figura 3 - Regressão entre peso do ermitão (PE) e peso da concha (PC) das espécies de gastropoda que foram mais ocupadas por *Isocheles sawayai*, durante o período de estudo na região adjacente à Baía da Babitonga - SC.

#### Regressão linear - *Loxopagurus loxocheles*

Regressões lineares foram realizadas com as duas espécies de conchas mais abundantes, entre as variáveis do animal com as variáveis da concha. Todas foram significativas ( $p < 0,05$ ), com destaque ao peso do animal e o peso da concha de *O. urceus* ( $R^2 = 0,85$ ). Por outro lado, na espécie *P. granulatum*, além do peso do animal com o peso da concha ( $R^2 = 0,84$ ), a largura de abertura apresentou boa associação ao peso do animal ( $R^2 = 0,78$ ) (Figura 4).

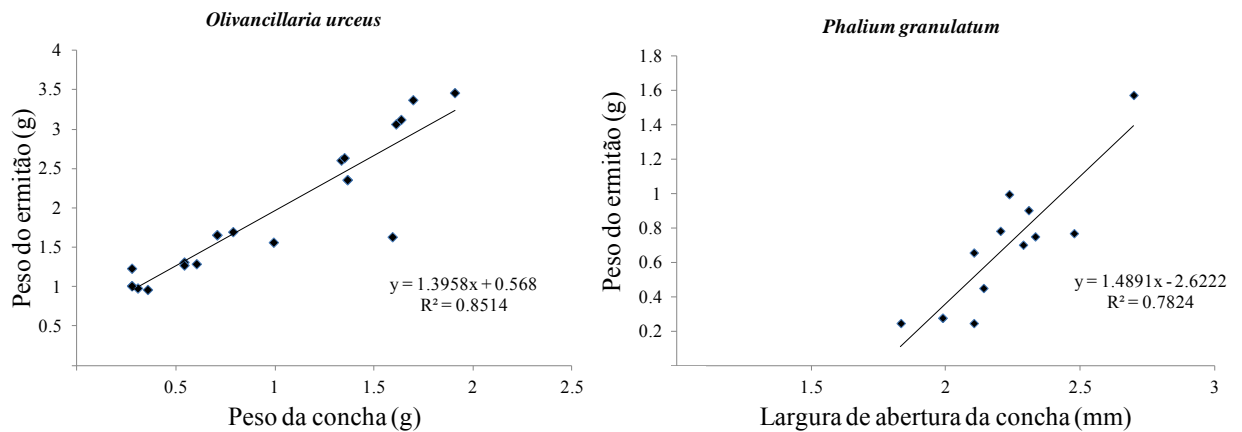


Figura 4 - Regressões lineares entre peso do ermitão (PE) *Loxopagurus loxochelae* com o peso da concha (PC) da espécie *Olivancillaria urceus*, e do peso do animal com a largura de abertura da concha de *P. granulatum*, equação da reta  $Y' = a + bX$ , coeficiente de determinação ( $R^2$ ), durante o período de estudo na região adjacente à Baía da Babitonga - SC.

## DISCUSSÃO

Durante as coletas foram encontradas seis espécies de ermitões, no entanto, a competição interespecífica deve ser um fator com pouca ou nenhuma influência no padrão de ocupação das conchas no grupo estudado. Tal inferência é baseada nas informações encontradas na literatura e que mostram uma diferente distribuição espacial das espécies. *Isocheles sawayai* ocorre em regiões rasas principalmente locais em torno de 5 metros (Fantucci et al., 2009), *P. exilis* habita profundidades de 15 a 35 metros (Meireles et al., 2006), e *P. leptonyx* em 20 metros (Nucci e Melo, 2007). Fransozo et al. (2008) afirmaram que *L. loxochelae* é encontrado entre 12 a 30 metros, *D. insignis* e *P. diogenes* são encontrados em regiões acima de 20 metros e nesse estudo usaram conchas das espécies de gastrópodes (*T. veridula*, *T. galea*) não usadas pelas espécies de ermitões mais abundantes.

Machos e fêmeas sem embriões ocuparam conchas de dimensões (peso e largura de abertura) diferentes em todas as espécies (conchas). Isso se deve ao fato de existir um tamanho diferencial entre sexos, com machos apresentando um maior tamanho corporal

comparado às fêmeas, condição essa encontrada em algumas espécies de Anomura, como visto em trabalhos de Manjón-Cabeza e García-Raso (1998), Mantelatto e Sousa (2000), García e Mantelatto (2001), Branco et al. (2002), Martinelli et al. (2002), Mantelatto et al. (2005), Biagi et al. (2006), e Ayres-Peres et al. (2008). Com isso, esse dimorfismo sexual torna-se benéfico para a espécie, pois evita uma competição intraespecífica nos grupos demográficos pelo abrigo, e também por outros recursos alimentares, o que poderia acarretar em fator negativo para o estabelecimento, crescimento e até mesmo manutenção da população no ambiente (Yoshino et al., 2001).

*Isocheles sawayai*

*Isocheles sawayai* utilizou conchas de 10 espécies de gastrópodes, um número próximo ao encontrado no trabalho de Masunari et al. (2008) (8 espécies), superior ao trabalho de Pinheiro et al. (2003) (6 espécies), e muito menor que Fantucci et al. (2008) (17 espécies), o que demonstra que esses animais apresentam uma plasticidade no uso de espécies de concha, principalmente por apresentarem tamanho corporal intermediário comparado aos outros ermitões da família Diogenidae (Galindo et al., 2008). Essa característica corpórea aumenta a possibilidade de encontrar um número elevado de conchas adequadas ao seu corpo. Segundo Bertini e Fransozo (2000), conchas menores e em maior número de espécies são encontradas com mais facilidade no ambiente natural, proporcionando, assim, a *I. sawayai* uma enorme variedade de espécies de conchas de gastrópodes disponíveis no ambiente.

A concha *S. haemastoma* apresentou a maior porcentagem de ocupação nesse estudo (42,6%) em todos os grupos de interesse (machos, fêmeas e fêmeas com embriões), uma indicação de que não há competição entre sexos (Abrams, 1988; Mantelatto e Dominiciano, 2002). A preferência de *I. sawayai* pela concha dessa espécie de gastrópode também foi

encontrado em outros trabalhos como o de Pinheiro et al. (1993) (80,27%), Fantucci et al. (2008) (49,87%) e Galindo et al. (2008) (75,69%). Propõe-se que tal concha proporciona uma boa adequação desse ermitão, pois *S. haemastoma* apresentou os melhores coeficientes de determinação em relação às variáveis de EC e PE do animal com as da concha (EC x PC, PE x LA) e também uma excelente associação entre as variáveis de PE x PC.

A boa adequação das características do animal com as da concha é extremamente importante para sua escolha, mas não é o único fator. Outros fatores também influenciam, como a disponibilidade de conchas vazias no ambiente, em especial, sendo o agente principal na escolha pelo ermitão (Mantelatto e García, 2000; Meireles et al., 2003; Mantelatto e Meireles, 2004). Portanto, a expressiva ocupação vista nesse estudo, esta relacionada ao hábito de vida do gastrópode *S. haemastoma*, o qual vive em abundância em costões rochosos no litoral, com uma ampla distribuição geográfica (Barros, 2009), tendo sua ocorrência abrangendo desde a Costa da Carolina do Norte (USA) até o Sul do Brasil (Rios, 1975). Essa ampla distribuição e abundância potencializam as regiões as quais ele vive, como uma grande fonte de conchas vazias (após a morte do gastrópode) disponíveis para ser reutilizada por outros grupos de animais, principalmente que vivem nas regiões costeiras com aporte de material biológico advindo do substrato rochoso do continente, como é o caso de *I. sawayai* (Negreiros-Franzoso et al., 1997).

A concha *O. urceus* foi a segunda mais ocupada nesse trabalho (31.3%). No litoral de São Paulo ela é uma das espécies mais disponíveis na região, principalmente em Ubatuba (Ayres-Peres et al., 2012). Provavelmente exista uma ocorrência em abundância desse gastrópode na região de estudo, o que reflete a porcentagem alta de ocupação que, segundo Masunari et al. (2008), no litoral paranaense e catarinense essa espécie de concha é uma das mais ocupadas por ermitões.

*Olivancillaria urceus* teve a concha com menor largura de abertura em relação às outras espécies. Em combates intra ou interespecíficos pela concha, ou pelo ataque de predadores, o ermitão é retirado de sua concha pela abertura. Portanto, uma abertura menor dificulta a retirada do animal, fornecendo mais proteção (Bertini e Fransozo, 2000). Também o uso de uma concha com uma abertura estreita representa uma adaptação frente a grande predação por caranguejos *Brachyura* no habitat intertidal (Bertness, 1980). Outra característica dessa concha é o seu peso elevado e paredes espessas, quando comparada às outras espécies de concha do mesmo tamanho (Ayres-Peres et al., 2012), o que pode fornecer para os animais que a utilizarem mais proteção contra predadores que quebram conchas (peixe morcego) e uma menor exposição às adversidades ambientais, como ação de ondas. O peso dessa concha também pode contribuir para fixação do conjunto ermitão-concha no substrato não consolidado, evitando assim que o animal seja arrastado pela força de massas de água ou marés (Masunari et al., 2008).

Por outro lado, o uso de uma concha pesada pelo ermitão, exige um maior gasto energético na locomoção (Siu e Lee, 1992). No entanto, *I. sawayai* se alimenta de partículas alimentares em suspensão pela filtração (Melo, 1999). Assim, a espécie usa como estratégia de alimentação o hábito de ficar semi-enterrada com apenas as antenas plumosas fora do substrato, diminuindo sua atividade locomotora e conseqüentemente o gasto energético. Regiões marinhas costeiras de baixa profundidade sofrem efeitos do ciclo de marés, conseqüentemente, causa uma circulação constante de materiais em suspensão, proporcionando alimento abundante para espécies filtradoras (D'Aquino et al., 2011).



*Loxopagurus loxocheles*

As análises de regressão mostraram correlação significativa e valores de coeficientes de determinação elevados. Este fato é um indicativo importante que os ermitões estão ocupando conchas adequadas ao seu tamanho e que essa ocupação diferencial é uma preferência de cada sexo (Fantucci et al., 2008). De acordo com Wait e Shoeman (2012), a seleção por conchas é um processo que envolve preferências individuais e sexuais em diferentes dimensões, buscando a melhor proteção para o ermitão e também espaço suficiente para o desenvolvimento de embriões, pois as fêmeas que habitam conchas muito pequenas acabam tendo dificuldades para se reproduzir ou até mesmo não se reproduzem. Assim, a hipótese que mais se ajusta para explicar a diferença na ocupação de conchas entre sexos está relacionada à necessidade fisiológica da espécie.

Machos foram encontrados em maioria ocupando conchas *O. urceus* que apresentam peso elevado e paredes espessas, proporcionando proteção contra predadores e menos exposição às adversidades ambientais (Masunari et al., 2008). Por outro lado, a expressiva ocupação de *P. granulatum* pelas fêmeas deve estar relacionada ao formato oval e grande volume interno que esta espécie apresenta, o que favorece durante a época de reprodução o alojamento dos embriões, proporcionando a adequação suficiente para seu desenvolvimento (Bertness, 1981).

As outras espécies de concha que foram utilizadas pelo ermitão *L. loxocheles*, provavelmente estão relacionadas por uma ocupação acidental ou pela necessidade imediata do animal encontrar um abrigo, proposta que pode ser aplicada também para *I. sawayai*.

Com base nas informações obtidas, comprovou-se que existem preferências específicas da espécie, pois algumas selecionam conchas de acordo com o tipo, forma ou peso (García e Mantelatto, 2001), porém muitas vezes, apenas a relação entre a morfometria do

animal com as dimensões da concha não são suficientes e não podem explicar a escolha da concha pelo animal no ambiente natural, mas sim, é necessário se levar em consideração outros fatores, como disponibilidade do recurso no meio, competição inter e intraespecíficas que possa existir no local (Biagi et al., 2006).

Todos estes fatores devem ser considerados, pois interagem e direcionam o animal na escolha de seu abrigo, resultando em um padrão diversificado de ocupação entre populações de diferentes regiões ou até de diferentes espécies da mesma região (Ayres-Peres et al., 2012).

## REFERÊNCIAS

- Abrams, P.A. 1988. Sexual difference in resource use in hermit crabs; consequences and causes. *Behavioral Adaptation to Intertidal Life*. 151: 283-296.
- Ayres-Peres, I.; Sokolowicz, C.C.; Kotzian, C.B.; Rieger, P.J.; Santos, S. 2008. Ocupação de conchas de gastrópodes por ermitões (Decapoda, Anomura) no litoral de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, série Zoologia*. 98: 218-24.
- Ayres-Peres, L.; Quadros, L. F.; Mantelatto, F.L. 2012. Comparative analysis of shell occupation by two southern populations of the hermit crab *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Diogenidae). *Brazilian journal of Oceanography*. 60(3): 299-310.
- Barros, F.M. 2009. Padrões de deslocamento de indivíduos do caramujo *Stramonita haemastoma* (Mollusca: Gastropoda). *Ecologia da Mata Atlântica (Online)*.
- Bertness, M.D. 1980. Shell preference and utilization patterns in littoral hermit crabs of the bay of Panama. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 48: 1-16.
- Bertness, M.D. 1981. The influence of shell-type on hermit crab growth rate and clutch size (Decapoda, Anomura). *Crustaceana* 40: 197-205.
- Bertini, G.; Fransozo, A. 2000. Patterns of shell utilization in *Petrochirus diogenes* (Decapoda, Anomura, Diogenidae) in the Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. 20: 468-473.
- Biagi, R.; Meireles, A.L.; Mantelatto, F.L. 2006. Bio-ecological aspects of the hermit crab *Paguristes calliopsis* (Crustacea, Diogenidae) from Anchieta Island, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 78: 451-462
- Branco, J.O.; Turra, A.; Souto, F.X. 2002. Population Biology and growth of the hermit crab *Dardanus insignis* at Armação do Itapocoroy, Southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. 82: 597-603.
- Castilho, A.L.; Furlan, M.; Costa, R.C.; Fransozo, A. 2008. Abundance and temporal-Spatial distribution of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Decapoda, Penaeoidea) From the Northern Coast of São Paulo State, Brazil. *Senckenbergiana Marítima*. 38: 75-83.
- Conover, M.R. 1978. The importance of various shell characteristics to the shell-selection behavior of hermit crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 32: 131-142.
- D'Aquino, C.A.; Neto, J.S.A.; Barreto, G.A.M.; Schettini, C.A.F. 2011. Caracterização Oceanográfica e do Transporte de Sedimentos em Suspensão no Estuário do rio Mampituba, SC. *Revista Brasileira de Geofísica* 29(2): 217-230.

- Fantucci, M.Z.; Biagi, R.; Mantelatto, F.L. 2008. Shell occupation by the endemic Western Atlantic hermit crab *Isocheles sawayai* (Diogenidae) From Caraguatatuba, Brazil. Brazilian Journal of Biology. 68(4): 859-867.
- Fantucci, M.Z.; Biagi, R.; Meireles, A.L.; Mantelatto, F.L. 2009. Influence of biological and environmental factors on the spatial and temporal distribution of the hermit crab *Isocheles sawayai* Forest e Saint-Laurent, 1968 (Anomura, Diogenidae). Nauplius. 17: 37-47
- Fransozo, A.; Bertini, G.; Braga, A.C.A.; Negreiros-Fransozo, M.L.N. 2008. Ecological aspects of hermit crabs (Crustacea, Anomura, Paguroidea) off the northern coast of São Paulo state Brazil. Aquatic Ecology. 42: 437-448.
- Galindo, L.A.; Bolanos, J.A.; Mantelatto, F.L. 2008. Shell utilization pattern by the hermit crab *Isocheles sawayai* (Anomura, Diogenidae) Margarita Island, Caribbean sea, Venezuela. Gulf and Caribbean Research. 20(1): 49-57.
- García, R.B.; Mantelatto, F.L. 2001. Shell selection by the tropical hermit Crab *Calcinus tibicen* (Herbst, 1791) (Anomura, Diogenidae) From Southern Brazil. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 265: 1-14.
- Lancaster, I. 1988. *Pagurus bernhardus* (L.) An introduction to the natural history of hermit crabs. Field Studies. 7: 189-238.
- Manjón-Cabeza, M.E.; García-Raso, J.E. 1998. Population structure and growth of The hermit Crab *Diogenes pugilator* (Decapoda: Anomura: Diogenidae) from the Northeastern Atlantic. Journal Crustacean Biology. 18(4): 753-762.
- Mantelatto, F.L.; Sousa, L.M. 2000. Population Biology of The hermit crab *Paguristes tortugae* Schimitt, 1933 (Anomura, Diogenidae) from Anchieta Island, Ubatuba, Brazil. Nauplius. 8(2): 185-193.
- Mantelatto, F.L.; García, R.B. 2000. Shell utilization pattern of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Diogenidae) from southern Brazil. Journal Crustacean Biology. 20(3): 460-467.
- Mantelatto, F.L.; Dominciano, L.C.C. 2002. Pattern of shell utilization by The hermit crab *Paguristes tortugae* (Diogenidae) from Anchieta island, southern Brazil. Scientia Marina. 6(3): 265-272.
- 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. Scientia Marina. 75(1): 27-35.
- Mantelatto, F.L.; Christofolletti, R.A.; Valenti, W.C. 2005. Population structure and growth of the hermit crab *Pagurus brevidactylus* (Anomura: Paguridae) from the northern coast of São Paulo, Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 85(1): 127-128.

- Martinelli, J.M.; Mantelatto, F.L.; Fransozo, A. 2002. Population structure and breeding season of the South Atlantic hermit crab, *Loxopagurus Loxochelis* (Anomura, Diogenidae) from the Ubatuba region, Brazil. *Crustaceana*. 75(6): 791-802.
- Masunari, S.; Fontanelli, A.M.; Sampaio, S.R. 2008. Morphometric relationships between the hermit crab *Isocheles sawayai* (Forest & Saint Laurent) (Crustacea Anomura Diogenidae) and its shell from Southern Brazil. *The Open Marine Biology Journal*. 2: 13-20.
- Meireles, A.L.; Biagi, R.; Mantelatto, F.L. 2003. Gastropod shell availability as a potential resource for the hermit crab infralittoral fauna of Anchieta island (SP), Brazil. *Nauplius*. 11(2): 99-105.
- Meireles, A.L.; Terossi, M.; Biagi, R.; Mantelatto F.L. 2006. Spatial And Seasonal Distribution of the hermit crab *Pagurus exilis* (Benedict, 1892) (Decapoda: Paguridae) in the southwestern coast of Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 41(1): 87-95.
- Melo, G.A.S. 1999. Manual de identificação dos crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea. São Paulo, Editora Plêiade. 551 pg.
- Negreiros-Fransozo M.L.; Fransozo, A.; Mantelatto, F.L.; Pinheiro M.A.A.; Santos S. 1997. Anomuran species (Crustacea, Decapoda) and their ecological distribution of Fortaleza bay sublittoral, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Ilheringia, Série Zoologia*. 83: 187-194.
- Nucci, P.R.; Melo, G.A.S. 2007. Hermit crab from Brazil, family Paguridae (Crustacea: Decapoda; Paguroidea) genus *Pagurus*. *Zootaxa*. 1406: 47-59.
- Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L. 1993. Seleção e relação com a concha em *Isocheles sawayai* Forest e Saint-Laurent, 1967 (Crustacea, Anomura, Diogenidae). *Arq. Biol. Tecnol.* 36(4): 745-752.
- Rios, E.C. 1975. Brazilian Marine Mollusks Iconography. Rio Grande: Fundação Universidade do Rio Grande. 330 pg.
- Rios, E.C. 1994. Seashells of Brasil. Rio Grande do Sul. Fundação cidade do Rio Grande, Instituto Acqua, Museu Oceanografico de Rio Grande, Universidade de Rio Grande. 2ª Ed. 368 pg.
- Rotjan, R.D.; Blum J.; Lewis, S.M. 2004. Shell choice in *Pagurus longicarpus* hermit crabs: does predation threat influence shell selection behavior? *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 56: 171-176.
- Sant'anna, B.S.; Zangrande, C.M.; Reigada, A.L.D.; Severino-Rodrigues, E. 2006. Spatial distribution and shell utilization in three sympatric hermit crabs at non-consolidated sublittoral of estuarine-bay complex in São Vicente, São Paulo, Brazil. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 41(1): 141-146.

Siu, B.F.C.; Lee, S.Y. 1992. Shell Preference and utilization pattern in two hermit crabs, *Pagurus trionocheirus* (Stimpson) and *Clibanarius bimaculatus* (se Haan), on a sheltered rocky shore in Hong Kong. *Asian Marine Biology*. 9: 205-216.

Vance, R.R. 1972. The role of shell adequacy in behavioral interactions involving hermit crabs. *Ecology*. 53(6): 1075-1083.

Wait, M.; Shoeman. D.S. 2012. Shell use, Population Structure, and Reproduction of the Hermit Crab, *Clibanarius virescens* (Kraus, 1843) at Cape Recife, South Africa Author(s): Source: *Journal of Crustacean Biology*. 32(2): 203-214.

Yoshino, K.; Goshima, S.; Nakao, S., 2001. Sexual difference in shell use in the hermit crab *Pagurus filholi* from northern Japan. *Crustacean research*. 30: 55-64

Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4° ed. New Jersey, Prentice-Hall. 663 pg.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo contribuiu com novas informações sobre a biodiversidade dessa importante região berçário de muitas espécies de invertebrados e vertebrados, localizada no sul do país que é a Baía da Babitonga, forneceu também informações inéditas de um grupo que ainda não tinha sido estudado nessa região. De um modo geral, principalmente os locais de baixa profundidade, apresentaram condições ambientais favoráveis ao estabelecimento dos ermitões e, entre os fatores analisados, o sedimento e a temperatura da água foram aqueles que modelaram a variação da abundância das espécies encontradas em maior quantidade. Como também os dados obtidos neste estudo nos mostram onde (profundidade) e em qual época do ano se pode implantar estratégias de preservação das espécies e obter em troca um resultado satisfatório. As informações acerca desse grupo de animais podem ser determinantes para a elaboração de um manejo mais coerente, pois é imprescindível relacionar as espécies com a preservação dos habitats em que elas vivem.

Além de um melhor conhecimento do ciclo de vida, principalmente de *I. sawayai* e *L. loxochelis*, e da distribuição espaço-temporal de todas espécies encontradas, o estudo também mostrou que as espécies presentes nessa região reagem de maneira diferente, frente as variações ambientais, o que evidencia ainda mais o sucesso do grupo em ocupar locais com características abióticas diferentes. Também o uso diferencial das conchas de gastrópodes pelas espécies de ermitões encontradas, reforça a importância desse recurso para a vida desses animais. Como verificado em *L. loxochelis*, até dentro da mesma espécie os grupos demográficos acabam usando uma concha de espécies de gastrópodes diferentes, de acordo com sua necessidade fisiológica.

Os resultados gerados com esse trabalho demonstram que a abundância dessa fauna *bycatch* é bastante significativa mesmo em arrastos de 30 minutos, sendo importante

considerar que os barcos pesqueiros comerciais arrastam por horas consecutivas, o que representa uma captura imensa desses animais, por isso, é fundamental o desenvolvimento de alternativas que minimizem o impacto diário causado pela pesca de camarões nessas populações bentônicas. Também é importante ressaltar que apesar desses animais não serem utilizados comercialmente, sua manutenção é fundamental para manter o equilíbrio da teia trófica, consequentemente influenciando diretamente e positivamente na abundância de camarões explorados comercialmente.

Vale salientar que futuros estudos com a fauna acompanhante, detalhando a estrutura dessas populações e zonas de reprodução ao longo do litoral sudeste e sul brasileiro serão de extrema importância para a preservação dessas espécies, além de fornecerem subsídios para o desenvolvimento de uma pesca sustentável.