Universidade Federal do Pará Faculdade de Oceanografia Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALYSSON ANTÔNIO DA COSTA LEITE

ECOLOGIA REPRODUTIVA DE *Periclimenes paivai* (DECAPODA: PALAEMONIDAE) E SUA ASSOCIAÇÃO COM A MEDUSA *Lychnorhiza lucerna* (SCYPHOZOA: RHIZOSTOMEAE)

BELÉM - PA
2016

ALYSSON ANTÔNIO DA COSTA LEITE

ECOLOGIA REPRODUTIVA DE *Periclimenes paivai* (DECAPODA: PALAEMONIDAE) E SUA ASSOCIAÇÃO COM A MEDUSA *Lychnorhiza lucerna* (SCYPHOZOA: RHIZOSTOMEAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia do Instituto de Geociências.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho.

BELÉM– PARÁ
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Leite, Alysson Antônio da Costa, 1992 -

Ecologia reprodutiva de *Periclimenes paivai* (Decapoda: Palaemonidae) e sua associação com a medusa *Lychnorhiza lucerna* (Scyphozoa: Rhizostomeae)./ Alysson Antônio da Costa Leite. – 2016
35 f : il.; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: José Eduardo Martinelli Filho

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2016.

1. Camarão – Atlântico Sul, Oceano.. 2. Decápode (Crustáceo) - Atlântico Sul, Oceano. I. Título.

CDD 22 ed. 595.3091635

ALYSSON ANTÔNIO DA COSTA LEITE

ECOLOGIA REPRODUTIVA DE *Periclimenes paivai* (DECAPODA: PALAEMONIDAE) E SUA ASSOCIAÇÃO COM A MEDUSA *Lychnorhiza lucerna* (SCYPHOZOA: RHIZOSTOMEAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia do Instituto de Geociências.

Data da defesa: ___/___/___

Conceito: _____

Banca examinadora:

_____
Prof. José Eduardo Martinelli Filho - Orientador
Doutor em Oceanografia Biológica
Universidade Federal do Pará

_____
Profa. Jussara Moretto Martinelli-Lemos – membro titular
Doutora em Ciências Biológicas
Universidade Federal do Pará

_____
Profa. Bianca Bentes da Silva – membro titular
Doutora em Ecologia Aquática e Pesca
Universidade Federal do Pará

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento de um trabalho de conclusão de curso abrange diversas etapas, com dificuldades distintas. Não é possível vencer sozinho essas etapas. Muitos participaram do processo de criação deste trabalho e todos foram importantes. Por isso destino este espaço para expor minha gratidão aos envolvidos.

À natureza (Deus) das forças que regem nosso plano na Terra.

A todos os meus familiares, em especial:

Minha mãe Sileuza que além de proporcionar todos os subsídios para uma boa educação, me criou com muito amor – Minha namorada Tamyris, pessoa excepcional, que nessa caminhada foi fundamental do início ao fim do curso de graduação, dedicando seu carinho, inteligência e atenção para lidar com os problemas encontrados – Meu irmão Wagner, parceiro de vida, me acompanhou em muitas madrugadas de trabalho.

Meu pai, sempre sábio ao me aconselhar e educar – A minha prima Kelly, pelo apoio e carinho, além dos melhores quitutes compartilhados – Minha Sogra Rita e toda sua família pelo apoio e acolhimento – Minha cunhada Samara e sua filha, minha sobrinha Nicole, hoje um bebê de quase 2 anos que tanto alegra os dias em minha casa.

A todos meus amigos: Gratidão as parcerias formadas com grandes amigos de curso e turma (2011), especialmente o pessoal rico de alma e famoso por tabela, Jéssica, Juliana, Tamyris, Thay, Denys, Ítalo e Rodrigo companhia certa nos dias tumultuosos e legais da graduação.

Ao Laboratório de Oceanografia Biológica que ofereceu estrutura e suporte para o desenvolvimento deste trabalho. Em especial a todas as pessoas que fazem o LOB, Mayara, Stefany, Rosangela, Alexandre, Arnaldo, Bruno, Denys, Léo e Thomás os meus sinceros agradecimentos, pois tornaram-se amigos e são grandes colegas de trabalho.

Ao meu orientador Dr. Prof. José Eduardo Martinelli Filho, por todas as orientações neste trabalho, ensinamentos, sugestões e oportunidades oferecidas ao longo do tempo em que desenvolvemos trabalhos juntos.

Ao Dr. Renato Nagata do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e prof. Dr. Miodeli Nogueira Junior da Universidade Federal da Paraíba, responsáveis por parte do material coletado e por suas contribuições neste trabalho.

À Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará onde conquistei a oportunidade de garantir meu diploma em nível superior.

“Eu tive um sonho, uma terra distante
Com paredes que eu construía, no meu sonho era assim que eu via
Eu tive um sonho, uma terra distante
Era hora de lutar, meu trabalho começar, não podia mais parar.”

Rodrigo Ogi.

RESUMO

Os crustáceos marinhos são invertebrados que apresentam alta diversidade e diferentes estratégias de vida, muitas advindas de associações simbióticas com outros organismos em busca de proteção, abrigo, melhores recursos alimentares e reprodutivos. Os parâmetros reprodutivos de animais simbiontes são importantes ferramentas para entender as implicações ecológicas e evolutivas das associações inter-específicas. Este estudo investigou a relação simbiótica entre *Periclimenes paivai*, camarão classificado como comensal facultativo da cifomedusa *Lychnorhiza lucerna* através da estrutura populacional e parâmetros reprodutivos dos camarões associados, assim como por correlação entre essas variáveis e o tamanho do hospedeiro. As medusas e respectiva fauna associada foram coletadas no litoral dos estados de São Paulo (municípios de Cananéia, Ubatuba e Guarujá) e Paraná (município de Paranaguá), em diferentes ocasiões entre 2008 a 2011. O sexo foi determinado para todos os camarões, assim como variáveis morfológicas (peso úmido, comprimento total e da carapaça). A variáveis reprodutivas analisadas foram a razão sexual, fecundidade, peso da massa ovígera, volume dos ovos e investimento reprodutivo. O diâmetro das medusas foi obtido para testar correlações entre o tamanho do hospedeiro e variáveis da população de simbiontes, como o número de camarões associados. Um total de 29 medusas foram coletadas, abrigando 356 camarões (11 ± 10 / medusa), sendo que Cananéia apresentou a maior quantidade de hospedeiros por simbionte ($p < 0,001$). Não houve correlação significativa entre o tamanho da medusa e o número de camarões associados. Entretanto, os camarões coletados em Cananéia e Paranaguá foram maiores e apresentaram fecundidade mais elevada em relação a Ubatuba, que por sua vez apresentou o maior investimento reprodutivo. A espécie *P. paivai* apresentou os valores mais elevados de fecundidade e demais parâmetros reprodutivos do que as demais espécies do gênero. A eficiência reprodutiva de *P. paivai* deve estar associada ao modo de vida comensal do mesmo e características do hospedeiro como o grande volume da medusa em relação aos camarões, abrigo, recursos alimentares. O hábito de vida pelágico também pode ter resultado na evolução da elevada fecundidade e provável necessidade de produzir um elevado número de larvas planctônicas da referida espécie, para compensar perdas durante os estágios iniciais do ciclo de vida.

Palavras-chave: Caridea.Comensalismo.Simbiose.Atlântico Sul.

ABSTRACT

Marine crustaceans are invertebrates with high diversity and many life style strategies, like the symbiotic association with other organisms, in search for protection, shelter, and better feeding and reproductive conditions. The reproductive parameters are important tools to elucidate ecological and evolutionary significance of inter-specific associations. This study focused on the symbiotic relationship between *Periclimenes paivai*, the facultative commensal partner-shrimp from the scyphozoan jellyfish *Lychnorhiza lucerna*, by population structure and reproductive parameters of the associated shrimps, as well as the correlation between these variables and the host's size. The jellyfish and its associated shrimp were collected at the coast of São Paulo (Cananéia, Guarujá and Ubatuba) and Paraná (Paranaguá) states, Brazilian southern coast and in different occasions between 2008 to 2011. The sex and morphological parameters like the wet weight, total and carapace length were determined. Reproductive parameters were also analyzed like the sex ratio, fecundity and egg mass wet weight. The jellyfish bell diameter was obtained to test the correlation between host's size and symbiont variables like the number of associated shrimp. From the 29 sampled jellyfish, 356 partner-shrimps were accounted (11 ± 10 / jellyfish), being Cananéia the locality with the highest number of shrimps per host ($p < 0.001$). No correlation was found between the size and of the host and number of symbionts. However, the shrimps collected at Cananéia and Paranaguá were bigger and showed higher fecundity than those at Ubatuba, which in contrast showed the highest reproductive output. *Periclimenes paivai* revealed higher values for fecundity and other reproductive parameters than the other species of the genus. The reproductive efficiency of *P. paivai* may be linked to its commensal life strategy and to host characteristics like the large volume of the jellyfish in relation to the shrimps, shelter, and probably abundant food resources. The pelagic environment was a possible evolutionary pressure resulting in high fecundity and the need to produce a high number of planktonic larvae to compensate the losses at the initial developmental stages.

Keywords: Caridea.Commensalism.Symbiosis. South Atlantic.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
2 OBJETIVOS 14
2.1 Objetivos gerais 14
2.2 Objetivos específicos 14
3 MATERIAIS E METODOS 15
3.1 Área de estudo 15
3.2 Amostragem 16
3.3 Análises laboratoriais 17
4 RESULTADOS 20
4.1 Estrutura e razão sexual de *Periclimenes paivai* associados à *Lychnorhyza lucerna*. 20
4.2 Variáveis morfológicas dos simbiontes. 22
4.3 Parâmetros reprodutivos do simbionte. 23
5 DISCUSSÃO 27
5.1 Estrutura, variáveis sexuais e morfológicas. 27
5.2 Considerações dos parâmetros reprodutivos 28
5.3 A simbiose entre *Periclimenes paivai* e *Lychnorhyza lucerna*. 30
6 CONCLUSÃO 32
REFERÊNCIAS 33

1. INTRODUÇÃO

O elevado nível de adaptações ao ambiente exibida por organismos marinhos é proporcional ao alto número de inter-associações de espécies. Em muitos casos, determinadas relações podem evoluir em ambientes onde os animais encontram proteção contra predadores, recursos alimentares e abrigo para reprodução e desenvolvimento de estágios juvenis (MANTELATTO;SOUZA-CARREY, 1998).

Tais relações entre espécies distintas são definidas como simbióticas. O termo "simbiose" faz referência a organismos diferentes interagindo em diversos níveis de associação. A relação entre as espécies é então caracterizada em termos de custos e benefícios para o simbionte, pelo número de espécies simbiontes que habitam os hospedeiros e o grau de dependência da relação, entre outras características (LEUNG; POULIN, 2008). Um grande espectro de relações simbióticas inclui o parasitismo, o mutualismo, o comensalismo e a forese (CHENG, 1967).

Uma interação simbiótica possui vantagens quando seus benefícios são maiores que os custos provindos da associação, bem como quando todos os benefícios excedem os benefícios do modo de vida livre (ROUGHGARDEN; PACALA, 1982). Dentre os benefícios, alguns estudos demonstram que a proteção contra predadores é um dos fatores mais importantes obtidos através da associação (BLOOM, 1975; VANCE, 1978), considerando ainda a pressão da predação como um dos impulsos evolucionários mais importantes que levam à relação simbiótica (VERMEIJ, 1983).

Os casos envolvendo macro-invertebrados marinhos como hospedeiros podem variar bastante em relação aos custos e benefícios para os crustáceos simbiontes, sendo que relações como as de parasitismo, mutualismo e comensalismo já foram descritas para diversas espécies (BAEZA; THIEL, 2003, 2007; CASTRO, 1988; THIEL; BAEZA, 2001). Os crustáceos estão entre os invertebrados marinhos mais diversos e que, mesmo apresentando boa capacidade de locomoção e/ou natação para a vida livre,diversos táxons desenvolveram relações inter-específicas (MANTELATTO; SOUZA-CARREY, 1998). Muitas espécies simbiontes apresentam uma ampla gama de hospedeiros com complexas relações, sendo essas importantes adaptações ambientais e evolutivas, provavelmente favorecendo os crustáceos hospedeiros e justificando o elevado número de simbiontes (ROSS, 1983; THIEL; BAEZA, 2001).

Em diferentes espécies hospedeiras, existem simbiontes que interagem entre si, buscam porrefúgio, alimento, reprodução e cuidam de suas proles (THIEL; BAEZA, 2001). Isto significa que no espaço limitado pelos hospedeiros, pode-se esperar uma ampla gama de estruturas sociais. Quanto maior for o crustáceo simbionte em relação ao seu hospedeiro, maior será seu potencial para monopolizá-lo, assim, os indivíduos são solitários ou em poucos pares heterossexuais, enquanto as espécies de menor tamanho tendem a compartilhar seu hospedeiro com muitos membros da mesma espécie (BAEZA;THIEL, 2007).

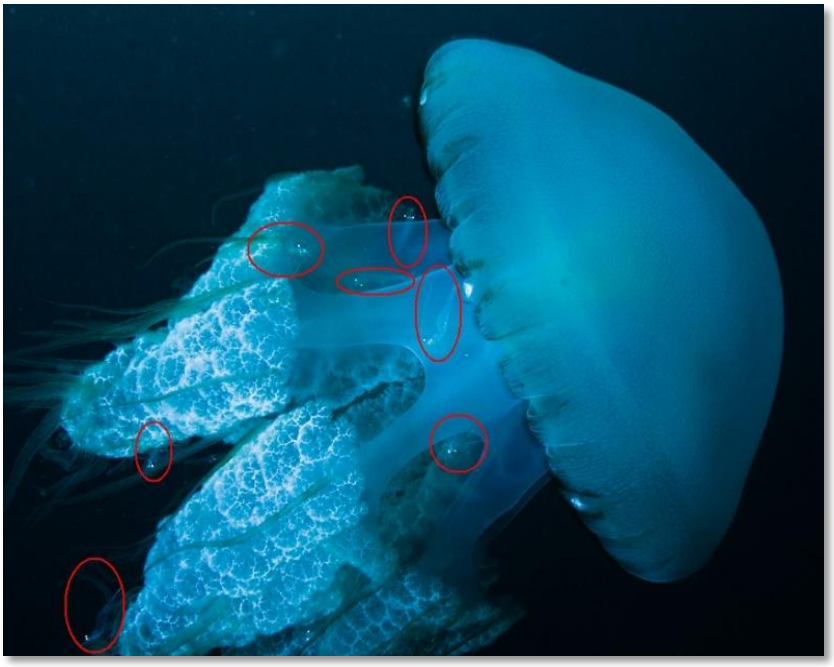
A maioria dos casos de simbiose envolvendo crustáceos foi relatada no ambiente bentônico (e.g. BOXSHALL; HALSEY, 2004). Entre os poucos exemplos de simbiose envolvendo crustáceos decápodes no ambiente pelágico, pode-se citar larvas de lagosta, camarões carideos e caranguejos do gênero *Libinia* registrados em associações com animais do zooplâncton gelatinoso (EILBRACHT; FRANSEN, 2015; NOGUEIRA JR.; HADDAD, 2005; ZAMPONI, 2002).

Considerando também as espécies bentônicas, existem relatos clássicos de associações de camarões com outros invertebrados na literatura (e.g.BALSS, 1956; PATTON, 1967; CHACE, 1969).A maioria dos exemplos é de comensalismo, onde o hospedeiro oferece abrigo para o simbionte associar-se sem prejuízos para ambos(BROWNE; KINGSFORD, 2005). Entretanto, alguns exemplos de mutualismo entre camarões carídeos e invertebrados marinhos são bem conhecidos,como o de *Synalpheus regalis* com grandes esponjas tropicais (DUFFY, 1996), de *Palaemonella rotumana* (BORRADAILE, 1898) e de *Periclimenes elegans* encontrados em muitas espécies de antozoários(BRUCE, 1970; CHACE; BRUCE, 1993; MARIN et al.2004).

Para as associações entre crustáceos e medusas que ocorrem no ecossistema pelágico, em particular para o Atlântico Sul, poucos resultados foram publicados em periódicos científicos. Zamponi (2002) registrou uma associação entre *Libinia spinosa* (H. MILNE-EDWARDS, 1834) (Brachyura, Majidae) e a cifomedusa *Lychnorhiza lucerna* (HAECKEL, 1880), presentes em um estuário na Argentina. Já Nogueira Jr. & Haddad (2005), estudaram desde a incidência de associações a suposições sobre o ciclo de vida da espécie *Libinia ferreirae* e sua relação com *L. lucerna* e Nogueira Jr. & Silva (2005) mostrou a ocorrência de quatro espécies de isópodes possivelmente parasitas em medusas na costa sudeste do Brasil.

O gênero *Periclimenes* apresenta 154espécies válidas atualmente (FRANSEN; DE GRAVE, 2015),sendo a grande maioria simbionte e algumas conhecidas como "camarões limpadores". *Periclimenes paivai* Chace, 1969 é um camarão raramente coletado em ambientes bentônicos (PANTALEÃO et al., 2015; RAMOS-PORTO; COELHO, 1990).A espécie foi descrita de amostras provenientes da fauna associada da medusa *Lychonryza lucerna* Haeckel, 1880 (CHACE, 1969), descrita erroneamente como *Mastigias scintillae* Moreira, 1961 (MORANDINI et al., 2005). Recentemente, o camarão foi classificado como comensal facultativo da cifomedusa mencionada (MARTINELLI-FILHO et al. 2008) (Fig. 1 e 2).

Figura 1 -A cifomedusa hospedeira *Lychnorhiza lucerna* com destaque para os camarões associados da espécie *Periclimenes paivai*.Medusa com diâmetro de cerca de 20 cm.



Fonte: Macieira (2011).

Estudar a associação supracitada faz-se importante na compreensão de aspectos biológicos e ecológicos, tanto do simbionte, quanto do hospedeiro, expandindo o conhecimento da biologia populacional, comportamental e reprodutiva de espécies sob estreita associação. Sendo provável que a associação tenha resultado em um alto sucesso ecológico para o camarão, o que poderia ser observado através de parâmetros reprodutivos como, por exemplo, o maior investimento reprodutivo em *P. paivai* quando comparado a outras espécies do congêneres (MARTINELLI-FILHO et al., 2012).

Para verificar possíveis efeitos benéficos da associação para o simbionte, foram exploradas variáveis reprodutivas de *Periclimenes paivai*, ainda inéditas na literatura científica (exceto em resumo em MARTINELLI-FILHO et al., 2012) como a razão sexual, fecundidade (n° de ovos), volume e peso médio dos ovos e investimento reprodutivo. Adicionalmente, o estudo de relações sobre a estrutura populacional e características dos simbiontes e o tamanho do hospedeiro auxiliam a testar se a associação resultaria em vantagens para o simbionte. Por fim, foram analisados os parâmetros reprodutivos do simbionte e comparados com demais espécies do gênero *Periclimenes*, associados a hospedeiros bentônicos ou de vida livre.

Figura 2 -Camarão simbionte *Periclimenes paivai* CHACE, 1969. Fêmea ovígera com cerca de 27 mm de comprimento total.

Fonte: José Eduardo Martinelli Filho

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

Investigar as possíveis consequências e benefícios da associação simbiótica entre o camarão *Periclimenes paivai* e a medusa *Lychnorhiza lucerna* para o simbionte, através da análise da estrutura populacional e parâmetros reprodutivos de camarões associados, assim como a correlação entre variáveis biológicas do simbionte e o tamanho do hospedeiro.

2.2. Objetivos específicos

- Estudar a estrutura populacional do camarão *P. paivai* associado às medusas através da análise de características morfológicas, sexo, razão sexual e número de indivíduos associados.
- Descrever variáveis reprodutivas de *P. paivai* como a fecundidade, volume e peso dos ovos, peso da massa ovígera e investimento reprodutivo.
- Verificar diferenças significativas para as variáveis morfológicas, reprodutivas e na quantidade de simbiontes associados nos diferentes locais de coleta e diferentes categorias sexuais (machos, fêmeas ovígeras, fêmeas não-ovígeras).
- Correlacionar o tamanho da medusa hospedeira com variáveis dos camarões simbiontes como o número e comprimento médio de indivíduos associados.
- Explorar o efeito da densidade de camarões associados sobre o tamanho e razão sexual dos mesmos.
- Comparar as variáveis reprodutivas de *P. paivai* com outras espécies do mesmo gênero, simbiontes em outros grupos de macroinvertebrados ou de vida-livre.

3. MATERIAIS E METODOS

3.1. Área de estudo

As medusas e respectiva fauna associada foram coletadas no litoral dos estados de São Paulo (nos municípios de Cananéia, Ubatuba e Guarujá) e Paraná (município de Paranaguá), em diferentes ocasiões entre os anos de 2008 a 2011, sempre nos meses de junho a agosto, período com maior avistamento de medusas (Fig. 3).

Os critérios adotados para a escolha das regiões de coleta foram pensados em acordo com as diferenças tróficas existentes entre cada uma delas, em zonas estuarinas e marinhas, eutróficas ou semi-oligotróficas. Incluindo contribuições de outros grupos de pesquisa que realizaram coletas em Paranaguá e logística facilitada pela proximidade dos pontos em relação aos portos de embarque (Base Norte Ubatuba e Base Sul Cananéia). Além da distribuição incerta dos organismos, seguindo informações locais de avistamento das medusas.

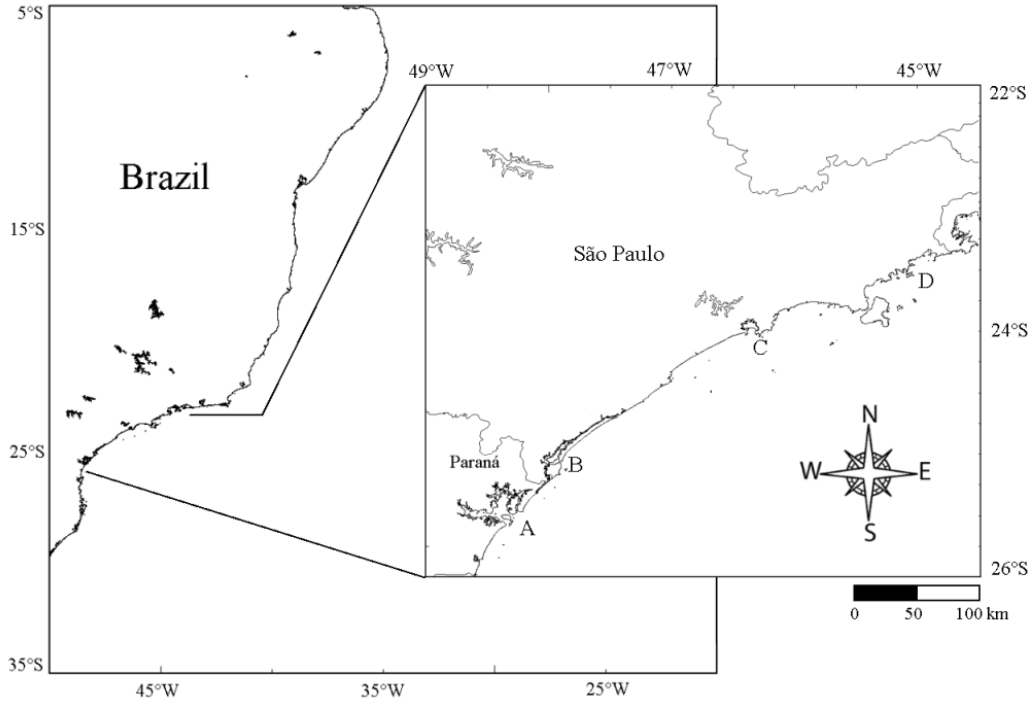
No extremo sul do Estado de São Paulo ocorre o recuo da escarpa da Serra do Mar, formado pela bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, cuja foz marca o limite norte da região estuarina-lagunar de Iguape Cananéia e Paranaguá (BARBIERI; CAVALHEIRO,1998).Em Paranaguá, a região estuarina estende-se aproximadamente 50 km em direção ao continente, representando o maior estuário do estado do Paraná e constitui um grande sistema estuarino-lagunar de alta diversidade (LANA *et al*., 2000). No estuário de Cananéia tem-se alta produtividade primária, e possivelmente mais invertebrados, peixes, aves de praia e marinhas (BARBIERI; PINNA, 2005). Possui fundo predominantemente lamoso e águas relativamente túrbidas, cercadas por grandes áreas de manguezais (YOGUI*et al.*, 2003).

No Guarujá e adjacências, está situada uma série de núcleos urbanos independentes que constituem uma região metropolitana englobando diversos outros municípios da Baixada Santista. Devido ao seu potencial turístico e sua proximidade a cidade de São Paulo, grande aporte de nutrientes e microorganismos patogênicos chega ao estuário, mesmo havendo estações de tratamento de esgoto e um emissário submarino (TOMMASI, 1979).

Em Ubatuba as características da água são distintas das demais localidades, durante a maior parte do ano as águas são oligotróficas devido a contribuição dispersa e

pouco significante de pequenos estuários, sendo assim considerado um sistema meso-oligotrófico (CASTRO *et al*., 2006).A plataforma interna é influenciada por dois tipos de massas de água, as águas costeiras, recebendo aportes continentais e a água Central do Atlântico Sul (CASTRO-FILHO *et al*, 1987).

Figura 3- Litoral brasileiro, com destaque para o trecho da costa sul e sudeste, onde as medusas foram coletadas entre os anos de 2008 a 2011. A: Paranaguá; B: Cananéia; C: Guarujá; D: Ubatuba.



Fonte: Autor

3.2. Amostragem

As coletas foram realizadas através de embarcações de pequeno porte e do método de observação de medusas próximas à superfície da água, as quais foram cuidadosamente capturadas através da imersão de baldes para evitar a evasão da fauna associada. Alternativamente, os cnidários foram capturados durante mergulho livre, quando ao invés de baldes, foram utilizados sacos plásticos para a captura dos organismos.

No entanto, para a amostragem realizada no Guarujá, os indivíduos foram coletados através de redes de arrasto, impossibilitando a determinação da quantidade de

simbiontes associados por hospedeiro.Durante a referida coleta, apenas duas medusasforam capturadas, mas os camarões podem ser provenientes de outras medusas que possam ter atravessado a rede. Os camarões provenientes do Guarujá foram utilizados apenas para o estudo da variação de características morfológicas e reprodutivas, sendo excluídos das análises de relação entre o hospedeiro e seus simbiontes.

Em laboratório, as medusas foram inspecionadas para a triagem da fauna associada. Os camarões foram removidos com uma pinça ou agitando suavemente as medusas.Posteriormente os crustáceos foram transferidos para frascos com solução de álcool 70% diluído em água do mar. A fauna associada para cada medusa foi armazenada individualmente para análises posteriores.

3.3. Análises laboratoriais

Medidas morfológicas foram realizadas tanto para os hospedeiros, quanto para os simbiontes. Para os hospedeiros, foi medido o diâmetro da umbrela (distância entre dois ropálios opostos) utilizando uma régua milimétrica.

Para os simbiontes, o comprimento total e do cefalotórax foram determinados com o auxílio de uma lente graduada acoplada a um estéreo microscópio (Zeiss Discovery. V8). Identificou-se o sexo dos camarões através da presença do *appendix masculina*. Os indivíduos foram classificados em macho, fêmea ovígera, fêmea não-ovígera e juvenis. Foram considerados juvenis, os indivíduos onde não foi possível observar o *appendix masculina* e que possuíram comprimento de carapaça menor que 2,8 mm, o equivalente a média de comprimento dos 6 menores machos identificados neste estudo.A razão sexual foi calculada e definida como a proporção de machos por fêmeas (M/F) na população total amostrada para cada medusa coletada e para o total da população de camarões amostrados.

O peso úmido foi medido em balança analítica (Marte AX200) com precisão de 0,1mg, após permanência dos indivíduos por dois minutos sobre papel toalha para remoção do excesso de líquido. Todos os indivíduos foram pesados,entretanto,as fêmeas ovígeras foram pesadas duas vezes, antes e depois da remoção dos ovos, para o cálculo do peso da massa ovígera.

A fecundidade (número dos ovos por fêmea) foi determinadapara 154fêmeas isoladamente, provindas das quatro localidades de coleta. Para o cálculo do volume, foram medidos 20 ovos por fêmea ovígera obtidos através da remoção dos ovos aderidos ao pleópodes com auxílio de estilete. Os ovos foram contados e classificados em três estágios de desenvolvimento de acordo com Costa-Souza, *et. al*., (2014), em estudo realizado com outra espécie de camarão carídeo(*Alpheusestuariensis*). As análises consistiram na seleção de duas fêmeas por estágio de desenvolvimento dos ovos, onde foram medidos 20 ovos por espécime,sendo três fêmeas ovígeras provenientes de Cananéia e três do Guarujá. O volume dos ovos foi calculado, através da medida do maior diâmetro, considerando o ovo como uma esferaperfeita.

O investimento reprodutivo foi estimado dividindo o peso úmido da fêmea com ovos pelo peso úmido da fêmea sem ovos e então multiplicando por 100 para obtenção de valores percentuais,adaptado de Hines (1982).

As variáveis morfológicas e reprodutivasforam descritas e testadas quanto à normalidade através dos testes de *Shappiro-Wilk*e *Kolmogorov-Smirnov*utilizando grau de liberdade igual a 0,05. Variáveis não paramétricas foram correlacionadas através do teste de *Spearman*, enquanto que variáveis de distribuição normal foram relacionadas pela correlação de *Pearson.* Foram consideradas significativas as correlações onde $p < 0,05$.Apenas para as correlações entre o diâmetro da medusa e o número de hospedeiros, foram adicionados dados de quatro exemplares de*Lychnorhyza lucerna*com seus respectivos simbiontes, publicados anteriormente (MARTINELLI-FILHO et al., 2008).

Testes de significância entre diferentes fatores e categorias também foram realizados, como por exemplo, a variação de comprimento entre machos, fêmeas ovígeras e fêmeas não-ovígeras ou a fecundidade entre os locais de coleta. Incluindo correlações entre os parâmetros populacionais, morfológicos e reprodutivos do camarão em relação ao tamanho da medusa.

Para variáveis de distribuição normal, utilizou-se o teste *t* seguido pelo teste de *Holm-Sidak* para comparação entre os pares de variáveis e para variáveis não-paramétricas o teste de *Kruskal-Wallis*, seguido pelo teste de *Dunn*($p< 0,05$). Estatística descritiva e gráficos foram realizados através do programa *Microsoft Office Excel* e os testes de correlação e significância através do programa *Sigma-Plot 11.0* (*Systat software*).

4. RESULTADOS

4.1. Estrutura e razão sexual de *Periclimenes paivai*a ssociados à *Lychnorhyza lucerna*.

Neste estudo, foi contabilizado um total de403indivíduos de *Periclimenes paivai*, sendo 47 provenientes do Guarujá, localidade onde não foi possível determinar o número de simbiontes por hospedeiros coletados. Para as demais localidades (Paranaguá, Cananéia e Ubatuba) foi contabilizado um total de 29 medusas hospedeiras, que abrigavam 356camarões (Tabela 1).

As medusas apresentaram um mínimo de 1e máximo de 31 simbiontes associados, com média e desvio padrão igual a 11 ± 10. Existiu diferença significativa entre a quantidade de camarões simbiontes para as medusas coletadas em diferentes locais deste estudo (p< 0,001). Quando comparadas as localidades em relação a quantidade de hospedeiros, obteve-se em Paranaguá a menor média de indivíduos por medusa (5 ± 4), enquanto Cananéia apresentou a maior média (24 ± 4). Em Ubatuba a média foi igual a 15 ± 9camarões por medusa (Tabela 1). A diferença não foi considerada significativa apenas entre Cananéia e Ubatuba (p = 0,167), após o teste de comparação aos pares.

Tabela 1: Descrição da quantidade média de simbiontes (*Periclimenes paivai*) em relação ao número de hospedeiros analisados (*Lychnorhiza lucerna*) em cada região. M.D.: média; D.P: desvio-padrão. N.C.: dados não coletados.*: medusas provenientes do estudo de Martinelli-Filho *et al*. (2008).

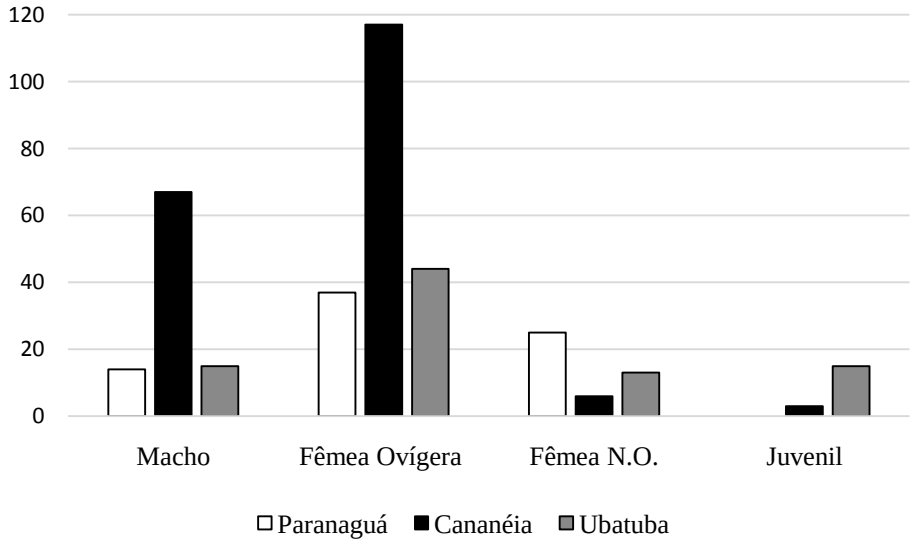
Local	Nº de medusas	Nº camarões (M.D. ± D.P)
Cananéia	8	24 ± 7
	2	4; 3
Guarujá	N.C.	N.C.
Ubatuba	6	15 ± 9
Paranaguá	15	5 ± 4
Santos*	1	9
São Sebastião*	1	6

Dentre o total de camarões, 18foram considerados juvenis, 274 fêmeas (230 ovígeras e 44 não ovígeras) e 111 machos. Desses, habitavam em medusas de

Paranaguá 14 machos, 25 fêmeas não ovígeras e 37 fêmeas ovígeras e nenhum juvenil. De Cananéia 67 machos, 6 fêmeas não ovígeras, 117 fêmeas ovígeras e 3 juvenis. No Guarujá 15 machos, 32 fêmeas ovígeras e nenhuma fêmea não ovígera e juvenil. Em Ubatuba 15 machos, 13 fêmeas não ovígeras, 44 fêmeas ovígeras e 15 juvenis (Figura 4).

A razão sexual (M: F) total dos camarões (incluindo as localidades Cananéia, Ubatuba e Paranaguá) foi de1: 2,4.A razão sexual média para cada local foi de 1: 2,7 em Paranaguá, 1: 1,7 em Cananéiae 1: 4 em Ubatuba. A razão foi significativamente diferente entre os locais (p = 0,012), sendo menor em Cananéia em relação aos demais, mas não foi considerada diferente entre Paranaguá e Ubatuba (p > 0,05).A correlação entre a razão sexual pelo número total de simbiontes associados também foi significativa (p = 0,00282) e positiva (ρ = 0,513), denotando que a proporção de machos aumenta conforme aumenta o número de camarões por medusa.

Figura 4 - Valores referentes ao número de simbiontes em cada local de coleta e por categoria de desenvolvimento e sexo:juvenis, fêmeas ovígeras, fêmeas não ovígeras (N.O) e machos.



Fonte: Autor

4.2. Variáveis morfológicas dos simbiontes.

Os camarões adultos apresentaram grande variação de comprimento do cefalotórax entre os indivíduos, sendo um macho o menor com 2,9 mm e uma fêmea ovígera amaior, com 14 mm de comprimento do cefalotórax. O tamanho das fêmeas variou de 3 a 14 mm e dos machos entre 2,9 a 8 mm. Entre os juvenis, indivíduos menores que 2,9 mm, o tamanho da carapaça variou de 2,1 a 2,8mm.

Quanto ao comprimento total, os machos tiveram entre 7,5 a 24,7 mm, a maior fêmea ovígera apresentou 32,4 mm e a menor 13 mm, a maior fêmea não-ovígera apresentou 27,5 mm e a menor 11 mm e o maior juvenil apresentou 9 mm e o menor 6,5. Tanto para o comprimento da carapaça, quanto para o comprimento total houve diferenças significativas entre as categorias analisadas (macho, fêmea ovígera, fêmea não ovígera e juvenil) (p = <0,001) denotando grande diferença de tamanhos entre as categorias, principalmente para fêmeas ovígeras que apresentaram os maiores valores de comprimento de carapaça e total. Apenas a relação fêmea não ovígera/macho não foi significativa após os testes aos pares, caracterizando similaridade entre tamanhos (p = 0,115).

A média e desvio padrão do comprimento do cefalotórax dos camarões por localidade de coleta foi de 5,96 ± 1,04 mm em Paranaguá; 6,92 ± 1,99mm em Cananéia, 6,97 ± 1,47 mm no Guarujá e 5,37 ± 2,22 mm em Ubatuba (Tabela 3). A diferençado comprimento da carapaça entre as localidades amostradas foi significativa (p<0,001), no entanto as correlações entre Guarujá *x* Cananéia e Paranaguá *x* Ubatuba não se mostraram significativas para os testes aos pares.

Em relação ao tamanho total, também foi notada diferença entre os locais de coleta (p< 0,001).A significância foi comprovada para a relação entre Cananéia *x* Ubatuba/ Paranaguá e Guarujá *x* Ubatuba/Paranaguá, afirmando a considerável diferença para o comprimento total entre estas localidades. Entretanto, a relação não foi significativa entre Cananéia/Guarujá e Paranaguá/Ubatuba. A média e desvio-padrão foram iguais a 19 ± 3,1 mm em Paranaguá; 21,6 ± 5,4 mm em Cananéia, 21,4 ± 4,2 mm no Guarujá e 17,4 ± 4,6 mm em Ubatuba.

Existiu também variação do peso úmido entre as localidades (p< 0,001), sendo significativa (p< 0,05) a diferença entre Guarujá/ Ubatuba, Cananéia/Ubatuba e

Paranaguá/Ubatuba, denotando a Ubatuba os menores pesos. No entanto, as correlações entre Guarujá/Paranaguá, Guarujá/Cananéia e Cananéia/Paranaguá não foram consideráveis, mostrando valores compatíveis. A média e desvio padrão foram de 98,02 ± 73,21 em Paranaguá, 105, 58 ± 76,69 em Cananéia, 100,7 ± 51,96 no Guarujá e 42,08 ± 38,83 mg em Ubatuba respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 : Média e desvio-padrãodo comprimento da carapaça, comprimento total (mm) e peso úmido (mg) dos simbiontes nos diferentes locais.

	Paranaguá	Cananéia	Guarujá	Ubatuba
Cefalotórax (mm)	6 ± 1	6,9 ± 2	7 ± 1,5	5,4 ± 2,2
Total (mm)	19 ± 3,1	21,6 ± 5,4	21,4 ± 4,2	17,4 ± 4,6
Peso úmido (mg)	98,02 ± 73,21	105,58 ± 76,69	100,7 ± 51,96	42,08 ± 38,83

4.3. Parâmetros reprodutivos do simbionte.

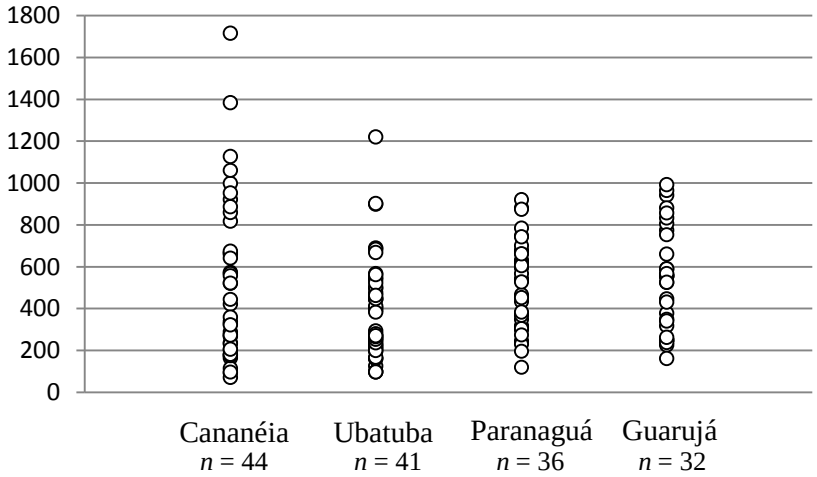
Foi determinada a fecundidade (número de ovos), peso da massa ovígera e o investimento reprodutivo dividido por localidade (Tabela 4). Os valores mínimos e máximos com média e desvio-padrão da fecundidade respectivamente contados para cada localidade foram de 40/170 – 106,94 ± 32,58 em Paranaguá, 73/1716 – 522,32 ± 380,44 em Cananéia, 162/993 – 544,34 ± 246,23 no Guarujá e 98/1220 – 385 ± 232,74 em Ubatuba. As fêmeas maiores (comprimento da carapaça e total) carregam significativamente mais ovos e suportam maior massa ovígera.

Foi significativa a diferença para a fecundidade nas localidades amostradas (p= 0,015). Comparando as localidades, foram significativas as correlações entre Paraná/Ubatuba.Entretanto, as não significativas (p>0,05) foram Paranaguá/Cananeia, Cananéia/Ubatuba, Paranaguá/Guarujá e Guarujá/Cananeia denotando aproximação dos valores de número de ovos (Figura 5).

Foi significativa a diferença entre o peso da massa ovígera nas localidades amostradas (p = 0,042). Comparando diretamente os locais, a diferença entre Paranaguá e Ubatuba foi elevada (p< 0,05). Enquanto as demais não foram significativas, caracterizando similaridade entre os locais. A média e desvio padrão do peso da massa

ovígera para cada localidade foi de 34,167 ± 21,696 em Paranaguá, 33,188 ± 26,301 em Cananéia, 26,163 ± 12,315 no Guarujá e 24,257 ± 19,479 mg em Ubatuba, respectivamente (Tabela 3). Também foi significativa e positiva a correlação entre o peso da massa ovígera e o comprimento da carapaça dos simbiontes (p<0,0001; ρ = 0,726) caracterizando as fêmeas com carapaça maior as maiores concentrações de massa ovígera.

Figura 5 – Valores mínimos e máximos da fecundidade de *Periclimenes paivai* por região de coleta (Paranaguá, Cananéia, Guarujá e Ubatuba).



O investimento reprodutivo apresentou diferença significativa por localidade (p = 0,002). Na comparação entre os locais as fêmeas investiram significativamente mais em Ubatuba *versus* Cananéia/Guarujá (p<0,05). Enquanto as outras correlações entre as localidades não foram significativas. As médias e desvio padrão foram de 0,23 ± 0,08 em Paranaguá, 0,20 ± 0,08 em Cananéia, 0,19 ± 0,06 no Guarujá e 0,34 ± 0,2 em Ubatuba.Em contrapartida, o investimento reprodutivo não foi significativo quando comparado ao comprimento da carapaça e total (p> 0,05). Denotando que, fêmeas ovígeras maiores não investem significativamente mais do que fêmeas ovígeras menores.

O volume total dos ovos medidos apresentou a média e desvio padrão de 0,45 ± 0,20 mm^3. O volume no primeiro estágio apresentou média e desvio-padrão de 0,23±0,06 mm^3. No segundo estágio a média e desvio-padrão foram de 0,47 ± 0,09 mm^3. No terceiro estágio a média e desvio-padrão foram de 0,64 ±0,18 mm^3. A média

do diâmetro dos ovos (0,38 ±0,04 / 0,48 ±0,03 / 0,53±0,04 mm respectivamente nos estágios 1, 2 e 3) aumentou conforme a progressão de estágio. O tamanho mínimo e máximo do ovo no primeiro estágio foi de (0,3 – 0,4 mm), no segundo (0,4 – 0,5 mm) e no terceiro (0,5 – 0,6 mm).

Tabela 3: Média e desvio-padrão da fecundidade, peso da massa ovígera (mg), investimento reprodutivo, diâmetro dos ovos por região de coleta.

	Paranaguá	Cananéia	Guarujá	Ubatuba
Fecundidade	106,9 ± 32,6	522,3 ± 380,4	544,3 ± 246,2	385 ± 232,7
Massa ovígera (mg)	34,16 ± 21,69	33,18 ± 26,30	26,16 ± 12,31	24,2 ± 19,47
Investimento reprodutivo	0,23 ± 0,08	0,20 ± 0,08	0,19 ± 0,06	0,34 ± 0,2

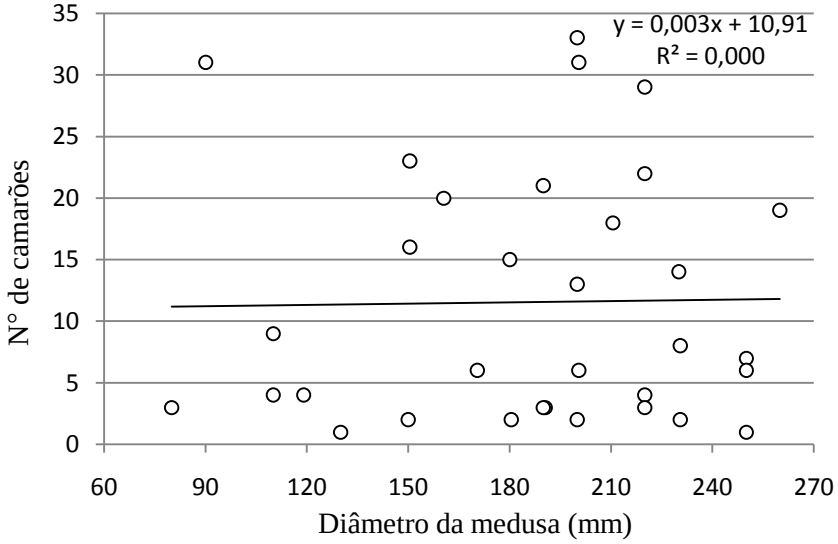
4.4. Correlações entre o hospedeiro e o simbionte.

A comparação entre o diâmetro da medusa pelo número de simbiontes mostrou que a quantidade de camarões não aumentou significativamente, além de ser fracamente positiva ($\rho = 0,032$)(Figura 6).

As correlações entre o número de camarões por categorias (macho, fêmeas totais, fêmeas ovígeras e não-ovígeras) e o diâmetro do hospedeiro não foram significativas em nenhum dos casos testados. Também não foi significativa a relação do diâmetro da medusa com o comprimento da carapaça dos camarões, em sua totalidade ou nas categorias isoladamente (macho, fêmea ovígera e fêmea não-ovígera). Da mesma maneira, as relações entre o diâmetro da medusa pela razão sexual e investimento reprodutivo também não foram detectadas.

A correlação entre o número de camarões associados pela média do comprimento do cefalotórax, foi positiva para fêmeas ovígeras ($p = 0,00926$; $\rho = 0,493$), porém não ocorreu para os machos. Isto sugere uma tendência de que quanto maior for o número de camarões associados a uma medusa, maior será o comprimento das fêmeas.

Figura - 6. Correlação entre o número de camarões simbiontes (*Periclimenes paivai*) e o diâmetro das medusas hospedeiras (*Lychnorhiza lucerna*). *n* = 33.



5. DISCUSSÃO

5.1. Estrutura, variáveis sexuais e morfológicas.

O modelo de hipóteses de sistemas sexuais elaborado por Baeza; Thiel (2007) para simbiose em crustáceos decápodes pressupõe que machos e fêmeas têm diferentes estratégias ideais de acasalamento, promovendo sua defesa através do hospedeiro, movendo-se entre eles em busca de parceiros e apresentando limitações em opções comportamentais. No entanto, a medusa *Lychnorhyza lucerna* possui hábito pelágico, tornando improvável a permutação de camarões entre hospedeiros, pois aumenta o risco de predação ou mesmo a probabilidade de encontro de outra medusa.

O modelo dos autores supracitados é baseado em espécies bentônicas e a relação com organismos sésseis como anêmonas. No caso desta simbiose, os adultos ocupam as medusas, principalmente as fêmeas ovígeras, sendo a medusa um refúgio seguro para o grupo. A ressaltar a presença predominante de indivíduos adultos (maioria fêmeas ovígeras) quando o esperado em alguns casos como do caranguejo *Libinia* spp. é que o simbionte abandone o hospedeiro após passada sua fase de vida mais vulnerável durante os primeiros estágios de vida (NOGUEIRA; HADDAD 2005; SAL MOYANO et al., 2012).

No ambiente marinho ou estuarino, associações entre pequenos organismos com macro-invertebrados são comuns, contudo estas relações de simbiose podem ocorrer entre organismos relacionados (BOTAÑA; THIEL, 2001) ou distantes filogeneticamente (WEIS *et al.,* 2001).Em relação aos hospedeiros de camarões carídeos simbiontes, esses apresentam diversas características que os diferenciam, como o plano corporal, morfologia, abundância, distribuição e habitat (BAEZA, 2008). Tais hospedeiros são mais comuns entre os corais, cifozoários, moluscos, equinodermos, hidrozoários e poliquetos (THIEL; BAEZA, 2001).

O hospedeiro pode suportar outras espécies simbiontes, como vermes céstodes (NOGUEIRA *et al.,* 2015), mas apenas os decápodos *Libinia spinosa e L. ferreirae,* teriam potencial comprovado para competir com *P. paivai* por abrigo e outros recursos. Contudo, competição entre essas espécies simbióticas é um cenário improvável e o camarão aparentemente vive em um ambiente adequado, com recursos alimentares abundantes, parceiros reprodutivos, abrigo e proteção contra predadores.

P. paivai possui corpo transparente, isto pode ser uma provável adaptação para o domínio oceânico, reduzindo a predação quando associado a medusa, pois dificulta sua visualização quando associado à medusa, ou mesmo quando livre na coluna de água.

Neste estudo, os machos são significativamente menores do que as fêmeas ovígeras (p <0,001), enquanto apresentam tamanho semelhante ao de fêmeas não-ovígeras, característica comum em camarões protândricos. Contudo, não há registros de protandria em camarões do gênero *Periclimenes* (CORREA; THIEL, 2003) levando a crer que o padrão de dimorfismo sexual, com fêmeas não-ovígeras ligeiramente maiores e fêmeas ovígeras expressivamente maiores que os machos, é o mesmo registrado em Azofeifa-Solano*et al.* (2015) para a espécie *Periclimenes rathbunae* associada a anêmonas marinhas, sendo comum entre camarões carideos (BAUER, 2004).

Foi observado maior tamanho dos camarões associados em regiões costeiras onde as condições tendem a ser mais eutróficas, como no Guarujá e Paranaguá. Provavelmente devido ao acentuado aporte de nutrientes nessas regiões, predominantemente estuarinas. Isto é evidenciado pelo fato da localidade Ubatuba (único ambiente meso-oligotrófico) ter apresentado significativamente a menor média de tamanho entre as localidades.

5.2. Considerações dos parâmetros reprodutivos

O camarão *P. paivai* carrega um maior número de ovos quando relacionado a outras espécies do mesmo gênero. Sendo que, as maiores fêmeas produziram significativamente maior quantidade de ovos. Esta relação pode estar ligada ao fato de *P. paivai* atingir um tamanho maior do que de outras espécies do mesmo gênero (Tabela 4). Diversos autores em estudos sobre camarões carídeos relatam que o aumento da fecundidade está proporcionalmente ligado ao tamanho da fêmea. (ANGER; MOREIRA 1998; LARA; WEHRMANN 2009; MEIRELES, et al. 2013; NAZARI, et al. 2003; SILVA, et al. 2004; WEHRMANN; LARDIES, 1999).

Um fator importante a ser levado em consideração sobre a alta fecundidade está ligado ao fato de que *P. paivai* possui hábito pelágico, ou seja, as larvas são pelágicas e liberadas diretamente na coluna da água, portanto a mortalidade deve ser alta. Tal interpretação está de acordo com observações em *P. rathbunae* associado a anêmonas no ambiente bentônico, neste caso o número de ovos é menor, pois as perdas podem ser amenizadas pelo hábito bentônico. (AZOFEIFA-SOLANO, et al 2014).

A mais alta fecundidade, investimento reprodutivo e peso da massa ovígera descobertas para o gênero sugerem que possivelmente há uma vantagem evolutiva nesta associação com um hospedeiro pelágico. Em comparação com as outras espécies em associação ou mesmo de vida livre, podemos observar que *P. paivai* teve a maior fecundidade observada até o presente estudo (Tabela 4).

Tabela 4: Revisão na literatura comparada aos parâmetros estudados para o camarão hospedeiro *Periclimenes paivai* em relação a outras espécies do mesmo gênero. C.C.: Comprimento da carapaça. Nº de ovos: Número da fecundidade. S/H: simbiontes por hospedeiro.

Espécie (Genêno*Periclimenes*)	C.C (mm)	Nº ovos	Média do número de ovos	Tam.médio do ovo ($mm^{3)}$	Média de S/H	Habitat ou hospedeiro	Referência
P. anthophilus	N.D.	33-80	-	0,05 ± 0,02	1,3	Anêmona do mar	Spotte (1999)
P. pedersoni	N.D.	78-221	-	0,11 ± 0,02	5,6		
P. ornatus	3.0 - 6.0	10-1000	-	0,044	2 ± 0,9	Anêmona do mar	Omori et al. (1994)
P. americanus	N.D.	76-159		0,034		Recife de coral	Corey&Reid (1991)
P. pandionis	2,84 – 4,0	67-259	171	0,05			
P. longicaudatus	N.D.	49-149	92,75	0,049			
P. patae	3,3 - 4,2	10-35	-	-		Gorgonian	Heard &Spotte (1991)
P. yucatanicus	3.52 - 5.73	12-333	-	-		Anêmona do mar	Spotte (1997)
P. siankaanensis	1.91 - 3.2	23-141	52,60 ± 19,49	0,056		Gramas marinhas	Martínez-Mayén& Román-Contreras (2009)
P.rathbanae	2.25 - 5.25	80-605	289 ± 120			Anêmona do mar	Azofeifa-Solano (2014)
P. paivai	2,9 – 14	40-1.716	490 ± 282,89	0,46 ± 0,076	11 ± 10	Água-viva	Presente estudo

O investimento reprodutivo é um instrumento amplamente utilizado para documentar e comparar alocações de energia interespecífica e intraespecífica na produção de descendência de crustáceos decápodes (ECHEVERRÍA-SÁENZ; WEHRMANN, 2011). O investimento reprodutivo de *P. paivai*(0,24) foi precisamente igual ao encontrado por Azofeifa-Solano *et al* (2014) para a espécie (*P. rathbunae*) do mesmo gênero sob associação com anêmonas marinhas e foi maior em alguns exemplos de camarões marinhos de vida livre, tais quais: 14,4 ± 2,5% *Palaemon northropi* (ANGER; MOREIRA, 1998) 17,8 ± 6,0% *Heterocarpus vicarius* (ECHEVERRÍA-SÁENZ; WEHRTMANN, 2011). Isto sugere que espécies marinhas de camarões carídeos sob associação com outros invertebrados são capazes de investir mais energia na produção de prole em relação a espécies livres natantes.

No estudo realizado por Bauer (1992) padrões reprodutivos de camarões carídeos, como *Cuapetes americanus* associado a campos de grama marinha em Porto Rico revelou que muitas espécies de camarões carideos passam por ciclos contínuos de maturidade de ovário e desova até a morte. No gênero *Periclimenes* os relatos também são expressivos: Williams, (1984) descreveu para a espécie *P. americanus*; Omori et al., (1994) descreveu para a espécie *P. ornatus* e Azofeifa; Solano (2014) descreveu para *P.rathbunae*. Os camarões deste estudo foram coletados nos meses de julho e agosto com presença de fêmeas ovígeras em todas as quatro localidades de coleta. Martinelli *et al*., (2008) descreveu a presença de fêmeas ovígeras nesta simbiose durante os meses de fevereiro, setembro, novembro e dezembro. Estes padrões unificados a presença de fêmeas ovígeras ao longo do ano sugerem que *P. paivai* possui reprodução continua.

5.3. A simbiose entre *Periclimenes paivai* e *Lychnorhyza lucerna*.

Aparentemente, a simbiose resultou em vantagens evolutivas para o camarão, como maior comprimento, fecundidade e tamanho dos ovos, em relação às outras espécies conhecidas de *Periclimenes*. Martinelli et al., (2008) não pode determinar algumas questões desta relação devido ao pequeno número amostral. No presente estudo, o número amostral foi maior e pode determinar que nesta simbiose as fêmeas são significativamente mais abundantes. No entanto, corroborou na relação entre o diâmetro da medusa e a quantidade de simbiontes associados não ser significativa. Ainda assim, é indicado que um número amostral maior pode revelar tais significâncias, visto que a correlação foi ligeiramente positiva e que as maiores medusas possuíram

maior número de simbiontes, com exceção de uma medusa de 90 mm de diâmetro (Figura 5).

Ao que tudo indica, os camarões dispõem de boas condições de alimentação nesta associação. Como vantagem relacionada à alimentação, foi sugerido que caranguejos associados a medusas (incluindo *L. lucerna*) podem se alimentar de organismos que aderem ao muco localizado nos braços orais da medusa (MARTIN; KUCK, 1991; TOWANDA; THUESEN, 2006;ZAMPONI, 2002). No estudo realizado por Sal Moyano*et. al.* (2012) da associação entre o caranguejo *Libinia spinosa* e a mesma medusa deste estudo foi encontrado no conteúdo estomacal dos caranguejos a presença de nematocistos, sugerindo que *L. spinosa* se alimenta de partes dos braços ou gônadas orais. No entanto, a ingestão pode ser acidental, já que eles também se alimentam de organismos ligados a muco produzido pelos braços orais, evidenciado pela presença de copépodos no conteúdo estomacal do caranguejo.

O simbionte *P. paivai* possivelmente se beneficia da proteção oferecida por seu hospedeiro no ambiente pelagial. Enquanto espécies como *P. anthophilus* (SPOTTE; 1999), *P. patae* (HEARD; SPOTTE, 1991) e *P. rathbunae* (AZOFEIFA-SOLANO, et al 2015) foram descritas sob associações mais expostas (recife de corais e anêmonas) a predação e ação de fatores físicos como ondas.

Ainda, *P. paivai* foi raramente registrado em amostras de fundo consolidado ou inconsolidado (RAMOS-PORTO; COELHO, 1990) ou ainda através da coleta com redes de arrasto (PANTALEÃO et al., 2015). Tal fato fortalece a hipótese de que estágios adultos de *P. paivai* sejam comensais obrigatórios de cifomedusas.

Houve limitações em relação a padronização do “n” amostral em algumas localidades devido à imprevisibilidade de avistamento da fauna, causando desconformidade entre o esforço. No entanto, podemos levar em consideração a dificuldade de coletar organismos com distribuição pouco conhecida onde atuaram diferentes coletores. Ainda sim, por tratar-se de uma associação pouco conhecida, o entendeu-se como suficiente para expor dados inéditos com resultados satisfatórios.

6. CONCLUSÃO

A simbiose entre o camarão *Periclimenes paivai* e a medusa *Lychnorhiza lucerna* parece ser harmônica, onde o camarão desfruta de alimento, proteção contra predadores, além de manter-seem reprodução continua ao longo do ano. Enquanto parece não causar vantagens ou prejuízos para o hospedeiro.

Foi expressiva o número de fêmeas ovígeras em relação as outras categorias sexuais. As fêmeas ovígeras foram responsáveis pelo maior comprimento total e de carapaça, dominando as populações nos hospedeiros. Isto foi um importante fator para determinar o sucesso desta relação, além de sugerir que os machos não encontram problemas para encontrar parceiras sexuais.

Diversos autores registraram associações de camarões do gênero *Periclimenes* com invertebrados marinhos, em sua maioria bentônicos e sésseis. A associação de *P. paivai* com hospedeiro de habitat pelágico evidencia o aparente sucesso da relação.

Os camarões não aumentaram significativamente suas populações associadas em medusas maiores. Estudar outras variáveis da medusa, como o tamanho dos braços orais e o volume, pode melhor elucidar a correlação entre o tamanho do hospedeiro e número de simbiontes.

REFERÊNCIAS

ANGER K.; MOREIRA G. S. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *Journal of Crustacean Biology*,v.18, n. 4, p.823–838, 1998. doi: 10.2307/1549156.

AZOFEIFA-SOLANO J. C.; ELIZONDO-COTO M.; WEHRTMANN I. S. Reproductive biology of the sea anemone shrimp *Periclimenes rathbunae* (Caridea, Palaemonidae, Pontoniinae), from the Caribbean coast of Costa Rica. *ZooKeys*v. 457, p. 211–225, 2014.

BAEZA J. A.; THIEL M. The mating system of symbiotic crustaceans: a conceptual model based on optimality and ecological constraints (Chapter 12). In: DUFFY,J.E.; THIEL, M. (eds.). *Evolutionary ecology of social and sexual systems*: crustaceans as model organisms. Oxford:Oxford University Press, 2007. p. 250-267.

BARBIERI, E.; F. CAVALHEIRO. Impacto nos microclimas da Ilha Comprida decorrentes da retirada de vegetação. *Bol. Paul. Geo*,.v. 78, p. 67–87, 1998.

BARBIERI, E.; F. V. PINNA. Distribuição da Batuíra-de-coleira (*Charadrius collaris*) durante o período de 1999 a 2001 na praia da Ilha Comprida. *Rev. Bras. Ornitol*.,v.13, p. 25–31, 2005.

BAUER R. T. *Remarkable shrimps*: adaptations and natural history of the Carideans. Oklahoma, USA:University of Oklahoma Press, 2004. p. 282.

BLOOM S. A. Motile escape response of a sessile prey: a sponge-scallop mutualism. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, n. 17, v. 3, p. 311-321. 1975.

BOLTAÑA S.; THIEL M. Associations between two species of snapping shrimp, *Alpheus incaand*, *Alpheopsis chilensis* (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Journal of the Marine Biological Association* of the United Kingdom, n. 81, v.4, p. 633-638. 2001.

BOXSHALL G.A.; HASLEY S.H. *An introduction to copepod diversity*. London: Ray Society, 2004. p. 166.

BROWNE J.G.; KINGSFORD M. J. A commensal relationship between the scyphozoan medusae *Catostylus mosaicus* and the copepod *Paramacrochiron maximum*. *Mar. Biol*., v. 146, p. 1157-1168, 2005.

BRUCE A.J. Observations on the Indo-West Pacific species of the genus *Palaemonella* (Dana, 1852). *Crustaceana*v. 19, p. 273-287, 1970.

CASTRO B. M; LORENZETTI J. A.; SILVEIRA I. C.; MIRANDA L. B. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. ;MADUREIRA, L. S. P. (orgs). *O ambiente oceanográfico da Plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*. São Paulo. EDUSP, 2006. p. 11-120.

CASTRO FILHO B. M.; MIRANDA L. B.; MIYAO S.Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim Instituto Oceanográfico*, São Paulo: v. 35, n. 2, p.135-151, 1987.

CHACE F.A. A new genus and five new species of shrimps (Decapoda: Palaemonidae, Pontoniinae) from the Western Atlantic. *Crustaceana*v. 16, p. 251-271, 1969.

CHACE F. A.; BRUCE A.J. The Caridean Shrimps of the Albatross Philippine Expedition 1907-1910, Part 6: Superfamily Palaemonidae. *Smithson Contrib. Zool*n. 543 p. 1-152. 1993.

CHENG T.C. Marine molluscs as hosts for symbioses – with a review of known parasites of commercially important species. In: F.S. RUSSELL (Ed.). Advances in marine biology. *London, Academic Press*, n. 13, v. 5, p. 424. 1967.

COREY S.; REID D.M. Comparative fecundity of decapod crustaceans I. Th fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. *Crustaceana*n. 60, v. 3, p. 270–296, 1991.

EILBRACHT J.; CHARLES H.J.M. FRANSEN. *Periclimenes macrorhynchia* sp. nov., a new hydrozoan-associated pontoniine shrimp (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from North East Kalimantan, Indonesia. *Zootaxa,* 3994 v. 3, p. 377–395. 2015.

FRANSEN C.; DE GRAVE S. Periclimenes. Accessed through: World Register of Marine Species at http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=107035 em 2016-01-07. 2015.

HEARD R.W.; SPOTTE S. Pontoniinae shrimps (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) of the northwest Atlantic. II. *Periclimenes patae*, new species, a gorgonian associate from shallow reef areas of the Turks and Caicos Islands and Florida Keys. *Proceeding of theBiological Society of Washington*v. 104 p. 40–48. 1991.

HINES, A.H. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. *Marine Biology*, v. 69 p. 309-320, 1982.

LANA P. C.; MARONE E.; LOPES R. M.; MACHADO E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In: SEELIGER, U.; LACERDA, L. D.; KJERFVE, B. Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Berlin: *Springer Verlag*, p. 131-145. 2000.

LARA R.; WEHRTMANN I. S. Reproductive biology of the freshwater shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.) (Decapoda: Palaemonidae) from Costa Rica, Central America.*Journal of Crustacean Biology* v. 29, p.343–349, 2009.doi: 10.1651/08-3109.1.

LEUNG T. L. F.; POULIN R. Parasitism, commensalism, and mutualism: exploring the many shades of symbioses. *Vie et Milieu- Life andenvironment*, v. 58, p.107-115. 2008.

MACIEIRA, R. Fotografia submersa de biota. Cananéia, São Paulo, 2011. (não publicado)

MANTELATTO F. L. M.; SOUZA-CAREY M. M. Brachyura (Crustacea, Decapoda) associated to *Schizoporella unicornis* (Bryozoa, Gymnolaemata) in Ubatuba bay (SP), Brazil. *Braz. arch. biol. technol*. [online]. n. 2, v. 41, p. 0-0. ISSN 1516-8913. 1998.

MARTINELLI FILHO J. E.;STAMPAR S. N.; MORANDINIA. C.; MOSSOLIN E. C. Cleaner shrimp (caridea: palaemonidae) associated with scyphozoan jellyfish. *Vie et Milieu*, v. 58, p. 133-140, 2008.

MEIRELES A. L.; VALENTI W. C.; MANTELATTO F. L. Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): influence of life cycle on egg production. *Latin American Journal of Aquatic Research* v. 41, p. 718–731, 2013.doi: 10.3856/vol41-issue4-fulltext-8.

NAZARI E. M.; SIMÕES-COSTA M. S.; MÜLLER Y. M. R.; AMMAR D.; DIAS M. Comparisons of fecundity, egg size, and egg mass volume of the freshwater prawns *Macrobrachium potiuna* and *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology,* v. 23, p. 862–868, 2003. doi: 10.1651/C-2387.

NOGUEIRA JR, M.; BRIZ L. M. D.; HADDAD M. A. Monthly and inter-annual variations of *Opechona sp*. (Digenea: Lepocreadiidae) parasitizing scyphomedusae off southern Brazil. *Marine Biology*,n. 2, v. 162, p. 391-400, 2015.

NOGUEIRA JR. M.; HADDAD M.A. *Lychnorhiza lucerna* (Scyphozoa, Rhizostomae) and *Libinia ferreirae* (Decapoda, Majide) association in Brazil. *Rev. Bras. Zool*.v. 22, p. 908-912, 2005.

OMORI K.; YANAGISAWA Y.; HORI N. Life-history of the caridean shrimp *Periclimenes ornatus* associated with a sea-anemone in southwest Japan.*J. Crustac. Biol*. v. 14, p. 132-145, 1994.

RAMOS-PORTO M.; COELHO P.A. Sinopse dos crustáceos decápodos brasileiros (Família Palaemonidae). *An. Soc. Nordestina. Zool*. v. 3, p. 93-111, 1990.

ROSS D. M. Symbiotic relations. In: Vernberg, S. J. &Vernberg, W. B. (Eds). The Biology of Crustacea. *New York, Academic Press*, v. 7 p.163-212. 1983.

ROUGHGARDEN J.;PACALA W. S. The evolution of resource partitioning in a multidimensional resource space. *Theoretical Population Biology*, n. 22 v.1, p. 127-145, 1982.

SAL MOYANO M. P.; SCHIARITI A.; GILBERTO D. A.; DIAZ BRIZ L.; GAVIO M. A.; MIANZAN H. W. The symbiotic relationship between *Lychnorhiza lucerna* (Scyphozoa, Rhizostomeae) and *Libinia spinosa* (Decapoda, Epialtidae) in the Río de la Plata (Argentina–Uruguay). *Mar Biol.,* v. 159, p.1933-1941, 2012.

SILVA R. R.; SAMPAIO C. M. S.; SANTOS J. A. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology* v.64, p.489–500, 2004. doi:10.1590/S1519-69842004000300012.

SPOTTES HEARD R.W.; BUBUCIS P.M. Pontoniine shrimps (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) of the northwest Atlantic. IV. *Periclimenes antipathophilus*, new species, a black coral associate from the Turks and Caicos Islands and eastern Honduras. *Bull Mar Sci*. v. 55, p. 212-227, 1994.

THIEL M.;BAEZA J. A. Factors affecting the social behavior of symbiotic Crustacea: a modeling approach. *Symbiosis*, n.30 v. 2 p. 163-190, 2001.

THIEL, M.E. Wirbellosemeerestierealsparasiten, kommensalenodersymbionten in oder an scyphomedusen. *Helgolwissmeeresunters*v. 28p. 417-446, 1976.

TOMMASI L. R. Considerações ecológicas sobre o sistema estuarino de Santos (SP). Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico. São Paulo, SP, v. 2. p. 489, 1979.

UDEKEMD'ACOZ C.D.; WIRTZ P. Observations on some interesting coastal (CrustaceaDecapoda) from the Azores, with a key to the genus Eualusthallwitz, 1982 in the Northeastern Atlantic and the Mediterranean. Arquipélago. *Life Mar Sci*, v. 19, p. 67-84, 2002.

VANCE R. R. A. Mutualistic interaction between a sessile marine clam and its epibiont. *Ecology*, n. 59 v. 4 p. 679-685, 1978.

VERMEIJ G. J. Intimate Associations and coevolution in the sea. In: Futuyma, D.J. &Slatkin, M. (Eds). Sinauer Associates, Sunderland. *Coevolution*,p. 311-327, 1983.

WEHRTMANN I. S.; LARDIES M. A. Egg production of *Austropandalus grayi* (Decapoda, Caridea, Pandalidae) from the Magellan region, South America. *Scientia Marina*,v. 63, p. 325–331, 1999.

WEIS V. M.; REYNOLDS W. S.; BOER M. D.; KRUPP D. A. Host-symbiont specificity during onset of symbiosis between the dinoflagellates Symbiodinium spp. and planula larvae of the scleractinian coral Fungiascutaria. *Coral Reefs*, n. 1, v. 20, p. 301-308, 2001.

ZAMPONI M.O. The association between the medusa *Lychnorhiza lucerna* (Scyphomedusae, Rhizostomeae) and the decapod *Libinia spinosa* (Brachyura, Majidae) - the first record for neritic waters of Argentina. *Russ J. Mar. Biol*. v. 28, p. 267-269, 2002.