

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 28/02/2022.

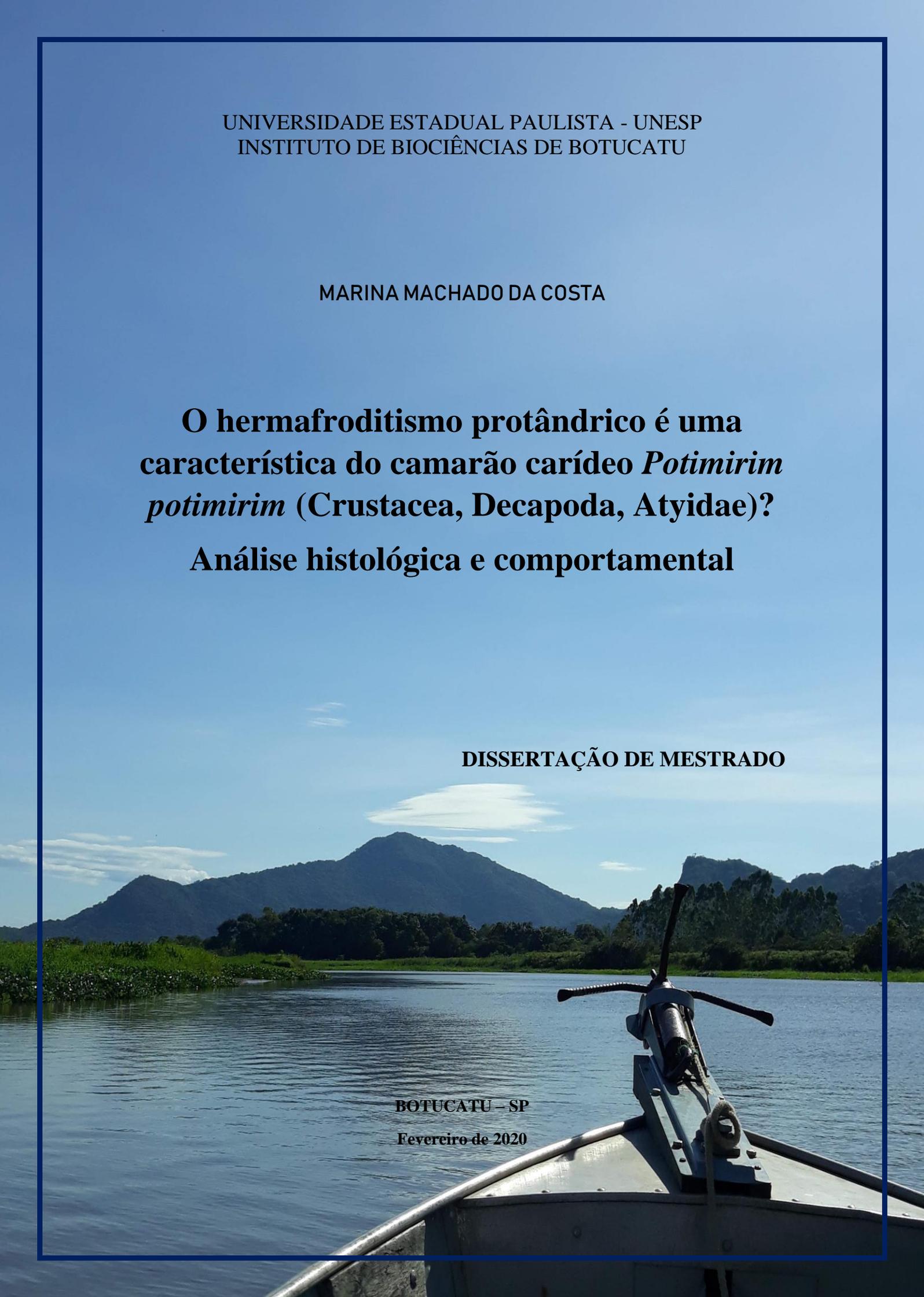
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

MARINA MACHADO DA COSTA

**O hermafroditismo protândrico é uma
característica do camarão carídeo *Potimirim
potimirim* (Crustacea, Decapoda, Atyidae)?
Análise histológica e comportamental**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

BOTUCATU - SP
Fevereiro de 2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**O hermafroditismo protândrico é uma característica do camarão carídeo *Potimirim potimirim* (Crustacea, Decapoda, Atyidae)?
Análise histológica e comportamental**

Marina Machado da Costa

Orientadora: Dra. Maria Lucia Negreiros Fransozo

Coorientadora: Dra. Giovana Bertini



Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de concentração: *Zoologia*.

BOTUCATU – SP

Fevereiro de 2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Costa, Marina Machado.

O hermafroditismo protândrico é uma característica do camarão carídeo *Potimirim potimirim* (Crustacea, Decapoda, Atyidae)? Análise histológica e comportamental / Marina Machado da Costa. - Botucatu, 2020

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

Orientador: Maria Lucia Negreiros Fransozo

Coorientador: Giovana Bertini

Capes: 20402007

1. Água doce. 2. Camarão - Reprodução. 3. Histologia. 4. Maturidade sexual.

Palavras-chave: água doce; carídea; histologia; protândrico; sistema sexual.



**'MANY OF THE TRUTHS THAT WE CLING TO
DEPEND ON OUR POINT OF VIEW.'**

STAR WARS: EP VI - RETURN OF THE JEDI.



Dedico este trabalho a **Sonia Maria Machado**,
por nunca ter desistido de mim até quando eu mesma desisti.

À minha orientadora Profa. Dra. Maria Lucia Negreiros Fransozo, pela oportunidade, aprendizado, conversas, autonomia e, principalmente, pela confiança depositada em mim. O papel do orientador é orientar, ponto, mas a senhora é reticências. Obrigada por cuidar tão bem de mim. **De coração, muito obrigada por tudo!**

Ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida por meio do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências/UNESP Botucatu.

Instituto de Biociências – IB e à Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Unesp de Botucatu e ao Departamento de Zoologia pela estrutura e suporte.

À Profa. Dra. Giovana Bertini, pela coorientação, aprendizado, auxílio nas coletas e todo apoio, estrutura e suporte dos membros e do Laboratório de Biologia e Cultivo de Crustáceos – LABCRUST nas coletas.

Ao Prof. Dr. Fernando José Zara, por me receber em seu laboratório (Laboratório de Morfologia de Invertebrados - IML), pela paciência, ensinamento e todo suporte no desenvolver do presente estudo.

Ao Prof. Dr. Jelly Makoto Nakagaki, nada disso seria possível sem a nossa parceria e confiança de quatro anos, você me ensinou desde os primeiros passos e não consigo mensurar o quanto aprendi com você, obrigada por tudo, Mestre!

À minha mãe, **Sonia Maria Machado**. Grata por ser sua filha. Conseguimos mais uma, hein?!

À minha base familiar, obrigada minha avó (véia Mid), minhas tias Rose e Sueli e ao meu tio Roberto (o bafo – único XY da família), nada disso teria acontecido sem o apoio de vocês.

À Victória, irmã de coração, por me entender e sempre me apoiar.

Aos meus queridos amigos de longa data, Ana Rayssa, Wilson, Giu, Carolise, Carol, Arabe, Alysson e Renan pinguim por todo amor e companheirismo! Essa é mais uma etapa concluída com o apoio de vocês. **Saudades!**

Aos amigos de Botuca, por todo apoio e momentos compartilhados, fizeram da minha vida leve e repleta de amor. Obrigada por toda vivência e amadurecimento mútuo.

À todas as integrantes do Laboratório de Morfologia de Invertebrados (IML - UNESP/FCAV), Maria Alice, Camila, Fernandinha (obrigada pela paciência) e Barbara, por me acolherem tão bem e pela imensa ajuda e suporte em todo o desenvolvimento do presente estudo. Vocês são fogo no parquinho!

À minha companheira *Izabela*, pela paciência, apoio e amor compartilhado no meio deste caos que chamamos de dia a dia

A vocês que não estão citados aqui, que passaram rapidamente pela minha vida, mas fizeram parte desta etapa, muito obrigada!

Considerações iniciais	9
Caracterização da família Atyidae De Haan, 1849	9
Estruturação Sistemática do Gênero <i>Potimirim</i> (Holthuis, 1954).....	10
Conhecimento prévio sobre a biologia e importância de <i>P. potimirim</i>	12
O hermafroditismo no gênero <i>Potimirim</i>	13
Referências.....	17

Capítulo I

Descrição do comportamento de acasalamento do camarão carídeo *Potimirim potimirim* (Müller, 1881), em laboratório

Resumo	24
Introdução.....	25
Material e Métodos	27
Obtenção e manutenção dos camarões, em laboratório	27
Experimento I - Comportamento reprodutivo.....	29
Experimento II - Hermafroditismo protândrico simultâneo?.....	30
Resultados	31
Experimento I.....	31
Experimento II	33
Tabelas e Figuras.....	34
Figura 1. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Identificação dos espécimes.....	34
Figura 2. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Aquários com sistema fechado	35
Figura 3. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Alimentação com raízes de macrófitas.	36
Figura 4. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Camarões separados em canos de PVC.	36
Figura 5. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Representação esquemática <i>P. potimirim</i> .	37
Figura 6. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Filmagem dos experimentos.	37
Figura 7. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Comportamento de cópula <i>P. potimirim</i> ..	38
Figura 8. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Comportamento de cópula <i>P. potimirim</i> ..	39
Figura 9. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Comportamento de cópula <i>P. potimirim</i>	40
Tabela 1. Comportamento reprodutivo de <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881).	41
Discussão	42
Referências.....	45

Capítulo II

Descrição do sistema reprodutor do camarão carídeo *Potimirim potimirim* (Müller, 1881) – Esta espécie é realmente hermafrodita?

Resumo	50
Introdução.....	51
Material e Métodos	53
Coleta dos espécimes	53
Análises histológicas, histoquímica e microscopia eletrônica de varredura	54
Resultados	55
Sistema reprodutor feminino de <i>Potimirim potimirim</i>	55
Sistema reprodutor masculino de <i>Potimirim potimirim</i>	58
Sistema reprodutor de indivíduos indiferenciados	60
Figuras.....	62
Figura 1. Área de coleta de <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881).	62
Figura 2. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Morfologia do ovário	63
Figura 3. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Sistema reprodutor feminino RUD e ED ...	64
Figura 4. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Sistema reprodutor feminino ED e MAD ..	66
Figura 5. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - MEV do esterno e gonóporos femininos....	68
Figura 6. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Sistema reprodutor masculino.....	69
Figura 7. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Sistema reprodutor masculino.....	70
Figura 9. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - MEV gonóporos masculino	74
Figura 10. <i>Potimirim potimirim</i> (Müller, 1881) - Sist. reprodutor de ind. indiferenciados ...	75
Discussão	76
Referências	82
Considerações finais.....	89

Considerações iniciais

Caracterização da família Atyidae De Haan, 1849

A ordem Decapoda compreende um grupo bastante diversificado de crustáceos, cujos representantes apresentam diversas adaptações a hábitos de vida bem variados (Chacur & Negreiros-Fransozo, 1998). A subordem Caridea é composta de aproximadamente 389 gêneros, 3438 espécies e em um nível mais inclusivo, Caridea são dominados por Palaemonidae Rafinesque, 1815 (981 espécies), seguidos por Alpheidae Rafinesque, 1815 (663), Atyidae De Haan, 1849 (469), Hippolytidae Spence Bate, 1888 (338) e Crangonidae Haworth, 1825 (219) (De Grave & Fransen, 2011).

Dentre os Caridea, as famílias Atyidae e Palaemonidae incluem o maior número de espécies de camarões de água doce (De Grave *et al.*, 2008; De Grave & Fransen, 2011). Por outro lado, a família Atyidae compreende espécies, principalmente, de água doce e estuarina, com 44 gêneros distribuídos no mundo todo (De Grave & Fransen, 2011).

Os camarões de água doce da família Atyidae encontram-se distribuídos em rios e riachos litorâneos da região Neotropical, sob vegetação marginal submersa ou escondidos embaixo de rochas ou cascalho (Chace & Hobbs, 1969; Ramos-Porto & Palácios, 1981; Lima *et al.*, 2006; Torati, 2009); além de locais com correnteza (Chace & Hobbs, 1969; Ramos-Porto & Palácios, 1981). A ocorrência dos atídeos apenas em regiões litorâneas deve-se à dependência de água salobra para o desenvolvimento das larvas (Molina, 1987).

O gênero *Potimirim* (Holthuis, 1954) ocorre em rios e riachos litorâneos do México, América do Sul e América Central (Torati & Mantelatto, 2012); o qual é composto por cinco espécies descritas: *P. americana* Guérin-Méneville, 1855; *P. mexicana* De Saussure, 1857; *P. glabra* (Kingsley, 1878); *P. potimirim* (Müller, 1881) e *P. brasiliiana* Villalobos, 1959. Além dessas, uma nova espécie (*Potimirim* sp.1), originária de Porto

Rico, foi revelada com base em dados moleculares (Torati & Mantelatto, 2012), a qual está evolutivamente relacionada com *P. potimirim* e *P. mexicana*. Entre as espécies válidas, *P. brasiliana* e *P. potimirim* são as nativas dos rios costeiros no Brasil.

Estruturação Sistemática do Gênero *Potimirim* (Holthuis, 1954)

Este táxon gerou muitas dúvidas e posições controversas em sua taxonomia ao longo do tempo. O gênero *Potimirim* foi proposto por Holthuis em 1954, com intuito de criar um novo gênero para separar espécies de *Ortmannia* Rathbun, 1901, as quais eram diferentes de *Atya* Leach, 1816 (Torati, 2009). Contudo, Hart propôs o gênero *Jonga* Hart, 1961 para a espécie *Potimirim serrei* Bouvier, 1909, pois este possui uma fileira de pequenos espinhos na margem supra-orbital do rosto, os quais são ausentes em *Potimirim*, de acordo com Torati (2009).

Exemplares de atídeos provenientes das imediações de Veracruz, no México, receberam a denominação *Caridina mexicana*, conferida por Saussure (1858). Vinte anos depois, Kingsley (1878) descreve uma nova espécie, *Atyoida glabra*, ao procurar classificar atyídeos das localidades de Polvon e Corcueva, costa ocidental da Nicarágua. Müller (1881), por sua vez, elaborou a descrição de *Atyoida potimirim* (Müller, 1881), a partir de camarões obtidos no Rio Itajaí, Santa Catarina, Brasil. Alguns anos depois, Müller (1892) publicou também, um estudo sobre aspectos e a biologia de *A. potimirim* (atualmente, *Potimirim potimirim*).

Holthuis (1954) desenvolveu um estudo crítico sobre a validade taxonômica dos gêneros *Atyoida* Randall, 1839 e *Ortmannia* Rathbun (1901), comprovando sua impropriedade a partir do fato que *Ortmannia henshawi* e *O. alluandii* se tratavam de meras sinonímias de *Atya bisulcata* e *A. serrata*, respectivamente, sendo a primeira delas apontada como espécie típica do gênero *Atyoida* por Rathbun (1901). Tais considerações preconizaram, então, o uso da denominação genérica *Atya* Leach, 1816, em detrimento

de suas comprovadas sinonímias *Atyoida* e *Ortmannia*. Holthuis (1954) propôs a inclusão das espécies americanas constituintes, até então, do gênero *Ortmannia* (*O. mexicana* e *O. americana*) em um novo gênero denominado *Potimirim*, designando como espécie tipo *Caridina mexicana* Saussure, 1954 (= *Potimirim mexicana*) e estabelecendo a validade de *Potimirim glabra* (Kingsley, 1954).

Villalobos (1959) adotou a denominação *Potimirim* proposta por Holthuis (1954) e elaborou uma revisão crítica dos caracteres até então utilizados na identificação das espécies conhecidas (*P. mexicana*, *P. potimirim* e *P. glabra*), descrevendo uma nova espécie, *P. brasiliana*. Smalley (1963) transferiu *Caridina americana* para o gênero *Potimirim* e sugeriu ser *P. brasiliana* sinonímia de *P. glabra*, sendo corroborado, anos mais tarde, por estudos de Chace & Hobbs Jr. (1969). Posteriormente, Manning & Hobbs Jr. (1977) reconheceram a validade da espécie proposta por Villalobos (1959), relacionando-a como constituinte da fauna de decápodes dulcícolas da América do Sul. Holthuis (1986) afirmou a proposta como justificável, porém seria necessário melhor análise do material para corroborar esta hipótese. Villalobos (1982) sugeriu que a controvérsia criada por Smalley (1963) poderia ser esclarecida por meio de uma cuidadosa análise da variação das formas e proporções do apêndice sexual masculino em populações representativas das espécies. Em seus resultados iniciais, analisando espécimes de *P. brasiliana* provenientes de São Sebastião e Mangaratiba, comparativamente com aqueles por ele coletados na costa do Pacífico, em El Salvador, Villalobos (1982) teve reforçada sua convicção de que eram populações de espécies distintas.

Molina (1987) realizou um amplo estudo de populações de *P. brasiliana* da região de Ubatuba (São Paulo), abordando aspectos de sua biologia populacional, reprodutiva, bem como desenvolvendo experimentos envolvendo cultivo e desenvolvimento larval, descrevendo cada um dos estágios deste longo desenvolvimento (11 estágios de zoea e

um de pós-larva) comparando-os com e, por fim, não obteve informações que permitissem um melhor e mais consistente posicionamento, quanto ao problema taxonômico em questão.

Toratti & Matelatto (2012) confirmaram a ocorrência de *P. glabra* apenas no Pacífico e Caribe a partir de estudo molecular, sugestão anteriormente dada por Holthuis (1986). Dessa maneira, reafirmou-se o que foi descrito por Villalobos (1959), o qual estabelecia a ocorrência de *P. brasiliiana* e *P. potimirim* em rios costeiros no Brasil e *P. glabra* sendo encontrada na região do Pacífico (Américas Central e Norte).

Conhecimento prévio sobre a biologia e importância de *P. potimirim*

O camarão carideo *P. potimirim*, “camarão miúdo”, comumente conhecido no Brasil, é geralmente encontrado associado à vegetação subaquática marginal, entre raízes de plantas aquáticas ou escondido embaixo de rochas submersas (Barros & Fontoura, 1996; Lima *et al.*, 2006). Esta espécie pode viver em águas com temperatura atingindo até 30 °C (Coelho & Ramos-Porto 1985), porém, podendo habitar riachos litorâneos paulistas com cerca de 17° C (Hoffmann, 2007). *P. potimirim*, ocorre atualmente, nos Estados brasileiros do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Müller 1881; Ortmann, 1897; Moreira, 1901; Barros & Braun, 1997; Paim *et al.*, 1997; Anger & Moreira, 1998; Teixeira & Sá, 1998; Lima & Oshiro, 1999; Dos Santos & Coelho, 2001; Lima & Oshiro, 2002; Rocha & Bueno, 2004; Lima *et al.*, 2006; Almeida *et al.*, 2008; Sampaio *et al.*, 2009; Boos *et al.*, 2012; Torati & Mantelatto, 2012; Paschoal *et al.*, 2013; Moraes *et al.*, 2017).

P. potimirim é um componente importante no funcionamento dos ecossistemas de água doce onde vivem, considerando que desempenham um papel fundamental no transporte e na retenção de detritos, na ciclagem de nutrientes (Covich *et al.*, 1999; Crowl

et al., 2001) e na promoção da re-suspensão de sedimentos (Moulton *et al.*, 2004). Além disso, esta espécie limpa substratos duros, exercendo uma influência negativa em perifíton (Souza & Moulton, 2005). Tais atividades estão, provavelmente, associadas ao hábito alimentar e à posse de estruturas morfológicas adaptadas à coleta de detritos orgânicos, principalmente, da água e do substrato (Bauer, 2004).

Os estudos publicados na última década têm sido fundamentais para o esclarecimento de aspectos importantes sobre o gênero *Potimirim*. Entre os quais, destacam-se os seguintes: Lima *et al.* (2006) sobre a biologia populacional de duas espécies, *P. brasiliiana* (publicada como *P. glabra*) e *P. potimirim*; Hoffmann & Negreiros-Fransozo (2010) sobre o período reprodutivo e fecundidade de *Potimirim brasiliiana* (como *P. glabra*); Torati & Mantelatto (2012) sobre a filogenia molecular do gênero; Rocha *et al.* (2013) sobre os aspectos reprodutivos e populacionais de *P. brasiliiana* no litoral paulista; Grilli *et al.* (2014) sobre o sistema sexual do gênero; Moraes *et al.* (2017) como o primeiro registro de *P. potimirim* para o Nordeste do Brasil e Machado *et al.* (2020) sobre a maturidade sexual morfológica e crescimento relativo de *P. brasiliiana* provenientes do litoral sudeste brasileiro.

Neste sentido, pouco se conhece sobre as espécies de camarões carídeos que ocorrem em águas brasileiras e que representam baixo ou nenhum valor econômico à sociedade. Sejam elas adaptadas ao ambiente de água doce, aos estuários ou ao mar. Contudo, tais espécies são fundamentais para o equilíbrio e dinâmica dos ecossistemas aquáticos em que ocorrem. Além de sua diversidade e importância ecológica como componentes da macrofauna bentônica de rios e riachos, alguns camarões de águas continentais têm despertado interesse econômico na carcinicultura, por possuírem potencial para cultivo e comercialização (Sampaio *et al.*, 2009).

O hermafroditismo no gênero *Potimirim*

Os camarões carídeos possuem vários tipos de sistemas sexuais (sexos separados - dióicos, hermafroditismo protândrico sequenciais ou simultâneos, totalizando cinco tipos distintos). Entretanto, embora a maioria das espécies conhecidas seja gonocórica (têm sexos separados), não é incomum encontrar espécies, nas quais ocorre mudança de sexo (Bauer, 2006).

Protandria é o processo em que os indivíduos do sexo masculino trocam de sexo e, à medida que o corpo aumenta de tamanho, as características masculinas são suprimidas e as características femininas desenvolvem-se. Portanto, até o final da transformação, eles são capazes de se reproduzir apenas como fêmeas (Bauer, 2000, 2006). A protandria ocorre, normalmente, quando o sucesso reprodutivo masculino não é dependente do tamanho, como quando os machos não protegem as fêmeas ou tentam forçar a cópula (Bauer, 2006). Posteriormente, a fase feminina é muito mais longa que a fase masculina. Segundo Bauer (2000, 2001) e Baeza (2018), há cinco tipos de sistemas protândricos descritos na literatura, ou seja, a protandria simples ou sequencial, em que a população é composta por machos juvenis pequenos e fêmeas grandes, com alguma sobreposição entre os tamanhos devido à presença de algumas fêmeas pequenas e machos grandes. Neste momento de transição de inversão sexual, a observação de características masculinas e femininas no mesmo indivíduo é comum. O segundo tipo é chamado protandria com fêmeas primárias, no qual, a população é composta por juvenis, indivíduos que trocam para o sexo masculino e algumas fêmeas que são iguais às fêmeas gonocóricas e, portanto, elas não passam pela fase inicial masculina. No terceiro tipo de protandria, algumas fêmeas passam por uma fase masculina não funcional. Essas fêmeas são chamadas de fêmeas precoces. O quarto tipo de protandria caracteriza-se pela presença de machos, que nunca se tornam fêmea e indivíduos protândricos, que se desenvolvem primeiro como machos, e depois, mudam para fêmeas da população. E por fim, o hermafroditismo protândrico simultâneo, em que os juvenis se desenvolvem

primeiro machos e, à medida que crescem, os indivíduos mudam para um fenótipo feminino, exceto que a porção posterior da gônada permanece masculina (testículos, dutos masculinos) e gonóporos masculinos permanecem retidos. Após a transformação, o indivíduo é capaz de se reproduzir tanto como macho, como fêmea.

Estudos sobre a reversão de sexo em camarões carídeos foram realizados por Bauer (1986, 2000, 2001, 2002, 2004), Bauer & Holt (1998), Bauer & Newman (2004), Baeza *et al.* (2008) Alonso-Reyes *et al.* (2010) e Baeza (2018). Alguns desses estudos indicaram que as espécies descritas como hermafroditas protândricas, são reconhecidas atualmente como hermafroditas simultâneas (Bauer 2000; Bauer & Newman, 2004). Na maioria dos estudos, a reversão sexual se baseou-se no crescimento relativo do apêndice masculino e na estrutura populacional (tamanho e distribuição sexual) e estudos histológicos do sistema reprodutor foram realizados em algumas investigações (Reverberi, 1950; Hoffman, 1972; Noël, 1976; Sukumaran, 1982; Cobos *et al.*, 2005; Braga *et al.*, 2009; Braga *et al.*, 2016; Baeza, 2018).

Segundo Alonso-Reyes *et al.* (2010), *Potimirim mexicana* apresenta um padrão de tamanho em relação ao sexo (distribuição frequência-tamanho), que sugere que se trata de uma espécie que passa de indiferenciada para macho e, finalmente, para fêmea (hermafroditismo sequencial ou protândrico). Na ausência de uma grande sobreposição nos tamanhos dos três estágios apresentados (indiferenciados, masculino e feminino), não há outra explicação que os autores possam considerar para obter esse padrão, senão aquele em questão de um hermafroditismo protândrico. No entanto, sem a evidência de reversão de sexo para as características externas com aumento no tamanho dos machos nem, principalmente, redução do testículo e desaparecimento do vaso deferente par, para posterior desenvolvimento do ovário e o par de ovidutos, tal padrão não pode ser confirmado.

Recentemente, Grilli *et al.* (2014) testaram a hipótese de que existiria padrão comum de sistema sexual compartilhado para o gênero *Potimirim* e que ambas as espécies relacionadas para o Brasil (*P. brasiliiana* e *P. potimirim*) seriam hermafroditas protândricas sequenciais. Essas espécies foram analisadas quanto ao sexo, morfologia externa e natureza das gônadas. Contudo, os autores concluíram, com base na ausência de qualquer característica interna ou histológica que possa ser interpretada como evidência de mudança de sexo, que tais espécies são gonocóricas. Embora, os autores mencionem a realização de análises relacionadas a natureza das gônadas, nenhuma imagem é apresentada no referido estudo. Até o presente, nenhum estudo do ponto de vista histológico foi encontrado para comprovar a presença do sistema reprodutor separado, ou seja, a existência de gonocorismo em camarões do gênero *Potimirim*.

Neste sentido, uma investigação mais aprofundada sobre o comportamento de acasalamento e histologia do sistema reprodutor, com o propósito de determinar o padrão sexual, seriam a base para o esclarecimento desta controvérsia proposta há anos, na literatura.

Referências

- Almeida, AO; Coelho, PA; Luz, JR; Santos, JTA & Ferraz, NR 2008. Decapod crustaceans in fresh waters of southeastern Bahia, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 56(3): 1225–1254.
- Alonso-Reyes, P; Bortolini-Rosales, JL & Álvarez, F 2010. Análisis discriminante aplicado a los grupos sexuales de *Potimirim mexicana*, camarón hermafrodita protándrico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 187–192
- Anger, K & Moreira, GS 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *Journal of Crustacean Biology*, 18(4): 823–838.
- Baeza, JA 2018. Sexual systems in shrimps (Infraorder Caridea Dana, 1852), with special reference to the historical origin and adaptive value of protandric simultaneous hermaphroditism. In: Leonard, J.L. (Ed.), *Transitions between sexual systems: understanding the mechanisms of and pathways between, dioecy, hermaphroditism and other sexual systems*. Springer Verlag, Heidelberg (in press).
- Bauer, RT 1986. Sex change and life history pattern in the shrimp *Thor manningi* (Decapoda: Caridea): a novel case of partial protandric hermaphroditism. *Biological Bulletin*, 170: 11–31.
- Bauer, RT 2000. Simultaneous hermaphroditism in caridean shrimps: a unique and puzzling sexual system in the Decapoda. *Journal of Crustacean Biology*, 20 (2): 116–128.
- Bauer, RT 2001. Hermafroditismo en camarones: el sistema sexual y su relación con atributos socio-ecológicos. *Interciencia*, 26(10): 434–439
- Bauer, RT 2002. Reproductive ecology of a protandric simultaneous hermaphrodite, the shrimp *Lysmata wurdemanni* (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). *Journal of Crustacean Biology*, 22(4): 742-749.
- Bauer, RT 2004. *Remarkable shrimps: natural history and adaptations of the carideans*. University of Oklahoma Press, Norman. 1st Ed., 316p.
- Bauer, RT & Holt, GJ 1998. Simultaneous hermaphroditism in the marine shrimp *Lysmata wurdemanni* (Caridea: Hippolytidae): an undescribed sexual system in the decapod Crustacea. *Marine Biology*, 132: 223–235.
- Bauer, RT & Newman, WA 2004. Protandric simultaneous hermaphroditism in the marine shrimp *Lysmata californica* (Caridea: Hippolytidae). *Journal of Crustacean Biology*, 24(1): 131–139

- Barros, MP & Braun, AS 1997. Contribuição aos estudos dos Atyidae e Palaemonidae (Crustacea, Decapoda) do leste brasileiro 14°21' e 20°55' da latitude sul. *Biotemas*, 10(1): 7–26.
- Barros, MP & Fontoura, NF 1996a. Biologia reprodutiva de *Potimirim glabra* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Decapoda, Atyidae), na Praia da Vigia, Garopaba, Santa Catarina, Brasil. *Nauplius*, (4): 1-10
- Barros, MP & Fontoura, NF 1996b. Crescimento de *Potimirim glabra* (Kingsley, 1878) (Crustacea, Decapoda, Atyidae), na Praia da Vigia, Garopaba, Santa Catarina, Brasil. *Nauplius*, 4: 11-28.
- Boos, H; Buckup, GB; Buckup, L; Araújo, PB; Magalhães, C; Almeirão, MP; Santos, RA & Mantelatto, FL 2012. Checklist of the Crustacea from the state of Santa Catarina, Brazil. *Check List*, 8(6): 1020–1046.
- Braga, AA; López-Greco, LS; Santos, DC & Fransozo, A 2009. Morphological evidence for protandric simultaneous hermaphroditism in the caridean *Exhippolysmata oplophoroides*. *Journal of Crustacean Biology*, 29(1): 34–41.
- Braga, AA; Nunes, ET; López- Greco, LS; Camargo- Mathias; MI & Fransozo, V 2016. Histological and histochemical features of the oogenesis in the simultaneous protandric hermaphrodite shrimp *Exhippolysmata oplophoroides* (Decapoda: Caridea). *Micron*, 88: 60– 67.
- Chace, FA, Jr. & Hobbs Jr., HH 1969. The freshwater and terrestrial Decapoda crustaceans of the West Indies special reference to Dominica. *Bulletin of the United States National Museum, Washington*, 292: 1-243.
- Chacur, MM & Negreiros-Fransozo, ML 1998. Aspectos biológicos do camarão-espinho *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) (Crustacea, Caridea, Hippolytidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 59(1): 173-181
- Cobos, VD; Raso, JEG & Manjón-Cabeza ME 2005. Insights on the female reproductive system in *Hippolyte inermis* (Decapoda, Caridea): is this species really hermaphroditic? *Invertebrate Biology*, 124(4): 310–320
- Coelho, PA & Ramos-Porto, M 1985. Camarões de água doce do Brasil: distribuição geográfica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2 (6): 405-410.
- Covich, AP; Crawl, TA; Jonson, SL; Varza, D & Certain, D 1991. Post-hurricane Hugo increases in Atyid abundances in a Puerto Rican Montane stream. *Biotropica*, Lawrence, 23(4a): 448-454

- Covich, AP, Palmer, MA & Crowl, TA 1999. The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems: zoobenthic species influence energy flows and nutrient cycling. *BioScience*, 49(2): 119:127.
- Crowl, TA, Mcdowell, WH, Covich, AP & Johnson, SL 2001. Freshwater shrimp effects on detrital processing and nutrients in a tropical headwater stream. *Ecology*, 82(3): 775–783.
- De Grave, S & Fransen, CHJM 2011. Carideorum catalogus: the recent species of the dendrobranchiate, stenopodidean, procarididean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). *Zoologische Mededelingen*, Leiden, 85: 195–589.
- De Grave, S; Cai, Y & Anker, A 2008. Global diversity of shrimps (Crustacea, Decapoda, Caridea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 287–293.
- Dos Santos, MAC & Coelho, PA 2001. Crustacea Decapoda of the Paripe River estuary, Pernambuco, Brazil. *Hydrobiologia*, 449: 77–79.
- Grilli, NM; Terossi, M & Mantelatto, FL 2014. Sexual system of the freshwater shrimps of the genus *Potimirim* Holthuis (Decapoda: Caridea: Atyidae): is there a pattern in this genus? *Marine and Freshwater Research*, 65: 759–765.
- Hoffman, DL 1972. The development of the ovotestes and copulatory organs in a population of protandric shrimp, *Pandalus platyceros* Brandt from Lopez Sound, Washington. *The Biological Bulletin*, 142: 251–270.
- Hoffmann, P 2007. **Ecologia populacional e reprodutiva de *Potimirim glabra* (Kingsley,1954) (Caridea, Atyidae) em riachos da região de Ubatuba-SP**. 96p. Dissertação de Mestrado (Zoologia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, São Paulo, Brasil.
- Hoffmann, P & Negreiros-Fransozo, ML 2010. Reproductive cycle and fecundity of *Potimirim glabra* (Kingsley, 1954) (Caridea, Atyidae) from a littoral stream. *Invertebrate Reproduction & Development*, 54(3): 133-141.
- Holthuis, LB 1954. On a collection of decapod crustacea from the Republic of El Salvador (Central America). *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, 23: 1-43.
- Holthuis, LB 1986. Freshwater shrimps of the family Atyidae (Crustacea: Decapoda) from western Colombia. *Journal of Crustacean Biology*, 6(3): 438-445.
- Kingsley, JS 1878. Notes on the North American Caridea in the Museum of the Peabody Academy of Science at Salem. *Proceedings of Academic Natural Science of Philadelphia*, Philadelphia, 89-98.

- Lima, GV & Oshiro, LMY 1999. Aspectos reprodutivos do camarão de água doce *Potimirim potimirim* (Müller, 1881) (Crustacea, Decapoda, Atyidae) do rio Sahy, Mangaratiba/RJ. *Nauplius*, 7: 65–71.
- Lima, GV & Oshiro, LMY 2002. Partição ambiental de *Potimirim glabra* (Kingsley) e *Potimirim potimirim* (Müller) (Crustacea, Decapoda, Atyidae) no rio Sahy, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(2): 175–179.
- Lima, GV; Silveira, CM & Oshiro, LMY 2006. Estrutura populacional dos camarões simpátricos *Potimirim glabra* e *Potimirim potimirim* (Crustacea, Decapoda, Atyidae) no rio Sahy, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 96(1): 81–87
- Machado, MC; Hoffmann, P; Gonçalves, GRL & Negreiros-Fransozo, ML 2020. Sexual maturity of the small shrimp *Potimirim brasiliiana* Villalobos, 1959 (Crustacea, Atyidae), from the southeastern coast of Brazil. *Journal of Neotropical Biology*, 17(1): 1-14.
- Manning, RB & Hobbs Jr., HH 1977. Decapoda. Pp. 157-162. In: S. H. Hulbert, ed., *Biota Aquatica de Sudamerica Austral*. San Diego State University, San Diego, California, XIV. 342p.
- Molina, FML 1987. **Biologia de *Potimirim brasiliiana* Villalobos, 1950 (Crustacea, Decapoda, Atyidae)**. 270p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.
- Moraes, AB; Moraes, DCS; Alencar, CERD, Silva, WP & Freire, FAM 2017. First record of *Potimirim potimirim* (Müller, 1881) (Crustacea, Decapoda, Atyidae) from Rio Grande do Norte, Northeastern Brazil. *Check List*, 13(2): 2060.
- Moreira, C 1901. Contribuições para o conhecimento da fauna brasileira. Crustáceos do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, 11: 1-153.
- Moulton, TP; Souza, ML; Silveira, RML & Krsulović, FAM 2004. Effects of ephemeropterans and shrimps on periphyton and sediments in a coastal stream (Atlantic forest, Rio de Janeiro, Brazil). *Journal of the North American Benthological Society*, 23(4): 868–881.
- Müller, F 1881. *Atyoida potimirim*, eine schlammfressende süßwasserganeele. *Kosmos*, Stuttgart, 9: 117-124.
- Müller, F. 1892. O camarão miúdo do Itajahy *Atyoida potimirim*. *Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 8: 155-178.

- Noël, P 1976. L'évolution des caracteres sexuels chez *Processa edulis* (Risso) (Decapode, Natantia). *Vie et Milieu*. Vol. XXVI (fasc. 1, ser. A): 65–104.
- Paim, JP; Peso-Aguiar, MC; Carqueija, CRG; Almeida, TCA & Assis, RCF 1997. Ocorrência de *Potimirim potimirim* (Müller, 1881) (Crustacea, Decapoda, Atyidae) no rio Mucuri-Bahia. *Nauplius*, 5(2): 147–148.
- Ortmann, AE 1897. Os camarões de água doce da América do Sul. *Revista do Museu Paulista*, 2: 173-216.
- Paschoal, LRP; Souza, RM; Guimarães, FJ & Couto, ECG 2013. Phytophilous caridean shrimps (Atyidae and Palaemonidae) in Salsa River (Canavieiras, Bahia, Brazil). *Nauplius*, 21(1): 123–126.
- Ramos-Porto, M & Palácios, JAP 1981. Estudos ecológicos do rio Capibaribe-Mirim, PE. IV. Crustáceos decápodes natantes. *Trabalhos de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco*, 16: 265-296.
- Rathbun, MJ 1901. The Brachyura and Macrura of Puerto Rico. *Bulletin of the United States Fishery Commission*, Washington, 20(2): 1-127.
- Rocha, SS; Bueno, SLS; 2004. Crustáceos decápodes de água doce com ocorrência no Vale do Ribeira de Iguape e rios costeiros adjacentes, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4): 1001–1010.
- Rocha, SS; Bueno, SLS; Shimizu, RM & Mantelatto, FL 2013. Reproductive biology and population structure of *Potimirim brasiliiana* Villalobos, 1959 (Decapoda, Atyidae) from a littoral fast-flowing stream, Sao Paulo State, Brazil. *Crustaceana*, 86: 67–83.
- Sampaio, SR; Nagata, JK; Lopes, OL & Masunari, S 2009. Camarões de águas continentais (Crustacea, Caridea) da Bacia do Atlântico oriental paranaense, com chave de identificação tabular. *Acta Biológica Paranaense*, 39(1–2): 11–34.
- Saussure, H 1858. Memore sur divers Crustacés nouveaux du Mexique et des Antilles. *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle du Mexique, des Antilles et des Etas - Unis*, 1:1-82, pls. I-IV.
- Souza, ML & Moulton, TP 2005. The effects of shrimps on benthic material in a Brazilian island stream. *Freshwater Biology*, 50: 592–602.
- Smalley, AE 1963. The genus *Potimirim* in Central America (Crustacea, Atyidae). *Revista de Biología Tropical*, 11(2): 177-183.
- Sukumaran, KK 1982. On the gonad of the protandric prawn *Hippolysmata ensiorostris* Kemp. *Indian Journal of Fisheries*, 28: 195–198.
- Torati, LS 2009. **Revisão taxonômica das espécies brasileiras de *Potimirim* Holthuis,**

1954 e filogenia do grupo baseado em dados moleculares. 95p. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.

Torati, LS & Mantelatto, FL 2012. Ontogenetic and evolutionary change of external morphology of the neotropical shrimp *Potimirim* (Holthuis, 1954) explained by a molecular phylogeny of the genus. *Journal Crustacean Biology*, 32: 625–640.

Teixeira, RL & Sá, HS 1998. Abundância de macrocrustáceos decápodes nas áreas rasas do complexo lagunar Mundaú/Manguaba, AL. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(3): 393-404.

Villalobos, FA 1959. Contribución al conocimiento de los Atyidae de México. II (Crustacea, Decapoda). Estudio de algunas especies del género *Potimirim* (=Ortmannia), con descripción de una especie nueva de Brasil. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México*, México, 30: 269-330

Villalobos, FA 1982. Decapoda. Pp. 215 - 239. In: S. H. Hulbert & A. Villalobos-Figueroa (Eds.) *Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies*. San Diego, San Diego State University, 529p.