

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CAMPUS DE BOTUCATU
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

Dissertação de Mestrado

**Dinâmica populacional de *Macrobrachium olfersii* (Caridea:
Palaemonidae) ao longo do Rio Ribeira de Iguape, litoral
sul do estado de São Paulo**

Crislene Crísto Ribeiro

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Giovana Bertini

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Adriane Cristina Araújo Braga



BOTUCATU

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CAMPUS DE BOTUCATU
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

**Dinâmica populacional de *Macrobrachium olfersii* (Caridea:
Palaemonidae) ao longo do Rio Ribeira de Iguape, litoral
sul do estado de São Paulo**

Crislene Cristo Ribeiro

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Giovana Bertini

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Adriane Cristina Araújo Braga

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

BOTUCATU

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

Ribeiro, Crislene Cristo.

Dinâmica populacional de *Macrobrachium olfersii* (Caridea: Palaemonidae) ao longo do Rio Ribeira de Iguape, litoral sul do estado de São Paulo / Crislene Cristo Ribeiro. - Botucatu, 2018

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

Orientador: Giovana Bertini

Coorientador: Adriane Cristina Araújo Braga

Capes: 20400004

1. Camarão. 2. Crescimento. 3. Longevidade. 4. Sexo (Biologia). Animais - Comportamento.

Palavras-chave: Crescimento; Longevidade; Maturidade sexual; Período reprodutivo; Razão sexual.

Dedicatória

Dedico aos meus pais, Sirlene e Roberto,
por todo amor e dedicação.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por tudo.

A Profa. Dr^a. Giovana Bertini pela oportunidade de fazer parte do LABCRUST (Laboratório de Biologia e Cultivo de Crustáceos) como também por ter o privilégio de sua orientação. Agradeço a todo apoio, paciência, ensinamentos, dedicação e principalmente pelo exemplo de profissional e ser humano.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências pelo curso de mestrado oferecido e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudo concedida.

A FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo financiamento do Projeto Jovem Pesquisador (Proc. 05/56131-0) sob coordenação da Dr^a. Giovana Bertini, que forneceu recursos para a realização das coletas como também para reforma do LABCRUST além da aquisição de equipamentos essenciais para a realização das pesquisas.

A minha co-orientadora Profa. Dr^a. Adriane Braga por todas sugestões e críticas na construção dessa dissertação e, principalmente, por não medir esforços em ajudar. Agradeço também por me apresentar o mundo dos crustáceos e ter iniciado minha vida científica.

Ao grupo LABCRUST (Maria, Fabiana, Bianca, Valéria) pelas coletas e triagens dos camarões realizadas em 2007 que foram fundamentais para a realização deste estudo. E atualmente (Maria, Kelly, Gustavo, Daniele, Laura, Karina) por todo convívio e companheirismo.

A UNESP-Registro pelo apoio de infraestrutura e por ceder o barco para as coletas.

Ao Alberto José dos Santos, Anderson de Assunção Dantas e Cido França pelo auxílio nas coletas dos camarões (pilotar o barco, bater peneira, armar as armadilhas, etc.) no ano de 2007.

Ao Prof. Rogério Caetano Costa por me receber no LABCAM (Laboratório de Biologia de Camarões Marinhos e de Água Doce) e por permitir que sua aluna Lizandra Miazaki me auxiliasse com a estatística do crescimento e maturidade sexual, e, por diversas vezes, esclarecer minhas dúvidas sobre as análises.

Ao Prof. Dr. Luis Carlos Ferreira de Almeida (Tuca) pelo auxílio com a estatística, não só nesta dissertação como também no artigo, além dos momentos de descontração, compartilhando suas divertidas histórias.

Aos profs. Dr. Rogério Caetano Costa e Dr. Santiago Montealegre Quijano por todas sugestões efetuadas durante o exame de qualificação que foram muito importantes para elaboração da versão final dessa dissertação.

Aos profs. Dra. Maria Lucia Negreiros Fransozo e Dr. Sérgio L. de Siqueira Bueno por terem aceito o convite de compor a banca de defesa e por todas as críticas/sugestões que certamente serão muito valiosas.

Ao Grupo de Pesquisa em Carcinologia e Biodiversidade Aquática (GPCBio), coordenado pelo professor Fabrício Carvalho, pela foto utilizada na capa e nos títulos dessa dissertação.

Ao IBAMA (Ministério do Meio Ambiente e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) pela licença para realização das coletas dos camarões.

A todas as repúblicas e pessoas que me receberam, seja para realizar disciplinas em Botucatu (VaiDaNada e Lactá) ou participar do Simpósio Anual de Pós-Graduação (Verônica e Francislene), para aprender a estatística em Bauru (Cabo C) e durante minha estadia em Registro (Carrapixo, Para Tudo, Jungle, e atualmente Daniele).

A todos os meus professores que adquiri ao longo da vida, por contribuir, cada um de uma forma, para meu crescimento pessoal, acadêmico e científico.

Aos meus pais, Roberto e Sirlene, por todo amor, apoio, dedicação e esforço para a realização desta importante etapa.

A minha irmã Roberta pelo carinho e amor.

Aos meus colegas e amigos, que muitas vezes distantes, me proporcionaram momentos de diversão e descontração, em meio a momentos, muitas vezes, tão estressantes.

Sumário

1. Introdução	1
2. Objetivos	8
3. Material e Métodos	9
3.1. Caracterização da área de estudo	9
3.2. Obtenção dos Camarões e Análises laboratoriais.....	10
3.3. Análise dos dados	14
3.3.1. Distribuição e abundância	14
3.3.2. Dinâmica populacional	15
4. Resultados	19
4.1. Distribuição e abundância	19
4.2. Dinâmica populacional	25
4.2.1. Tamanho dos indivíduos	25
4.2.2. Distribuição de frequência de tamanho	27
4.2.3. Recrutamento	30
4.2.4. Período Reprodutivo.....	32
4.2.5. Razão Sexual	35
4.2.6. Maturidade Sexual.....	36
4.2.7. Crescimento	38
5. Discussão e Conclusão	43
5.1. Distribuição e abundância	43
5.2. Dinâmica populacional	45
6. Referências	57

Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar a dinâmica populacional do camarão *M. olfersii* ao longo do Rio Ribeira de Iguape, enfocando a distribuição espaço temporal, período reprodutivo, recrutamento, razão sexual, maturidade sexual, crescimento e longevidade. Os camarões foram coletados mensalmente de janeiro a dezembro de 2007, em quatro regiões ao longo do Rio Ribeira de Iguape (Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape) por meio de armadilhas e peneira. Todos animais coletados foram identificados e quantificados, e após a subamostragem, mensurados na região do comprimento da carapaça (CC) e sexados. Obteve-se 23.818 indivíduos, sendo 9.691 analisados (6.655 jovens, 1.746 machos, 892 fêmeas e 398 fêmeas ovígeras) com tamanho variando de 2,2 a 25,4 mm CC. A região de Iguape foi representada por 4.913 inds, seguida de Registro (1.714), Sete Barras (1.666) e Eldorado (1.398). As comparações entre as técnicas de coleta evidenciaram que mais de 95% da abundância total foi obtida pela peneira junto a vegetação marginal, sendo a maior parte dessa abundância constituída pelos jovens, resultando na menor média de tamanho dos indivíduos obtidos nesta técnica de coleta. A população foi estatisticamente menor em Iguape tendo alta frequência de jovens, indicando que os indivíduos estão realizando o comportamento de migração a montante do rio, após completar o desenvolvimento larval no estuário. O período reprodutivo foi descontínuo em Eldorado, Sete Barras e Registro e contínuo em Iguape, todos com pico no verão. Tal fato pode ser devido à proximidade de Iguape com a região estuarina, onde as larvas são capazes de alcançar o estuário mesmo quando a vazão do rio é menor (inverno). A razão sexual total da população foi a favor dos machos (1M:0,73F), assim como para as regiões de Eldorado, Registro e Iguape, possivelmente por esses indivíduos apresentarem maior longevidade em relação as fêmeas. Além disso, os desvios da proporção de 1:1 foram registrados principalmente no período reprodutivo, quando os machos estão mais móveis, sendo capturados mais facilmente. A maturidade individual das fêmeas foi de 7,0 mm CC, enquanto a maturidade populacional foi de 10,9 mm CC. O crescimento diferiu estatisticamente entre machos ($CC_{\infty}=31,85[1-\exp^{-1,75(t-0,0032)}]$) e fêmeas ($CC_{\infty}=23,67[1-\exp^{-1,75(t-0,0965)}]$), indicando que esta espécie apresenta dimorfismo

sexual, sendo os machos maiores que as fêmeas. Em relações as regiões, em geral, tanto machos quanto fêmeas apresentaram menor tamanho e longevidade, e maior taxa de crescimento em Iguape, provavelmente devido a maior ocorrência de jovens nesta região. Os resultados desta pesquisa foram importantes para compreender a dinâmica populacional do camarão *M. olfersii* no Rio Ribeira de Iguape, bem como, poderá funcionar como ferramenta para a gestão dos recursos pesqueiros, visando à sustentabilidade da pesca e valorização das comunidades do Rio Ribeira.

Palavras chave: período reprodutivo, maturidade sexual, razão sexual, crescimento, longevidade.

Abstract

The aim of this study was to verify the population dynamics of prawn *M. olfersii* along the Ribeira de Iguape river, focusing on the distribution, reproductive period, recruitment, sex ratio, sexual maturity, growth and longevity. The prawns were collected monthly from January to December 2007, in four regions along the Ribeira de Iguape river (Eldorado, Sete Barros, Registro and Iguape) by traps and sieve. All animals were identified and quantified, and after the subsampling, measured in the region of carapace length (CC) and sexed. A total of 23,818 individuals were obtained, of which 9,691 were analyzed (6,655 juveniles, 1,746 males, 892 females and 398 ovigerous females), ranging from 2.2 to 25.4 mm CC. The Iguape region was represented by 4,913 individuals, followed by Registro (1,714), Sete Barras (1,666) and Eldorado (1,398). The comparisons between the collection methods showed that more than 95% of the total abundance was obtained by the sieve in the marginal vegetation. Most of this abundance was represented by the juveniles, resulting in the smaller average size of the individuals obtained in this collection method. The size of the population was statistically lower in Iguape with a high frequency of juveniles, indicating that the individuals are performing the migratory behavior upstream of the river after the larval period in the estuary. The reproductive period was discontinuous in Eldorado, Sete Barras and Registro and continuous in Iguape, but all with peak in the summer. This fact may be due to the proximity of Iguape to the estuarine region, where larvae are able to reach the estuary even when the river flow is low (winter). The sex ratio of the population was in favor to males (1M: 0.73F), as well as for the regions of Eldorado, Registro and Iguape, possibly because these individuals present greater longevity in relation to females. In addition, deviations of the 1:1 ratio were recorded mainly in the reproductive period, when males are more mobile and can be captured easily. The individual sexual maturity of the females was 7.0 mm CC, while the population maturity was 10.9 mm CC. Growth differed statistically between males ($CC_{\infty}=31,85[1-\exp^{-1,75(t-0,0032)}]$) and females ($CC_{\infty}=23,67[1-\exp^{-1,75(t-0,0965)}]$), indicating that this species shows sexual dimorphism, with males being larger than females. In relation to the regions, in general, both males and females presented smaller size and longevity, and higher growth rate in

Iguape, probably due to the higher occurrence of juveniles in this region. The results of the present research were important to understand the population dynamics of the prawn *M. olfersii* in the Ribeira de Iguape river, as well as, it can function as a tool for the management of the fishing resources, aiming at the sustainability of the fishing and valorization of the communities of the Ribeira River.

Keywords: reproductive period, sexual maturity, sex ratio, growth, longevity.



1. Introdução

A infraordem Caridea compreende aproximadamente 3.500 espécies de camarões, distribuídas em 16 superfamílias e 36 famílias (De Grave *et al.*, 2009; De Grave & Fransen, 2011). Os camarões carídeos são encontrados em todas as latitudes, desde as regiões tropicais até as polares onde ocupam uma grande variedade de habitats e exibem diversificadas morfologias e ciclos de vida. Algumas espécies são simbióticas de organismos sésseis, outros vivem em ambientes quimiautotróficos, em elevadas profundidades, alguns são semiterrestres, habitando regiões de manguezal e outros vivem em cavernas subterrâneas (Bauer, 2004; De Grave *et al.*, 2009).

A maioria dos camarões carídeos são marinhos, porém existe um número relativamente grande de espécies que colonizaram ambientes de água doce. Entre estas espécies existem algumas que apresentam comportamento migratório do ambiente de água doce para o marinho para fins reprodutivos, sendo denominadas de anfídromas (Bauer, 2013; Novak, 2016). Nestas espécies as fêmeas produzem muitos ovos pequenos, o período larval é longo e as larvas eclodem em uma fase inicial (zoea) e migram da água doce para a salobra para completar o desenvolvimento (Bauer & Delahoussaye, 2008; Bauer, 2011). Em outras espécies, a transição do ambiente marinho para o dulcícola é completo e todo ciclo de vida ocorre na água doce em que as fêmeas produzem ovos grandes e o desenvolvimento larval é abreviado (Bauer & Delahoussaye, 2008; Bauer, 2011).

Os camarões anfídromos são representados principalmente pela família Palaemonidae, que compreende cerca de 980 espécies e abrange duas subfamílias: Pontoniinae e Palaemoninae, sendo esta última composta por 18 gêneros, dos quais *Palaemon*, *Palaemonetes* e *Macrobrachium* são considerados os mais

representativos em termos de número de espécies (De Grave *et al.*, 2009; De Grave & Fransen, 2011).

O gênero *Macrobrachium* é representado por mais de 240 espécies descritas no mundo (De Grave *et al.*, 2009; De Grave & Fransen, 2011), sendo 19 com ocorrência no Brasil e dessas, 12 no estado de São Paulo (Magalhães, 1999; Maciel *et al.*, 2011; Pileggi & Mantelatto, 2012; Santos *et al.*, 2013). A maioria dos camarões pertencentes a este gênero apresenta um grande tamanho corpóreo, sendo que os machos e fêmeas de muitas espécies apresentam o segundo par de quelípodo bem desenvolvido, diferenciando-os dos demais camarões (Short, 2004).

Macrobrachium olfersii, também conhecido como camarão ferrinho, pitu, popeye, bracinho, entre outros, apresenta porte medianamente robusto (Bond-Buckup & Buckup, 1989), e assim como boa parte dos camarões palemonídeos, o dimorfismo sexual torna-se evidente após atingir a maturidade sexual, onde as fêmeas direcionam a maior parte da energia para a reprodução, enquanto os machos, investem em crescimento somático, tornando-se os maiores indivíduos da população (Hartnoll, 1982).

O camarão ferrinho apresenta distribuição em águas tropicais e subtropicais, onde é encontrado desde a região sudeste dos Estados Unidos até o sul do Brasil (Holthuis & Provenzano, 1970). Devido essa ampla distribuição geográfica e uma grande variação morfológica intraespecífica, muitos autores acreditavam existir mais de uma espécie com ocorrência nestas regiões, entretanto, estudos moleculares realizados por Rossi & Mantelatto (2013) demonstraram se tratar de uma única espécie.

O habitat comum de *M. olfersii* é nas bacias costeiras e no curso inferior dos rios que fluem direto para o mar, onde vive associado à vegetação marginal. As fêmeas produzem numerosos ovos pequenos, no entanto, o número de estágios larvais, até chegar em pós-larva, ainda não está bem definido, assim como a salinidade ideal para seu desenvolvimento (Holthuis & Provenzano, 1970; Dugger & Dobkin, 1975). Esta espécie apresenta hábito crepuscular, realizando suas atividades principalmente no início e fim do dia, quando saem à procura de alimento, que consiste basicamente de detritos orgânicos e outros invertebrados (Coelho,

1963; Holthuis & Provenzano, 1970). Sendo assim, *M. offersii* apresenta importância ecológica, como integrante da cadeia trófica, sendo detritívoros e predadores e, além disso, é fonte de alimento para muitas espécies de peixes e aves (Kensley & Walker, 1982; Bauer, 2004), e, apesar de não apresentar interesse para a aquicultura, são utilizados como alimento por comunidades ribeirinhas e como isca viva na pesca esportiva (Holthuis & Rosa, 1965).

A presença dos macroinvertebrados nos ecossistemas aquáticos, tais como os camarões carídeos, está intimamente relacionada com os fatores ambientais, principalmente vazão do rio, substrato, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, entre outros (Brooks *et al.*, 2005; Mejía-Ortíz & Alvarez, 2010), dessa forma, a distribuição das espécies pode variar em função da sua tolerância sobre tais fatores. Estudos realizados com o camarão *M. offersii* demonstraram que essa espécie é influenciada principalmente pela temperatura (Muller & Prazeres, 1992), condutividade, vazão, substrato e tamanho do rio (Snyder *et al.*, 2015).

Além dos fatores ambientais, a presença dos organismos aquáticos também depende do equilíbrio do meio (Merritt & Cummins, 1996), sendo assim, a variação na abundância, ocorrência e distribuição das espécies podem estar relacionadas com perturbações ou distúrbios do ambiente (Castro & Huber, 1997). Alguns estudos tem relatado a influência da degradação ambiental nas populações de camarões, tais como Teixeira & Couto (2002) que encontraram ausência de indivíduos em um ponto amostral, por este apresentar supressão da vegetação arbórea e arbustiva e substituição dessa por ervas e pisoteio de gados, como também pelo aterramento de algumas porções ao longo do rio; Snyder *et al.* (2013) que observaram que a população de *M. offersii* apresentou diminuição de 87% da abundância relativa em relação aos rios preservados e degradados e Pescinelli *et al.* (2016) que encontraram uma população abundante de *M. offersii* entre 2006/2007 e ausência destes indivíduos entre 2012/2015 nos mesmos locais, possivelmente por este ambiente ter sofrido algum tipo de impacto que interferiu na migração destes animais.

Sendo assim, o conhecimento da distribuição dos organismos nos ambientes naturais é de grande importância, pois contribuem para o entendimento da sua biologia, como também da gestão e conservação tanto das espécies como do meio

em que vivem (Cavalcante *et al.*, 2017). Além disso, avaliar como a biodiversidade e como os processos do ecossistema (decomposição, ciclagem de nutrientes) respondem aos impactos ambientais podem fornecer meios para desenvolver estratégias para minimizar os efeitos desses impactos (Postel & Carpenter, 1997).

A região do Vale do Ribeira, localizada no sul de São Paulo e leste do Estado do Paraná, engloba a bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, que é considerada a mais importante reserva de água doce do estado de São Paulo e um dos bancos genéticos melhor conservados do país (Teles, 1997). Além disso, o Vale do Ribeira concentra cerca de 40% da cobertura vegetal da Mata Atlântica remanescente do Estado de São Paulo, sendo considerada a maior reserva contínua de todo território nacional (Silva Matos & Bovi, 2002). Esse bioma tem prioridade de conservação, pois é altamente ameaçado, sendo considerado um dos “hotspots” mundiais (Myers *et al.*, 2000).

No entanto, apesar da grande importância da bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape para o estado de São Paulo, ela vem sofrendo alguns impactos, tais como a contaminação da água por pesticidas e agrotóxicos oriundos da agricultura, principalmente do cultivo de banana (Marques *et al.*, 2007a e b) e alterações de alguns parâmetros físico-químicos da água devida a extração de areia (Leonardo *et al.*, 2008). Contudo, a influência dessas alterações nas populações de camarões carídeos é praticamente desconhecida, uma vez que poucos estudos foram realizados nesta região e limitados a apenas duas espécies: *M. acanthurus* e *M. carcinus* (Lobão *et al.*, 1985; Valenti *et al.*, 1986; Valenti *et al.*, 1987a e b; Valenti *et al.*, 1989; Valenti *et al.*, 1994; Bertini & Baeza, 2014; Bertini *et al.*, 2014). Sendo assim, embora o camarão *M. olfersii* seja um habitante comum na região do Vale do Ribeira (Rocha & Bueno, 2004), o presente estudo é pioneiro em investigar sua distribuição e dinâmica populacional nesta região, tendo grande importância para a realização de monitoramentos e comparações futuras.

Nos estudos envolvendo a dinâmica populacional, vários aspectos podem ser abordados, tais como: distribuição de frequência de classes de tamanho e deslocamento das modas ao longo do ano, proporção sexual, taxas de crescimento, natalidade, longevidade, mortalidade e biologia reprodutiva, envolvendo o período

reprodutivo, recrutamento juvenil, maturidade sexual, fecundidade, fertilidade (D’Incao, 1991; Branco *et al.*, 1994 e 1999; Costa & Fransozo, 2004).

Um dos parâmetros populacionais mais relevantes é o período reprodutivo. Segundo Sastry (1983) populações de crustáceos decápodes marinhos de regiões de baixas latitudes tendem a se reproduzir continuamente ao longo do ano, devido às temperaturas elevadas e a produtividade primária nos estuários, que constitui fonte de alimento para larvas de espécies anfídrômas, marinhas e estuarinas. Por outro lado, populações de regiões de maiores latitudes apresentam reprodução restrita a certos períodos do ano, principalmente nos meses mais quentes (Sastry, 1983). O camarão *M. olfersii* parece seguir essa tendência, uma vez que as populações que habitam Santa Catarina, região subtropical do Brasil, apresentam reprodução sazonal (Barros, 1995; Ammar *et al.*, 2001) enquanto que as populações do litoral norte de São Paulo (tropical) apresentam reprodução contínua (Mossolin & Bueno, 2002; Pescinelli *et al.*, 2016). A região do Vale do Ribeira, local de estudo, localiza-se entre a região tropical e subtropical brasileira, sendo assim, não está claro o padrão reprodutivo apresentado por esta espécie, uma vez que tais populações podem assumir características de ambas as regiões.

Quanto à maturidade sexual, que representa o período em que os indivíduos tornam-se adultos e passam a atuar como agentes reprodutores (Moura & Coelho, 2004), também pode ser diferente, dependendo da latitude em função da variação da temperatura, fotoperíodo e disponibilidade de alimento, nas distintas regiões. Dentro deste contexto, a maturidade sexual pode ser retardada em regiões de altas latitudes ou otimizada em regiões tropicais (Annala *et al.*, 1980; Armitage & Landau, 1982). Para o camarão *M. olfersii* não está claro se existe essas variações latitudinais, pois poucos estudos foram realizados com esta espécie e utilizando diferentes metodologias (Ammar *et al.*, 2001; Pescinelli *et al.*, 2016).

A razão sexual é outro atributo populacional e está diretamente ligada ao comportamento reprodutivo dos indivíduos (Barros, 1995). A razão sexual esperada em uma população é de 1 macho para 1 fêmea (Wenner, 1972), contudo, vários fatores podem comprometer esse equilíbrio entre os sexos, tais como distintas condições ambientais, seleção natural e condições bióticas (muda, migração, predação, dentre outros) (Müller & Carpes, 1991; Barros, 1995; Botelho *et al.*, 2001).

No gênero *Macrobrachium*, as espécies geralmente apresentam a razão sexual com tendência favorável às fêmeas, devido principalmente a maior predação dos machos (Fransozo *et al.*, 2004; Mantelatto & Barbosa, 2005; Bertini *et al.*, 2014; Lima *et al.*, 2015; Pescinelli *et al.*, 2016; Rocha *et al.*, 2016; Taddei *et al.*, 2017).

De modo geral, a compreensão da razão sexual e biologia reprodutiva são indispensáveis para compreender o ciclo de vida das espécies, bem como, para avaliar os estoques naturais, e assim, tomar medidas para administrar as populações, como inferir sobre períodos de defeso e promover o uso sustentável dos recursos naturais (Bond-Buckup & Buckup, 1982; Emmerson, 1994).

Outro parâmetro populacional importante é o crescimento, que é o aumento do comprimento, peso, volume, largura, entre outras variáveis, ao longo do tempo. Nos crustáceos, o crescimento é assintótico, com taxa de crescimento somático relacionada a sucessivas ecdises durante a ontogenia, podendo diferir de acordo com o sexo (Hartnoll, 1982). O estudo do crescimento nestes animais é possível devido à presença de algumas características, tais como cutícula rígida que facilita as mensurações, a evidência do processo de ecdise e diferenças mensuráveis no incremento entre jovens e adultos (Hartnoll, 1982).

Segundo Souza & Fontoura (1995) nos últimos anos inúmeros estudos relacionados ao crescimento dos camarões *Macrobrachium* tem sido realizados, contudo estes são limitados a espécies de importância econômica, tais como *M. amazonicum* (Freire *et al.*, 2012; Bentes *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2016; Taddei *et al.*, 2017), *M. acanthurus* (Valenti *et al.* 1987a; Román-Contreras & Campos-Lince, 1993; Bertini *et al.*, 2014); *M. carcinus* (Valenti *et al.*, 1994), *M. rosenbergii* (Harikrishnan & Kurup, 1997), *M. vollehovenii* (Okogwu *et al.*, 2010; Alhassan & Armah, 2011; Kingdom, 2015), *M. macrobrachion* (Enin, 1995; Nwosu *et al.*, 2007), *M. equidens* (Nwosu, 2008), *M. felicinum* (Kingdom & Hart, 2012). Dentro deste contexto, não existem estudos disponíveis sobre o crescimento e longevidade do camarão *M. olfersii*, sendo o presente estudo responsável por apresentar informações inéditas sobre este aspecto.

O conhecimento das curvas de crescimento e sua interpretação podem fornecer dados importantes sobre o tamanho e idade máxima que os indivíduos

atingem, as taxas de crescimento e a idade reprodutiva dos animais (Valenti *et al.*, 1987a), bem como estimativas de mortalidade, longevidade e modelos de avaliação pesqueira, sendo de grande importância para a administração dos estoques naturais (Garcia & Le Reste, 1981; Gulland & Rotschild, 1981; King, 1997).

Os estudos relacionados com a dinâmica populacional dos camarões de água doce são relevantes pois além de ser uma ferramenta básica para criação de estratégias de manejo pesqueiro possibilitam o uso sustentável desse recurso natural, evitando a sobreexploração. Sendo assim, as informações geradas com essa pesquisa serão de suma importância para compreender a dinâmica populacional do camarão *M. olfersii* no Rio Ribeira de Iguape, bem como, poderá funcionar como ferramenta para a gestão dos recursos pesqueiros, visando à sustentabilidade da pesca e valorização das comunidades do Rio Ribeira.



2. Objetivos

O objetivo deste estudo foi analisar a abundância, distribuição e a dinâmica populacional do camarão *M. olfersii* ao longo do Rio Ribeira de Iguape, compreendendo uma distância de 155 Km do mar, com o intuito de verificar se os parâmetros populacionais sofrem alterações à medida que a população se afasta da região estuarina.

Assim os objetivos específicos foram:

- Quantificar a abundância dos indivíduos ao longo do rio nas regiões de Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape;
- Determinar a distribuição espaço-temporal;
- Analisar a dinâmica populacional, enfocando:
 - a distribuição de frequência em classes de tamanho;
 - o período reprodutivo baseado na presença de fêmeas ovígeras ao longo dos meses;
 - o recrutamento dos indivíduos juvenis;
 - a razão sexual;
 - o tamanho da primeira maturidade sexual das fêmeas;
 - as taxas de crescimento e longevidade para machos e fêmeas.



3. *Material e Métodos*

3.1. Caracterização da área de estudo

A bacia do Rio Ribeira de Iguape está localizada entre as coordenadas 23° 45' S/ 46° 45' W e 25° 30' S/ 50° W, nos estados de São Paulo e Paraná. Desde a sua nascente, no estado do Paraná, percorre cerca de 470 km até desaguar no oceano Atlântico, em Iguape, município do litoral sul do estado de São Paulo. A bacia do Rio Ribeira de Iguape e o Complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape-Paranaguá, integram uma região conhecida como “Vale do Ribeira”, esta bacia se estende pelo território de 32 municípios, sendo nove deles no Paraná e 23 em São Paulo (São Paulo, 2008).

O Sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape está assentado sobre uma planície costeira arenosa e se compõe de um complexo sistema de canais entre quatro grandes ilhas: Ilha do Cardoso, de Cananéia, Comprida e de Iguape, sendo essa última uma ilha artificial, originada com a abertura do canal Valo Grande, na cidade de Iguape, porção norte do sistema (Bérgamo, 2000). O Rio Ribeira de Iguape é o principal rio da região que contribui com a carga de água fluvial para o sistema estuarino de Cananéia-Iguape, sendo o maior rio paulista que flui diretamente para o Oceano Atlântico. A construção do canal Valo Grande fez com que 2/3 do seu fluxo original fosse desviado diretamente para o Mar Pequeno, localizado entre a Ilha Comprida e o continente (Mahiques *et al.*, 2014) (Figura 1).

Esta região apresenta clima, segundo Köppen, subtropical úmido (Cfa), com ausência de estação seca durante o ano, e temperatura média anual de 21°C, precipitação média mensal de 60mm e anual de 1.700mm (Rolim *et al.*, 2007).

3.2. Obtenção dos Camarões e Análises laboratoriais

Os indivíduos de *M. olfersii* foram coletados mensalmente no período de janeiro a dezembro de 2007 no Rio Ribeira de Iguape, compreendendo uma extensão de quatro municípios do Vale do Ribeira, ou seja, Iguape que está localizado na região mais próxima do estuário (72 km da foz), seguido pelos demais que estão progressivamente localizados em direção ao continente: Registro (114 km), Sete Barras (138 km) e Eldorado (155 km) (Figuras 1 e 2). Os locais de amostragem foram selecionados de modo a caracterizar a dinâmica populacional dos camarões ao longo da extensão do rio.

Em cada município foram realizadas duas áreas amostrais com intervalo de aproximadamente dois quilômetros entre elas, nas quais foram efetuadas 12 repetições com o uso de armadilhas do tipo covo, que foram iscadas com pedaços de ossos de bovinos e bananas e mantidas no local por um período de aproximadamente 24 horas (Figura 3). Também foram realizadas coletas com peneira de malha fina (5mm entre-nós) e esforço de captura de duas pessoas por 20 minutos em cada área amostrada (Figura 3). Após as coletas, os camarões foram acondicionados em caixas térmicas contendo gelo picado e transportados para o Laboratório de Biologia e Cultivo de Crustáceos (LABCRUST) onde foram mantidos congelados e, posteriormente, analisados.

Em cada área de coleta foi anotada a temperatura da água com um termômetro de precisão e os dados referentes ao índice pluviométrico de cada local, durante o ano de 2007, foram obtidos do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) do Instituto de Agrônomo (IAC).

Todos os exemplares coletados foram identificados de acordo com Melo (2003). No entanto, como as amostras de camarões eram muito abundantes foi efetuada uma subamostragem para a obtenção de uma quantia representativa de cada área de estudo e mês de coleta, segundo adaptação do critério de Wenner *et al.* (1991) e Bertini *et al.* (2014). As amostras com até 80 camarões, todos foram analisados. Amostras acima de 80 camarões, estes foram selecionados ao acaso onde: amostras contendo de 80 a 160 camarões foram avaliados 80 indivíduos,

amostras de 160 a 320 foram analisados 50%, de 320 a 500 analisou-se 25% e amostras acima de 500 camarões analisou-se 10% do total de indivíduos. Assim, todos os indivíduos desta subamostragem, foram separados quanto ao sexo, com base no exame dos caracteres sexuais secundários, sendo os machos reconhecidos pela presença do apêndice masculino no endopodito do 2º par de pleópodos e as fêmeas pela ausência deste apêndice. Os indivíduos com tamanhos inferiores ao do menor macho encontrado em todo o período de estudo foram considerados como sexualmente indiferenciados de acordo com Pescinelli *et al.* (2016).

Os indivíduos foram mensurados na região do comprimento da carapaça (CC), distância entre a órbita e a margem posterior da carapaça, bem como no comprimento total do corpo (CT) excluindo-se o rostro e o télson (Figura 4). Os indivíduos acima de 10 mm foram medidos com o auxílio de um paquímetro e os menores com a ocular micrométrica do estereomicroscópio. Para efeitos comparativos do CT com a literatura, 56 indivíduos foram mensurados na região da extremidade do rostro à extremidade distal do telson de forma a contemplar a amplitude total dos indivíduos já mensurados. Estes dados resultaram na equação $CT = 8,018.CC^{0,67}$ a qual foi usada para converter os valores mínimos e máximos do comprimento total dos indivíduos.

As fêmeas foram agrupadas em ovígeras e não ovígeras, de acordo com a presença de ovos aderidos aos pleópodos. O estágio de desenvolvimento dos embriões foi analisado, sendo inicial (embriões sem presença de olhos e vitelo distribuído uniformemente), intermediário (embriões com olhos visíveis, mas não bem desenvolvidos) e final (presença de pouco vitelo, olhos bem desenvolvidos, cromatóforos e apêndices) (Bertini & Baeza, 2014).

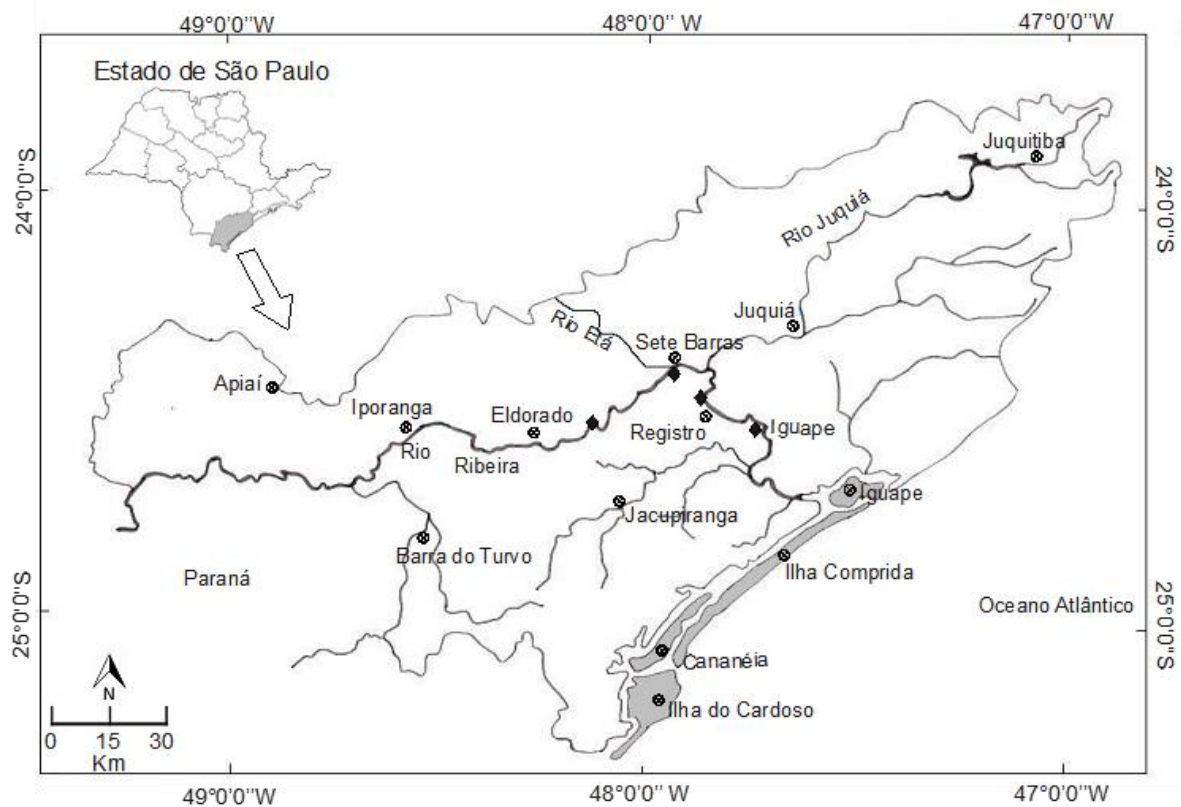


Figura 1. Mapa da região do Vale do Ribeira indicando a localização das áreas (losango) de coleta nos municípios de Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape. Os círculos representam a sede dos municípios.



Figura 2. Áreas de coleta nas regiões de Eldorado (A), Sete Barras (B), Registro (C) e Iguape (D) no Rio Ribeira de Iguape (Fonte: G. Bertini, 2007).



Figura 3. Técnicas de coleta. (A) Armadilhas iscadas com ossos e bananas utilizadas nas coletas; (B) Peneira de malha 5mm entre-nós com esforço de duas pessoas/20min (Fonte: G. Bertini, 2007).

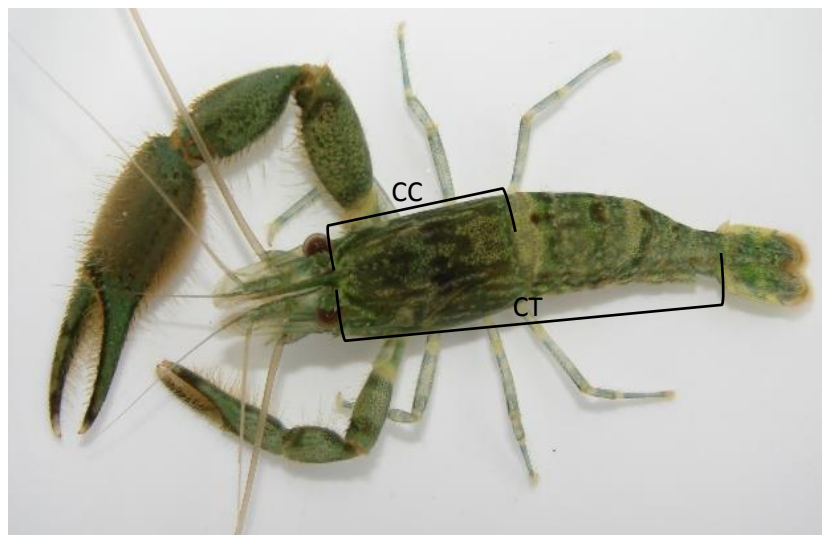


Figura 4. Exemplar macho do camarão *Macrobrachium olfersii*. Medidas realizadas em milímetros, CC – comprimento da carapaça e CT – comprimento total (Exemplar macho adulto, CC = 22,7 mm) (Fonte: G. Bertini, 2007).

3.3. Análise dos dados

Antes da realização de todas as análises dos dados, foram realizados testes de homocedasticidade (Levene, $\alpha = 0,05$) e normalidade (Shapiro-Wilk, $\alpha = 0,05$) como pré-requisitos na escolha do teste estatístico (Sokal & Rohlf, 1995).

3.3.1. Distribuição e abundância

O número total de camarões em cada região (municípios), mês amostrado e técnicas de coleta (armadilha e peneira) foi anotado para a análise da distribuição e abundância. Para as análises em que os meses foram agrupados em estações do ano foi considerado verão (janeiro a março), outono (abril a junho), inverno (julho a setembro) e primavera (outubro a dezembro).

A análise multivariada de variância permutacional (two-way PerMANOVA) (Anderson, 2001) foi usada para verificar as diferenças significativas na abundância total dos camarões entre as regiões e estações do ano. As comparações entre os pares foram efetuadas pelo teste t para verificar as diferenças entre os grupos ($p < 0,05$).

O coeficiente da correlação de Spearman foi utilizado para verificar a associação entre a abundância total dos indivíduos em cada mês de coleta com a temperatura média da água e com a precipitação média mensal na região, a um nível de probabilidade de 5%.

Para verificar se há diferença no tamanho dos indivíduos entre as técnicas de coleta foi utilizado o teste *t*, uma vez que amostras acima de 30 dados mesmo que não sejam normais, são robustas o suficiente para a realização deste teste (Zar, 1999; Dawson & Trapp, 2003).

3.3.2. Dinâmica populacional

A dinâmica populacional de *M. offersii* foi analisada com o intuito de verificar a variabilidade através do período de coleta e das diferentes regiões de amostragem (Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape).

A caracterização da estrutura populacional foi realizada pela divisão dos camarões em classes de tamanho, tendo por base as dimensões do comprimento da carapaça (CC) dos indivíduos, a fim de acompanhar as variações temporais na distribuição de frequência da população.

Para determinar a amplitude das classes de tamanho foi usado o método sugerido por Sturges (1926) de acordo com as fórmulas: $K = 1 + 3,32 \cdot \log(N)$; $R = X_{\text{maior}} - X_{\text{menor}}$; $W = R/K$; onde: 'K' é número de classes, 'N' o número total de indivíduos, 'R' a variação de tamanho, 'X' é o maior e menor indivíduo da amostra e 'W' a amplitude das classes.

O tamanho total de machos e fêmeas foi comparado pelo teste *t* uma vez que amostras acima de 30 dados, mesmo que não sejam normais, são robustas o suficiente para a realização deste teste (Zar, 1999; Dawson & Trapp, 2003). Para verificar as diferenças de tamanho entre os sexos e no tamanho total da população de *M. offersii* ao longo do rio foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de comparações múltiplas de Dunn ($p < 0,05$).

O recrutamento foi verificado baseando-se na porcentagem de indivíduos indiferenciados sexualmente em relação ao total de indivíduos amostrados ao longo

do Rio Ribeira de Iguape (Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape) e pelas estações do ano. O período reprodutivo foi baseado na porcentagem de fêmeas ovígeras em relação ao total de fêmeas adultas da população, sendo efetuadas comparações entre as regiões de estudo e entre as estações do ano. Sendo assim, tanto para o recrutamento quanto para o período reprodutivo foi utilizada a análise multivariada de variância permutacional (two way - PerMANOVA) (Anderson, 2001) e as comparações entre os pares foram efetuadas pelo teste t ($p < 0,05$).

O coeficiente da correlação de Spearman foi utilizado para verificar a associação entre a frequência de fêmeas ovígeras e os jovens, e entre a porcentagem de fêmeas ovígeras com a temperatura da água e com a precipitação mensal de chuvas na região, a um nível de probabilidade de 5%.

Para verificar se a razão sexual diferiu de 1:1 ao longo dos meses, entre as regiões e para o total, utilizou-se o teste binomial (Wilson & Hardy, 2002) com nível de significância de 5%.

O tamanho da maturidade sexual individual foi determinado pelo CC da menor fêmea ovígera capturada no período de estudo. Já o tamanho médio em que 50% das fêmeas atingem a maturidade sexual populacional foi determinado pelo ajuste do modelo logístico (Fonteles-Filho, 2011). Esta análise foi efetuada para o total de indivíduos e separadamente para as quatro regiões de estudo. Foram utilizadas fêmeas com tamanhos superiores ao da menor fêmea ovígera obtida, onde estas foram distribuídas em classes de tamanho com amplitude de 1 mm, em que o CC foi considerado a variável independente e as frequências relativas das classes de tamanho a variável dependente. Os dados foram ajustados a uma curva do tipo sigmóide, seguindo os resultados da equação logística ($Y=1/(1+e^{r(CC-CC_{50\%})})$), onde $CC_{50\%}$ é o CC em que 50% dos indivíduos atingem a maturidade e r é a inclinação da curva. A equação de ajuste foi realizada utilizando o método de mínimos quadrados (Vazzoler, 1996).

O crescimento dos indivíduos da população foi determinado pelo método de distribuição dos exemplares em classes de tamanho e estimado separadamente para ambos os sexos através do acompanhamento da progressão modal (AJMOD), utilizando o método de máxima verossimilhança para estimar os parâmetros da curva de Von Bertalanffy (1938) (VBGM).

Para a análise modal, foi feita a distribuição de frequência mensal do CC em classes de tamanho de 1 mm. Análises preliminares realizadas com o total de indivíduos (indiferenciados, machos e fêmeas) não apresentaram resultados satisfatórios, devido a elevada abundância dos indivíduos indiferenciados, sendo assim, estes foram excluídos das análises. As modas foram calculadas e ajustadas usando o software PeakFit® (Peak Fit versão 4.06).

As modas foram plotadas em um gráfico de dispersão pelo tempo, onde os pontos foram ligados, determinando as coortes da população. Para estimar os parâmetros de crescimento, todas as coortes escolhidas foram ajustadas para o modelo de crescimento Von Bertalanffy (1938), dado por $CC_t = CC_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$, onde CC_t é o tamanho estimado na idade t , CC_{∞} é o tamanho assintótico, que representa o tamanho máximo teórico que a espécie atingiria se crescesse indefinidamente, k é o coeficiente de crescimento, que consiste na medida da taxa com que o CC_{∞} é alcançado e t_0 é a idade teórica que o organismo teria no tamanho igual a zero.

Os parâmetros de crescimento (CC_{∞} , k e t_0) foram estimados para as diferentes coortes pelo suplemento do pacote Solver no Microsoft Excel para Windows 7, que visa minimizar a soma dos resíduos entre os comprimentos observados na natureza e aqueles calculados pelo modelo de Von Bertalanffy (1938). Foram selecionadas as coortes que apresentaram ritmo de crescimento coerente quanto à longevidade, coeficiente de crescimento e com coeficiente de determinação (r^2) alto ($\geq 0,80$). A comparação das curvas de crescimento entre machos e fêmeas foi realizada utilizando um teste F ($p < 0,05$) de acordo com Cerrato (1990).

A longevidade estimada foi calculada pelo inverso da equação de crescimento de von Bertalanffy, com modificações sugeridas por D'Incao & Fonseca (1999), com $t_0 = 0$ e $CC/CC_{\infty} = 0,99$, enquanto a equação da longevidade foi dada por $t = (t_0 - (1/k)\ln[1 - CC_t/CC_{\infty}])$.

Para estimar quanto tempo *M. olfersii* demora a atingir o tamanho no qual 50% dos indivíduos atingem a maturidade sexual ($CC_{50\%}$), aplicou-se os parâmetros obtidos na análise de crescimento na equação invertida de Von Bertalanffy (1938), sugerida por King (1995): $TCC_{50\%} = t_0 - (1/k)\ln(1 - CC_{\infty}/CC_{50\%})$, onde o $TCC_{50\%}$ é a idade estimada em que os indivíduos atingem o tamanho $CC_{50\%}$, t_0 é a idade teórica

que o organismo teria no tamanho igual a zero, k é o coeficiente de crescimento, CC_{∞} é o tamanho assintótico e $CC_{50\%}$ é o comprimento da carapaça em que 50% dos indivíduos atingem a maturidade sexual.



4. Resultados

4.1. Distribuição e abundância

Um total de 23.818 indivíduos de *M. olfersii* foi amostrado nas quatro regiões do Rio Ribeira de Iguape ($n = 1.594, 2.333, 2.201, 17.690$ espécimes em Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape, respectivamente), destes 40,69% foram analisados na subamostragem (Figura 5).

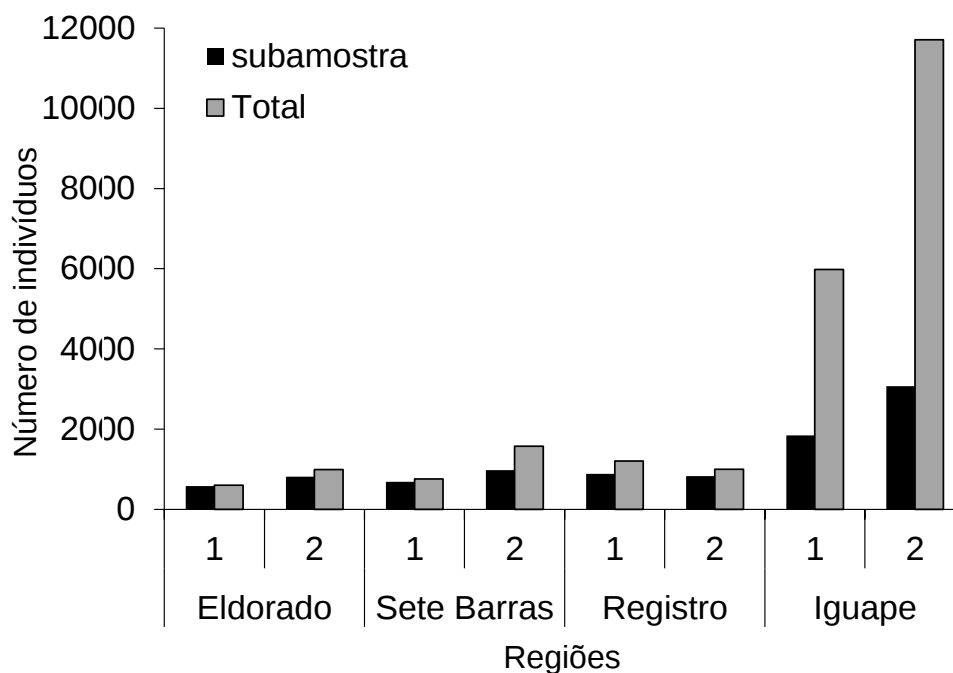


Figura 5. *Macrobrachium olfersii*. Número total de indivíduos e subamostra analisada de cada região de coleta (Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape) no período de janeiro a dezembro de 2007.

Os resultados da análise two-way PerMANOVA indicaram diferença significativa somente entre as regiões de estudo ($Pseudo-F = 69,456$, $p = 0,0001$) e sem interação entre regiões e estações (PerMANOVA, $Pseudo-F = 14,414$, $p = 0,136$) (Tabela I).

A comparação dos pares pelo teste t da abundância dos indivíduos entre as regiões indicou que Iguape, região mais próxima ao estuário, apresentou abundância estatisticamente maior, em comparação com as regiões mais afastadas da foz (Eldorado, Sete Barras e Registro) ($p < 0,05$) (Tabela I, Figura 6).

Tabela I. *Macrobrachium olfersii*. Two-way PerMANOVA da abundância total dos indivíduos entre as regiões e estações do ano (gl = graus de liberdade, SQ = soma dos quadrados, QM = quadrado médio).

Fonte da variação	gl	SQ	QM	Pseudo-F	P
Região	3	20,735	0,691	69,456	0,000
Estação do ano	3	0,419	0,140	14,038	0,217
Interação	9	12,909	0,143	14,414	0,136
Residual	32	31,843	0,9951E-01		
Total	47	69,678			

Comparação entre as regiões		
Regiões	t	P
Eldorado vs. Sete Barras	1,125	0,277
Eldorado vs. Registro	1,102	0,291
Eldorado vs. Iguape	3,743	0,000
Sete Barras vs. Registro	0,136	0,989
Sete Barras vs. Iguape	2,907	0,002
Registro vs. Iguape	3,133	0,001

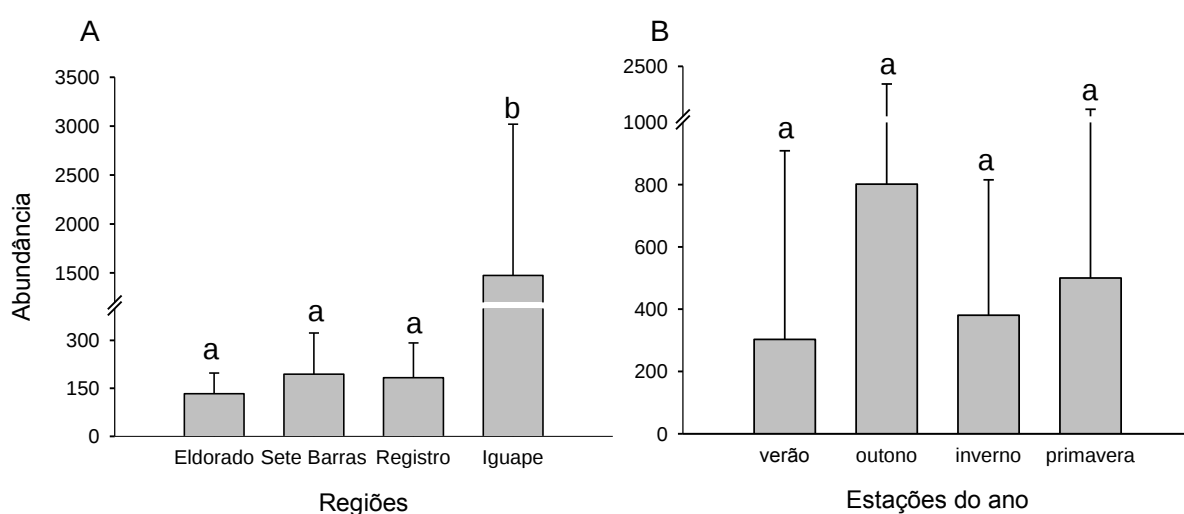


Figura 6. *Macrobrachium olfersii*. Abundância média ($\pm$ desvio padrão) dos indivíduos pelas regiões (A) e estações do ano (B) no Rio Ribeira de Iguape (PerMANOVA, teste *a posteriori* t ; letras diferentes indicam diferenças significativas).

Não houve correlação significativa entre a abundância total dos indivíduos com a temperatura da água (Spearman, $r_s = -0,231$; $p > 0,05$) (Figura 7a), mas houve correlação significativa (Spearman, $r_s = -0,671$; $p < 0,05$) com a precipitação na região, indicando que quando as chuvas diminuem ocorre um aumento do número de indivíduos nas regiões amostradas (Figura 7b).

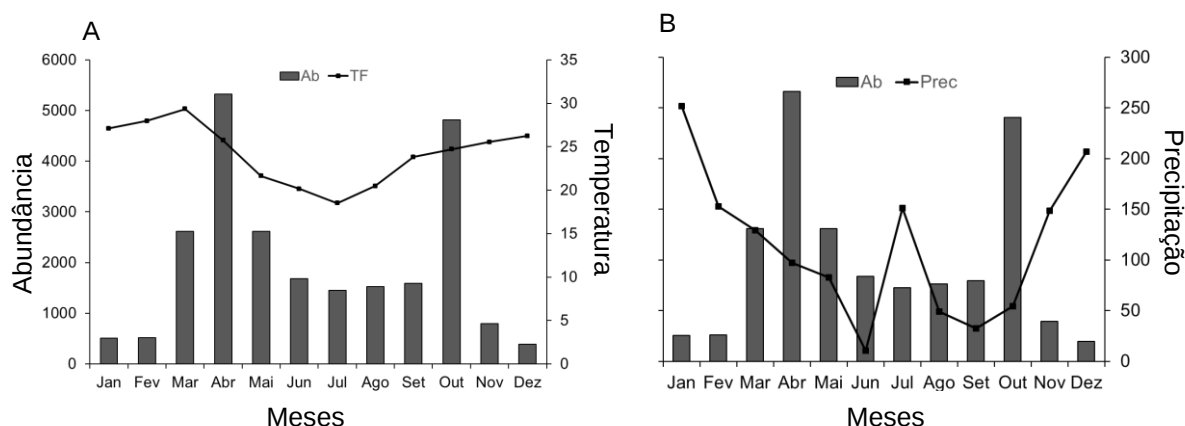


Figura 7. *Macrobrachium olfersii*. Correlação entre a abundância dos indivíduos com a (A) temperatura média da água e (B) com a precipitação média na região de janeiro a dezembro de 2007.

Observou-se grande disparidade em relação aos duas técnicas de coleta, sendo obtidos somente 3,11% dos indivíduos por meio das armadilhas (total: 741 inds; 205, 172, 200 e 164 indivíduos em Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape, respectivamente) e 96,89%, ou seja, 23.077 indivíduos com a técnica da peneira (Eldorado = 1.389, Sete Barras = 2.161, Registro = 2.001, Iguape = 17.526) (Figura 8).

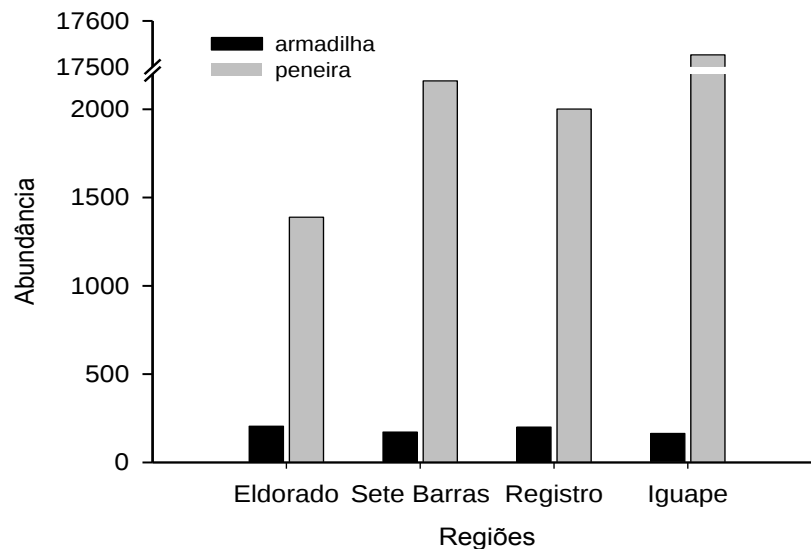


Figura 8. *Macrobrachium olfersii*. Abundância dos indivíduos pelas técnicas de coleta nas regiões amostradas no Rio Ribeira de Iguape de janeiro a dezembro de 2007.

Após a subamostragem, foi mensurado um total de 9.691 indivíduos nas quatro regiões de estudo, sendo 1.398 em Eldorado, 1.666 em Sete Barras, 1.714 em Registro e 4.913 em Iguape. A maior subamostragem dos camarões foi efetuada na técnica de peneira, sendo analisados 8.962 indivíduos. Nas armadilhas, a maioria dos exemplares obtidos foi mensurada (729 indivíduos). Na Tabela II está demonstrado o total de indivíduos (machos, fêmeas, ovígeras, indiferenciados) pelas regiões e meses coletados no período de janeiro a dezembro de 2007.

O tamanho dos indivíduos apresentou diferença estatística entre as técnicas de coleta ($t = 131,80$, $p = 0,000$), demonstrando que os menores indivíduos foram obtidos por meio da peneira (Tabela III e Figura 9).

Tabela II. *Macrobrachium olfersii*. Abundância mensal dos indivíduos pelas técnicas de coleta e regiões amostradas (F = fêmeas, FO = fêmeas ovígeras, M = machos, NS = indiferenciados).

Técnicas	Região/Sexo	Meses												Total
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Armadilha	Eldorado													
	F	4	13	10	8	4	1	0	0	0	0	1	0	41
	FO	2	10	0	3	4	1	0	0	0	0	0	2	22
	M	27	45	33	11	3	1	0	0	1	2	8	11	142
	NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sete Barras													
	F	0	14	26	7	3	1	1	1	0	0	1	0	54
	FO	5	13	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	22
	M	7	36	10	13	10	4	3	0	2	1	4	6	96
	NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Registro													
	F	38	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	46
	FO	12	1	2	2	1	0	0	0	0	0	1	0	19
	M	77	14	15	5	4	0	3	1	1	1	1	1	123
	NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Iguape													
	F	1	0	4	3	3	1	0	0	2	0	2	2	18
	FO	1	0	0	1	2	0	0	1	1	0	1	2	9
	M	10	25	28	19	16	7	3	3	3	2	3	18	137
	NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peneira	Eldorado													
	F	18	2	10	7	3	3	4	8	12	39	42	20	168
	FO	30	12	40	7	0	0	0	0	0	0	22	18	129
	M	70	49	53	21	5	13	4	7	9	44	81	68	424
	NS	1	9	3	98	51	81	78	70	17	41	15	8	472
	Sete Barras													
	F	9	5	10	9	4	3	19	21	9	80	48	12	229
	FO	19	2	18	6	4	1	0	0	0	1	21	7	79
	M	76	26	39	5	0	3	10	8	13	34	80	37	331
	NS	2	50	74	130	156	52	130	117	19	84	11	30	855
	Registro													
	F	4	4	4	2	2	4	13	6	15	25	35	15	129
	FO	3	8	6	4	1	2	0	0	0	1	5	1	31
	M	19	54	12	8	4	4	9	11	17	26	31	36	231
	NS	6	0	2	75	215	106	178	135	94	202	89	33	1.135
	Iguape													
	F	1	4	12	14	10	7	2	7	23	101	21	5	207
	FO	0	42	33	5	1	2	0	0	0	1	2	1	87
	M	2	52	50	17	9	12	5	3	7	31	29	45	262
	NS	47	5	451	1.141	393	329	265	298	299	893	58	14	4.193
Total		491	496	949	1.626	910	638	727	697	544	1.609	612	392	9.691

Tabela III. *Macrobrachium olfersii*. Abundância e tamanho médio dos indivíduos amostrados nos diferentes técnicas de coleta e regiões (N = número de indivíduos; $\bar{X}$ = média; dp = desvio padrão; NS = indiferenciado).

Regiões	Técnicas	Total	NS N ($\bar{X} \pm dp$)	Machos N ($\bar{X} \pm dp$)	Fêmeas N ($\bar{X} \pm dp$)
Eldorado	Armadiha	205	-	142 (17,30±1,97)	63 (16,49±1,47)
	Peneira	1.193	472 (3,35±0,80)	424 (7,35±2,60)	297 (8,37±2,25)
Sete Barras	Armadiha	172	-	96 (17,72±1,91)	76 (16,63±1,75)
	Peneira	1.494	855 (3,37±0,31)	331 (7,05±2,07)	308 (7,16±2,59)
Registro	Armadiha	188	-	123 (14,90±2,50)	65 (15,16±1,62)
	Peneira	1.526	1.135 (3,26±0,30)	231 (7,49±2,82)	160 (6,35±2,48)
Iguape	Armadiha	164	-	137 (16,60±1,33)	27 (14,32±1,91)
	Peneira	4.794	4.193 (3,13±0,30)	262 (6,88±2,03)	294 (7,06±2,82)
Total	Armadiha	729	-	498 (16,60±2,84)	231 (15,91±2,28)
	Peneira	8.962	6.655 (3,2±0,30)	1.248 (7,16±3,09)	1.059 (7,35±2,97)

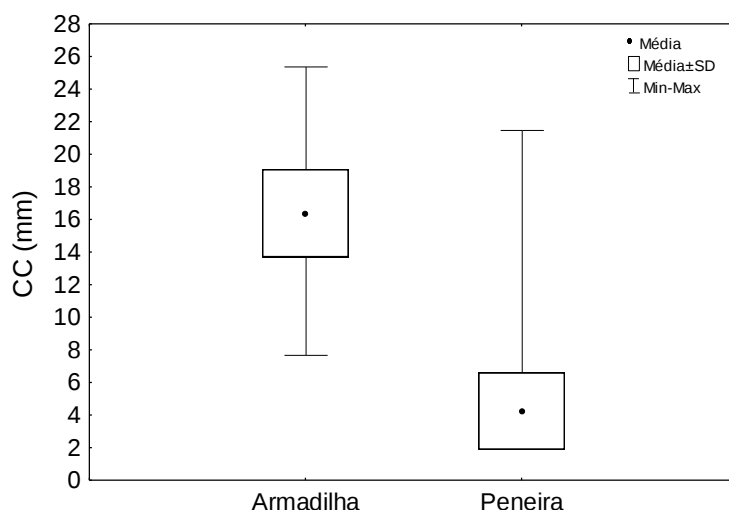


Figura 9. *Macrobrachium olfersii*. Tamanhos médios e amplitude do comprimento da carapaça (mm) dos indivíduos amostrados por armadilha e peneira (CC = Comprimento da carapaça; SD = desvio padrão; Min = Mínimo; Max = Máximo).

4.2. Dinâmica populacional

4.2.1. Tamanho dos indivíduos

Do total de 9.691 exemplares de *M. olfersii* analisados, 1.746 foram machos, 892 fêmeas e 398 fêmeas ovígeras com amplitude total de tamanho (CC) de 2,2 mm a 25,4 mm ($5,1 \pm 3,9$ mm), enquanto o comprimento total do corpo (CT) variou de 7,1 mm a 56,2 mm ($22,9 \pm 12,2$ mm). Os camarões indiferenciados representaram 68% do total de exemplares coletados e exibiram tamanho de 2,2 a 3,9 mm CC (Tabela IV).

O tamanho mediano (50%) para os machos foi 7,5 mm CC e para as fêmeas foi de 8,7 mm CC, entretanto os percentis de 25% e 75% foram maiores para os machos (Figura 10A). Assim, o tamanho médio dos machos foi estatisticamente maior em relação às fêmeas (teste *t*, $p < 0,001$) (Figura 10B).

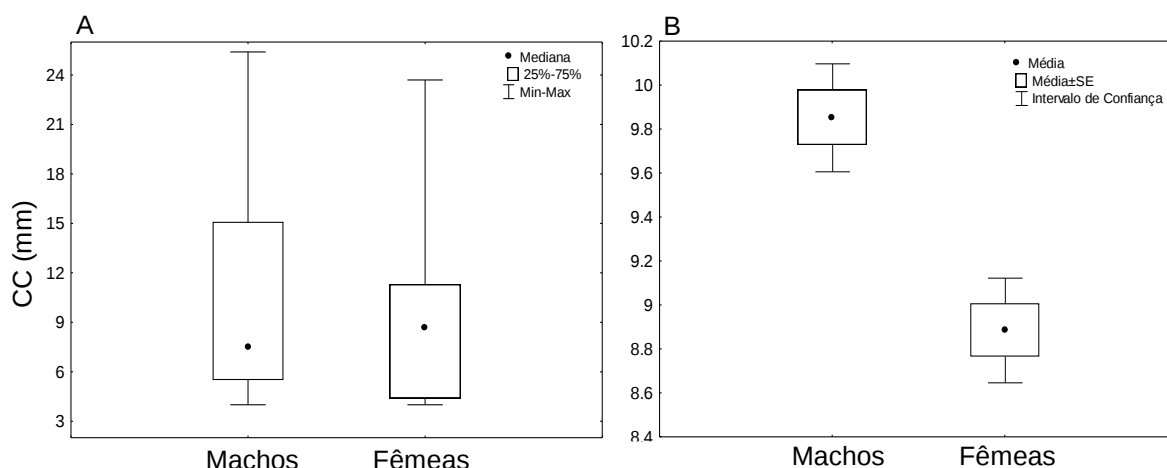


Figura 10. *Macrobrachium olfersii*. Box-plot evidenciando (A) o tamanho mediano do comprimento da carapaça de machos e fêmeas e (B) o tamanho médio e intervalo de confiança dos camarões coletados de janeiro a dezembro de 2007 no Rio Ribeira de Iguape (CC = Comprimento da carapaça; Min = Mínimo; Max = Máximo; SE=Erro padrão).

Com relação à comparação do tamanho dos indivíduos coletados em cada região foi registrado o menor em Iguape (2,2 mm CC) e o maior em Eldorado (25,4 mm CC). Além disso, observou-se que o tamanho geral da população de *M. olfersii* foi estatisticamente diferente entre as regiões, evidenciando que à medida que os

indivíduos se afastam da região mais próxima do estuário (Iguape) vão ficando maiores (Kruskal-Wallis, $H = 2051$; $p = 0,0003$) (Figura 11). Os resultados obtidos no teste de Dunn indicaram que não houve diferença estatística entre o tamanho dos machos entre Eldorado, Sete Barras e Registro, mas foram estatisticamente menores em Iguape ($p < 0,05$). Para as fêmeas observou-se que o maior tamanho mediano foi em Eldorado ($p < 0,05$) e o menor em Iguape, entretanto o tamanho das fêmeas de Iguape não diferiu estatisticamente de Registro (Figura 12).

Tabela IV. *Macrobrachium olfersii*. Comprimento da carapaça (CC) e total (CT) dos indivíduos (NS = indiferenciados, N = número de indivíduos; $\bar{X}$ = média; dp = desvio padrão; valores entre parênteses = CT pela conversão da equação $CT = 8,018 \cdot CC^{0,67}$).

CC (mm)	NS	Machos	Fêmeas	Ovígeras	Total
N	6.655	1.746	892	398	9.691
Mínimo	2,2	4,0	4,0	7,0	2,2
Máximo	3,9	25,4	23,7	19,9	25,4
$\bar{X} \pm dp$	$3,2 \pm 0,3$	$9,8 \pm 5,2$	$7,8 \pm 4,6$	$11,1 \pm 1,9$	$5,1 \pm 3,9$
CT (mm)					
N	1.377	1.132	334	391	3.234
Mínimo	8,2 (13,6)	12,8 (20,7)	11,1 (20,3)	20,1 (29,6)	8,2
Máximo	13,6 (19,9)	56,2 (70,1)	52,3 (67,1)	49,7 (59,7)	56,2
$\bar{X} \pm dp$	$10,8 \pm 0,9$	$30,4 \pm 10,1$	$32,4 \pm 9,4$	$30,3 \pm 5,4$	$22,3 \pm 12,1$

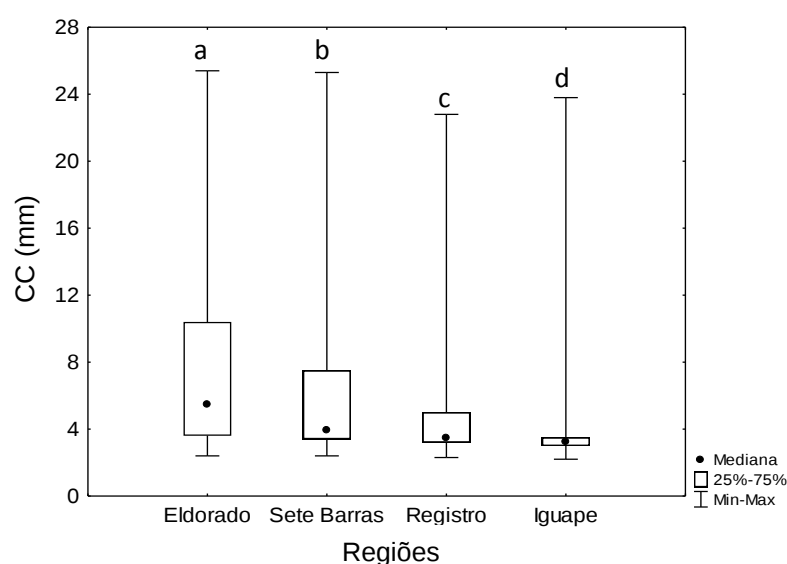


Figura 11. *Macrobrachium olfersii*. Tamanhos medianos e amplitude do comprimento da carapaça da população nas regiões amostradas no Rio Ribeira de Iguape (Letras diferentes indicam diferença estatística entre as regiões no teste *a posteriori* de Dunn, $p < 0,05$) (CC = Comprimento da carapaça; Min = Mínimo; Max = Máximo).

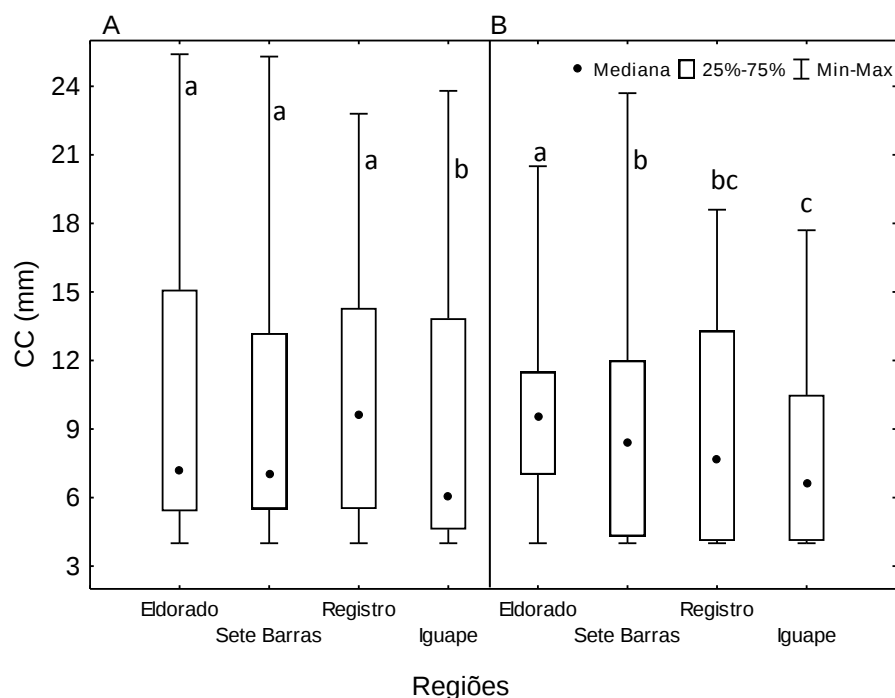


Figura 12. *Macrobrachium olfersii*. Comparações dos tamanhos medianos (CC) de machos (A) e fêmeas (B) entre as regiões de janeiro a dezembro de 2007 no Rio Ribeira de Iguape (Letras diferentes indicam diferença estatística entre as regiões no teste *a posteriori* de Dunn, $p < 0,05$) (CC = Comprimento da carapaça; Min = Mínimo; Max = Máximo).

4.2.2. Distribuição de frequência de tamanho

Os camarões foram distribuídos em 12 classes de tamanho com amplitude de 2 mm, sendo que a primeira (2 [– 4 mm) englobou os indivíduos indiferenciados, tendo a maior representatividade de exemplares. As fêmeas atingiram até a 10ª classe (22 [– 24 mm), e os machos, até a última classe (24 [– 26 mm). A distribuição de frequência de tamanho para machos e fêmeas foi estatisticamente diferente de acordo com o teste de Kolmogorov–Smirnov ($d_{\max} = 0,196$, $p < 0,01$) (Figura 13).

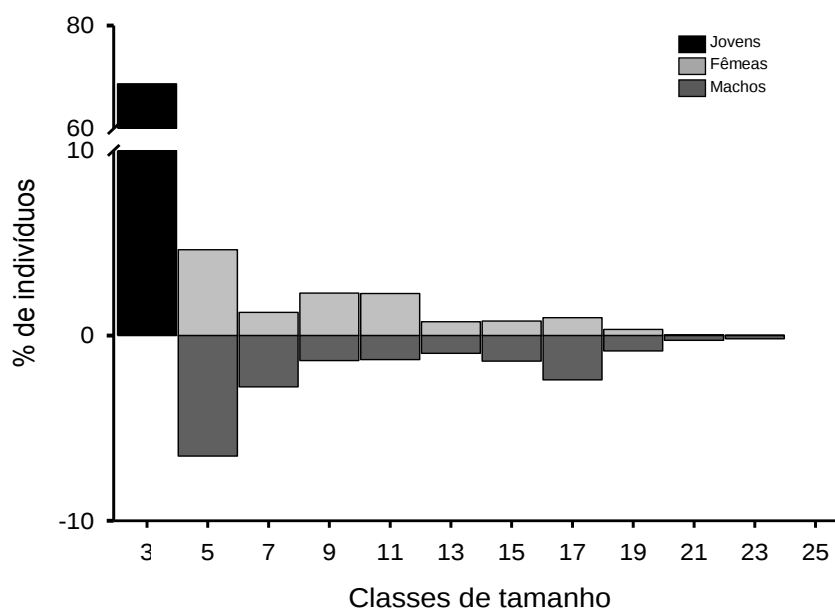


Figura 13. *Macrobrachium olfersii*. Distribuição de frequência de tamanho do comprimento da carapaça (CC) do total de machos e fêmeas amostrados no período de janeiro a dezembro de 2007 no Rio Ribeira de Iguape.

Nas regiões mais afastadas da foz do rio (Eldorado, Sete Barras e Registro), os machos e fêmeas de tamanhos variados foram predominantes de janeiro a março, e a partir de abril houve grande aumento na porcentagem de jovens, com pico de junho a agosto, quando a abundância desses indivíduos alcançou mais de 90% do total. A partir de setembro teve uma queda na abundância dos jovens e os machos e fêmeas dominaram a população novamente, com exceção de Registro, em que a abundância dos jovens manteve-se alta até novembro, e somente em dezembro os machos e fêmeas predominaram. Por outro lado, em Iguape a abundância dos jovens manteve-se alta ao longo do ano, sendo que apenas fevereiro, novembro e dezembro a porcentagem desses foi inferior a 60% (Figura 14).

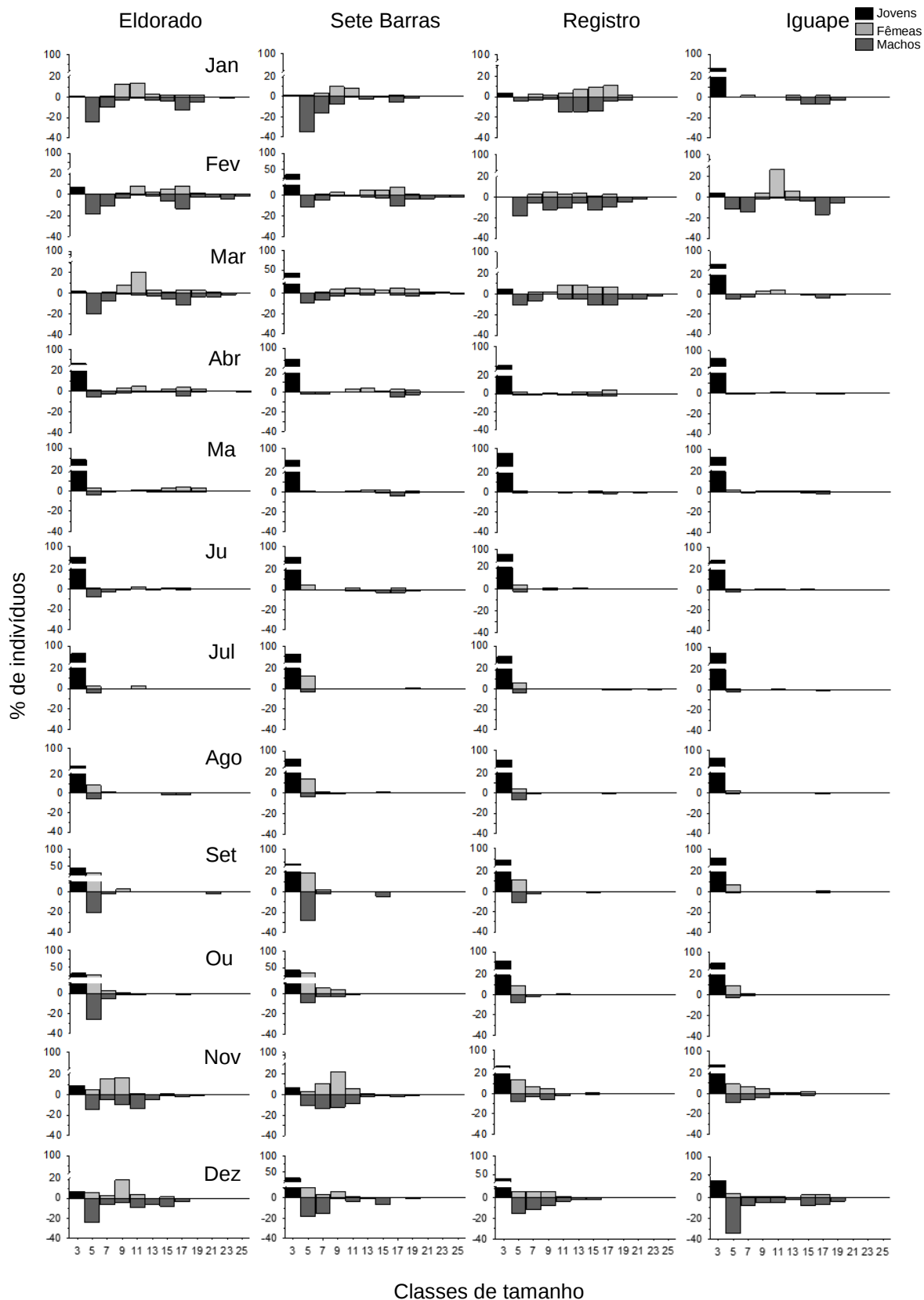


Figura 14. *Macrobrachium olfersii*. Distribuição de frequência mensal dos indivíduos nas quatro regiões amostradas ao longo do Rio Ribeira de Iguape

4.2.3. Recrutamento

Os jovens (indiferenciados) ocorreram em todas as regiões amostradas, sendo que em Iguape sua representatividade foi acima de 60% durante todo o ano (Figura 15).

Entretanto o resultado da PerManova indicou que somente as estações do ano apresentaram diferença estatística na porcentagem de jovens ($Pseudo-F = 10.578$, $p = 0,000$) não tendo interação entre os fatores (regiões e estações) ($Pseudo-F = 1.122$, $p = 0,339$) (Tabela V). A comparação entre as estações indicou que somente o outono e o inverno que não diferiram estatisticamente entre eles por apresentar as maiores porcentagens de jovens ($p > 0,05$) (Tabela V, Figura 16).

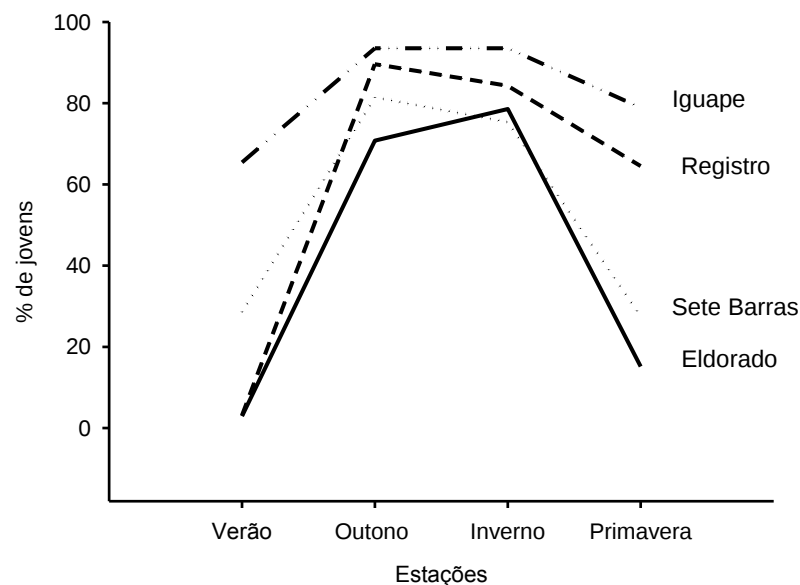


Figura 15. *Macrobrachium olfersii*. Frequência relativa (%) dos indivíduos indiferenciados (jovens) pelas regiões e estações do ano no Rio Ribeira de Iguape de janeiro a dezembro de 2007.

Tabela V. *Macrobrachium olfersii*. Two-way PerMANOVA da abundância dos indivíduos indiferenciados entre as regiões e estações do ano (gl = graus de liberdade, SQ = soma dos quadrados, QM = quadrado médio).

Fonte da variação	gl	SQ	QM	F	P
Região	3	0,543	0,181	1,785	0,111
Estação do ano	3	3,217	1,073	10,578	0,000
Interação	9	1,023	0,114	1,122	0,339
Residual	32	3,244	0,101		
Total	47	8,028			

Comparação entre as estações do ano		
Estações	t	P
Verão vs. Outono	3,883	0,000
Verão vs. Inverno	3,671	0,000
Verão vs. Primavera	1,980	0,026
Outono vs. Inverno	0,903	0,406
Outono vs. Primavera	3,918	0,000
Inverno vs. Primavera	3,404	0,001

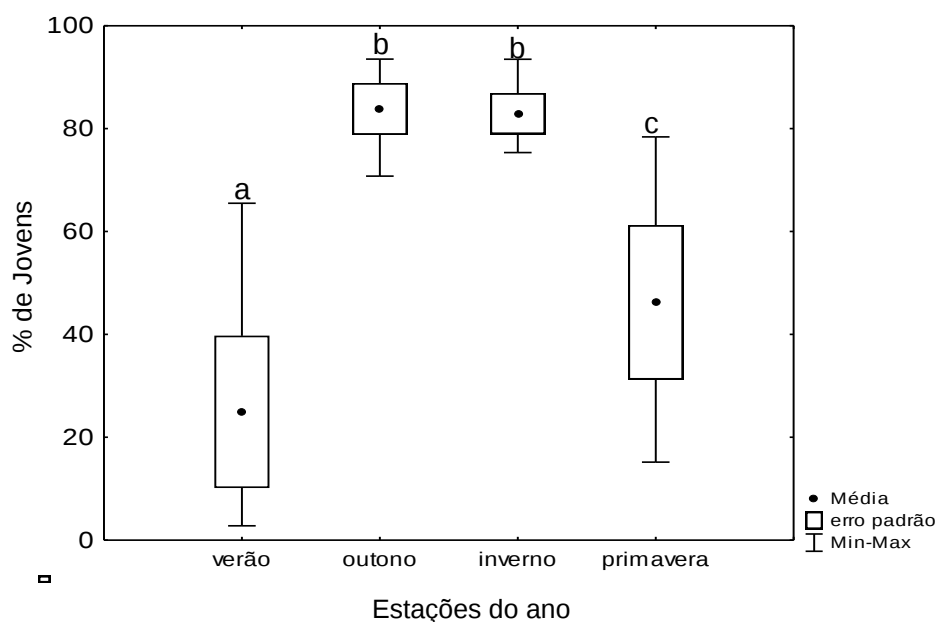


Figura 16. *Macrobrachium olfersii*. Porcentagem média de indivíduos indiferenciados (jovens) pelas estações do ano de janeiro a dezembro de 2007 no Rio Ribeira de Iguape (Teste *a posteriori* t; letras diferentes indicam diferenças significativas).

4.2.4. Período Reprodutivo

A frequência relativa de fêmeas ovígeras se correlacionou negativamente com a frequência de jovens (Spearman, $r_s = -0,62$, $p < 0,05$). Esta relação pode ser observada na figura 17 onde o recrutamento ocorreu com maior intensidade de abril a setembro (outono e inverno) em resposta ao esforço reprodutivo de novembro a março (primavera e verão).

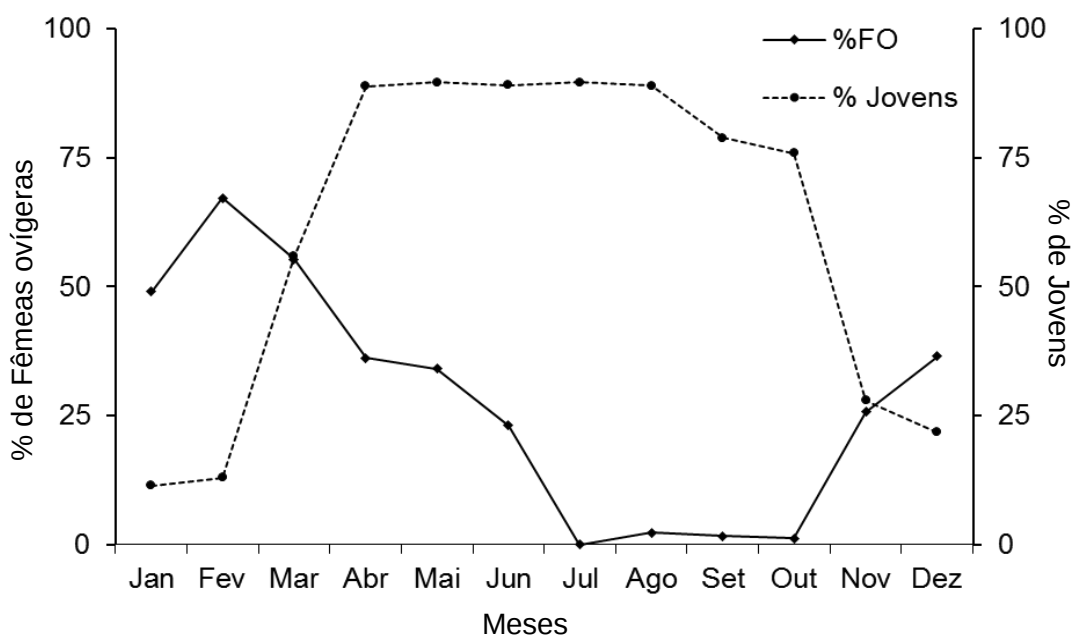


Figura 17. *Macrobrachium olfersii*. Variação mensal da frequência relativa (%) de fêmeas ovígeras (FO) e de jovens (indiferenciados) de janeiro a dezembro de 2007 no Rio Ribeira de Iguape.

As fêmeas ovígeras ocorreram em todas as regiões amostradas sem apresentar diferença significativa entre elas (PerMANOVA, $Pseudo-F = 1.769$, $p = 0,113$) (Tabela VI, Figura 18a). Contudo, foi detectada diferença significativa nas estações do ano, sendo que a frequência relativa das fêmeas ovígeras foi estatisticamente diferente entre todas as estações, iniciando um aumento reprodutivo na primavera, tendo um pico no verão e queda acentuada no inverno ($p < 0,05$) (Tabela VI, Figura 18b).

Para a porcentagem de fêmeas ovígeras em relação ao total de fêmeas, percebe-se que nos meses de inverno, somente em Iguape elas estiveram

presentes em pequena porcentagem (Figura 19a). Em relação ao estágio de desenvolvimento embrionário dos ovos, observou-se que em todas as regiões as fêmeas ovígeras possuíam ovos nos estágios iniciais, intermediários e finais (Figura 19b).

Tabela VI - *Macrobrachium olfersii*. Two-way PerMANOVA da abundância das fêmeas ovígeras entre as regiões e estações do ano (gl = graus de liberdade, SQ = soma dos quadrados, QM = quadrado médio).

Fonte da variação	gl	SQ	QM	F	P
Região	3	0,544	0,81	1,769	0,113
Estação do ano	3	6,808	2,269	22,157	0,000
Interação	9	1,339	0,149	1,453	0,129
Residual	32	3,278	0,102		
Total	47	11,969			

Comparação entre as estações do ano		
Estações	t	P
Verão vs. Outono	3,253	0,006
Verão vs. Inverno	8,343	0,000
Verão vs. Primavera	2,722	0,001
Outono vs. Inverno	8,563	0,000
Outono vs. Primavera	2,077	0,011
Inverno vs. Primavera	3,943	0,000

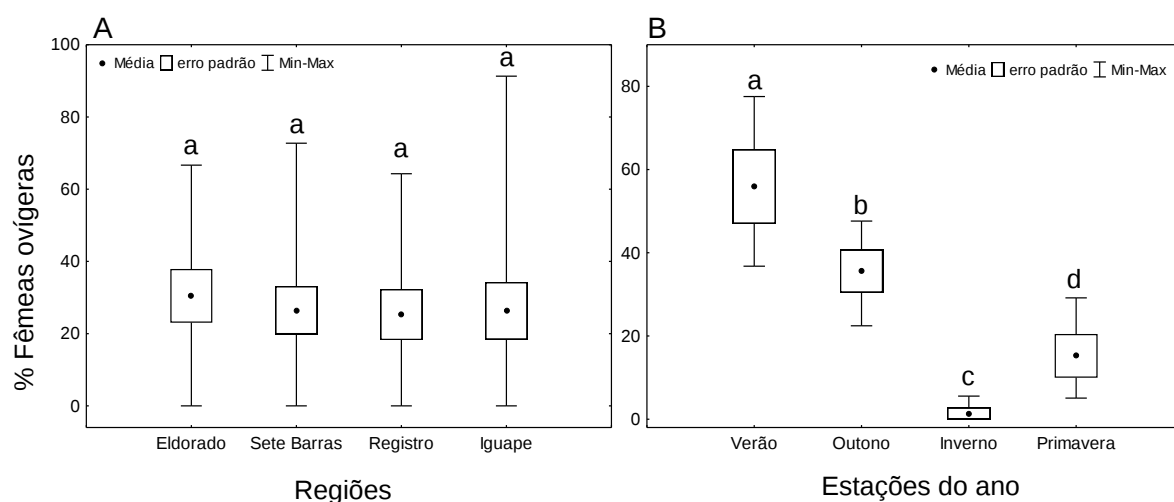


Figura 18. *Macrobrachium olfersii*. Porcentagem média de fêmeas ovígeras pelas regiões de estudo (A) e pelas estações do ano (B) de janeiro a dezembro de 2007 no Rio Ribeira de Iguape (Teste *a posteriori* t; letras diferentes indicam diferenças significativas) (Min = Mínimo; Max = Máximo).

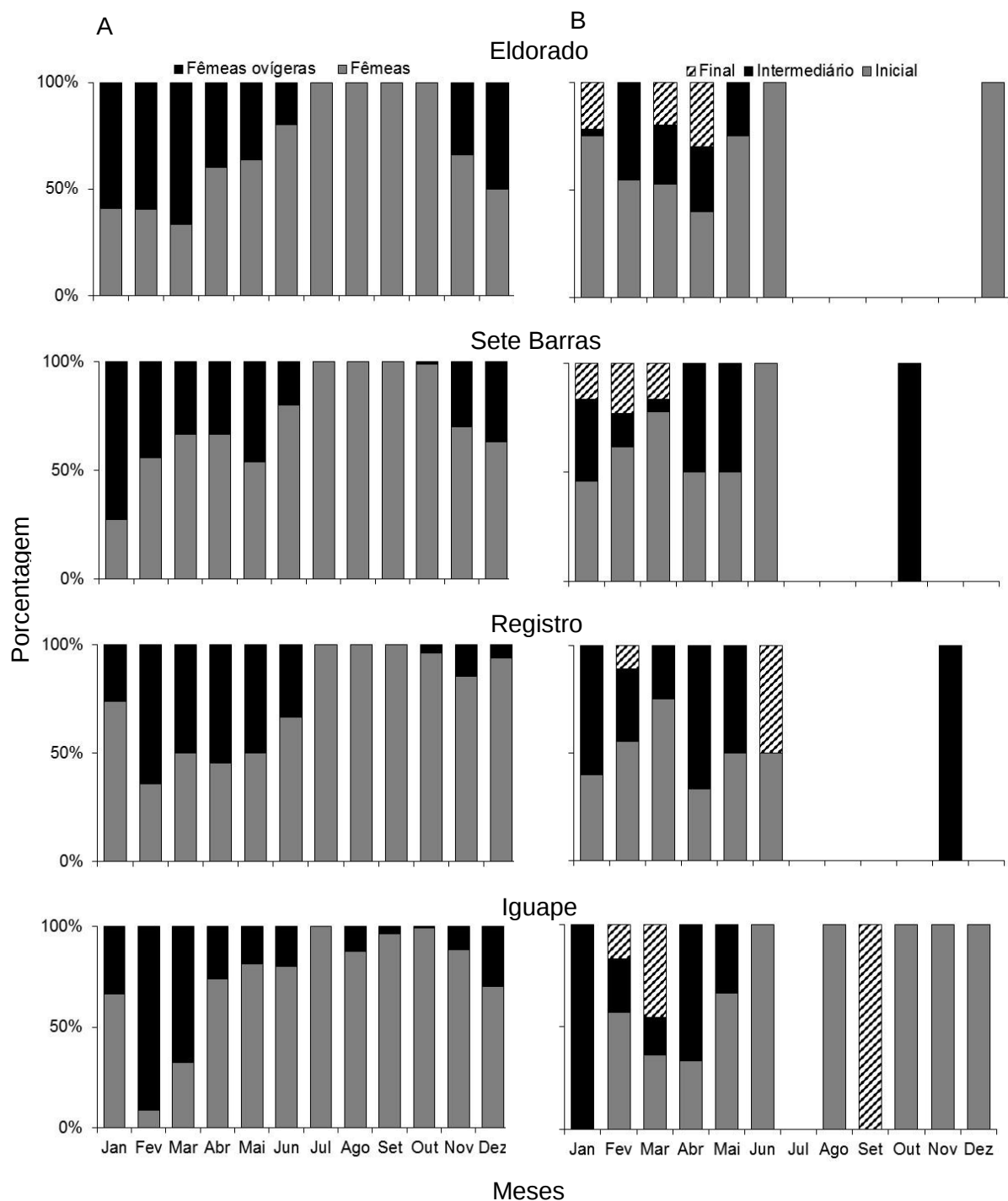


Figura 19. *Macrobrachium olfersii*. (A) Frequência relativa de fêmeas ovígeras e (B) estágio os ovos pelas estações do ano de 2007 no Rio Ribeira de Iguape.

A porcentagem de fêmeas ovígeras apresentou uma variação sincrônica com a temperatura da água e precipitação de chuva. A temperatura média da água nas quatro regiões variou de 18,5°C (julho) a 29,4°C (março) e a precipitação variou de 10,6 (junho) a 251,9 mm (janeiro). No mês de julho foi observado um grande volume de chuvas na região com média de 151,2 mm o que é considerado atípico na região.

Observou-se que houve uma correlação positiva da presença das fêmeas ovígeras com a temperatura da água (Spearman, $r_s = 0,85$, $p < 0,05$). Para os dados de precipitação observou-se que os resultados da correlação de Spearman não detectaram significância ($r_s = 0,56$, $p = 0,06$). No entanto, com a exclusão do mês de julho (151,2 mm) foi detectado uma correlação positiva com a porcentagem de fêmeas ovígeras ($r_s = 0,77$, $p = 0,005$) (Figura 20).

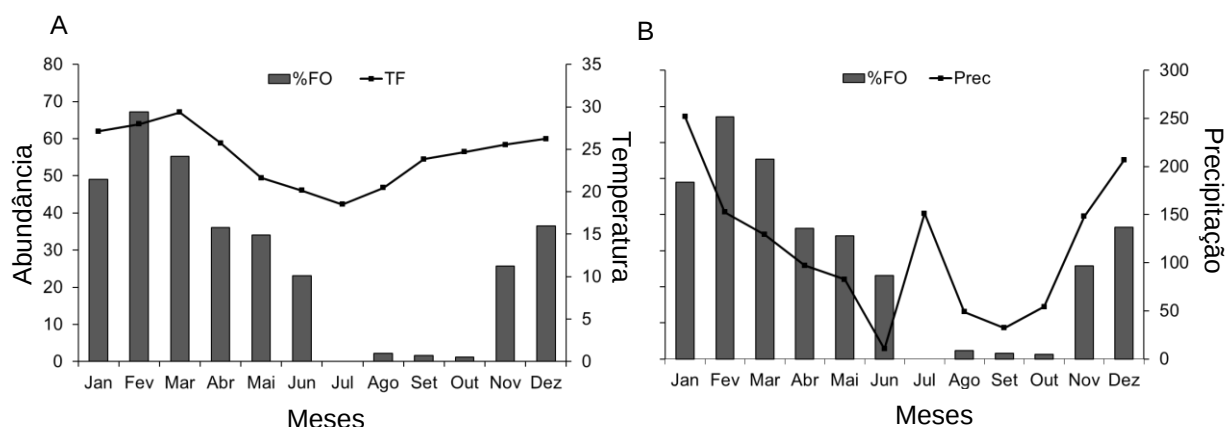


Figura 20. *Macrobrychium olfersii*. Variação mensal da frequência de fêmeas ovígeras (FO) em relação à temperatura de fundo (TF) (A) e precipitação (Prec) (B) no Rio Ribeira de Iguape de janeiro a dezembro de 2007.

4.2.5. Razão Sexual

A razão sexual total da população apresentou desvio significativo para os machos (1M:0,73F) (Teste Binomial, $p < 0,05$), o mesmo ocorreu nas regiões de Eldorado, Registro e Iguape (Teste Binomial, $p < 0,05$), somente em Sete Barras a proporção não diferiu de 1:1 (Teste Binomial, $p > 0,05$) (Figura 21).

Observou-se que a razão sexual sofreu variações entre os meses de coleta nas quatro regiões. Em Eldorado e Iguape foram observados desvios significativos da proporção de 1:1 em seis dos 12 meses estudados. Em Sete Barras cinco dos 12 meses e Registro em três meses, todos ocorrendo principalmente nos meses correspondente à primavera e verão, favorecendo preferencialmente os machos (Teste Binomial, $p < 0,05$) (Figura 22).

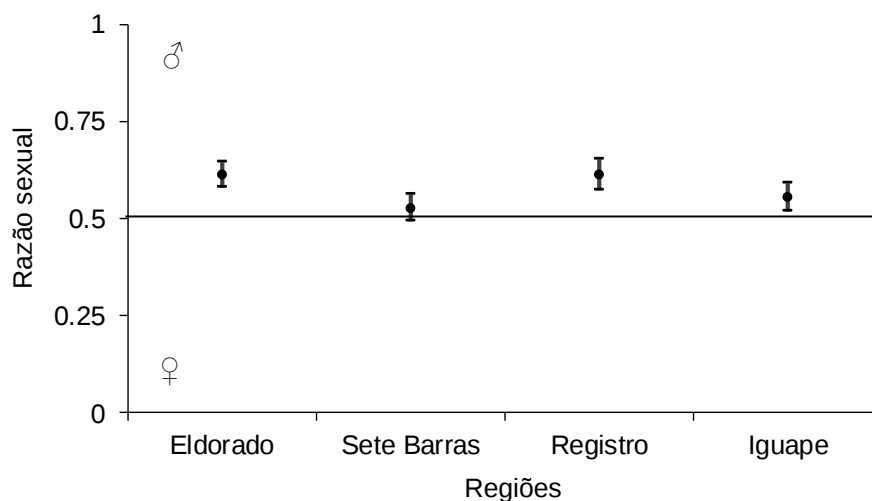


Figura 21. *Macrobrachium olfersii*. Razão sexual total (média $\pm$ erro padrão) para Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape.

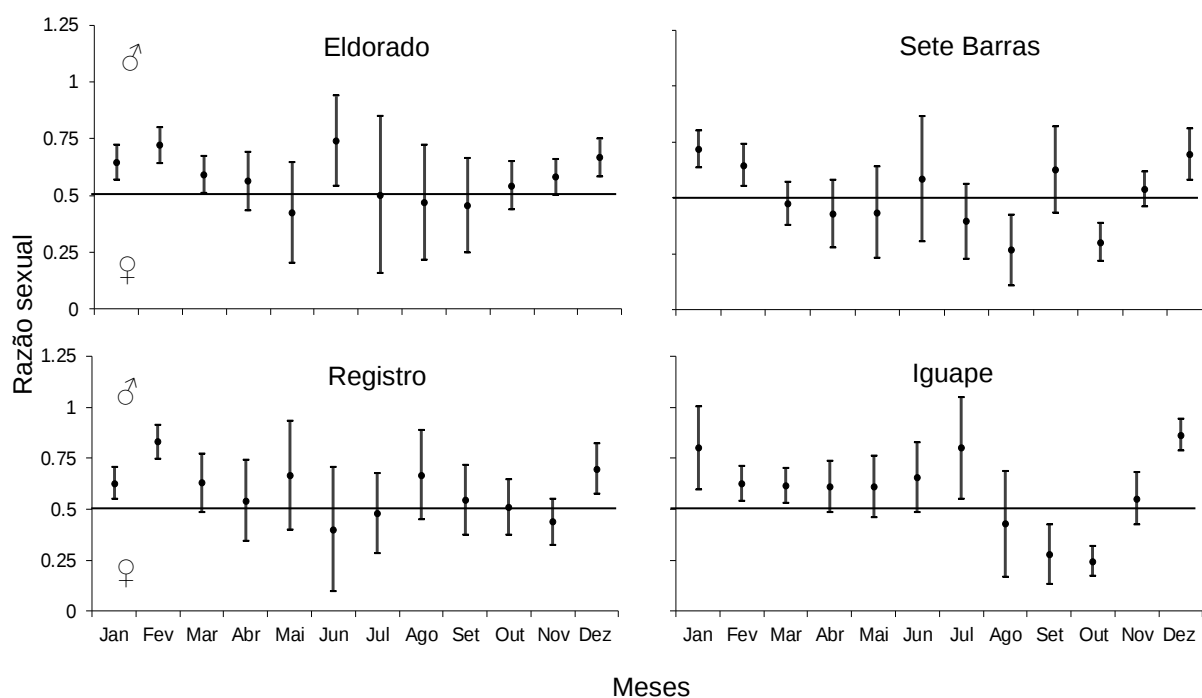


Figura 22. *Macrobrachium olfersii*. Razão sexual mensal (média $\pm$ erro padrão) em Eldorado, Sete Barras, Registro e Iguape.

4.2.6. Maturidade Sexual

A maturidade sexual individual foi de 7,0 mm CC e o tamanho estimado para a maturidade sexual da população (CC_{50%}) foi de 10,9 mm CC e 129 dias para

alcançar este tamanho (Tabela VII, Figura 23). Quanto às regiões, verificou-se que o CC_{50%} em Iguape foi menor, onde as fêmeas atingem a maturidade com 10,2 mm CC e cerca de 127 dias para atingir este tamanho (Tabela VII).

Tabela VII. *Macrobrachium olfersii*. Tamanho da maturidade sexual individual e da população (CC_{50%}) das fêmeas e o total de dias para atingir este tamanho, nas regiões de estudo no Rio Ribeira de Iguape (CC < FO = comprimento da carapaça da menor fêmea ovígera; CC_{50%} = valor da equação logística).

	Maturidade individual	Maturidade populacional	
	CC < FO	CC _{50%}	Dias
Total	7,0	10,9	129
Eldorado	7,7	10,5	102
Sete Barras	7,0	11,2	113
Registro	7,0	12,3	129
Iguape	7,8	10,2	127

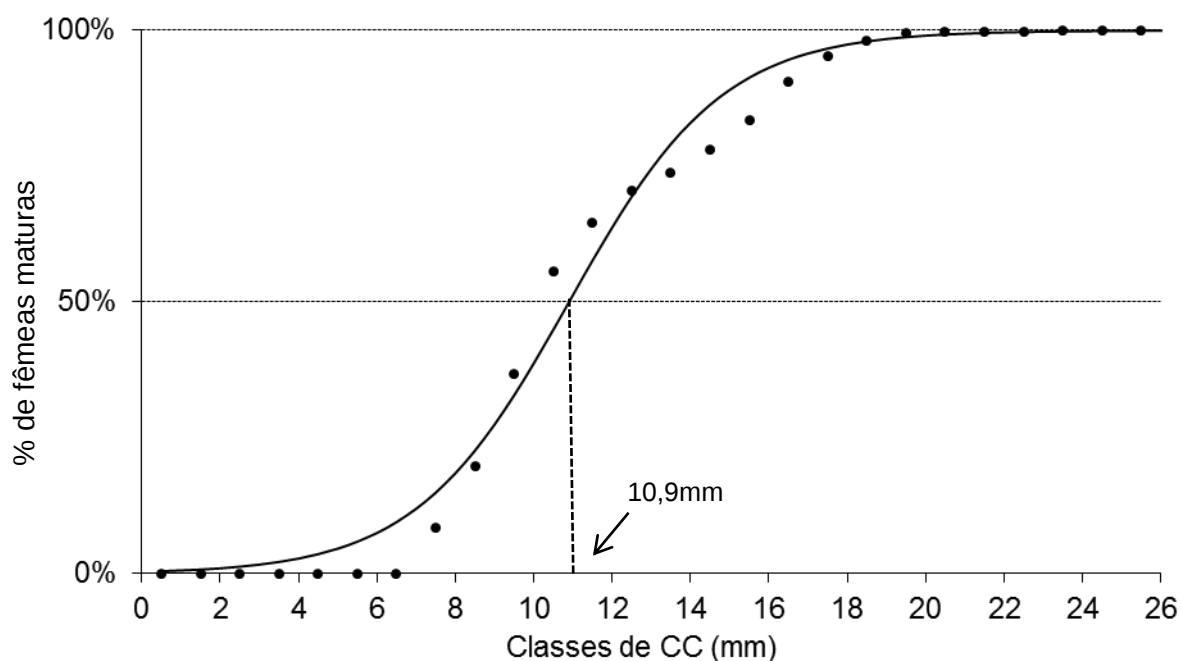


Figura 23. *Macrobrachium olfersii*. Tamanho da maturidade sexual (CC_{50%}) para o total de fêmeas amostradas no Rio Ribeira de Iguape.

4.2.7. Crescimento

Para composição da curva de crescimento do comprimento da carapaça em relação ao total de indivíduos (machos e fêmeas), foram selecionadas oito coortes para os machos e seis para fêmeas (Figuras 24 e 25).

As curvas de crescimento, obtidas através do deslocamento modal, resultaram na seguinte equação para machos e fêmeas respectivamente: $CC_{\infty}=31,85[1-\exp^{-1,75(t-0,0032)}]$ e $CC_{\infty}=23,67[1-\exp^{-1,75(t-0,0965)}]$ (Tabela VIII). O teste F para comparação das curvas de crescimento entre os sexos mostrou diferença significativa ($F_{cal} = 126,54 > F_{tab} = 2,77$; $p < 0,001$), indicando que uma única curva não descreve o crescimento de ambos os sexos (Figura 26).

Os machos apresentaram longevidade ($t_{m\acute{a}x}$ 2,64 anos) levemente superior a das fêmeas ($t_{m\acute{a}x} = 2,62$ anos) (Tabela VIII).

As equações do crescimento dos indivíduos separadamente pelas regiões demonstraram que em Registro e Iguape (locais mais próximos ao estuário) os indivíduos (machos e fêmeas) atingem os menores tamanhos (CC_{∞}), apresentam menor longevidade ($t_{m\acute{a}x}$) e crescimento mais acelerado (k) (Tabela VIII). Além disso, apenas em Iguape os machos e fêmeas apresentaram um crescimento diferencial ($F_{cal} = 28,61 > F_{tab} = 3,01$; $p < 0,001$).

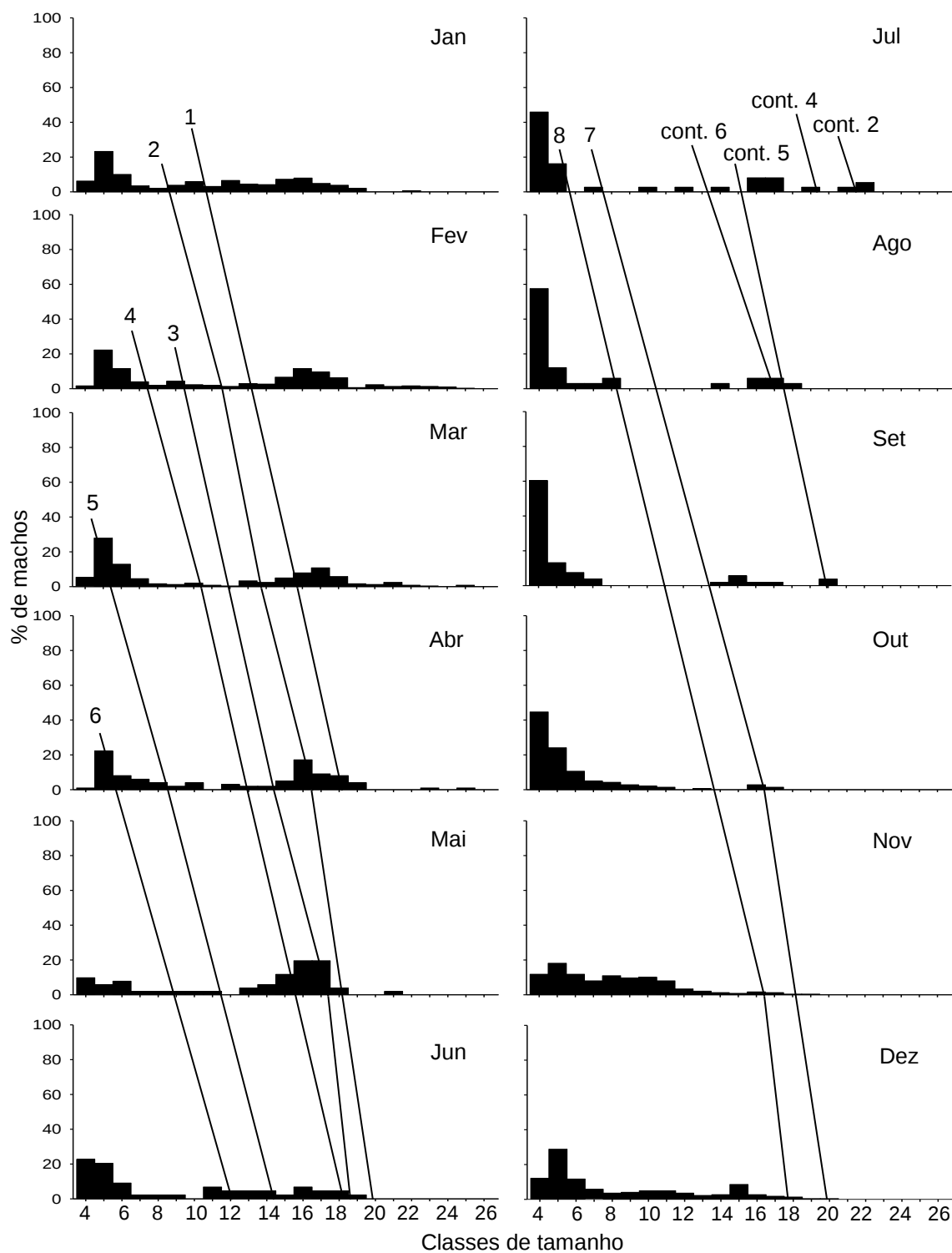


Figura 24. *Macrobrachium olfersii*. Distribuição mensal dos machos em classes de tamanho e progressão modal das coortes da população amostrada no Rio Ribeira de Iguape (As linhas são as coortes selecionadas durante o período de estudo usado para descrever o crescimento).

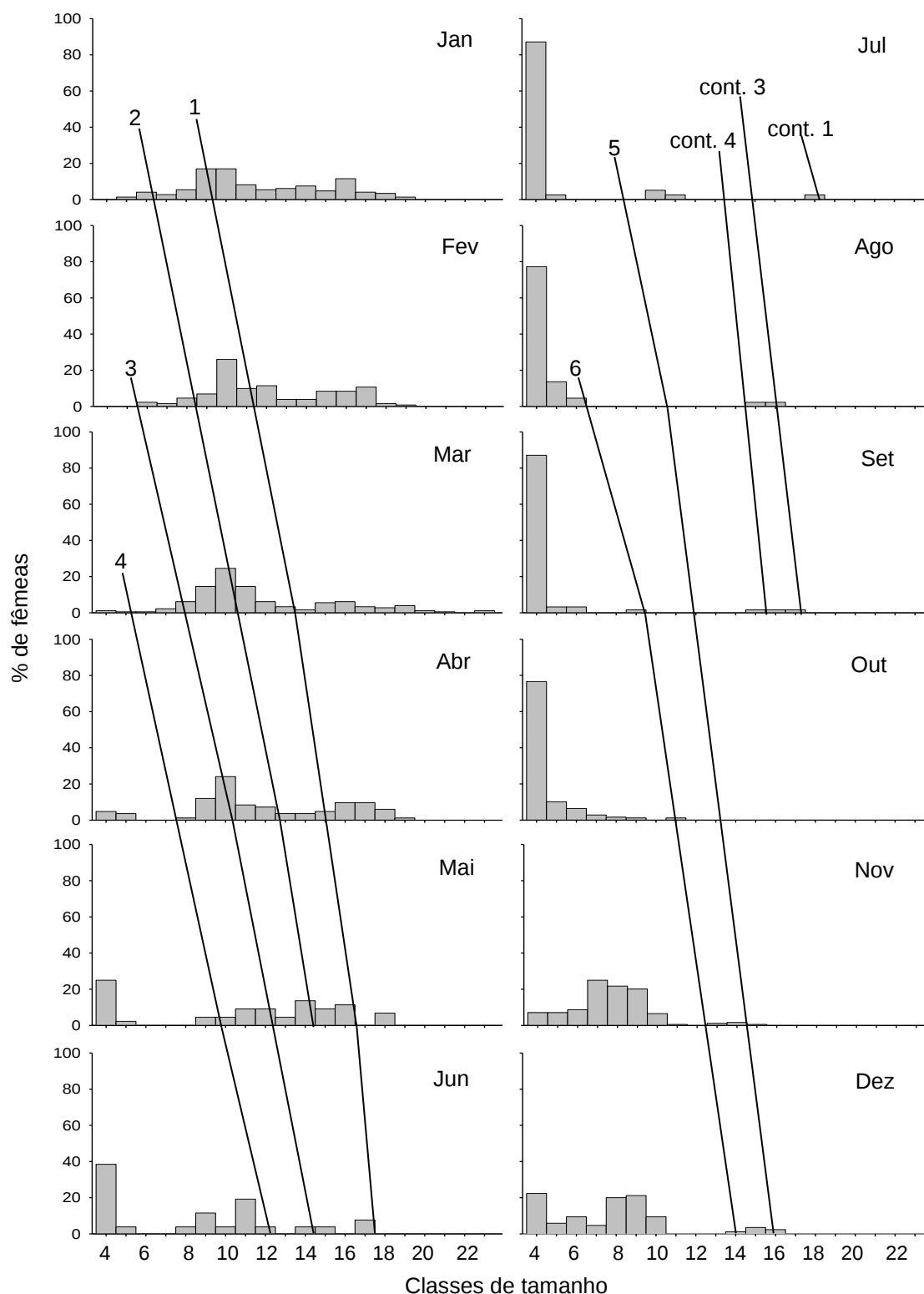


Figura 25. *Macrobrachium olfersii*. Distribuição mensal das fêmeas em classes de tamanho e progressão modal das cortes da população amostrada no Rio Ribeira de Iguape (As linhas são as coortes seleccionadas durante o período de estudo usado para descrever o crescimento).

Tabela VIII. *Macrobrachium olfersii*. Parâmetros do crescimento estimados para machos e fêmeas nas regiões de estudo ao longo do Rio Ribeira de Iguape (CC_{∞} = tamanho assintótico; k = coeficiente de crescimento; t_0 = idade teórica do organismo no tamanho zero; $t_{\text{máx}}$ = longevidade).

	CC_{∞}	k (ano ⁻¹)	t_0	$t_{\text{máx}}$ (anos)
Total				
Machos	31,85	1,75	0,0032	2,64
Fêmeas	23,67	1,75	0,0965	2,62
Eldorado				
Machos	30,09	1,38	0,0965	3,25
Fêmeas	26,35	1,82	0,6045	2,50
Sete Barras				
Machos	30,06	1,71	0,6556	2,64
Fêmeas	26,71	1,75	0,0032	2,65
Registro				
Machos	25,50	1,86	0,0032	2,45
Fêmeas	24,46	1,97	0,0032	2,32
Iguape				
Machos	25,02	2,04	0,0032	2,24
Fêmeas	21,75	1,82	0,7074	2,52

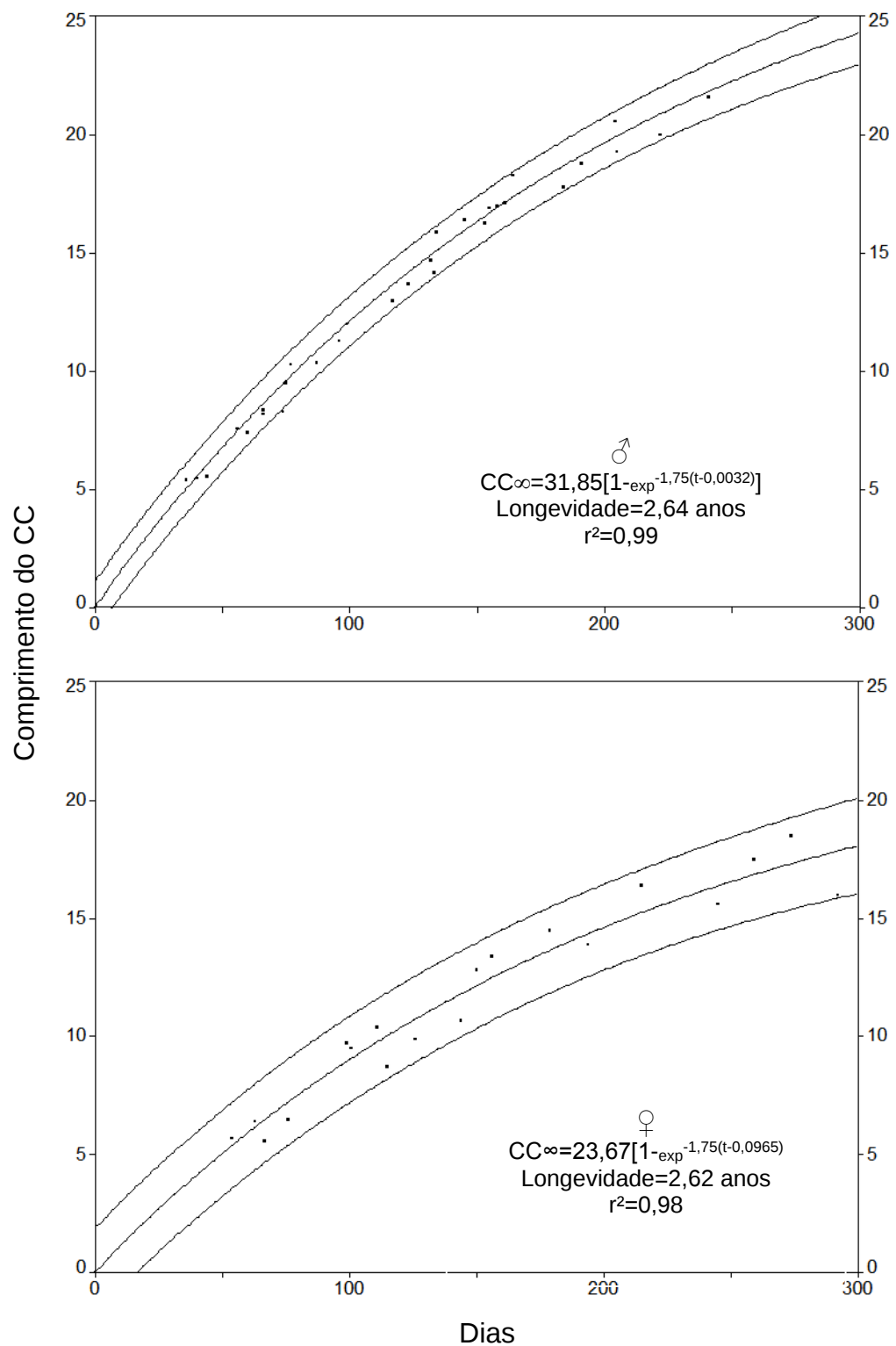


Figura 26. *Macrobrachium olfersii*. Curvas de crescimento e parâmetros da equação de von Bertalanffy estimados para machos (A) e fêmeas (B) amostrados no rio Ribeira de Iguape (Linha central é a média e as linhas externas são os intervalos de predição (95%) (CC=comprimento da carapaça - mm).



5. *Discussão e Conclusão*

5.1. Distribuição e abundância

Macrobrachium olfersii mostrou-se extremamente abundante no Rio Ribeira de Iguape, sendo encontrado ao longo de todas as regiões estudadas, inclusive em Eldorado que encontra-se a cerca de 155 Km a montante de sua foz. Na região do Vale do Ribeira, *M. olfersii* também foi registrado em rios da Estação Ecológica Jureia-Itatins, Parque Estadual Campina do Encantado, Parque Estadual Ilha do Cardoso, Cananéia e Ilha Comprida por Rocha & Bueno (2004).

Na região sul do Brasil, em Santa Catarina *M. olfersii* também foi encontrado em alta abundância, sendo que na bacia hidrográfica de Ratones, esta espécie foi a terceira mais abundante (Muller *et al.*, 1999), enquanto que no canal da Lagoa do Peri, este camarão correspondeu a cerca de 80% de todos os indivíduos amostrados por Muller & Prazeres (1992) atribuindo tal abundância as altas temperaturas da água. Na região nordeste, em Porto Seguro (Bahia), *M. olfersii* esteve presente principalmente nos locais que apresentavam bancos de macrófitas, que propicia um ambiente protegido para esta espécie (Teixeira & Couto, 2002). Em contrapartida, no Rio de Janeiro, no Rio Guapiaçu, esta espécie foi pouco representativa em número de indivíduos, ocorrendo em rios de segunda e terceira ordem, com altitudes entre 54 a 200 metros, porém segundo os autores as comparações com outros estudos são difíceis, devido às diferenças nas técnicas de amostragem, visto que eles utilizaram armadilhas de garrafas pet (Silva-Junior *et al.*, 2017).

A flutuação da população de *M. olfersii* ao longo do Rio Ribeira de Iguape está relacionada em grande parte com o regime de chuvas na região, como

detectado na correlação negativa do total de indivíduos com a precipitação média mensal. Nos meses de janeiro e fevereiro, quando se tem um grande volume de chuvas, ocorreu uma diminuição na abundância da população nas regiões amostradas, mas a partir de março e abril quando se tem baixa precipitação ocorre um pico na abundância dos camarões. Além disso, a região de Iguape, que está a cerca de 70km do estuário, foi distinta das demais por apresentar uma elevada abundância de indivíduos coletados por meio de peneira junto a vegetação marginal, ou seja, indivíduos de pequeno porte. Assim, as flutuações estão relacionadas ao comportamento anfídromo dessa espécie. No início do ano, quando as chuvas estão intensas, as larvas são transportadas para o estuário, e quando a vazão do rio diminui, estas já estão na fase juvenil e iniciam a migração em direção a montante do rio. A região de Iguape por ser a mais próxima do estuário é onde essa espécie é mais abundante e à medida que vão se afastando do estuário a população vai se dispersando, podendo ser predada, ocorrendo sua diminuição ao longo do rio.

Este comportamento de migração dos camarões nos primeiros estágios juvenis foi observado para *M. olfersii* e *M. acanthurus* na Laguna de Tacarigua, no leste da Venezuela por Gamba & Rodriguez (1987). Segundo estes autores, tais espécies formam bandas paralelas na margem do canal, contribuindo para a elevada abundância de jovens coletados na margem da laguna.

As comparações entre as técnicas de coleta mostraram que mais de 95% da abundância total foi obtida pela peneira, sendo a maior parte dessa abundância constituída pelos jovens, resultando na menor média de tamanho dos indivíduos obtidos nesta técnica de coleta. Diferenças na abundância, tamanho e grupo etário dos indivíduos obtidos entre diferentes técnicas de coleta estão relacionados ao comportamento apresentado pelos animais nas diferentes fases de vida. Segundo Mantelatto & Barbosa (2005) e Rocha (2010) os jovens e as fêmeas dos camarões palemonídeos habitam frequentemente a vegetação marginal ou entre pedriscos e folhiços acumulados no fundo à procura de abrigo e alimento, locais estes amostrados pela peneira. Por outro lado, os machos vivem em locais mais profundos, entre rochas e troncos grandes, saindo a noite para se alimentar, quando são capturados pelas armadilhas.

Com os resultados obtidos sobre a abundância e distribuição de *M. olfersii* ao longo do Rio Ribeira de Iguape é possível inferir que a população está bem adaptada as condições da região, sendo que seus aspectos biológicos estão sendo influenciados, principalmente, pelo regime de chuvas na região e pela quantidade de vegetação na margem do rio. Além disso, os níveis de impactos observados no Rio Ribeira por Marques *et al.* (2007a e b) e por Leonardo *et al.* (2008) relacionados com a contaminação da água por pesticidas e agrotóxicos oriundos da bananicultura e extração de areia parecem que ainda não estão afetando a abundância deste importante camarão na região. No entanto, estudos contínuos ao longo do Rio Ribeira de Iguape são necessários para acompanhar a real influência de tais impactos sobre a distribuição e abundância de *M. olfersii* e das demais populações de carídeos, visto que muitas espécies possuem importância econômica e ecológica.

5.2. Dinâmica populacional

Com o estudo de *M. olfersii* numa extensão do rio de cerca de 160 km a partir de sua foz, indicou que grande parte dos parâmetros populacionais flutua de acordo com o comportamento migratório evidenciado na distribuição dos indivíduos ao longo do rio. As comparações no tamanho geral da população evidenciaram que os indivíduos apresentam tamanhos maiores à medida que vão se distanciando do estuário. Além disso, tanto as fêmeas quanto os machos apresentaram diferenças de tamanhos, sendo menores em Iguape. Tal fato pode estar relacionado à migração de grande parte da população em direção a montante do rio, que segundo Gamba & Rodriguez (1987) se inicia nos primeiros estágios juvenis. Assim, a população vai progressivamente crescendo e atingindo regiões mais distantes do estuário, sendo este comportamento comum às espécies de camarões anfídromos.

O período reprodutivo de *M. olfersii* foi longo em todas as regiões, mas apresentou um padrão distinto entre elas, podendo ser classificado como descontínuo em Eldorado, Sete Barras e Registro e contínuo em Iguape, porém todos com pico no verão. Essa variação observada entre as regiões pode estar relacionada com a proximidade de Iguape com a região estuarina, onde as larvas teriam condições de alcançar a água salobra pelo transporte passivo mesmo nos

períodos de baixo índice pluviométrico quando a vazão do rio fica menor. Bertini *et al.* (2014) estudando a espécie simpátrica *M. acanthurus*, nas mesmas regiões e época de estudo, relataram que esta espécie tem reprodução descontínua, sem a presença de fêmeas ovígeras no inverno em todas as regiões. Entretanto, coletas mensais realizadas de jan/14 a jun/15 na região estuarina do Rio Ribeira de Iguape, Iguape, indicam a presença de fêmeas ovígeras destas duas espécies nos meses de inverno (Bertini, dados não publicados), corroborando com a reprodução contínua de *M. olfersii* na região de Iguape.

Além disso, Bertini *et al.* (2014) mencionaram que a reprodução de *M. acanthurus* tem o pico na primavera/verão, como ocorre com *M. olfersii*, onde se tem a maior precipitação de chuvas na região, tendo um grande aumento no volume e na vazão do Rio Ribeira de Iguape, onde as correntes de água variam de 3,5 a 4,2km/h⁻¹, e as larvas recém eclodidas na região mais distante do estuário (Eldorado, 155km da foz), precisam cerca de 37hs para alcançar o estuário em Iguape. Como *M. olfersii* e *M. acanthurus* são espécies simpátricas na região, pode-se dizer que elas se deslocam juntas para o estuário, onde encontrarão as condições ideais de desenvolvimento larval. Já para as fêmeas de *M. olfersii* que habitam Iguape, a 70 Km do estuário, o tempo de transporte das larvas até o estuário é mais curto, possibilitando a reprodução durante todo o ano.

Outras espécies de *Macrobrachium* possuem padrão reprodutivo semelhante, ligado ao ciclo hidrológico, como observado por Odinetz-Collart (1987) em Tocantins, na Amazônia Oriental, na qual esta espécie apresenta reprodução sazonal, com desovas na vazante, quando a velocidade da corrente é máxima e as larvas têm condições de alcançar a água salobra dos estuários para completar seu desenvolvimento, além disso, a velocidade da corrente parece ser o principal fator a desencadear a maturação das gônadas desta espécie de camarão. Por outro lado, esta mesma espécie na Amazônia Central apresenta reprodução contínua, porém com maior intensidade na cheia, quando as águas do rio entram na várzea, promovendo a dispersão das larvas para um ambiente rico em abrigo e alimento (Odinetz-Collart, 1993).

O longo período reprodutivo de *M. olfersii* também pode ser evidenciado pelo recrutamento contínuo em todas as regiões, visto que houve uma grande

abundância de indivíduos indiferenciados, com comprimento de carapaça entre 2,2 a 4,0 mm, ao longo de todo o ano, mas com maior intensidade no outono/inverno. Tais indivíduos são provenientes do pico reprodutivo do verão e que estão realizando a migração de retorno às regiões à montante do rio, após completarem o desenvolvimento larval no estuário. Na costa leste da Venezuela, Gamba & Rodriguez (1987) relataram que o recrutamento também foi contínuo, porém com maior intensidade em janeiro e fevereiro. Segundo esses autores, as pós-larvas tardias ou juvenis precoces, com comprimento da carapaça entre 2,4 a 5,4mm retornam ao rio com um comportamento migratório bem característico.

Outro fator de grande importância que pode atuar no padrão reprodutivo das espécies do gênero *Macrobrachium*, tanto inter como intraespecífico, é a variação latitudinal, como observado na tabela IX. Para as populações de *M. olfersii* já foram observadas diferenças em regiões distintas, onde no litoral norte de São Paulo a reprodução é contínua com picos na primavera e verão (Mossolin & Bueno, 2002; Pescinelli *et al.*, 2016). Por outro lado, em Santa Catarina, o período reprodutivo foi descontínuo, como mencionado por Barros (1995) na praia da Vigia (Garopaba), onde as fêmeas ovígeras ocorreram de outubro a julho, com pico em dezembro e maio e Ammar *et al.* (2001), na Bacia Hidrográfica de Ratoles e no Parque Municipal da Lagoa do Peri, observaram períodos de presença e ausência de fêmeas ovígeras, sendo que estas ocorreram, principalmente, nos meses mais quentes, com temperatura média da água de 25°C.

De acordo com Sastry (1983) e Asakura & Kikuchi (1984) populações de crustáceos decápodos de regiões de baixas latitudes tendem a se reproduzir continuamente, porém, com maior intensidade no verão, onde os meses são mais quentes e chuvosos. As maiores temperaturas aumentam a oferta de alimento para as larvas, devido à grande produtividade primária no estuário, além de estimular o desenvolvimento gonadal e encurtar a duração dos estágios larvais (Sastry, 1983; Asakura & Kikuchi, 1984). Por outro lado, o aumento da pluviosidade intensifica a vazão dos rios, que contribui para a dispersão das larvas de espécies anfídrômas para o estuário (Magalhães & Walker, 1988, Takino *et al.*, 1989). Contudo, o padrão reprodutivo pode variar em uma mesma latitude, em função de outros fatores, como a proximidade com o estuário, como observado no presente estudo.

Em relação aos limites de salinidade para completar o desenvolvimento larval, ainda não há um consenso para *M. olfersii*. De acordo com Dugger & Dobkin (1975) o desenvolvimento larval chegou até o estágio IX de zoea sem atingir pós-larva em 21‰, já na salinidade de 35‰ todas as larvas morreram sem completar o desenvolvimento. Em contrapartida, Gamba (1982) encontrou pós-larva de *M. olfersii* em regiões estuarinas da costa norte da Venezuela com salinidades de até 36‰, sugerindo que esta espécie tem alta tolerância a salinidade. A influência do mar no Rio Ribeira de Iguape não atinge as áreas amostradas, tendo salinidade 0‰ em todos os locais de coleta. Já a região estuarina do Mar Pequeno, onde o rio deságua por meio do Canal Valo Grande a salinidade é em torno de 8‰ (Coimbra *et al.* 2007). Diante disso, pode-se sugerir que nesta região *M. olfersii* completa sua metamorfose larval em salinidades bem inferiores aos estudos mencionados anteriormente.

Pelo fato das fêmeas ovígeras de *M. olfersii* apresentarem todos os estágios de desenvolvimento dos ovos ao longo de toda a extensão do rio, indica que não há migração delas em direção ao estuário para liberação larval, ficando evidente que as fêmeas liberam as larvas, na região onde estão, e estas são levadas pelas correntezas até o estuário. Tal fato também foi observado por Gamba (1982) na costa norte da Venezuela, onde as fêmeas ovígeras de *M. olfersii* não foram coletadas na região estuarina, indicando que elas não realizam migrações reprodutivas. Este comportamento é semelhante ao observado para outras espécies congêneres, tais como *M. carcinus* e *M. heterochirus* (March *et al.*, 1998) e *M. acanthurus* (Bertini *et al.*, 2014). Contudo, outras espécies apresentam comportamento distinto, onde as fêmeas migram para a região estuarina para liberação larval, tais como *M. rosenbergii* (John, 2009) e *M. ohione* (Olivier & Bauer, 2011). Sendo assim, essas variações entre as espécies do gênero *Macrobrachium* confirmam a grande diversidade de comportamentos reprodutivos registrados para esses camarões, sendo moduladas, provavelmente, pelas características ambientais de cada região.

Tabela IX. Variação do padrão reprodutivo entre as espécies do gênero *Macrobrachium*.

Espécie	Padrão reprodutivo	Pico reprodutivo	Local	Referência
<i>M. olfersii</i>	contínuo /descontínuo	novembro a março	São Paulo, Brasil	Presente estudo
	contínuo	novembro a fevereiro	São Paulo, Brasil	Pescinelli <i>et al.</i> (2016)
	contínuo	outubro a abril	São Paulo, Brasil	Mossolin & Bueno (2002)
	descontínuo		Santa Catarina, Brasil	Ammar <i>et al.</i> (2001)
	descontínuo	dezembro e maio	Santa Catarina, Brasil	Barros (1995)
<i>M. potiuna</i>	descontínuo	janeiro	Rio de Janeiro, Brasil	Mattos & Oshiro (2009)
	descontínuo	janeiro	Rio de Janeiro, Brasil	Antunes & Oshiro (2004)
<i>M. jelskii</i>	contínuo	março	Bahia, Brasil	Rocha & Barbosa (2016)
	contínuo	novembro a janeiro	São Paulo, Brasil	Mossolin <i>et al.</i> (2013)
	contínuo	abril a maio	Minas Gerais, Brasil	Barros-Alves <i>et al.</i> (2012)
<i>M. amazonicum</i>		dezembro a abril	Amazônia, Brasil	Costa <i>et al.</i> (2016)
	contínuo	dezembro a abril	Amapá, Brasil	Silva <i>et al.</i> (2016)
	contínuo	janeiro e fevereiro	Pará, Brasil	Freire <i>et al.</i> (2012)
<i>M. brasiliense</i>	contínuo	dezembro a maio	São Paulo, Brasil	Mantelatto & Garcia (2005)
	contínuo	abril a julho	Amazônia, Peru	García-Dávila <i>et al.</i> (2000)
<i>M. iheringi</i>	descontínuo		São Paulo, Brasil	Fransozo <i>et al.</i> (2004)
<i>M. rosenbergii</i>	contínuo		Pará, Brasil	Iketani <i>et al.</i> (2016)
<i>M. surinamicum</i>	contínuo	março a julho	Amapá e Pará, Brasil	Lima <i>et al.</i> (2015)
<i>M. acanthurus</i>	descontínuo	outubro a março	São Paulo, Brasil	Bertini <i>et al.</i> (2014)
	contínuo	maio a outubro	Campeche, México	Román-Contreras & Campos-Lince (1993)
<i>M. dux</i>	descontínuo	maio a agosto	Niger Delta, Nigéria	Arimoro & Meyre (2007)
<i>M. hainanense</i>		junho e julho	Hong Kong, China	Mantel & Dudgeon (2005)
<i>M. lar</i>	descontínuo	junho e novembro	Ilhas Adamão, Índia	Sethi <i>et al.</i> (2014)
<i>M. intermedium</i>	contínuo		New South Wales, Austrália	Gray (1991)

A proporção sexual de *M. olfersii* apresentou desvios significativos favorecendo preferencialmente os machos, tanto para as regiões agrupadas ($1\text{♂}:0,73\text{♀}$), como também separadamente, com exceção de Sete Barras. A razão sexual entre os camarões *Macrobrachium* não apresenta um padrão definido, uma vez que, tem relatados sobre desvios em favor dos machos para as espécies *M. jelskii* (Soares *et al.*, 2015), *M. hainanense* (Mantel & Dudgeon, 2005), bem como para outra população de *M. olfersii* (Dornellas *et al.*, 2011), contudo, o padrão mais observado são desvios para as fêmeas (Tabela IX).

A predominância dos machos na população pode estar relacionada à maior longevidade apresentada por estes indivíduos (como discutido abaixo no assunto longevidade). Característica semelhante também foi relatada por Mantel & Dudgeon (2005) para *M. hainanense* em dois córregos em Hong Kong na China, onde a proporção sexual apresentada por esses indivíduos foi de 1,7♂:1♀, sendo relacionada pelos autores ao maior tempo de vida dos machos. De acordo com Nwosu *et al.* (2007), as fêmeas de *M. macrobrachion* apresentam maior taxa de mortalidade natural e menor longevidade em relação aos machos uma vez que estão mais expostas a predadores.

Adicionalmente, desvios favoráveis aos machos, principalmente, no período em que foi registrado o pico reprodutivo (novembro a março), podem estar relacionados à maior susceptibilidade desses indivíduos em serem capturados, uma vez que estão mais móveis nesse período, a procura de fêmeas. Tal característica populacional foi observada para *M. potiuna* por Mattos & Oshiro (2009) onde os machos apresentaram maior abundância no período reprodutivo (primavera).

Tabela X. Razão sexual de diferentes espécies pertencentes ao gênero *Macrobrachium*.

Espécie	Razão sexual (M:F)	Local	Referência
<i>M. olfersii</i>	1:0,73	São Paulo, Brasil	Presente estudo
	1:1,58; 1:1,33*	Santa Catarina, Brasil	Ammar <i>et al.</i> (2001)*
	1:2,05	São Paulo, Brasil	Pescinelli <i>et al.</i> (2016)
	1:4,30	São Paulo, Brasil	Mossolin & Bueno (2002)
	1:1,98	Santa Catarina, Brasil	Barros (1995)
	1:0,14*	Espírito Santo, Brasil	Dornellas <i>et al.</i> (2011)*
<i>M. potiuna</i>	1:1,26	Rio de Janeiro, Brasil	Mattos & Oshiro (2009)
<i>M. jelskii</i>	1:1,08	São Paulo, Brasil	Mossolin <i>et al.</i> (2013)
	1:1,74; 1:0,75	Minas Gerais, Brasil	Soares <i>et al.</i> (2015)
<i>M. amazonicum</i>	1:2,36	Amazonas, Brasil	Taddei <i>et al.</i> (2017)
	1:1,36; 1:1,41	Amapá, Brasil	Lima & Silva (2015)
<i>M. surinamicum</i>	1:1,60	Amapá e Pará, Brasil	Lima <i>et al.</i> (2015)
<i>M. brasiliense</i>	1:2,58	São Paulo, Brasil	Mantelatto & Barbosa (2005)
	1:1,70	Iquitos-Nauta, Peru	García-Dávila <i>et al.</i> (2000)
<i>M. acanthurus</i>	1:1,60	Campeche, México	Román-Contreras & Campos-Lince (1993)
	1:1,17	São Paulo, Brasil	Bertini <i>et al.</i> (2014)
<i>M. rosenbergii</i>	1:0,92	Pará, Brasil	Iketani <i>et al.</i> (2016)
<i>M. hainanense</i>	1,70:1	Hong Kong, China	Mantel & Dudgeon (2005)
<i>M. lar</i>	1:2,84	Andaman Islands, Índia	Sethi <i>et al.</i> 2014
<i>M. macrobrachion</i>	1:3,73	Badagry Creek, Nigeria	Jimoh <i>et al.</i> (2012)
	1:1,60	Ogoni, Nigeria	Deekae <i>et al.</i> (2010)
<i>M. vollenhovenii</i>	1:2,30	Ubeji, Nigeria	Olele <i>et al.</i> (2012)
	1:1,05	Badagry Creek, Nigeria	Jimoh <i>et al.</i> (2012)
<i>M. dux</i>	1:1,20	Edo, Nigeria	Arimoro & Meyé (2007)

* razão sexual calculada a partir dos dados apresentados

O tamanho da maturidade sexual individual das fêmeas foi de 7,0 mm CC ou 29,6 mm CT sendo semelhante a maturidade obtida para outras populações, tais como as estudadas em Santa Catarina, por Barros (1995) onde a menor fêmea ovígera apresentou 7,3 mm CC e por Ammar *et al.* (2001) em que a maturidade individual obtida foi distinta nas duas regiões estudadas, sendo de 21,2 mm CT e 27,3 mm CT, e nas populações do litoral norte de São Paulo, em que a maturidade foi atingida com 28,1mm CT (Mossolin & Bueno, 2002) e com 7,9 mm CC (Pescinelli *et al.*, 2016).

Baseado na regressão logística o tamanho da primeira maturidade sexual populacional (CC₅₀) do total de fêmeas analisadas foi de 10,9mm CC ou 39,8 mm

CT. Observou-se ainda que o CC₅₀ foi semelhante entre as regiões analisadas, variando de 10,2 a 12,3 mm CC, que pode ser atribuído a distribuição similar das fêmeas nas classes de tamanho ao longo do rio. Estudos sobre a maturidade sexual ao longo de um gradiente não são comuns na literatura. Bertini *et al.* (2014) analisaram a maturidade sexual de *M. acanthurus* nas mesmas regiões e período do presente estudo, e também não encontraram grandes diferenças deste parâmetro entre as regiões. Por outro lado, Soares *et al.* (2015) encontraram variações no tamanho da maturidade sexual de *M. jelskii* a montante e a jusante da barragem da usina hidrelétrica de Três Marias, em que as fêmeas a montante alcançam a maturidade precocemente, provavelmente por estarem mais susceptíveis ao estresse, causado principalmente pela predação, por tais locais apresentarem menor disponibilidade de vegetação marginal.

A comparação do CC₅₀ total de *M. olfersii* com os resultados disponíveis na literatura para outras localidades demonstra que há variações no tamanho mínimo da maturidade sexual para esta espécie. Em Santa Catarina, região sul do Brasil, Ammar *et al.* (2001) estimaram que a maturidade sexual de *M. olfersii* ficou em torno de 30 a 35mm CT na Bacia Hidrográfica de Ratoles e de 45mm a 50mm CT no Parque Municipal da Lagoa do Peri. Já no litoral norte de São Paulo, Pescinelli *et al.* (2016) estimaram que *M. olfersii* alcança a maturidade com cerca de 6,70mm de CC com base na análise gonadal das fêmeas. Sendo assim, estas variações podem estar relacionadas às metodologias empregadas, ao tamanho da população de fêmeas analisadas o que pode levar a uma super ou subestimação do CC₅₀, às estratégias reprodutivas em cada região, sendo a temperatura e o fotoperíodo fatores de grande relevância, além de condições ambientais como a poluição (Bauer, 2002; Bertini *et al.*, 2014; Costa *et al.*, 2016).

A amplitude de tamanho de *M. olfersii* foi de 2,2 a 25,4 mm CC ou 13,6 a 70,3 mm CT. Outras populações apresentaram tamanhos máximos e mínimos ligeiramente distintos dos obtidos neste estudo. Em Santa Catarina, Muller *et al.* (1999) encontraram tamanhos entre 19,6 a 79,7 mm CT e Ammar *et al.* (2001) de 20,10 a 93 mm CT. No norte de São Paulo, Mossolin & Bueno (2003) obtiveram indivíduos com tamanhos variando de 4,3 a 25,7 mm CC e Pescinelli *et al.* (2016) de 2,5 a 21,5 mm CC. Assim, percebe-se que os indivíduos com menores tamanhos

foram obtidos neste estudo, porém os maiores, foram encontrados na região sul do país. Resultados semelhantes foram observados por Mattos & Oshiro (2009) para *M. potiuna*, em que os maiores indivíduos foram observados na região sul e os menores na região sudeste, sendo tais diferenças atribuídas pelas autoras as variações climáticas e de latitudes entre essas regiões.

O comprimento assintótico (CC_{∞}) é o tamanho máximo teórico que as espécies poderiam alcançar em seu hábitat natural (Etim & Sankare, 1998). Tal medida estimada para o total de machos e fêmeas de *M. olfersii* foi de 31,85 mm e 23,67 mm de CC, respectivamente, sendo semelhante a maior fêmea amostrada, e ligeiramente superior ao tamanho dos machos, porém ambos dentro do observado para outras populações (como discutido anteriormente sobre a amplitude de tamanho), indicando que este parâmetro está dentro do tamanho padrão observado para a espécie.

Os valores da constante de crescimento (k) para o total de machos e fêmeas ($1,75 \text{ ano}^{-1}$ para ambos) foi superior a maioria dos estudos realizados com camarões do gênero *Macrobrachium*, porém semelhante ao observado por Enin (1995) para os sexos agrupados de *M. macrobrachion* ($1,79 \text{ ano}^{-1}$) e inferior ao registrado por Gabche & Hockey (1995) e Kingdom (2015) ambos para *M. vollehovenii* (Tabela X).

A longevidade de *M. olfersii* foi de 2,64 anos para os machos e 2,62 anos para as fêmeas, sendo semelhante a outros estudos realizados com *Macrobrachium* em que a longevidade varia, na maioria das vezes, de 2 a 4 anos (Tabela X). De acordo com Etim & Sankare (1998) os camarões pertencentes a este gênero são animais de vida curta com elevada taxa de mortalidade.

Neste estudo foi observado que os machos alcançam os maiores tamanhos, e tal resultado está relacionado ao crescimento diferencial entre os sexos, onde fêmeas e machos apresentam tamanhos similares até ser atingida a maturidade sexual, quando, então, as fêmeas passam a direcionar a maior parte da energia para a reprodução (produção de ovos e organização da câmara incubadora), enquanto os machos investem em crescimento somático, tornando-se os maiores indivíduos da população (Mauchline, 1977; Hartnoll, 1982; Ammar *et al.*, 2001). Este padrão de dimorfismo sexual, onde os machos alcançam os maiores tamanhos, é muito comum

entre os camarões do gênero *Macrobrachium*, como já descrito para *M. potiuna* (Mattos & Oshiro, 2009), *M. iheringi* (Fransozo *et al.*, 2004), *M. brasiliense* (Mantelatto & Barbosa, 2005), *M. acanthurus* (Bertini *et al.*, 2014), *M. rosenbergii* (Iketani *et al.*, 2016), como também em outras populações de *M. olfersii* estudadas por Barros (1995), Ammar *et al.* (2001) e Mossolin & Bueno (2002, 2003).

Adicionalmente, tanto machos quanto fêmeas (adultos) de *M. olfersii* exibem heteroquelia do segundo pereiópodo, entretanto, essa característica é mais marcante nos machos (Mossolin & Bueno, 2003), podendo representar até 30 ou 40% do peso total do indivíduo (Barros, 1995; Ammar *et al.*, 2001). De acordo com Ammar *et al.* (2001) e Bauer (2004) a presença dessas variações nos machos, está intimamente relacionada ao sucesso reprodutivo, onde esses indivíduos realizam comportamentos para estabelecer territórios, atrair as fêmeas, separá-las de outros machos e até defendê-las de serem predadas, quando estas estão susceptíveis por sofrerem a muda pré-copulatória. Este padrão é diferente do observado para espécies com sistema de acasalamento do tipo “pura procura”, onde os machos não são territorialistas, são altamente móveis, e a estratégia reprodutiva consiste em fertilizar o maior número de fêmeas (Bauer, 2004), como por exemplo *M. jelskii* (Barros-Alves *et al.*, 2012; Rocha & Barbosa, 2016).

Além disso, foi observado que, em geral, os machos de *M. olfersii* vivem mais que as fêmeas, e tal fato pode estar relacionado à maior mortalidade dessas por serem mais vulneráveis a predadores. Segundo Howard & Lowe (1984) as fêmeas ovígeras são mais susceptíveis a serem predadas, uma vez que a massa de ovos as torna mais pesada, além de prejudicar a flexão do abdome para fugir de predadores.

Diferenças no crescimento e longevidade também foram observadas entre as regiões, sendo que os animais em Iguape e Registro (regiões mais próximas ao estuário) caracterizaram-se por atingir os menores tamanhos, apresentar a menor longevidade e crescimento mais acelerado. Tais diferenças podem estar relacionadas ao elevado número de jovens nessas regiões, uma vez que estes apresentam menores tamanhos e acelerado ritmo de crescimento.

Tabela XI. Variação do crescimento e longevidade das espécies do gênero *Macrobrachium* (tamanhos dados em mm; M - machos; F – fêmeas, T – total, Mj – machos jumpers, Mnj - machos non-jumpers).

Espécie	Sexo	L _∞ (CC)	L _∞ (CT)	K (anos)	T _{máx} (anos)	Local	Referência
<i>M. olfersii</i>	M	31,85		1,75	2,64	São Paulo, Brasil	Presente estudo
	F	23,67		1,75	2,62		
	T	21,53		0,61		Amazonas, Brasil	Taddei <i>et al.</i> (2017)
	T		95,0	0,83		Amapá, Brasil	Silva <i>et al.</i> (2016)
	M	36,50-44,80*	152,9-185,1*	0,21-0,44*	4,00	Amazonas, Brasil	Bentes <i>et al.</i> (2016)
	F	40,50-46,90*	168,4-193,2*	0,20-0,40*	6,00		
	T	47,83		0,31	4,00	Pará, Brasil	Freire <i>et al.</i> (2012)
	M	50,40		0,30			
	F	45,26		0,31			
	M		123,7-176,6*	0,70-1,36*		Pará, Brasil	Silva <i>et al.</i> (2007)
	F		126,6-141,4*	0,66-0,91*			
	T		105,0-157,0*	0,37-0,80*			
<i>M. acanthurus</i>	M	75,70		0,49	6,00	Rio Ribeira de Iguape, São Paulo, Brasil	Bertini <i>et al.</i> (2014)
	F	71,40		0,42	6,40		
	T		212,0	0,24		Campeche, Mexico	Román-Contreras & Campos-Lince (1993)
	M		138,0	0,19		São Paulo, Brasil	Valenti <i>et al.</i> (1987a)
	F		108,0	0,20			
<i>M. carcinus</i>	F		210,0	0,49		São Paulo, Brasil	Valenti <i>et al.</i> (1994)
<i>M. potiuna</i>	Mj	9,70		0,15		Rio Grande do Sul, Brasil	Souza & Fontoura (1995)
	Mnj	6,70		0,39			
	F	9,20		0,21			
<i>M. equidens</i>	T		107,1	1,25	2,50	Calabar, Nigeria	Nwosu (2008)
<i>M. intermedium</i>	M				1,50	New South Wales, Australia	Gray (1991)
	F				2,00		
<i>M. macrobrachion</i>	M		141,3	1,21	2,50	Calabar, Nigeria	Nwosu & Wolfi (2007)
	F		117,5	1,60	2,00		
	T		129,3	1,79	1,70	Calabar, Nigeria	Enin (1995)
<i>M. minhoacanus</i>	T		176,0		3,00	Oaxaca, México	Romero & Silva (2008)
<i>M. rosenbergii</i>	M		420,0	0,98		Vembanad lake, Índia	Harikrishnan & Kurup (1997)
<i>M. vollenhovenii</i>	F		308,0	1,10			
	T		120,8	2,70	1,11	Niger Delta, Nigeria	Kingdom (2015)

	T		142,0	1,00	3,00	Dawhenya Impoundment, Ghana	Alhassan & Armah (2011)
	T		236,5	1,14	2,10	Akpoha, Nigeria	Okogwu <i>et al.</i> (2010)
	T		188,1	0,17		Lagos-Lekki Lagoon System, Nigeria	Falaye & Abohweyere (2008)
	M		213,6	1,24	2,42	Calabar, Nigeria	Nwosu & Wolfi (2006)
	F		198,3	1,25	2,40		
	T		180,0**	0,91	3,00	Côte d'Ivoire, Africa	Etim & Sankare (1998)
	T	54,0	164,0	3,19	0,94	Kribi, Camarões	Gabche & Hockey (1995)
<i>M. felicinum</i>	T		102,4	1,40	2,14	Niger Delta, Nigeria	Kingdom & Hart (2012)

*variação dos parâmetros de crescimento baseados em diferentes métodos de análise

** comprimento da base da ocular até a ponta do télson

Com base no estudo populacional do camarão de água doce *M. olfersii* ao longo de 155 km do Rio Ribeira de Iguape foi possível observar que há uma variação nos parâmetros de recrutamento, tamanho dos indivíduos, reprodução e crescimento em função, principalmente, do padrão migratório dos indivíduos juvenis a montante do rio, logo após o período de desenvolvimento larval na região estuarina, em Iguape. Estas variações foram mais evidentes em certas épocas do ano (outono e inverno), relacionadas com o período de recrutamento destes indivíduos.

Dessa maneira, este estudo reuniu informações importantes e até então desconhecidas sobre a população do camarão *M. olfersii* neste importante rio do litoral sul de São Paulo, sendo tais informações fundamentais para compreender a dinâmica desta espécie na região. Além disso, tais dados podem ser usados como base para estudos futuros e até serem utilizados para subsidiar planos de manejo, com intuito de promover o uso sustentável dos recursos naturais além de valorizar as comunidades ribeirinhas e a pesca artesanal.



6. Referências

- ALHASSAN, E. & A. ARMAH. 2011. Population dynamics of the African river prawn, *Macrobrachium vollenhovenii*, in Dawhenya impoundment. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 115-121.
- AMMAR, D.; Y. M. R. MULLER & E. M. NAZARI. 2001. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium olfersii* (Wiegman) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) coletados na Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 529-537.
- ANDERSON, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46.
- ANNALA, J. H.; J. L. MCKOY; J. D. BOOTH & R. B. PIKE. 1980. Size at the onset of sexual maturity in female *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae) in the New Zeland. *Journal of Marine and Freshwater Research*, 14(13): 217-221.
- ANTUNES, L. S. & L. M. Y. OSHIRO. 2004. Aspectos reprodutivos do camarão de água doce *Macrobrachium potiuna* (Muller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) na Serra do Piloto, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2): 261-266.
- ARIMORO, F. O. & J. A. MEYE. 2007. Some aspects of the biology of *Macrobrachium dux* (Lenz, 1910) (Crustacea: Decapoda: Natantia) in River Orogodo, Niger Delta, Nigeria. *Acta Biológica Colombiana*, 12(1): 111-122.
- ARMITAGE, K. B. & L. M. LANDAU. 1982. The effects of photoperiod and temperature on growth and reproduction of *Daphnia ambigua*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 71: 137-140.

- ASAKURA, A. & T. KI KUCHI. 1984. Population ecology of the sand dwelling hermit crab, *Diogenes nitidimanus*. Terao. 2. Migration and life history. *Marine Biological*, 7(2): 109-123.
- BARROS, M. P. 1995. Dados biológicos sobre *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae) da Praia da Vigia, Garopaba, Santa Catarina, Brasil. *Biociências*, 3(2): 239-252.
- BARROS-ALVES, S. P.; A. C. ALMEIDA; V. FRANZOZO; D. F. R. ALVES; J. C. SILVA & V. J. COBO. 2012. Population biology of shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778) (Decapoda, Palaemonoidea) at the Grande River at northwest of the state of Minas Gerais, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(3): 266-275.
- BAUER, R. T. 2002. Test of hypotheses on the adaptive value of an extended male phase in the hermaphroditic shrimp *Lysmata wurdemanni* (Caridea: Hippolytidae). *The Biological Bulletin*, 203: 347-357.
- BAUER, R. T. 2004. *Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans*. University of Oklahoma Press, Norman, OK. 282p.
- BAUER, R. T. 2011. Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. I. Costs, benefits, evolutionary origins, and an unusual case of amphidromy. *New Frontiers in Crustacean Biology*: 145-156.
- BAUER, R. T. 2013. Amphidromy in shrimps: a life cycle between rivers and the sea. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(4): 633-650.
- BAUER, R. T. & J. DELAHOUSSEY. 2008. Life history migrations of the amphidromous river shrimp *Macrobrachium ohione* from a continental large river system. *Journal of Crustacean Biology*, 28: 622-632.
- BENTES, B.; J. M. MARTINELLI-LEMOES; I. A. F. LUTZ; M. S. NASCIMENTO & V. J. ISAAC. 2016. Population dynamics of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) in a Brazilian Amazon Estuary. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 11(1): 1-17.
- BÉRGAMO, A. L. 2000. *Características da hidrografia circulação e transporte de sal: barra de Cananéia, sul do Mar de Cananéia e Baía do Trapandé*. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 254p. [Dissertação de Mestrado].

- BERTINI, G. & J. A. BAEZA. 2014. Fecundity and fertility in a freshwater population of the neotropical amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* from the southeastern Atlantic. *Invertebrate Reproduction & Development*, 58(3): 207-217.
- BERTINI, G.; J. A. BAEZA & E. PEREZ. 2014. A test of large-scale reproductive migration in females of the amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Caridea: Palaemonidae) from south-eastern Brazil. *Marine and Freshwater Research*, 65: 81-93.
- BOND-BUCKUP, G. & L. BUCKUP. 1982. O ciclo reprodutor de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) e suas relações com a temperatura. *Revista Brasileira de Biologia*, 42(3): 473-483.
- BOND-BUCKUP, G. & L. BUCKUP, 1989. Os Palaemonidae de águas continentais do Brasil Meridional (Crustacea, Decapoda). *Revista Brasileira de Biologia*, 49(4): 883-896.
- BOTELHO, E. R. O.; M. C. F. SANTOS & R. B. Jr. SOUZA. 2001. Aspectos populacionais do Guaíamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille 1825, do estuário do Rio Una (Pernambuco-Brasil). *Boletim Técnico Científico CEPENE*, 9: 123-146.
- BRANCO, J. O.; M. J. LUNARDON-BRANCO & A. DE-FINIS. 1994. Crescimento de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustácea: Natantia: Penaeidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 37(1): 1-8.
- BRANCO, J. O.; M. J. LUNARDON-BRANCO; F. X. SOUTO & C. R. GUERRA. 1999. Estrutura populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) na foz do Rio Itajaí-Açu, Itajaí, SC, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 42(1): 115-126.
- BROOKS, A. J.; T. HAEUSLER; I. REINFELDS & S. WILLIAMS. 2005. Hydraulic microhabitats and the distribution of macroinvertebrate assemblages in riffles. *Freshwater Biology*, 50: 331-344.
- CASTRO, P. & M. E. HUBER. 1997. *Marine Biology*. London, Wm. C. Brown Publishers, 450p.
- CAVALCANTE, D. V.; B. S. BENTES & J. M. MARTINELLI-LEMO. 2017. Abundance and spatial-temporal distribution of *Macrobrachium surinamicum*

- Holthuis, 1948 (Palaemonidae) in the Amazon estuary, north of Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 77(3): 594-601.
- CERRATO, R. M. 1990. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(7): 1416-1426.
- COELHO, P. A. 1963. Observações preliminares sobre a biologia e pesca dos camarões do gênero *Macrobrachium* Bate, 1968 (Decapoda, Palaemonidae) no estado de Pernambuco, Brasil. *Trabalhos do Instituto Oceanográfico*, 5(1): 75-81.
- COIMBRA, J. C.; A. L. CARREÑO; E. A. GERAQUE & B. B. EICHLER. 2007. Ostracodes (Crustacea) from Cananéia-Iguape estuarine/lagoon system and geographical distribution of the mixohaline assemblages in southern and southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, 97(3): 273-279.
- COSTA, R. C. & A. FRANSOZO. 2004. Abundance and ecologic distribution of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Crustacea: Penaeidae) on the northern coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Natural History*, 38: 901-912.
- COSTA, T. V.; L. A. MATTOS & N. J. B. MACHADO. 2016. Estrutura populacional de *Macrobrachium amazonicum* em dois lagos de Várzea da Amazônia. *Boletim do Instituto Pesca*, 42(2): 281-293.
- DAWSON, B. & R. G. TRAPP. 2003. *Bioestatística - Básica e Clínica*. Mcgraw-Hill, 3ed, 348p.
- DE GRAVE, S.; N. D. PENTCHEFF; S. T. AHYONG; T.Y. CHAN; K. A. CRANDALL; P. C. DWORSCHAK; D. L. FELDER; R. M. FELDMANN; C. H. J. M. FRANSEN; L. Y. D. GOULDING; R. LEMAITRE; M. E. Y. LOW; J. W. MARTIN; P. K. L. NG; C. E. SCHWEITZER; S. H. TAN; D. TSHUDY & R. A. WETZER. 2009. Classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 21: 1-109.
- DE GRAVE, S. & C. H. J. M. FRANSEN. 2011. Carideorum catalogus: the recent species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean shrimps. *Zoologische Mededelingen*, 85: 195-589.
- DEEKAE, S. N.; J. F. N. ABOWEI & A. D. I. GEORGE. 2010. *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots, 1851) Morphology and Abundance in Luubara Creek,

- Ogoni Land, Niger Delta, Nigeria. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 2(4): 143-149.
- D'INCAO, F. 1991. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica*, 13(1): 159-169.
- D'INCAO, F. & D. B. FONSECA, 1999. Performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimps: a critical approach. In: KLEIN, J. C. V. V. & F. R. SCHRAM (eds). *The biodiversity crisis and Crustacea: Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress*. 733-737p.
- DORNELLAS, E. J.; F. M. SILVA; D. G. MOTTA; C. B. SIMÕES & F. S. SÁ. 2011. Ocorrência de *Macrobrachium olfersii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em um afluente do Rio Santa Maria da Vitória, em Santa Leopoldina, ES, Sudeste do Brasil. *Natureza on line*, 9(1): 19-26.
- DUGGER, D. M. & S. A. DOBKIN. 1975. Contribution to knowledge of the larval development of *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 29: 1-30.
- EMMERSON, W. D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, Southern Africa. *Journal of Crustacean Biology*, 14(3): 568-578.
- ENIN, U. I. 1995. First estimates of growth, mortality and recruitment parameters of *Macrobrachium macrobrachion* Herklots 1851, in the Cross River Estuary, Nigeria. *Dana*, 11: 29-38.
- ETIM, L. & Y. SANKARE. 1998. Growth and mortality, recruitment and yield of the fresh-water shrimp, *Macrobrachium voellenhovenii*, Herklots 1851 (Crustacea, Palaemonidae) in the Fahe reservoir, Côte d'Ivoire, West Africa. *Fisheries Research*, 38: 211-223.
- FALAYE, E. A. & P. O. ABOHWEYERE. 2008. Cohort analysis of *Macrobrachium vollenhovenii* in the Lagos-Lekki Lagoon System, Nigeria. *Journal of Fisheries International*, 3(1): 19-26.
- FONTELES-FILHO, A. A. 2011. *Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros*. Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora, 464 p.

- FRANSOZO, A.; F. D. RODRIGUES; F. A. M. FREIRE & R. C. COSTA. 2004. Reproductive biology of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in the Botucatu region, São Paulo, Brazil. *Nauplius*, 12(2): 119-126.
- FREIRE, J. L.; C. B. MARQUES & B. S. BENTES. 2012. Crescimento e avaliação do estoque de *Macrobrachium amazonicum* em um estuário do nordeste do Pará, Brasil. *Boletim do Instituto Pesca*, 38(3): 215-229.
- GABCHE, C. E. & H-U. P. HOCKEY. 1995. Growth and mortality of the giant African river prawn *Macrobrachium vollehovenii* (Herklots: Crustacea, Palaemonidae) in the Lobe River, Cameroon: a preliminary evaluation. *Journal of Shellfish Research*, 14(1): 185-190.
- GAMBA, A. L. 1982. *Macrobrachium*: its presence in estuaries of the northern Venezuelan coast (Decapoda, Palaemonidae). *Caribbean Journal of Science*, 18:1-4.
- GAMBA, A. L. & G. RODRIGUEZ. 1987. Migratory behavior of postlarval white, *Penaeus schmitti*, and river shrimps, *Macrobrachium olfersi* and *Macrobrachium acanthurus*, in their zone of overlap in a tropical lagoon. *Bulletin of Marine Science*, 40(3): 454-463.
- GARCIA, S. & L. LE RESTE. 1981. Lyfes cycles, dynamics, explotation and managemente of coastal penaeid shrimp stocks. *FAO Fisheries Technical Papers*, 203: 1-215.
- GARCÍA-DÁVILA, C. R.; F. B. ALCANTÁRA; E. R. VASQUEZ & M. S. CHUJANDAMA. 2000. Biologia reprodutiva do camarão *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) em igarapés de terra firme da Amazônia Peruana. *Acta Amazonica*, 30(4): 653-664.
- GRAY, C. A. 1991. Temporal variability in the demography of the palaemonid prawn *Macrobrachium intermedium* in two seagrasses. *Marine Ecology Progress Series*, 75: 227-237.
- GULLAND, J. A. & B. J. ROTHSCILD. 1981. *Penaeid shrimps: their biology and management*. Fishing News Books, 308p.

- HARIKRISHNAN, M. & B. M. KURUP. 1997. Growth, mortality and exploitation of male and female populations of *Macrobrachium rosenberguii* (de Man) in the Vembanad Lake, India. *Indian Journal of Fisheries*, 44: 337-344.
- HARTNOLL, R. G. 1982. Growth. In: ASELE, L. G. (ed.) *Embryology, Morphology and Genetics*. New York, Academic Press, 111-196p.
- HOLTHUIS, L. B. & H. ROSA. 1965. List of species of shrimp and prawns of economic value. *FAO Fisheries Technical Paper*, 52: 1-21.
- HOLTHUIS, L. B. & A. J. PROVENZANO Jr. 1970. New distribution records for species of *Macrobrachium* with notes on the distribution of the genus in Florida (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 19: 211-213.
- HOWARD, R. K. & K. W. LOWE. 1984. Predation by birds as a factor influencing the demography of an intertidal shrimp. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 74: 53-66.
- IKETANI, G.; M. A. B. AVIZ; C. MACIEL; W. VALENTI; H. SCHNEIDER & I. SAMPAIO. 2016. Successful invasion of the Amazon Coast by the giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: evidence of a reproductively viable population. *Aquatic Invasions*, 11(3): 277-286.
- JIMOH, A. A.; E. O. CLARKE; O.O. WHENU; M.A. ANETEKHAI & P. E. NDIMELE. 2012. Morphological characterization of populations of *Macrobrachium vollenhovenii* and *Macrobrachium macrobrachion* from Badagry Creek, Southwest Nigeria. *Asian Journal of Biological Sciences*, 5(3): 126-137.
- JOHN, E. 2009. Physico-chemical studies of River Pumba and distribution of prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Environmental Biology*, 30: 709-712.
- KENSLEY, B. & I. WALKER. 1982. Palaemonid shrimps from the Amazon Basin, Brazil (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Contributions to Zoology*, 362: 1-28.
- KING, M. 1995. *Fisheries biology, assessment and management*. Cambridge, Blackwell Science. 341p.
- KING, M. G. 1997. *Fisheries biology, assessment and management*. Oxford, Osney Mead. 341p.

- KINGDOM, T. & A. I. HART. 2012. Population dynamics of Niger River prawn (*Macrobrachium felicinum*) in Lower Taylor Creek, Niger Delta, Nigeria. *Zoology and Ecology*, 22(3-4): 160-165.
- KINGDOM, T. 2015. Demographic characteristics of African river prawn, (*Macrobrachium vollenhovenii*, Herklots 1857) in the Lower Taylor Creek, Niger Delta, Nigeria. *Archiva Zootechnica*, 18(1): 15-25.
- LEONARDO, A. F. G.; L. TACHIBANA; C. F. CORRÊA; M. R. KOKID; A. L. NETO & A. E. BACCARIN. 2008. Qualidade da água do rio Ribeira de Iguape da área de extração de areia no município de Registro, SP. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 6(4): 483-492.
- LIMA, J. F. & L. M. A. SILVA. 2015. Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Crustacea, Palaemonidae) in two regions of the State of Amapá, Amazon River mouth, Brazil. *Biota Amazônia*, 5(2): 52-57.
- LIMA, J. F.; M. C. M. CRUZ & L. M. A. SILVA. 2015. Reproductive biology of *Macrobrachium surinamicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the Amazon River mouth. *Acta Amazonica*, 45(3): 299-306.
- LOBÃO, V. L.; W. C. VALENTI & J. C. M. MELLO. 1985. Fecundidade em *Macrobrachium carcinus* L. do Rio Ribeiro de Igarapé. *Boletim do Instituto de Pesca*, 12: 1-8.
- MACIEL, C. R.; M. L. A. QUADROS; F. A. ABRUNHOSA; S. N. B. PEIXOTO; H. SCHNEIDER & M. I. C. SAMPAIO. 2011. Occurrence of the Indo-Pacific freshwater prawn *Macrobrachium equidens* Dana 1852 (Decapoda, Palaemonidae) on the coast of Brazilian Amazonia, with notes on its reproductive biology. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 83: 533-544.
- MAGALHÃES, C. Crustáceos Decápodes. 1999. In: ISMAEL, D.; W. C. VALENTI; T. MATSUMURA-TUNDISI & O. ROCHA. (eds.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Invertebrados de Água Doce*. São Paulo, FAPESP, 4ed, 127-133p.
- MAGALHÃES, C. & I. WALKER. 1988. Larval development and ecological distribution of Central Amazonian Palaemonid shrimps (Decapoda, Caridea). *Crustaceana*, 55(3): 279 -292.

- MAHIQUES, M. M.; R. C. L. FIGUEIRA; D. V. P. ALVES; D. M. ITALIANI; C. C. MARTINS & J. M. A. DIAS. 2014. Coastline changes and sedimentation related with the opening of an artificial channel: the Valo Grande Delta, SE Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86(4): 1597-1607.
- MANTEL, S. K. & D. DUDGEON. 2005. Reproduction and sexual dimorphism of the palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hong Kong Streams. *Journal of Crustacean Biology*, 25(3): 450-459.
- MANTELATTO, F. L. M. & L. R. BARBOSA. 2005. Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium brasiliense* (Decapoda, Palaemonidae) from São Paulo State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(3): 245-255.
- MARCH, J.; G. J. P. BENSTEAD; C. M. PRINGLE & F. N. SCATENA. 1998. Migratory drift of larval freshwater shrimps in two tropical streams, Puerto Rico. *Freshwater Biology*, 40: 261-273.
- MARQUES, M. N.; A. I. BADIRU; O. BELTRAME FILHO & M. A. F. PIRES. 2007a. Pesticides leaching and run-off hazard in The River Basin of Ribeira de Iguape, SP, Brazil. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*, 2: 179-185.
- MARQUES, M. N.; M. B. COTRIM; M. A. F. PIRES & O. BELTRAME FILHO. 2007b. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, São Paulo. *Química Nova*, 30(5): 1171-1178.
- MATTOS, L. A. & L. M. Y. OSHIRO. 2009. Estrutura populacional de *Macrobrachium potiuna* (Crustacea, Palaemonidae) no Rio do Moinho, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica*, 9(1).
- MAUCHLINE, J. 1977. Growth of shrimps, crabs and lobsters-an assessment. *Journal du Conseil/Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, 37(2): 162-169.
- MEJÍA-ORTÍZ, L. M. & F. ALVAREZ. 2010. Seasonal patterns in the distribution of three species of freshwater shrimp, *Macrobrachium* spp., along an altitudinal river gradient. *Crustaceana*, 83(4): 385-397.
- MELO, G. A. S. 2003. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo, FAPESP, 429p.

- MERRITT, R. W. & R. W. CUMMINS. 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Dubuque, Kendall/hunt, 722p.
- MOSSOLIN, E. C. & S. L. S. BUENO. 2002. Reproductive Biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. *Brazil Journal of Crustacean Biology*, 22: 367-376.
- MOSSOLIN, E. C. & S. L. S. BUENO. 2003. Relative growth of the second pereopod in *Macrobrachium olfersi* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 76: 363-376.
- MOSSOLIN, E. C.; D. F. PEIRÓ; M. O. ROSSINGNOLI; L. P. RAJAB & F. L. MANTELATTO. 2013. Population and reproductive features of the freshwater shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) from São Paulo State, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 35(3): 429-436.
- MOURA, N. F. O. & P. A. COELHO. 2004. Maturidade sexual fisiológica em *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no Estuário do Paripe, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4): 1011-1015.
- MÜLLER, Y. M. R. & S. CARPES. 1991. *Macrobrachium potiuna* (Müller): Aspectos do ciclo reprodutivo e sua relação com parâmetros ambientais (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 8(1/2/3/4): 23-30.
- MULLER, Y. M. R. & A. C. PRAZERES. 1992. Influência da salinidade e temperatura da água sobre a captura de *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) coletados no canal da lagoa do Peri – Florianópolis/SC. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 4: 175-183.
- MÜLLER, Y. M. R.; E. M. NAZARI; D. AMMAR; E. C. FERREIRA; I. T. BELTRAME & C. PACHECO. 1999. Biologia dos Palaemonidae (Crustacea, Decapoda) da bacia hidrográfica de Ratoles, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(3): 629-636.
- MYERS, N.; R. A. MITTERMEIER; C. G. MITTERMEIER; G. A. B. FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- NOVAK, P. A.; E. A. GARCIA; B. J. PUSEY & M. M. DOUGLAS. 2016. Importance of the natural flow regime to an amphidromous shrimp: a case study. *Marine and Freshwater Research*, 68(5).

- NWOSU, F. M. 2008. Growth and mortality of the rough river prawn *Macrobrachium equidens* Dana, 1852 (Crustacea, Palaemonidae) in the Cross River Estuary, southeast Nigeria. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6: 186-189.
- NWOSU, F. M. & M. WOLFI. 2006. Population dynamics of the giant African river prawn *Macrobrachium vollenhovenii* Herklots 1857 (Crustacea, Palaemonidae) in the Cross River estuary, Nigeria, West Africa. *Journal of Applied Ecology*, 9: 1-18.
- NWOSU, F. M.; S. HOLZLOHNER & U. I. ENIN. 2007. The exploited population of the brackish river prawn (*Macrobrachium macrobrachion* Herklots, 1851) in the Cross River estuary, Nigeria. *Scientia Marina*, 71: 115-121.
- ODINETZ-COLLART, O. 1987. La pêche crevettiere de *Macrobrachium amazonicum* Palaemonidae) dans le Bas -Tocantins. après la fermeture du barrage de Tucuruí Brksil). *Revista de Hydrobiologia Tropical*, 20(2): 131-144.
- ODINETZ-COLLART, O. 1993. Ecologia e potencial pesqueiro do camarão canela, *Macrobrachium amazonicum*, na Bacia Amazônica. In: FERREIRA, E. J. G.; G. M. SANTOS; E. L. M. LEÃO & L. A. OLIVEIRA (eds.) Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia. *Fatos e Perspectivas*, 2: 147-166.
- OKOGWU, O. I.; J. C. AJUOGU & C. D. NWANI. 2010. Artisanal fishery of the exploited population of *Macrobrachium vollenhovenii* Herklot 1857 (Crustacea; Palaemonidae) in the Asu River, southeast Nigeria. *Acta Zoologica Lituanica*, 20: 98-106.
- OLELE, N. F.; P. TAWARI-FUFEYIN & J. C. OKONKWO. 2012. Reproductive biology of freshwater prawn *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklot, 1857) caught in Warri River. *Banat's Journal of Biotechnology*, 3(6).
- OLIVIER, T. J. & R. T. BAUER. 2011. Female downstream-hatching migration of the river shrimp *Macrobrachium ohione* in the lower Mississippi River and the Atchafalaya River. *American Midland Naturalist*, 166: 379-393.
- PESCINELLI, R. A.; M. F. CAROSIA; J. A. F. PANTALEÃO; S. M. SIMÕES & R. C. COSTA. 2016. Population biology and size at the onset of sexual maturity of the amphidromous prawn *Macrobrachium olfersii* (Decapoda, Palaemonidae) in an urban river in southeastern Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, 60: 1-9.

- PILEGGI, L. G. & F. L. MANTELATTO. 2012. Taxonomic revision of doubtful Brazilian freshwater shrimp species of genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Iheringia, Série Zoologia*, 102: 426-437.
- PINHEIRO, M. A. A. & A. FRANSOZO. 2002. Reproductive dynamics of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), on the north coast of São Paulo State, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 22(2): 416-428.
- POSTEL, S. & S. CARPENTER. 1997. Freshwater ecosystem services. In: DAILY, G. (ed.) *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington, Island Press, 195-214p.
- ROCHA, S. S. 2010. Diferença entre dois métodos de coleta utilizados na captura de crustáceos decápodes em um rio da Estação Ecológica Juréia-Itatins, São Paulo. *Iheringia, Série Zoologia*, 100(2):116-122.
- ROCHA, S. S. & S. L. S. BUENO. 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, S. S. & R. J. BARBOSA. 2016. Population biology of *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Decapoda, Palaemonidae) from an artificial pond in Bahia, Brazil. *Nauplius*, 25.
- ROLIM, G. S.; M. B. P. CAMARGO; D. G. LANIA & J. F. L. MORAES. 2007. Classificação climática de Koppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia*, 66: 711-720.
- ROMÁN-CONTRERAS, R. & L. S. CAMPOS-LINCE. 1993. Aspectos reproductivos y aproximación a un modelo de crecimiento para una población de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el Rio Palizada, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 20: 55-65.
- ROMERO, R. & M. E. SILVA. 2008. Crecimiento de *Macrobrachium michoacanus* con relación al tipo de alimento y densidad de cultivo. *Naturaleza y Desarrollo*, 6: 15-25.

- ROSSI, N. & F. L. MANTELATTO. 2013. Molecular analysis of the freshwater prawn *Macrobrachium olfersii* (Decapoda, Palaemonidae) supports the existence of a single species throughout its distribution. *Plos one*. 8:e54698.
- SANTOS, A.; L. HAYD & K. ANGER. 2013. A new species of *Macrobrachium* Spence Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae), *M. pantanalense*, from the Pantanal, Brazil. *Zootaxa*, 3700: 534-546.
- SÃO PAULO. 2008. *Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e Litoral Sul*. UGRHI-11, Relatório de Situação dos Recursos Hídricos.
- SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. 1983. In: VERNBERG, F. J. & W. B. VERNBERG (eds.) The Biology of Crustacea, Environment adaptations. *Academic Press*, 8: 179-270.
- SETHI, S. N.; N. RAM & V. V. VENKATESAN. 2014. Reproductive biology of *Macrobrachium lar* (Fabricius, 1798) in Andaman Islands. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 43(12): 2269-2276.
- SHORT, J. W. 2004. A revision of Australian river prawns, *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Hydrobiologia*, 525: 1-100.
- SILVA, M. N.; F. L. FRÉDOU & J. S. ROSA-FILHO. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1863) da Ilha de Combu, Belém, Estado do Pará. *Ciência & Desenvolvimento*, 2: 85-104.
- SILVA, L. M. A.; J. F. LIMA & L. R. TAKIYAMA. 2016. The recruitment pattern of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) in two areas of the Amazon River mouth, Amapá State, Brazil. *Macapá*, 6(3): 97-101.
- SILVA-JUNIOR, E. F.; M. SILVA-ARAÚJO & T. P. MOULTON. 2017. Distribution and abundance of freshwater decapods in an Atlantic rainforest catchment with a dammed future. *Brazilian Journal of Biology*, 77(4): 820-829.
- SILVA MATOS, D. M. & M. L. A. BOVI. 2002. Understanding the threats to biological diversity in southeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 11: 1747-1758.
- SNYDER, M. N. & C. M. PRINGLE. 2013. Landscape-scale disturbance and protected areas: long-term dynamics of populations of the shrimp, *Macrobrachium olfersii* in lowland Neotropical streams, Costa Rican. *Journal of Tropical Ecology*, 29: 81-85.

- SNYDER, M. N.; M. C. FREEMAN; S. T. PURUCKER & C. M. PRINGLE. 2015. Using occupancy modeling and logistic regression to assess the distribution of shrimp species in lowland streams, Costa Rica: does regional groundwater create favorable habitat? *Freshwater Science*, 35(1): 80-90.
- SOARES, M. R. S.; L. M. Y. OSHIRO & J. C. TOLEDO. 2015. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium jelskii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 105(3).
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. New York, W. H, Freeman and Company.
- SOUZA, G. D. & N. F. FONTOURA. 1995. Crescimento de *Macrobrachium potiuna* no Arroio Sapucaia, município de Gravataí, Rio Grande do Sul (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 55(1): 51-63.
- STURGES, H. A. 1926. The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153): 65-66.
- TADDEI, F. G.; S. S. REIS; F. S. DAVID; T. E. SILVA; V. FRANSOZO & A. FRANSOZO. 2017. Population structure, mortality, and recruitment of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Caridea: Palaemonidae) in the eastern Amazon region, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 37(2): 131-141.
- TAKINO, M.; V. L. LOBÃO; T. GOLUBEFF & J. V. LOMBARDI. 1989. Relações entre fatores climáticos e abióticos e o período reprodutivo das populações de *Macrobrachium birai* Lobão, Melo & Fernandes e de *Macrobrachium petronioi* Melo, Lobão & Fernandes (Decapoda, Palaemonidae) do rio Branco (Cananéia, SP, Brasil). *Boletim do Instituto Pesca*, 16(1): 67-80.
- TEIXEIRA, R. R. & E. C. G. COUTO. 2012. Crustacea Decapoda capturados através de coleta passiva em um trecho do Rio dos Mangues (Porto Seguro-BA). *Biotemas*, 25(4): 149-156.
- TELLES, A. 1997. *A evolução geológica quaternária e a influência do Valo Grande na dinâmica sedimentar da área de Iguape, São Paulo*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 98p. [Dissertação de Mestrado].
- VALENTI, W. C.; J. T. C. MELLO & V. L. LOBÃO. 1986. Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus,

1758) do rio Ribeira do Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Ciência e Cultura*, 38: 1256-1262.

VALENTI, W. C.; J. T. C. MELLO & V. L. LOBÃO. 1987a. Crescimento de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 47: 349-355.

VALENTI, W. C.; V. L. LOBÃO & J. T. C. MELLO. 1987b. Notas sobre a biologia populacional de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguape. *Ciência Zootécnica*, 2(1): 2-3.

VALENTI, W. C.; J. T. C. MELLO & V. L. LOBÃO. 1989. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 6: 9-15.

VALENTI, W. C.; J. T. C. MELLO & V. L. LOBÃO. 1994. Maturation and growth curves of *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from Ribeira de Iguape River, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 11(4): 649-658.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, EDUEM, 169p.

VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10(2): 181-213.

WENNER, A. M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustaceans. *The American Naturalist*, 106(949).

WENNER, E. L.; W. P. COON; P. A. SANDIFER & M. H. Jr. SHEALY. 1991. A comparison of species composition and abundance of decapod crustaceans and fishes from the North and South Edisto Rivers in South Carolina. *Marine Resources Center Technical Report*, 78.

WILSON, K. & I. C. W. HARDY. 2002. Statistical analysis of sex ratio: an introduction. In: HARDY, I. C. W. (ed.) *Sex ratios: concepts and research methods*. Cambridge, Cambridge University Press, 48-92p.

ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Prentice Hall, 4ª ed, 662p.