



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

VICTORIA MARENA DO REGO HENRIQUES

**FECUNDIDADE DO CAMARÃO EXÓTICO-INVASOR *Macrobrachium rosenbergii*
(de Man, 1879) (CRUSTACEA, DECAPODA) NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

BELÉM, PARÁ
2023

VICTORIA MARENA DO REGO HENRIQUES

**FECUNDIDADE DO CAMARÃO EXÓTICO-INVASOR *Macrobrachium rosenbergii*
(de Man, 1879) (CRUSTACEA, DECAPODA) NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca do Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia da Universidade Federal do Pará como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Petracco

Co-orientadora: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos

BELÉM, PARÁ
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

H518f Henriques, Victoria Marena do Rego.
Fecundidade do camarão exótico-invasor *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) (CRUSTACEA, DECAPODA) no estuário amazônico. / Victoria Marena do Rego Henriques. — 2023.
92 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcelo Petracco
Coorientação: Prof^a. Dra. Jussara Moretto Martinelli-lemos
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2023.

1. Amazônia. 2. Invasão Biológica. 3. ODS-14. 4. Palaemonidae. 5. Reprodução. I. Título.

CDD 016.5745

VICTORIA MARENA DO REGO HENRIQUES

**FECUNDIDADE DO CAMARÃO EXÓTICO-INVASOR *Macrobrachium rosenbergii*
(de Man, 1879) (CRUSTACEA, DECAPODA) NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca do Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestra em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Petracco

Co-orientadora: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos

Data da avaliação: 25 de abril de 2023

Conceito: Excelente

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Bianca Bentes da Silva
(NEAP/UFPA - Membro interno)

Profa. Dra. Cristiana Ramalho Maciel (membro titular)
(IECOS/UFPA – Membro externo)

Profa. Dra. Daiane Evangelista Aviz da Silva (membro titular)
(MPEG – Membro externo)

APOIO LOGÍSTICO E FINANCEIRO



Dedico à minha vó, **Marly**
A minha inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, por todo o apoio e confiança depositados em mim ao longo de toda a minha trajetória acadêmica, por ter abdicado de muitos sonhos para que eu pudesse realizar os meus. Sem você eu não teria conseguido!

Ao meu orientador, professor Marcelo Petracco, que mesmo em meio a muitas adversidades se dedicou a me ensinar, demonstrando compreensão e paciência com o meu processo de aprendizagem.

A minha co-orientadora, professora Jussara Moretto Martinelli-Lemos, por ter me acolhido, por pacientemente me ensinar, pela confiança depositada em mim e por sempre estar ao lado todas as vezes que foi preciso. A senhora é inspiração para a profissional que busco me tornar.

A professora Bianca Bentes, por ter pacientemente me ensinado a entender meus cálculos e por ceder o seu laboratório para que eu pudesse processar parte das amostras.

Agradeço, especialmente, a Dalila por demonstrar apoio e ajuda infinita ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho. Você se tornou mais que uma colega, mas também uma amiga que pretendo levar por toda a vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca pela oportunidade de cursar o mestrado.

Ao meu irmão Eduardo, minha cunhada Iasmin e minha sobrinha Arya pelas infinitas vezes em que precisei de suporte para concretizar o trabalho, pelas risadas e conversas. Sem vocês a trajetória seria muito difícil.

As minhas amigas Maria Clara, Larissa, Helusa e Viviane, as minhas “tilápias”. Sinto profundo carinho por todas vocês. Obrigada pelas risadas, passeios, estudos e por “segurarem as pontas” todas as vezes que eu pedi por ajuda.

As minhas parceiras de Jornada acadêmica, Viviane e Izabella, por estarem comigo desde o comecinho, pelo caminho trilhado por nós ao longo desses dois anos, pelo incentivo e aprendizado. Tive sorte! Amo vocês.

As professoras Cristiana Maciel, Bianca Bentes, Daiane Aviz, Voyner Cañete e Marcelo Andrade por aceitar compor com a banca examinadora dessa dissertação.

Ao Luis e João, por toda a ajuda para realizar o processamento das amostras. Vocês foram essenciais para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao grupo GPECA, meus amigos de caminhada Viviane, Gabriela, Lucas, Luis, Maycon, Ana, Márcio, Claudia, Leila, Dalila e Fran. Os cafés, risadas e carinho ficarão sempre em minha memória.

A Nati, seu Dantas e seu Jesus pelas conversas.

A Bruna Favacho por ter chegado na “reta final”, mas ainda sim demonstrar apoio, confiança em mim e compreensão durante meus momentos de ausência.

Aos meus amigos Diego Trindade, Samara Almeida e Lanna Albuquerque pela amizade sólida construída a muitos anos e por sempre torcerem por mim.

Aos meus amigos que fiz no PPGEAP Raqueline, Ruineris, Letícia, Flavia e Valéria. Desejo uma caminhada de conquistas e realizações para todos.

E por último, mas não menos importante, meus filhos de quatro patas, Caê, Meg, Ova, Tigrinho e Arya.

Peço desculpas se eventualmente esqueci de alguém.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas, ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana”

(Carl Jung)

RESUMO

A fecundidade de uma espécie é um importante indicativo do sucesso reprodutivo e adaptação ao ambiente, sendo parâmetro a ser considerado quando se objetiva avaliar um possível processo de colonização por uma espécie em novos habitats. O camarão *Macrobrachium rosenbergii*, nativo da região Indo-Pacífica, foi introduzido para o cultivo em diversos países de região tropical e subtropical devido ao seu alto potencial zootécnico. Entretanto, há uma lacuna relativa a fecundidade dessa espécie invasora na costa brasileira, região em que ela é relevante fonte de subsistência para muitas comunidades tradicionais. Dessa forma, para monitorar essa espécie exótica-invasora que pode representar uma ameaça para as espécies nativas, o presente trabalho objetivou estimar a fecundidade desse camarão exótico-invasor em uma ilha do estuário amazônico. O presente estudo objetivou, ainda, realizar um levantamento de quase 80 anos (1945 a 2023) sobre estudos referentes a aspectos da biologia reprodutiva e fecundidade dos camarões Palaemonidae no Brasil. Para estimar a fecundidade de *M. rosenbergii* foi realizada a captura mensal dos exemplares com tarrafa entre dezembro de 2019 a março de 2021 em um estuário oligohalino amazônico. Em laboratório obteve-se o comprimento total, do cefalotórax e a massa corporal dos camarões. A fecundidade foi calculada com base no número de ovos exteriorizados por fêmea. Os ovos foram contabilizados e medidos para cálculo de volume. Três estágios de desenvolvimento ovocitário foram avaliados. No entanto, somente os ovos em estágios iniciais de desenvolvimento foram considerados para a estimativa de volume. Foram realizadas análises de regressão para avaliar se existe relação positiva entre a fecundidade e o tamanho e a massa corporal das fêmeas. Das 60 fêmeas analisadas, 44 apresentaram ovos em estágio inicial, 9 em desenvolvimento e 7 em estágio final. A fecundidade média foi de 49.553 ± 36806 para ovos em estágio inicial, $89.099,44 \pm 34.495,98$ para ovos em desenvolvimento e 40.443 ± 23.189 em estágio final. Observou-se correlação linear tanto para a fecundidade em relação ao tamanho das fêmeas (R^2 : 0,43) quanto para a massa corporal (R^2 : 0,56). A fecundidade do camarão *M. rosenbergii* no estuário amazônico foi semelhante as encontradas no ambiente natural dessa espécie, além de apresentar alta frequência de fêmeas ovígeras, tendo em vista que foram coletadas em todos os meses analisados. Nossos dados comprovam que a *M. rosenbergii* tem reprodução contínua e está estabelecida no estuário estudado.

Palavras-chave: Amazônia; Invasão Biológica; ODS-14; Palaemonidae; Reprodução.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo Geral

Figura 1 – Camarão-da-Malásia <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	16
Figura 2 – Mapa esquemático da área de estudo.....	21

Capítulo I

Fig. 1 Mapa com indicação da região estudada.....	33
Fig. 2 Fotografia dos estágios de desenvolvimento dos ovos de <i>M. rosenbergii</i> no estuário amazônico, sendo a ovos em estágio inicial, b em estágio intermediário e c em estágio final.....	35
Fig. 3 Variação do comprimento do cefalotórax das fêmeas ovígeras de <i>M. rosenbergii</i> no estuário amazônico ao longo do ano.....	37
Fig. 4 Dispersão entre a fecundidade e o comprimento total (CT) das fêmeas ovígeras de <i>M. rosenbergii</i> no estuário amazônico entre dezembro de 2019 a janeiro de 2022.....	38
Fig. 5 Dispersão entre a fecundidade e a massa corporal (g) das fêmeas ovígeras de <i>M. rosenbergii</i> no estuário amazônico entre dezembro de 2019 a janeiro de 2022.....	38
Fig. 6 Frequência de fêmeas e fêmeas ovígeras de <i>M. rosenbergii</i> coletadas entre dezembro de 2019 a janeiro de 2022. As barras representam a frequência mensal e a linha a pluviosidade média mensal no estuário amazônico.....	39

Capítulo II

Fig. 1 Distribuição temporal de estudos dos aspectos reprodutivos da família Palaemonidae no Brasil.....	63
Fig. 2 Periódicos que publicaram os estudos relacionados ao tema estudado. As barras enumeradas representam quantos artigos foram publicados por revista.....	64
Fig. 3 Percentual de artigos estudados por zona climática no Brasil segundo a classificação do IBGE (mapa).....	65
Fig. 4 Frequência das espécies analisadas no estudo divididas por ambiente.....	66
Fig. 5a Proporção entre o número de espécies e os periódicos em função das categorias ambientais.....	66
Fig. 5b Proporção entre o número de espécies em função das categorias ambientais.....	67
Fig. 6 Número de espécies distribuídas em cada gênero.....	68

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1 Estatística descritiva das variáveis tamanho e massa corporal de <i>M. rosenbergii</i> no estuário amazônico.....	35
Tabela 2 Estatística descritiva da fecundidade e dos ovos de <i>M. rosenbergii</i> exótico-invasor no estuário amazônico, litoral norte do Brasil. Mín - valor mínimo, Máx - valor máximo, $\bar{x} \pm dp$ - média e desvio padrão.....	36
Tabela 3 Proporção mensal entre fêmeas (F) e fêmeas ovígeras (FO) de <i>M. Rosenbergii</i>	36
Tabela 4 Síntese da variação da fecundidade do camarão <i>M. rosenbergii</i> no mundo. Legenda: Lat/Long: latitude e longitude, N: número de fêmeas ovígeras, CT: comprimento total. Valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) estão indicados dentro dos parênteses, \bar{x} : média, DP: desvio padrão, * não consta informação e ** autores calcularam fecundidade por volume (g^{-1}). Publicações em que foram desenvolvidos trabalhos experimentais apresentam mais de uma média de fecundidade, bem como valores mínimos e máximos.....	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
3 OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo Geral	19
3.2 Objetivos específicos	19
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Área de estudo	20
4.2 Coleta de dados	21
5 AGRADECIMENTOS	23
6 REFERÊNCIAS	24
7 RESULTADOS	29
CAPÍTULO I: FECUNDIDADE DO CAMARÃO EXÓTICO-INVASOR <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (de Man, 1879) (CRUSTACEA, DECAPODA) EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO	30
Introdução	31
Material e Métodos	32
Resultado	34
Discussão	39
Agradecimentos	51
Referências	52
CAPÍTULO II: REVISÃO DE DADOS SOBRE FECUNDIDADE DOS CAMARÕES DA	

FAMÍLIA PALAEMONIDAE NO BRASIL	62
Introdução	63
Material e Métodos	64
Resultados	65
Discussão	70
Agradecimentos	74
Referências	74
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
APÊNDICE A	84
ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	92
ANEXO B - AUTORIZAÇÃO ICMBio	93
ANEXO C - APROVAÇÃO CNPq	94

1. INTRODUÇÃO

A região costeira na porção Norte do Brasil é composta por diversos estuários que se diferenciam dos demais devido a descarga das águas advinda do Rio Amazonas, influenciando na dinâmica local de nutrientes, composição faunística, fatores físico-químicos da água, entre outros (BARTHEM, 1985). Dentre os diversos estuários presentes nesse ecossistema costeiro encontra-se o estuário amazônico, que se estende ao longo da linha de costa entre os estados do Pará e Amapá. Esse ecossistema é complexo, abriga diversas espécies comercialmente rentáveis, além de ser uma das zonas de pescada mais produtivas do Brasil (SANYO, 1998; ESPÍRITO-SANTO, 2005).

No estuário amazônico, é possível caracterizar diferentes tipos de substratos que foram moldados devido a um conjunto de fatores abióticos característicos. Essa variabilidade de tipos de substrato resulta em uma maior biodiversidade faunística. Admite-se pelo menos cinco grupos de crustáceos associadas a esses diferentes substratos (COELHO; RAMOS-PORTO; KOENING, 1980), nos quais os decápodes são responsáveis pela maior parte da fauna local (CAVALCANTE, 2012).

Os crustáceos estão presentes em diversos ecossistemas aquáticos, distribuídos em ecossistemas terrestres, estuarinos, dulcícolas e marinhos. São 70.000 espécies catalogadas, embora esse grupo provavelmente alcance um número cinco ou dez vezes maior (BRUSCA *et al.* 2018). Os crustáceos estão amplamente distribuídos em quase todas as latitudes, habitando regiões costeiras, mar profundo, estuários, águas continentais e ambientes terrestres (FRANSOZO; NEGREIROS-FRANSOZO, 1996).

Entender o ciclo de vida de uma espécie e em especial a sua reprodução é um importante indicativo de como ela está se adaptando ao ambiente. No caso dos crustáceos, a maneira mais comumente utilizada para estimar o seu desenvolvimento está relacionada com o tamanho, o peso e a fecundidade. Dessa forma, quando avaliado o crescimento corporal, frequentemente a partir da variação do comprimento da carapaça e do peso avalia-se o crescimento somático. Por outro lado, para estimar o potencial reprodutivo utiliza-se a fecundidade, que compreende o número de ovos por fêmea em um determinado período reprodutivo (BERTINI; BAEZA, 2014), que pode variar de acordo com o tamanho, temperatura, disponibilidade de alimentos, latitude, habitat, entre outros (SOARES; OSHIRO; TOLEDO, 2015; KUMAR; KOTNALA; RANA, 2019).

A fecundidade, em geral, é muito variável entre os crustáceos, inclusive entre indivíduos da mesma espécie devido aos diferentes fatores que a influenciam como o habitat, diferentes classes de tamanho entre as fêmeas, latitude, hábito alimentar e diferentes estratégias

reprodutivas para sucesso na colonização em novos habitats (ALMEIDA *et al.*, 2017). A fecundidade é um critério comumente utilizado para avaliar espécies com potencial econômico, adequar tomadas de medida de manejo dos estoques e é um bom indicativo de sucesso reprodutivo, principalmente quando se trata de espécies exóticas colonizando novos ambientes (MOSSOLIN; BUENO, 2002).

A estimativa do volume de ovos por fêmeas também resulta em um aspecto importante para compreender os mecanismos adaptativos encontrados por diferentes espécies (HERNÁNDEZ; PALMA, 2003). Os camarões carídeos compreendem um grupo com diversos representantes anfídomos, que são espécies que, quando adultas vivem todo o seu ciclo de vida em água doce, no entanto desovam em água salobra (BAUER, 2013), ainda que a maioria dessas espécies seja marinha, 25% delas habitam ambiente dulcícola. Muitos carídeos apresentam essa estratégia reprodutiva, como exemplares da família Palaemonidae, com destaque para o gênero *Macrobrachium* (DE GRAVE; CAI; ANKER, 2008; DE GRAVE; FRANSEN, 2011).

Os representantes da família Palaemonidae estão amplamente distribuídos em todas as regiões biogeográficas (DE GRAVE; CAI; ANKER, 2008) e em ambientes dulcícolas, estuarinos e marinhos (FERREIRA; VIEIRA; D'INCAO, 2010). Essa família é representada por 1000 espécies, seguida por Atyidae com 469 espécies (DE GRAVE; FRANSEN, 2011). Numericamente, o gênero mais numeroso é *Palaemonetes*, seguido de *Macrobrachium* com 243 espécies e *Palaemon* (DE GRAVE; FRANSEN, 2011). Ainda há incoerências taxonômicas quanto ao agrupamento dessas espécies, e, conseqüentemente, diversos estudos filogenéticos recentes têm o objetivo de categorizá-las corretamente (CARVALHO, 2015; SOUZA *et al.*, 2016).

Quando se trata dos camarões *Macrobrachium*, por exemplo, percebe-se diferentes estratégias reprodutivas. Algumas espécies dependem de água salobra para completar o desenvolvimento das larvas, como é o caso do *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758), com grandes produções de ovos, chegando ao valor máximo de 242.437 ovos/fêmea (LARA; WEHRTMANN, 2009). Para *Macrobrachium petronioi*, sinonímia de *M. potiuna* (Melo, Lobão e Fernandes, 1986) o ciclo de vida ocorre totalmente em água doce com um pequeno número de ovos (entre 16 e 107 ovos), mas com volume relativamente grande (1.21 ± 0.06 mm) (MELO *et al.* 1994; MELO; BROSSI-GARCIA, 1999).

No Brasil o gênero *Macrobrachium* é representado por 19 espécies, incluindo duas espécies invasoras: *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) e *Macrobrachium equidens* (Dana 1852). As espécies que compreendem o gênero *Macrobrachium* ocorrem principalmente nas regiões Norte e Nordeste, habitando lagos de planície de inundação (COLLINS, 2005),

igarapés e rios lóticos (MOREIRA; COLLART, 1993; MAGALHÃES; MELO, 2003) e águas interiores e estuarinas (HOLTHUIS, 1952). Alguns camarões desse gênero necessitam de água salobra para completar o ciclo de vida (BAUER; DELAHOUSSE, 2008).

Macrobrachium rosenbergii (Figura 01) pertence à Ordem Decapoda, Subordem Pleocyemata, Infraordem Caridea, Família Palaemonidae e ao Gênero *Macrobrachium* (HELLER, 1869). Popularmente conhecido no Brasil como camarão-da-Malásia (NEW; VALENTI, 2000), *M. rosenbergii* é considerado um dos maiores camarões de água doce do mundo. Os machos podem atingir 320 mm enquanto as fêmeas alcançam 250 mm (HOLTHUIS, 2000). A espécie nativa amazônica, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), por exemplo, atinge 63 mm (BENTES *et al.*, 2011).

Figura 1- Camarão-da-Malásia, *Macrobrachium rosenbergii*.



Fonte: Os autores.

O camarão-da-Malásia é proveniente de ambientes tropicais e subtropicais da região Indo-Pacífica (LING, 1967), mas atualmente ocorre em vários países como: Austrália, Papua Nova Guiné, Indonésia Oriental, Brasil e Filipinas. Em 1977, esse crustáceo foi introduzido no Brasil para estudos laboratoriais que foram realizados na Universidade Federal de Pernambuco (VALENTI, 1998), e em 1980 o cultivo da espécie se alastrou pelo estado de Pernambuco e pós-larvas foram obtidas a partir do cultivo em viveiros de fundo natural (MAGALHÃES *et al.*, 2005).

Durante a reprodução do camarão-da-Malásia, os machos depositam uma substância espessa na região ventral do corpo da fêmea, que compreende uma massa de espermatozoides. As fêmeas, por sua vez, liberam os óvulos através das aberturas genitais, colocando-os em contato com a massa de espermatozoides, ocorrendo assim a fecundação. Após a fecundação, os

ovos são liberados pelos gonóporos. No ambiente natural, a reprodução ocorre ao longo do ano todo (NEW; VALENTI, 2000). A fecundidade descrita para a população de *M. rosenbergii* pode variar de 50.000 a 200.000 ovos em média, chegando a 70.000 ovos em condições laboratoriais, como reportado por Cavallo *et al.*, 2001 variando em função da região, época do ano, tamanho e idade das fêmeas.

O intervalo de fecundidade descrito para a espécie varia em função da região, época do ano, tamanho e idade das fêmeas. Há grande variabilidade na fecundidade das espécies de *Macrobrachium*. Para *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871), por exemplo, foram descritos 2.418 ovos/fêmeas em média na localidade de Benim, situada na porção Ocidental do continente Africano (VARGAS-CEBALLOS *et al.*, 2018). Enquanto que, para *M. carcinus* (Linnaeus, 1758) 242.437 ovos/fêmea, situada no Norte da Costa Rica (LARA; WEHRTMANN, 2009).

Existe um grande acervo de trabalhos sobre a reprodução de espécies de *Macrobrachium* (SANTOS, 2004; SOARES; OSHIRO; TOLEDO, 2015; VARGAS-CEBALLOS *et al.*, 2018; KUMAR; KOTNALA; RANA, 2019; SILVA; SAMPAIO, 2006). Dentre as informações obtidas em estudos com esse enfoque, foi descrita maior proporção de fêmeas que machos para *M. amazonicum*. O pico reprodutivo ocorreu no período de enchente-cheia, que corresponde ao inverno amazônico, corroborando para a maior dispersão das larvas (COSTA; MATTOS; MACHADO, 2018). Para *Macrobrachium surinamicum* Holthuis, 1948 também foi encontrada maior proporção de fêmeas que machos e o pico reprodutivo coincidiu com os meses de maior pluviosidade. A quantidade de ovos exteriorizados variou em torno de 174 a 1780 ovos/fêmea (DE LIMA; DA CRUZ; DA SILVA, 2015). Os aspectos reprodutivos das fêmeas de *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) e *Macrobrachium olfersi* (Wiegmann, 1836) apresentaram grande discrepância quanto ao volume de ovos, comprimento do corpo e fecundidade, evidenciando a diversidade de comportamentos reprodutivos entre as espécies do mesmo gênero (NAZARI *et al.*, 2003).

Por definição, a Convenção da Diversidade Biológica (CBD) relata que o processo de bioinvasão é definido por indivíduos que habitam locais além do ambiente de origem e que representam uma ameaça para outras espécies, ao habitat e ecossistemas (LOPES; CUNHA, 2009). Essas espécies possuem capacidade de se reproduzir e desenvolver nesse novo habitat (DELARIVA; AGOSTINHO, 2008) e apresentam diversas ameaças, ocasionando danos ao ecossistema e a biodiversidade além dos riscos a saúde humana. O potencial invasor relacionado a espécies exóticas compõe o *ranking* entre os maiores causadores de perdas da

biodiversidade, juntamente com as mudanças climáticas, sobre-exploração dos recursos, além da poluição (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Os impactos causados por espécies invasoras são mensurados em escalas econômicas e ecológicas. Estados Unidos da América, Austrália, África do Sul, Índia, Reino Unido e Brasil, somam um total de 120.000 espécies exóticas-invasoras que foram registradas e distribuídas em micróbios, plantas e animais e dessas, 20 a 30%, são pestes e causam danos ambientais. Os impactos econômicos registraram prejuízos de cerca de 55.000 US\$ a 248.000 US\$ bilhões/ano de perdas na agricultura, pastagens, e danos florestais. Somente no Reino Unido, 958 espécies são consideradas ameaçadas ou em situação de risco de extinção e a principal causa é a predação ou competição por alimento. Quando se trata de ameaças econômicas, valores ainda maiores estão associados a este, totalizando 336 US\$ bilhões/ano (PALMER;FOWLER 1975; CACUTT, 1979; LONG, 1981; GOODERS, 1982; KITCHING, 1986; MATTHEWS, 1982; RUSSEL *et al.* 1987; ANON, 1989; BAKER, 1990; HORST, 1990; STUART; ADAMS 1990; COCK; KOCH 1991; MAITLAND; CAMPBELL, 1992; SHARMA, 1993).

No Brasil, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste, a pesca de camarões de água doce é amplamente praticada pelos pescadores locais tornando-as importante fonte de subsistência como renda, gerando sustento para diversas famílias ribeirinhas (FREIRE; SILVA, 2008). O camarão-da-Malásia corresponde a uma das principais espécies comercializadas por esses pescadores, seguida do camarão-da-Amazônia (*M. amazonicum*) em função do grande porte e elevado valor de comercialização, muitas vezes representando parte importante da renda dos pescadores que é majoritariamente composta pela agricultura em regime familiar (RAMOS *et al.*, 2016).

A aquicultura prospera constantemente e o setor da carcinicultura de água doce possui importância fundamental nesse resultado (VALENTI, 2002). No Brasil, esse dado é norteado pelo cultivo do camarão-da-Malásia. Segundo dados da FAO (2022), a produção anual mundial dessa espécie foi superior a 200.000 toneladas, gerando assim, mais de US\$ 1 bilhão. A popularização da espécie se deu graças ao bom potencial zootécnico, rusticidade, grande porte, podendo atingir até 30 cm e pesar 500 g, ciclo de cultivo curto, e grandes concentrações de compostos químicos como amônia, nitrito e nitrato (DANIELS, 2000; MALLASEN, 2002; NEW *et al.*, 2009; NEW; VALENTI, 2000).

Entre os grupos de animais de espécies exóticas e invasoras, existem aqueles que mesmo sendo um risco para o ambiente, acabam sendo uma grande preferência entre os pescados em razão de sua importância econômica, como é o caso de certos grupos de camarões, em especial *M. rosenbergii*.

O camarão *M. rosenbergii* é uma espécie exótica-invasora em diversos países e no estuário amazônico são encontrados vários registros da espécie habitando o local (BARROS; SILVA, 1997; IKETANI *et al.*, 2016; SILVA-OLIVEIRA *et al.*, 2011). A espécie possui características específicas como alta rusticidade, comportamento agonístico além de ser um indivíduo de grande porte o que sugere possível competição por alimento e predação com espécies nativas (New; Valenti 2008). Ademais, a espécie apresenta alta resistência a metais traço em níveis superiores aos toleráveis para a saúde humana, como cromo, ferro, chumbo, zinco, manganês, cádmio, cobre e níquel. Dessa forma, além de apresentar desequilíbrio na cadeia trófica também pode ocasionar problemas relacionados à saúde pública (Mostafiz *et al.*, 2020).

Assim, entender os aspectos reprodutivos do camarão-da-Malásia é primordial para o estabelecimento de manejo adequado dessa espécie exótica-invasora no estuário amazônico. Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi estimar a frequência de ocorrência de fêmeas e de fêmeas ovígeras como também a fecundidade do camarão exótico-invasor *M. rosenbergii* no estuário amazônico, bem como realizar uma revisão da literatura a respeito da fecundidade dos camarões palaemonídeos no Brasil.

2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está organizada em dois capítulos que contemplam diferentes abordagens: Capítulo I (Fecundidade do Camarão-da-Malásia): Fecundidade do camarão exótico-invasor *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) (CRUSTACEA, DECAPODA) em um estuário amazônico.

Capítulo II (artigo de revisão sobre fecundidade de Palaemonidae): Revisão de dados sobre fecundidade dos camarões da Família Palaemonidae no Brasil.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Estimar a frequência de ocorrência de fêmeas e de fêmeas ovígeras como também a fecundidade do camarão exótico-invasor *M. rosenbergii* no estuário amazônico.

3.2 Objetivos específicos

Capítulo I

- Estimar a fecundidade de *M. rosenbergii* em relação ao tamanho e à massa corporal das fêmeas;

- Calcular o volume e analisar o estágio de desenvolvimento dos ovos da população estudada;
- Calcular a frequência mensal de ocorrência de fêmeas ovígeras.

H₁: A fecundidade está correlacionada positivamente com o tamanho das fêmeas. Essa hipótese tem como base os aspectos reprodutivos relacionados aos decápodes onde as fêmeas de grande porte possuem ovários maiores, o que lhes permite produzir e transportar mais ovos.

H₁: O camarão exótico-invasor *M. rosenbergii* apresenta alta fecundidade no estuário amazônico. Essa hipótese tem como base a forte relação entre períodos de maior pluviosidade e a alta fecundidade de outros camarões palaemonídeos.

Capítulo II

Realizar um levantamento de publicações científicas sobre a fecundidade das espécies de camarões palaemonídeos que ocorrem no Brasil e, fornecer uma revisão dos bancos de dados atuais, destacando os padrões reprodutivos das espécies, com o intuito de subsidiar medidas de manejo futuras. Os objetivos específicos foram:

- Quantificar o número de artigos científicos publicados sobre fecundidade e período reprodutivo de Palaemonidae em águas brasileiras;
- Descrever os dados quantitativos de fecundidade, tamanho e volume dos ovos das espécies de camarões palaemonídeos reportados na literatura;
- Verificar se uma mesma espécie possui diferentes registros de fecundidade e para quais espécies não há nenhuma informação sobre fecundidade e/ou época reprodutiva.

4 MATERIAL E MÉTODOS

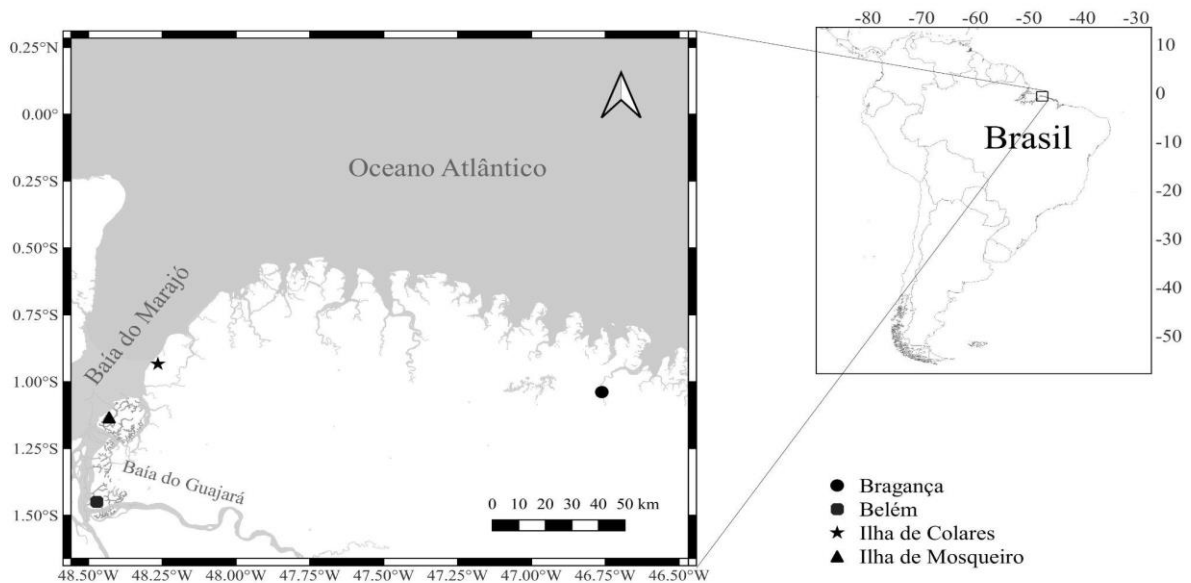
4.1 Área de estudo

O estuário amazônico é formado a partir do encontro dos rios Amazonas e Araguaia/Tocantins, na linha de costa entre os estados do Amapá e Pará, e deságuam no Oceano Atlântico formando uma zona de mistura produtiva, onde atuam diversas frotas pesqueiras (Sanyo 1998). A precipitação média anual de 2.214 mm e período chuvoso é mais evidente de fevereiro a abril (Moraes *et al.* 2005).

Os camarões foram capturados no estuário amazônico próximo ao Município de Colares (Figura 02), uma ilha pertencente à mesorregião do nordeste paraense. Está separada do

continente por um limite natural denominado Furo da Laura, que compreende o estuário oligohalino amazônico. Está inserida na linha de costa entre os estados do Pará e Amapá, formada pela Baía do Guajará e Ilha do Marajó ($0^{\circ} 54' S$ $48^{\circ} 13' W$). A faixa litorânea é banhada pela baía do Marajó, e apresenta temperatura anual média de $28^{\circ}C$ (Moraes et al. 2005). A escolha do local se deu em função da alta frequência de captura e comercialização da espécie nessa região.

Figura 2 – Mapa esquemático da área de estudo.



Fonte: Gillet, 2023.

4.2 Coleta de dados

Capítulo I

Os exemplares foram capturados com rede denominada “tarrafa”, que compreende uma rede com formato cônico, margeada com pesos de chumbo e uma corda no centro do saco com o objetivo de facilitar o fechamento e retirada da água (Espírito-Santo *et al.* 2005). A rede foi lançada na água a partir de uma embarcação de pequeno porte, uma canoa motorizada. As capturas foram realizadas até a obtenção de 3 kg de camarão por amostragem, que ocorreu de abril de 2019 a janeiro de 2022. Não foi possível amostrar todos os meses em decorrência das dificuldades de acesso à área em razão da pandemia de COVID-19. No entanto, os meses contemplados na amostragem representam períodos de maior e menor pluviosidade na região.

Dados mensais de pluviosidade da região foram obtidos através da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA) a partir da estação meteorológica do Município de Vigia ($0^{\circ} 56' S$ $48^{\circ} 04' W$), localizada à aproximadamente 88 km do local amostrado.

Para os procedimentos laboratoriais, os camarões foram retirados do freezer, colocados em temperatura ambiente e, a identificação da espécie foi feita de acordo com a chave taxonômica de Chace e Bruce (1993) e Holthuis (1950). Os exemplares foram mensurados quanto ao comprimento total (CT), que é a medida entre a extremidade distal, do rostró e o télson, em mm, e quanto ao comprimento da carapaça (CC - distância entre a região posterior orbital a extremidade posterior da carapaça), utilizando paquímetro digital com precisão (0,01 mm), porém os valores foram transformados para centímetros. A identificação do sexo foi realizada com base na presença ou ausência do apêndice sexual masculino no segundo par de pleópodos. Em seguida, a massa corporal dos exemplares foi determinada em balança de precisão (0,01 g).

As fêmeas ovígeras foram pesadas, medidas e os ovos aderidos ao abdômen foram retirados com pinça, conservados em álcool 70%, fixados em Bouin alcoólico até o momento da análise. Os ovos foram retirados do álcool e sob um estereomicroscópio óptico (Discovery V.12 Zeiss) foram identificados os estágios de desenvolvimento embrionário de acordo com o critério sugerido por Wehrmann (1990): estágio I (inicial): os ovos estão completamente preenchidos pelo vitelo e há ausência de olhos visíveis; estágio II (intermediário): presença de olhos, porém pouco visíveis; e estágio III (final): olhos claramente visíveis. Toda fêmea ovígera teve os ovos contabilizados e medidos quanto ao diâmetro por meio do Software Zen® (Zeiss), em milímetros. Somente ovos em estágio inicial foram mensurados, uma vez que apresentam forma esférica. Nos demais estágios os ovos apresentam grande variação de formato, não sendo possível fazer a estimativa de volume adequadamente.

A partir do diâmetro foi calculado o volume dos ovos segundo a equação: $\frac{1}{6} \pi \times R^3$, onde R é representado pelo raio médio (JONES; SIMON, 1983).

Para análise da fecundidade a massa de ovos de cada fêmea ovígera foi retirada e em seguida realizadas três subamostras que foram pesadas em uma balança de precisão. O quantitativo de ovos de cada subamostra foi contado sob uma placa de Petri milimetrada sob um estereomicroscópio (Discovery V.12, Zeiss®). Para a estimativa da fecundidade de cada fêmea utilizou-se regra de três simples para cada amostra e, após cálculo das médias, obteve-se a média total para a população amostrada. Para a escolha desse procedimento foi utilizada a relação entre o número de ovos e o peso seco dos mesmos após serem mantidos em estufa a 60°C. A partir dessa relação, o quantitativo de ovos foi calculado para cada fêmea.

A proporção entre fêmeas e fêmeas ovígeras foi testada mensalmente com teste G ($n < 20$) ou teste do Qui-quadrado ($n > 20$), dependendo do n amostral. A diferença nas médias de

tamanho do comprimento do cefalotórax (CC) foi testada com ANOVA um critério, assumindo significância de 5% ($p < 0,05$). Para testar a relação entre a fecundidade e a massa corporal, assim como entre a fecundidade e o diâmetro dos ovos em relação às classes de tamanho das fêmeas, foram realizadas análises de regressão. Todos os testes foram realizados com o programa R Studio (versão 4.2.1).

Capítulo II

Para a análise cientométrica foram utilizados livros, artigos, capítulos de livros e listas taxonômicas. A maior parte do levantamento bibliográfico foi realizado na base de dados "ISI of Knowledge - Web of Science", mas também foi utilizado o "Google Acadêmico" e a base de dados "Scielo", utilizando as palavras-chave: "Fecundity", "Palaemonidae", "Reproduction", "Brazil" e "Prawn", "egg", "egg volum" além de buscas por referências citadas nos respectivos artigos.

Publicações que não contemplaram o objetivo da pesquisa ou apresentavam dados duvidosos foram excluídas após análise criteriosa do conteúdo, quando necessário. O levantamento de dados contemplou 78 anos, período de 1945 a março de 2023. Como critério para escolha dos artigos, adotamos estudos que abordam aspectos sobre a biologia reprodutiva e fecundidade dos camarões Palaemonidae no Brasil.

Foram recolhidos dados acerca da latitude e longitude, ambiente em que a espécie foi capturada e subdividido em quatro categorias ambientais: experimental, água doce, marinho e estuarino. Também foi descrito os valores máximo, médio e mínimo sobre volume de ovos, fecundidade e tamanho das fêmeas ovígeras. Por fim, a temperatura foi inserida quando a informação estava presente no periódico. Todos os dados acerca dos aspectos reprodutivos dos palaemonídeos brasileiros, assim como as espécies e o ambiente onde vivem foram reunidos na tabela 1 (Apêndice A).

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pelo apoio ao projeto (Universal/CNPq/nº 424710/2018-8) e pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora (Processo número 132124/2021-1). Gostaríamos de agradecer à PROPESP / FADESP pelo financiamento da tradução do manuscrito via Edital PAPQ. Agradecemos aos colegas do Grupo de Pesquisa em Ecologia de Crustáceos da Amazônia (GPECA). Em especial à banca avaliadora da dissertação pelas valiosas contribuições. Todos os experimentos foram conduzidos conforme leis brasileiras (Processo DIFAP/IBAMA número 8680522.3.0000.0018/5.538.120) e ICMBio (nº 83345-1).

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.V; DOS SANTOS, J.O; DA SILVA, G.A.; DE MIRANDA, R.G.B. Distribuição espaço-temporal de crustáceos decápodes meroplantônicos, com ênfase nas larvas do caranguejo-uçá, na baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Revista CEPSUL Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 6, p. 2017001, jan. 2017.
- ANGER, K.; MOREIRA, G.S. Morphometric and Reproductive Traits of Tropical Caridean Shrimps. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18, n. 4, p. 823-838, out. 1998.
- BARROS, M. P. de; SILVA, L. M. A. da. Registro de introdução da espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), em águas do Estado do Pará, Brasil. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 13, n. 1, p. 31-37, jan. 1997.
- BARTHEM, R.B. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da baía de Marajó, estuário amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 2, n. 1, p. 49-69, dez. 1985.
- BATE, C.S. On a new genus, with four new species, of freshwater prawns. **Proceedings of the Zoological Society**, p. 363-368, mai. 1868.
- BAUER, R. T. Amphidromy in shrimps: a life cycle between rivers and the sea. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 4, p. 633-650, 2013.
- BAUER, R. T.; DELAHOUSAYE, J. Life history migrations of the Amphidromous River Shrimp *Macrobrachium ohione* from a Continental Large River System. **Journal of Crustacean Biology**, v. 28, n. 4, p. 622-632, 2008.
- BENTES, B. S.; MARTINELLI, J. M.; SOUZA, L. S.; CAVALCANTE, D. V.; ALMEIDA, M. C.; ISAAC, V. J. Spatial distribution of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 4, p. 925-935, 2011.
- BERTINI, G.; BAEZA, J. Fecundity and fertility in a freshwater population of the neotropical amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* from the southeastern Atlantic. **Invertebrate reproduction & development**, v. 58, n. 3, p. 207-217, jul. 2014.
- BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. 1012 p.
- CARVALHO, F.L. de. Sistemática do gênero *Palaemon* Weber, 1795 (Decapoda, Palaemonidae): uma abordagem molecular e morfológica de padrões filogeográficos, evolução de características ecológicas e status taxonômico das espécies do Brasil. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 17 dez. 2015.
- CAVALLO, R. O.; LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Reproductive performance of *Macrobrachium rosenbergii* females in captivity. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 32, n. 1, p. 60-67, 2001.

- CHACE, F. A.; BRUCE, A. J. The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the Albatross Philippine Expedition 1907-1910, Part 6: Superfamily Palaemonoidea. **Smithsonian Contributions to Zoology**, Washington D. C., n. 543, p. 1-152, 1993.
- COELHO, P.A.; RAMOS-PORTO, M.; KOENING, M.L. Biogeografia e Bionomia dos Crustáceos do Litoral Equatorial Brasileiro. **Tropical Oceanography**, v. 15, n. 1, jun. 1980.
- COLLINS, P. A. Um mecanismo de coexistência de dois camarões de água doce na planície de inundação do rio Paraná, Argentina. **Journal of Crustacean Biology**, v. 25, p. 219-225, 2005.
- COSTA, T. V. DA; MATTOS, L. A. DE; MACHADO, N. DE J. B. Estrutura populacional de *Macrobrachium amazonicum* em dois lagos de várzea da Amazônia. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 2, p. 281-293, 2018.
- DE GRAVE, S.; CAI, Y.; ANKER, A. Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, n. 1, p. 287-293, dez. 2008.
- DE GRAVE, S.; FRANSEN, C. Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda) **NCB Naturalis**, v. 85, n. 9, p. 195-589, 2011.
- DE LIMA, J. F.; DA CRUZ, M. C. M.; DA SILVA, L. M. A. Biologia reprodutiva do camarão *Macrobrachium surinamicum* (Decapoda: Palaemonidae) na foz do rio Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 3, p. 299-306, 2015.
- DELARIVA, R. L.; AGOSTINHO, A. A. Introdução de espécies: uma síntese comentada. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 21, p. 255–262, 17 jul. 2008.
- ESPÍRITO SANTO, R. E; ISAAC V. J; SILVA, L. M. A; MARTINELLI, J.M.; HIGUCHI, H; SAINT-PAUL, U. Peixes e camarões do litoral bragantino. Belém, Pará: MADAM, 2005.268 p.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Towards Blue Transformation. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022.
- FERREIRA, R.S.; VIEIRA, R.R.R.; D'INCAO, F. The marine and estuarine shrimps of the Palaemoninae (Crustacea: Decapoda: Caridea) from Brazil. **Zootaxa**, v. 2606, n. 1, p. 1-24, set. 2010.
- FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. Zoologia dos invertebrados. Grupo Gen- Editora Roca Ltda., 1996.
- FREIRE, J. L.; SILVA, B. B. Aspectos Sócio-Ambientais das Pescarias de Camarões Dulcíolas (*Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 e *Macrobrachium rosenbergii* de Man, 1879) (Decapoda, Palaemonidae) na Região Bragantina-Pará-Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 21, n. 1, p. 51-62, 2008.
- HELLER, C. Para um conhecimento mais detalhado dos crustáceos marinhos que ocorrem nas águas doces do sul da Europa. **Revista de Zoologia Científica**, v. 19, p. 156-162, 1869.

HERNÁEZ, P.; PALMA, S. Fecundidad, volumen del huevo y rendimiento reproductivo de cinco especies de porcelánidos intermareales del norte de Chile (Decapoda, Porcellanidae). **Investigaciones marinas**, v. 31, n. 2, p. 35-46, 2003.

HOLTHUIS, L. B. The Decapoda of the Siboga Expedition. Part X. The Palaemonidae collected by the Siboga and Snellius expeditions with remarks on other species. I. Subfamily Palaemoninae. **Siboga Expéditie**, v. 39, n. 9, p. 1-268, 1950.

HOLTHUIS, L. B. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. **Occasional Papers of the Allan Hancock Foundation**, v. 12, p. 1-396, 1952.

HOLTHUIS, L. B., 2000. Nomenclature and taxonomy. *In*: New, M. B.; Valenti, W. C. (eds.). **Freshwater prawn culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii***. United Kingdom: Blackwell Science, 2000. p. 12–17.

IKETANI, G.; AVIZ, M.; MACIEL, C.; VALENTI, W.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I. Successful invasion of the Amazon Coast by the giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: evidence of a reproductively viable population. **Aquatic Invasions**, v. 11, n. 3, p. 277-286, fev. 2016.

KUMAR, K.; KOTNALA, C.B.; RANA, A.R. Fecundity and egg dimension of freshwater prawn *Macrobrachium assamense peninsulare* (Tiwari, 1958) from Rawasan stream of Garhwal, Central Himalaya, India. **Aquaculture Research**, v. 50, n. 12, p. 3608-3615, dez. 2019.

LARA, L.R.; WEHRTMANN, I.S. Reproductive biology of the freshwater shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.) (Decapoda: Palaemonidae) from Costa Rica, central America. **Journal of Crustacean Biology**, v. 29, n. 3, p. 343-349, ago. 2009.

LOPES, R.; CUNHA, D. **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**. Brasília: MMA/SBF, 2009.

MAGALHÃES, C.; BUENO, S. L. S.; BOND-BUCKUP, G.; VALENTI, W. C.; MELO S. H. L.; KIYOHARA, F.; MOSSOLIN, E. C.; ROCHA, S. S. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in the state of São Paulo, Brazil: Records and possible causes of their introduction. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, n. 8, p. 1929-945, 2005.

MAGALHÃES, C.; MELO, G. A. S. DE. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia USP, 2003. 429 p.

MALLASEN, M. Desenvolvimento larval de *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) em diferentes concentrações de amônia, nitrito, nitrato e valores de pH na água. Jaboticabal: **UNESP**, 2002.

MELO, S.G.; BROSSI-GARCIA, A.L. Postembryonic Development of *Macrobrachium Petronioi* (Caridea: Palaemonidae) in the Laboratory. **Journal of Crustacean Biology**, v. 19, n. 3, p. 622-642, jul. 1999.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington, DC. 2005.

MOREIRA, L.; COLLART, O. Diel vertical migration of the prawn larvae of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) in a central Amazonian floodplain lake, Careiro Island, Brazil. **Amazoniana**, v. 12, n. 3–4, p. 385-398, 1993.

MOSSOLIN, E.C.; BUENO, S.L.S. Reproductive Biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 22, n. 2, p. 367-376, abr. 2002.

MOSTAFIZ, F.; ISLAM, M. M.; SAHA, B. Bioacumulação de metais traço em camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*, de fontes cultivadas e selvagens e avaliação de risco à saúde humana em Bangladesh. **Environmental Science and Pollution Research**. v. 27, p 16426–16438, 2020.

MORAES, B.C.; COSTA, J.M.N.; COSTA, A.C.L. e COSTA, M.H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 207-214, jun. 2005.

NAZARI, E.M.; SIMÕES-COSTA, M. S.; MÜLLER, Y. M. R.; AMMAR, D.; DIAS, M. Comparisons of Fecundity, Egg Size, and Egg Mass Volume of the Freshwater Prawns *Macrobrachium potiuna* and *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae), **Journal of Crustacean Biology**, v. 23, n. 4, p 862-868, dec. 2003.

NEW, M. B.; VALENTI, W. C. Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*. **Blackwell Science**, p. 443, 2000.

NEW, M. B.; VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H.; D'ABRAMO, L.R. Freshwater prawns: biology and farming. 2009. 544 p.

RAMOS, A. S; PEREIRA. L. de J. G.; CINTRA, I. H. A.; BENTES, B. Etnoconhecimento de pescadores artesanais de *Macrobrachium rosenbergii* em campos alagados de uma região Amazônica-Brasil. **Acta of Fisheries Aquatic Resources**, v. 4, p. 93-105, jul. 2016.

SANYO, T. M. I. Draft final report for the fishery resources study of the Amazon and Tocantins River mouth. 1998.

SILVA, R. DA; SAMPAIO, C.; SANTOS, J. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 64, p. 489-500, 2004.

SILVA-OLIVEIRA, G.; READY, J. S.; IKETANI, G.; BASTOS, S.; GOMES, G.; SAMPAIO, I.; MACIEL, C. The invasive status of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) in Northern Brazil, with an estimation of areas at risk globally. **Aquatic Invasions**, v. 6, n. 3, p. 319-328, mai. 2011.

SOARES, M.R. DA S.; OSHIRO, L.M.Y.; TOLEDO, J.C. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium jelskii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia - Serie Zoologia**, v. 105, n. 3, p. 307–315, set. 2015.

SOUZA, G. O.; ARAÚJO, P. B.; RORATTO, P. A.; DUMONT, L. F. C. Uso de marcadores moleculares em camarões palaemonídeos: aplicações em *Palaemon argentinus* e *Macrobrachium potiuna* (Crustacea, Decapoda, Caridea). 2016.

LING, S. W. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). **FAO Fisheries Report.**, v. 57, n. 3, p. 589-606, 1967.

VALENTI, W. **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para a produção de camarões.** Brasília: IBAMA, 1998.

VALENTI, W. Situação atual, perspectivas e novas tecnologias para produção de camarões de água doce. **Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, v. 12, p. 99-106, 2002.

VALENTI, W.; DANIELS, W. Recirculation hatchery systems and management. **Blackwell Science**, p. 69-90, 2000.

VARGAS-CEBALLOS, M. A.; LÓPEZ-URIARTE, E.; GARCÍA-GUERRERO, M. U.; WEHRTMANN, I. S.; RÍOS-JARA, E.; VEGA-VILLASANTE, F. Fecundity, egg volume and reproductive output of *Macrobrachium tenellum* (Crustacea: Palaemonidae) from the northern coast of Jalisco, Mexico. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, n. 3, p. 502–511, jul. 2018.

WEBER, F. Nomenclator entomologicus secundum entomologiam systematicam ill. Fabricii: adjectis speciebus recens detectis et varietatibus. Kiel et Hamburgi. 184 p. 1795.

SILVA, J. L. M. L. DA.; GAMA, J. R. N. F.; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A.; SANTOS, P. L. DOS; ROLIM, P. A. M.; LOBO, W. T. **Zoneamento agroecológico do Município de Colares, Estado do Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 77 p.

7 RESULTADOS

Capítulo 1

Fecundidade do camarão exótico-invasor
Macrobrachium rosenbergii (de Man, 1879)
(CRUSTACEA, DECAPODA) em um estuário
amazônico

CAPÍTULO I: FECUNDIDADE DO CAMARÃO EXÓTICO-INVASOR
***Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) (CRUSTACEA, DECAPODA) EM UM**
ESTUÁRIO AMAZÔNICO

Victoria Marena do Rego Henriques^{1,3}, Dalila Costa Silva¹, Marcelo Petracco², Jussara Moretto Martinelli-Lemos¹

¹ Grupo de Pesquisa em Ecologia de Crustáceos da Amazônia, Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia da Universidade Federal do Pará (UFPA), Av. Perimetral 2651, Cep: 66077-530, Belém, Pará, Brasil.

² Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (UFPA), Av. Augusto Corrêa, 01, Cep: 66075-110, Belém, Pará, Brasil.

³ Autor correspondente. E-mail: victoria.henriques@neap.ufpa.br

ORCID iDs: Henriques: 0000-0003-0769-4378; Silva: 0000-0003-4978-7353;

Martinelli-Lemos: 0000-0001-9646-4763; Petracco: 0000-0001-6501-0099.

Resumo O camarão *Macrobrachium rosenbergii*, nativo da região Indo-Pacífica, foi introduzido para o cultivo em diversos países de região tropical e subtropical devido ao seu potencial zootécnico, alta rusticidade e grande porte. O presente trabalho objetivou estimar a fecundidade desse camarão exótico-invasor no estuário amazônico. O comprimento total, da carapaça e a massa corporal dos camarões foram obtidos. A fecundidade foi calculada com base no número de ovos exteriorizados por fêmea e para isso, os ovos foram contabilizados e medidos para cálculo de volume. Das 60 fêmeas analisadas, 44 apresentaram ovos em estágio inicial, 9 em desenvolvimento e 7 em estágio final. A fecundidade média foi de 49.553 ± 36.806 para ovos em estágio inicial, $89.099,4 \pm 34.495,98$ para ovos em desenvolvimento e 40.443 ± 23.189 em estágio final. Observou-se relação linear tanto para a fecundidade em relação ao tamanho das fêmeas ($R^2: 0,43$) quanto para a massa corporal ($R^2: 0,56$). Além de apresentar alta frequência de fêmeas ovíferas ao longo dos meses, a fecundidade dessa espécie no estuário amazônico é similar aos congêneres de ambiente onde a espécie ocorre naturalmente. Nossos dados comprovam que a espécie *M. rosenbergii* tem reprodução contínua e sugerem que essa espécie está estabelecida no estuário estudado.

Palavras-chave: Amazônia; Invasão Biológica; ODS-14; Palaemonidae; Reprodução

Introdução

Macrobrachium rosenbergii (de Man 1879) é um palaemonídeo amplamente distribuído em águas continentais e estuários de ambientes tropicais e subtropicais da região Indo-Pacífica (Chace e Bruce 1993). Essa espécie foi introduzida em muitos países tais como Austrália, Indonésia Oriental, Filipinas e Brasil devido sua importância para o cultivo (Pinheiro e Hebling 1998; Iketani et al. 2016). No Brasil, *M. rosenbergii* é popularmente conhecido como “camarão-da-Malásia”, vive principalmente em planícies de inundação, rios lóticos e águas interiores e estuarinas, e é uma espécie invasora de estuários amazônicos (Maciel et al. 2010). O camarão-da-Malásia apresenta grande importância comercial devido ao seu bom potencial zootécnico como grande porte, peso, alta rusticidade, além de tolerar ambientes com altas concentrações de compostos nitrogenados como nitrito, amônia e nitrato, tornando-o uma espécie comercialmente relevante para a aquicultura (Valenti e Daniels 2000; Mallasen 2002; New et al. 2009). A produção anual mundial dessa espécie atingiu 294 mil toneladas, tornando-o o quinto colocado quando se trata de produção de crustáceos cultivados em nível global, e corroborando para o *status* de camarão de água doce com maior importância para a aquicultura global (FAO 2022).

Apesar do potencial econômico, a prática da aquicultura traz impactos significativos para os ecossistemas aquáticos, como por exemplo, o escape de organismos ao meio natural. No caso específico da Amazônia onde esse palaemonídeo é exótico-invasor, os danos às espécies nativas e aos ecossistemas estuarinos ainda não foram descritos. O cultivo dessa espécie e a produção de pós-larvas desse camarão nos estuários amazônicos ocorreram no início da década de 1990 (Barros e Silva 1997). Os impactos causados por espécies invasoras são mensurados em escalas econômicas e ecológicas. Estima-se que nos Estados Unidos da América, Austrália, África do Sul, Índia, Reino Unido e Brasil, um total de 120.000 espécies exóticas-invasoras foram registradas considerando micróbios, plantas e animais e dessas, 20 a 30%, são pestes e causam problemas ambientais. (Palmer e Fowler 1975; Cacutt 1979; Long 1981; Gooders 1982; Kitching 1986; Matthews 1982; Russel et al. 1987; Anon 1989; Baker 1990; Horst 1990; Stuart e Adams 1990; Cock e Koch 1991; Maitland e Campbell 1992; Sharma 1993).

Em comparação com outras espécies de camarão dulcícola, *M. rosenbergii* tem alta rusticidade, comportamento agonístico e grande porte, o que sugere possível competição por alimento e predação das espécies nativas. Há vários registros da espécie no estuário amazônico e provável expansão da espécie invasora para regiões adjacentes (Barros et al. 1997; Iketani et

al. 2016; Silva-Oliveira et al. 2011). No entanto, não há informações sobre a biologia reprodutiva dessa espécie nesse ambiente, tampouco se de fato a colonização de *M. rosenbergii* está estabelecida.

Em razão da fecundidade ser um critério comumente utilizado para avaliar espécies com potencial econômico, subsidiar melhores tomadas de medida de manejo dos estoques e também ser indicativo de sucesso reprodutivo, principalmente quando se trata de espécies exóticas colonizando novos ambientes (Bueno 2002), o objetivo desse estudo foi estimar a frequência de ocorrência de fêmeas e de fêmeas ovígeras como também a fecundidade do camarão exótico-invasor *M. rosenbergii* no estuário amazônico. Estimar a fecundidade do camarão-da-Malásia e determinar a época reprodutiva dessa população é primordial para o estabelecimento do manejo adequado dessa espécie no estuário amazônico. Com base na contínua comercialização dessa espécie nos mercados regionais, nossa hipótese é que *M. rosenbergii* se reproduz continuamente e apresenta alta fecundidade no estuário amazônico.

Material e Métodos

O estuário amazônico é formado a partir do encontro dos rios Amazonas e Araguaia/Tocantins, na linha de costa entre o estado Amapá e Pará e deságuam no Oceano Atlântico formando uma zona de mistura produtiva, onde atuam diversas frotas pesqueiras (Sanyo 1998). A precipitação média anual de 2.214 mm e período chuvoso é mais evidente de fevereiro a abril (Moraes et al. 2005).

Os camarões foram capturados no estuário amazônico próximo ao Município de Colares (Fig. 01), uma ilha pertencente à mesorregião do nordeste paraense. Está separada do continente por um limite natural denominado Furo da Laura, que compreende o estuário oligohalino amazônico. Está inserida na linha de costa entre os estados do Pará e Amapá, formada pela Baía do Guajará e Marajó (0° 54 'S 48° 13 'W). A faixa litorânea é banhada pela Baía do Marajó, e apresenta temperatura anual média de 28°C (Moraes et al. 2005). A escolha do local para o estudo de *M. rosenbergii* se deu em função da alta frequência de captura e os exemplares foram capturados com rede denominada "tarrafa", que compreende uma rede com formato cônico, margeada com pesos de chumbo e uma corda no centro do saco com o objetivo de facilitar o fechamento e retirada da água (Espírito-Santo et al. 2005). A rede foi lançada na água a partir de uma embarcação de pequeno porte, uma canoa motorizada. As capturas foram realizadas até a obtenção de 3 kg de camarão por amostragem, que ocorreu de abril de 2019 a janeiro de 2022.

Dados mensais de pluviosidade na região foram obtidos através da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA) a partir da estação meteorológica do Município de

Vigia ($0^{\circ} 56' S$ $48^{\circ} 04' W$), localizada à aproximadamente 88 km do local amostrado.

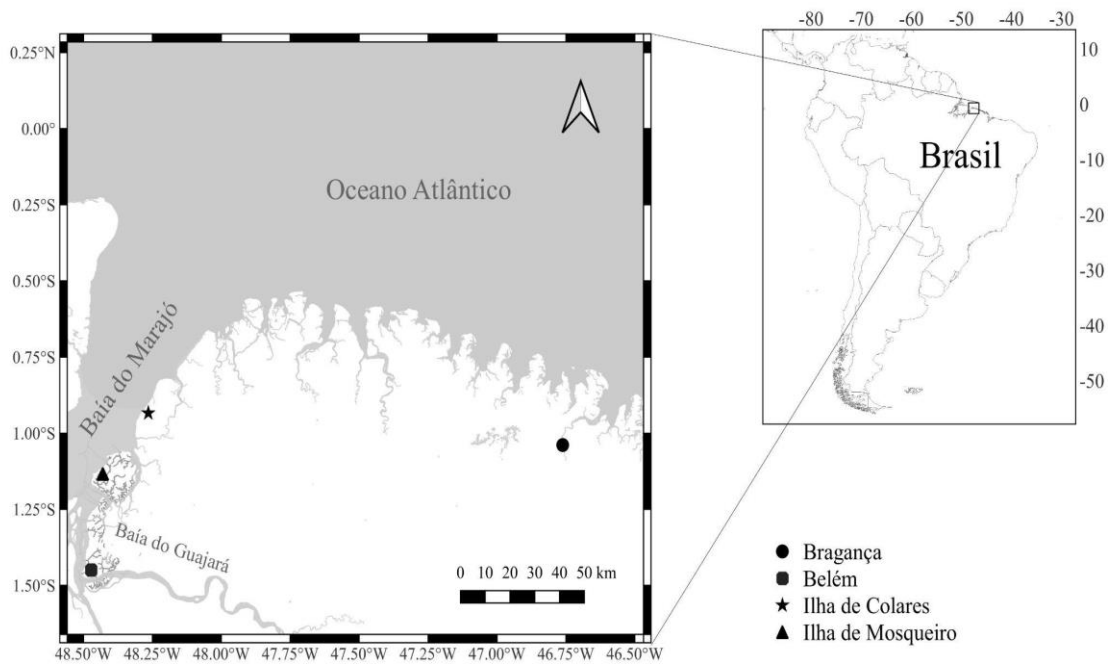


Fig. 1 Mapa com indicação da região estudada

Durante os procedimentos laboratoriais, os camarões foram retirados do freezer, submetidos a temperatura ambiente e, a identificação da espécie foi feita de acordo com a chave taxonômica de Chace e Bruce (1993) e Holthuis (1950). Os exemplares foram mensurados quanto ao comprimento total (CT), que é a medida entre a extremidade distal, do rostro e o télson, em mm, e quanto ao comprimento da carapaça (CC - distância entre a região posterior orbital a extremidade posterior da carapaça), utilizando paquímetro digital com precisão (0,01 mm), porém os valores foram transformados para centímetros. A identificação do sexo foi realizada com base na presença ou ausência do apêndice sexual masculino no segundo par de pleópodos. Em seguida, os espécimes foram aferidos quanto à massa corporal em balança de precisão (0,01 g).

As fêmeas ovígeras foram pesadas, medidas e os ovos aderidos ao abdômen foram retirados com pinça, conservados em álcool 70%, fixados em Bouin alcoólico até o momento da análise. Os ovos foram retirados do álcool e sob um estereomicroscópio óptico (Discovery V.12 Zeiss) foram identificados os estágios de desenvolvimento embrionário de acordo com o critério sugerido por Wehrtmann (1990): estágio I (inicial): os ovos estão completamente preenchidos pelo vitelo e há ausência de olhos visíveis; estágio II (intermediário): presença de olhos, porém pouco visíveis; e estágio III (final): olhos claramente visíveis. Toda fêmea ovígera

teve os ovos contabilizados e medidos quanto ao diâmetro por meio do Software Zen® (Zeiss), em milímetros. Somente ovos em estágio inicial foram mensurados, uma vez que apresentam forma esférica. Nos demais estágios os ovos apresentam grande variação de formato, não sendo possível fazer a estimativa de volume adequadamente.

A partir do diâmetro foi calculado o volume dos ovos segundo a equação: $\frac{1}{6} \pi \times R^3$, onde R é representado pelo raio médio (JONES; SIMON, 1983).

Para análise da fecundidade a massa de ovos de cada fêmea ovígera foi retirada e em seguida realizadas três subamostras onde foram pesadas em uma balança de precisão. O quantitativo de ovos de cada subamostra foi contado sob uma placa de Petri milimetrada com um estereomicroscópio (Discovery V.12, Zeiss®). Para a estimativa da fecundidade de cada fêmea utilizou-se regra de três simples para cada amostra e, após cálculo das médias, obteve-se a média total. Para a escolha desse procedimento foi utilizada a relação entre o número de ovos e o peso seco dos mesmos após serem mantidos em estufa a 60°C. A partir dessa relação, o quantitativo de ovos foi calculado para cada fêmea.

A proporção entre fêmeas e fêmeas ovígeras foi testada mensalmente com teste G ($n < 20$) e foi utilizado teste do Qui-quadrado quando considerado o número total de fêmeas e fêmeas ovígeras ($n > 20$), e a diferença nas médias de tamanho do comprimento do cefalotórax (CC) com ANOVA um critério, assumindo significância com ($p < 0,05$). Para testar a relação entre a fecundidade e a massa corporal, assim como entre a fecundidade e o diâmetro dos ovos em relação às classes de tamanho das fêmeas, foram realizadas análises de regressão. Todos os testes foram realizados com o programa R Studio (versão 4.2.1).

Resultado

Levando em consideração todas as fêmeas, o tamanho médio (CT) foi de 19, ± 2,3 cm de desvio padrão, variando entre 14,0 e 24,8 cm, enquanto a massa corporal média foi de 75,5 ± 26,0 g com mínimo de 24,3 e máximo de 151,5 g (Tabela 1).

Tabela 1 Estatística descritiva das variáveis tamanho e massa corporal de *M. rosenbergii* no estuário amazônico

Estágio de desenvolvimento	N	Tamanho CT (cm)			Massa (g)		
		Mínimo	Máximo	média ±dp	Mínimo	Máximo	média±dp
inicial	44	14	23,2	19,0±2,4	24,3	151,5	74,5±27,8
intermediário	9	17,2	22,2	20,5 ± 1,7	59,2	116,3	86,9±19,4
final	7	15,7	20,9	18,6±1,8	36,5	88,5	64,4±17,4
Geral	60	14,0	24,8	19,6±2,3	24,3	151,5	75,5±26,0

As fêmeas de *M. rosenbergii* apresentaram 3 estágios de desenvolvimento de ovos, inicial, intermediário e final (Figura 2).

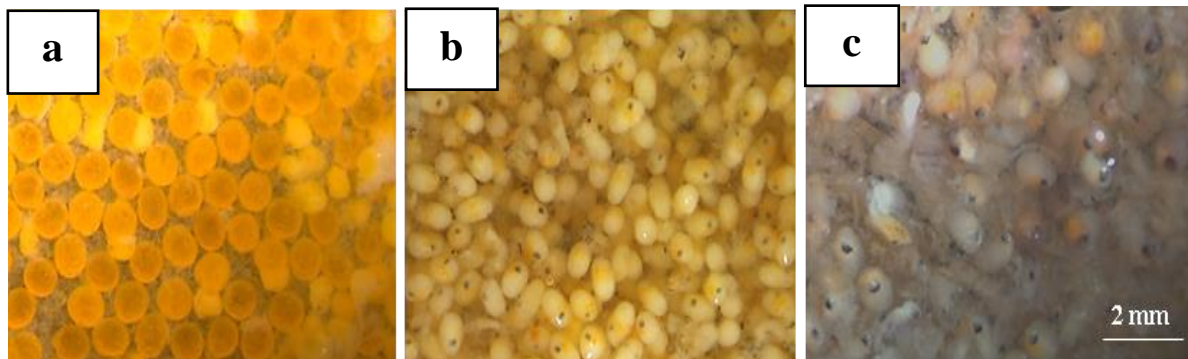


Fig. 2 Fotografia dos estágios de desenvolvimento dos ovos de *M. rosenbergii* no estuário amazônico, sendo **a** ovos em estágio inicial, **b** em estágio intermediário e **c** em estágio final

A maioria das fêmeas ovígeras ($n = 101$; 51,5%) apresentou ovos em estágio inicial, seguida por fêmeas com ovos em estágio intermediário ($n = 79$; 40,3%), enquanto uma pequena parcela das fêmeas ovígeras ($n = 16$; 8,2%) estava com ovos em estágio final de desenvolvimento. Fêmeas com ovos em estágio inicial carregavam de 2.018 a 143.234 ovos ($49,55 \pm 36,81$, média±desvio padrão). Para o estágio intermediário a variação no número de ovos foi de 27.015 a 136.025 ovos ($89,10 \pm 34,5$) e para o estágio final a variação foi de 3.862 a

62.204 ovos ($40,44 \pm 23,19$). O volume dos ovos em estágio inicial variou de 0,180 a 1,445 mm ($0,820 \pm 0,361$ mm) (Tabela 2).

Tabela 2 Estatística descritiva da fecundidade e dos ovos de *M. rosenbergii* exótico-invasor no estuário amazônico, litoral norte do Brasil. Mín - valor mínimo, Máx - valor máximo, $\bar{x} \pm dp$ - média e desvio padrão

Estágio de desenvolvimento	N	Volume dos ovos			Fecundidade		
		Mín	Máx	$\bar{x} \pm dp$	Mín	Máx	$\bar{x} \pm dp$
Inicial	44	0,180	1,445	$0,820 \pm 0,361$	2.018,00	143.234,00	$49.553,70 \pm 36.806,69$
Intermediário	9	*	*	*	27.015,00	136.025,00	$89.099,44 \pm 34.495,98$
Final	7	*	*	*	3.862,00	62.204,00	$40.443,29 \pm 23.189,69$
TOTAL	60	0,180	1,445	$0,820 \pm 0,361$	32.895,00	341.463,00	$179.09 \pm 94.492,36$

Fêmeas e as fêmeas ovíferas foram frequentes em todos os meses (Tabela 3). Não houve diferença significativa da proporção entre fêmeas e fêmeas ovíferas ao longo dos meses, no entanto, quando considerado o número total por mês, houve proporção significativa entre eles ($\chi^2 = 0,0038$; $p < 0,05$).

Tabela 3 Proporção mensal entre fêmeas (F) e fêmeas ovíferas (FO) de *M. rosenbergii*

Meses	Fêmeas	Fêmeas ovíferas	F:FO	Teste G; p
Dez/19	14	6	2,33:1	0,94; 0,33
Mai/20	6	5	1,20:1	0,04; 0,83
Jun/20	7	10	0,70:1	1,18; 0,27
Jul/20	21	21	1:1	-
Ago/20	8	19	0,42:1	1,57; 0,20
Set/20	9	24	0,38:1	2,72; 0,09
Out/20	8	12	0,67:1	0,10; 0,75
Abr/21	10	10	1:1	-

(conclusão)

Meses	Fêmeas	Fêmeas ovígeras	F:FO	Teste G; p
Mai/21	15	12	1,25:1	0,01; 0,89
Jun/21	10	16	0,63:1	0,31; 0,57
Set/21	15	36	0,42:1	3,72; 0,05
Out/21	14	24	0,58:1	0,85; 0,35
Nov/21	14	12	1,7:1	0,03; 0,84
Jan/22	18	24	0,75:1	0,19; 0,66
Total	159	215	0.74:1	-

O comprimento do cefalotórax das fêmeas ovígeras não diferiu em relação aos meses ($F = 1,27$; $p = 0,26$) (Fig. 3).

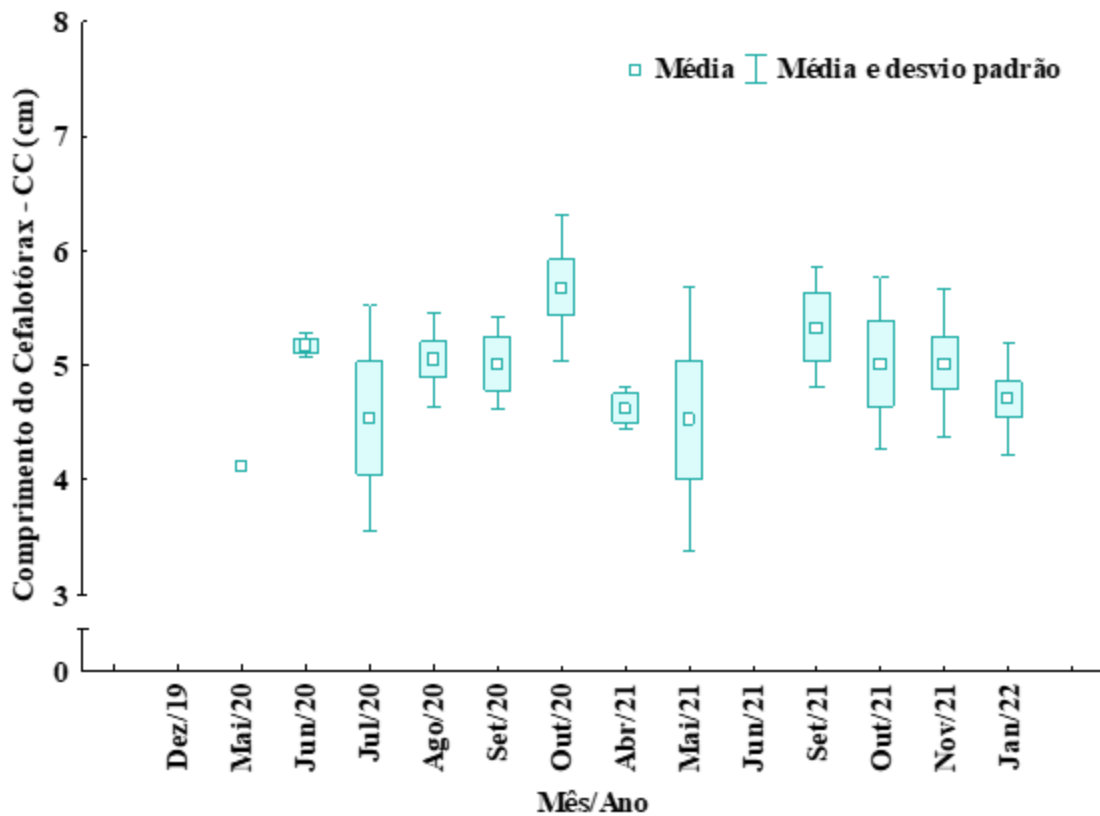


Fig. 3 Variação do comprimento do cefalotórax das fêmeas ovígeras de *M. rosenbergii* no estuário amazônico ao longo do ano

Houve relação positiva tanto da fecundidade em relação ao tamanho das fêmeas (Fig. 4) quanto em relação à massa corporal (Fig. 5).

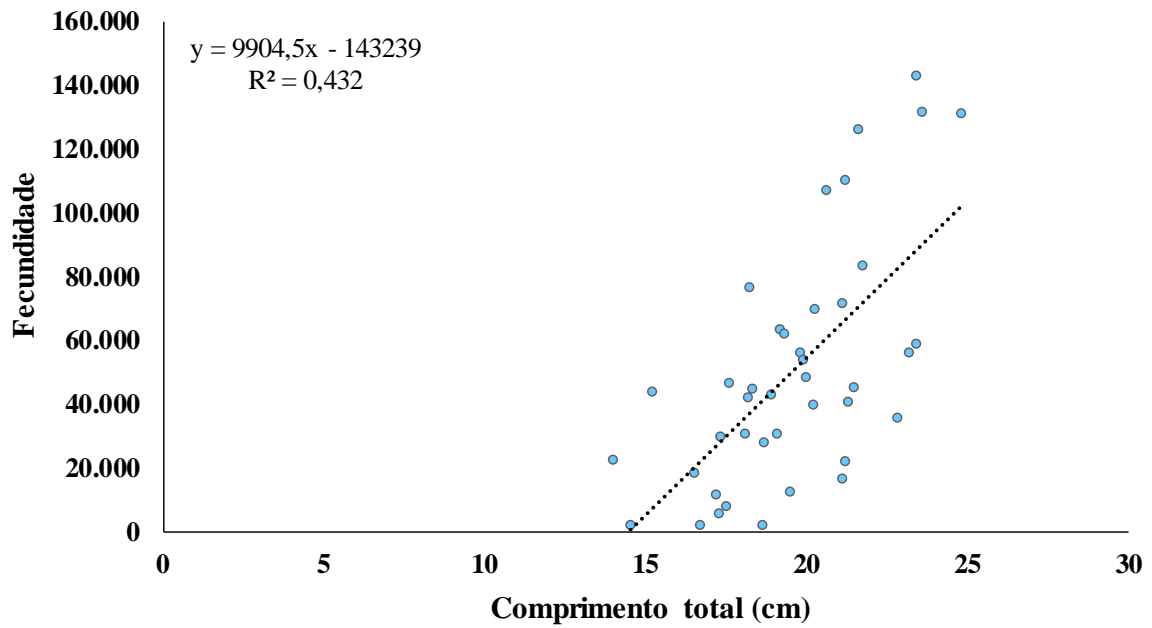


Fig. 4 Dispersão entre a fecundidade e o comprimento total (CT) das fêmeas ovígeras de *M. rosenbergii* no estuário amazônico entre dezembro de 2019 a janeiro de 2022

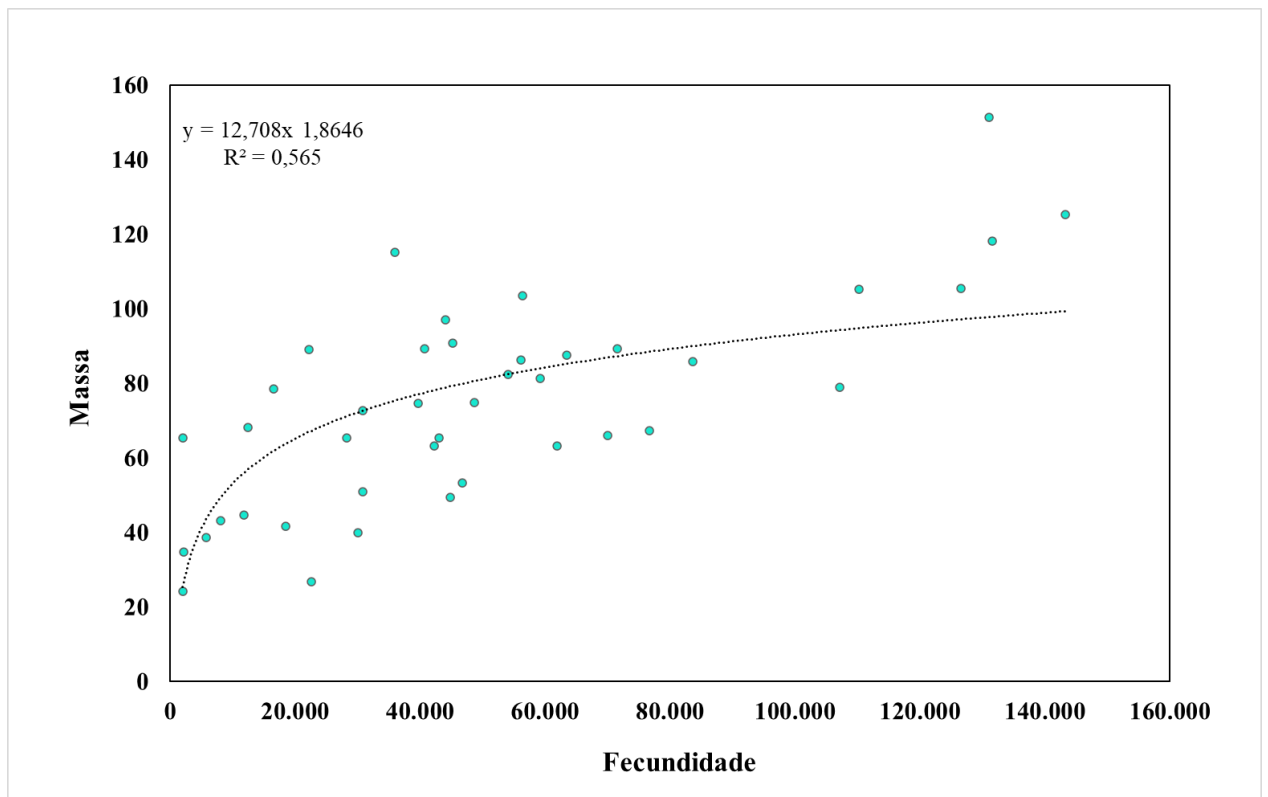


Fig. 5 Dispersão entre a fecundidade e a massa corporal (g) das fêmeas ovígeras de *M. rosenbergii* no estuário amazônico entre dezembro de 2019 a janeiro de 2022

A pluviosidade média ao longo do período amostrado foi de 279,4 mm com menor pluviosidade registrada em novembro de 2019 (1,9 mm) e maior em março de 2020 (746,5 mm). Tanto as fêmeas como as fêmeas ovígeras não apresentaram correlação significativa entre a frequência e a pluviosidade (Fig. 6) ($r = -0,06$, $p = 0,82$; $r = -0,36$; $p = 0,19$).

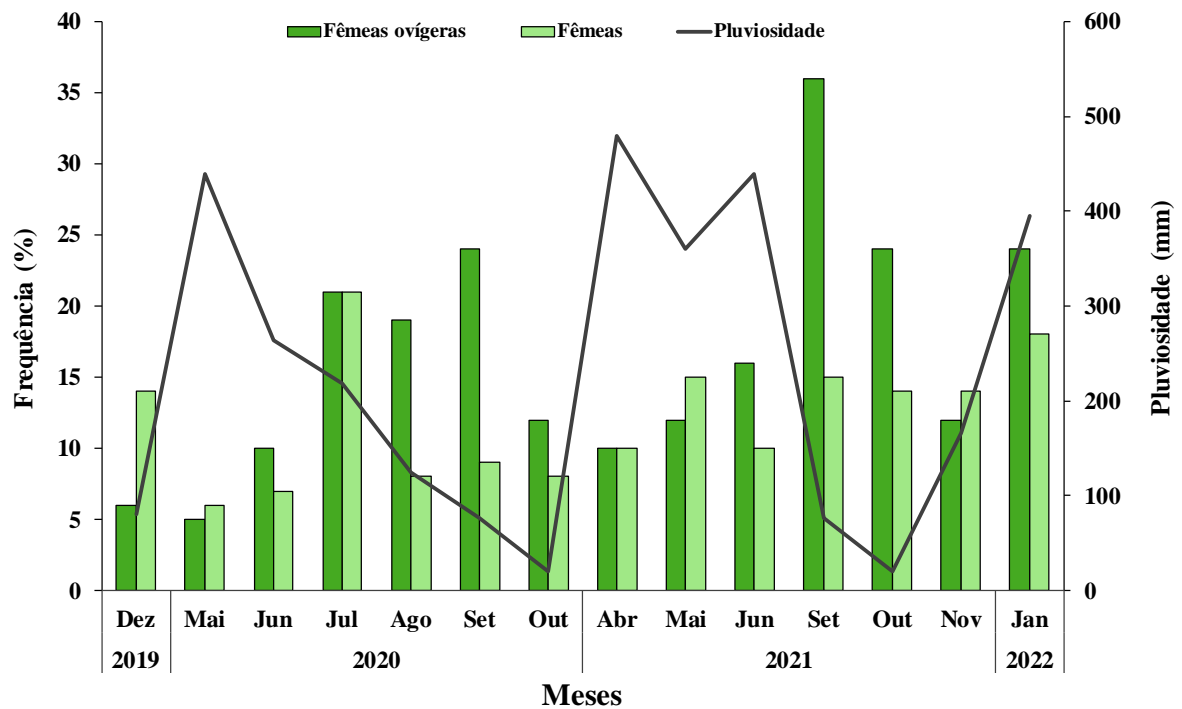


Fig. 6 Frequência de fêmeas e fêmeas ovígeras de *M. rosenbergii* coletadas entre dezembro de 2019 a janeiro de 2022. As barras representam a frequência mensal e a linha a pluviosidade média mensal no estuário amazônico

Discussão

A população de *M. rosenbergii* no estuário amazônico apresentou alta frequência de ocorrência de fêmeas ovígeras. A fecundidade foi considerada elevada, onde as fêmeas ocuparam majoritariamente as maiores classes de tamanho, transportando uma grande quantidade de ovos pequenos resultando em dados estreitamente relacionados ao descrito para a espécie em ambiente natural (Costa e Wanninayaki 1986; Balamurugan 2005; Ar et al. 2016; Utami 2019). Dessa forma, nossos resultados corroboram a hipótese de que *M. rosenbergii* se reproduz continuamente e apresenta alta fecundidade no estuário amazônico.

A maneira mais comumente utilizada para estimar o desenvolvimento em crustáceos está relacionada com o tamanho, peso e fecundidade. Dessa forma, quando avaliado o crescimento corporal, frequentemente a partir da variação do comprimento da carapaça e do

peso, avalia-se o crescimento somático (Anger e Moreira 1998). Por outro lado, para estimar o potencial reprodutivo utiliza-se a fecundidade, que compreende o número de ovos por fêmea em um determinado período reprodutivo (Bertini e Baeza 2014). Camarões carídeos geralmente apresentam aumento da fecundidade proporcionalmente ao aumento do corpo (Vargas-Ceballos 2018; Koussovi et al. 2019).

Para crustáceos decápodes, a fecundidade geralmente está correlacionada ao tamanho e frequentemente com a massa corporal das fêmeas. Isso pode ser explicado por que fêmeas de maiores tamanhos possuem ovários maiores se comparado com fêmeas menores, o que permite alocar uma maior quantidade de ovos na região abdominal (Vargas-Ceballos 2018). Os resultados descritos não seguiram esse padrão, tendo em vista os baixos valores do coeficiente de determinação (R^2) das regressões. De fato, a relação entre a fecundidade e o tamanho do camarão não apresentou um bom ajuste, uma vez que fêmeas de mesmo tamanho possuem alta variação na fecundidade. Por exemplo, fêmeas com comprimento em torno de 23 cm apresentaram fecundidade aproximada de 23.000, 33.000, 53.000 e 133.000 ovos, o que explica o baixo coeficiente de determinação da regressão. Dessa forma, sugerimos que essa população tenha desova parcelada, assim como descrito para outros crustáceos (Mantelatto 1997; Leme 2006; Sampaio 2007). Desova parcelada ocorre quando fêmeas de um mesmo tamanho produzem grande e pequena quantidade de ovos, representando respectivamente, fêmeas que desovaram o primeiro conjunto de ovos após fecundação, e uma segunda desova após fecundação. Ventura (2019) realizou um estudo com *M. amazonicum* onde analisou o desenvolvimento gonadal, que apresentou um processo contínuo de maturação o qual, ainda pós-desova, as gônadas mantinham as células reprodutivas em desenvolvimento, indício de desova posterior. Esse autor observou a presença de mais de dois óocitos nos ovários, indicando desova parcelada. Desova parcelada é comum para espécies que ocorrem tanto em regiões tropicais como subtropicais, e consiste em um mecanismo estratégico que visa minimizar o risco de desova em ambientes instáveis como também diminuir a competição por local (Vazzoler 1996).

A fecundidade de *M. rosenbergii* estudada em várias regiões do mundo, em sua maioria, é analisada a partir de organismos coletados em sistemas de cultivo. Estimativas para organismos presentes em ambiente natural são escassas, tendo em vista o grande espectro de regiões onde a espécie é endêmica. Esse trabalho compila dados acerca da fecundidade do camarão-da-Malásia no mundo (Tabela 4). A amplitude de fecundidade da população exótica-invasora no estuário amazônico é equivalente à relatada na literatura para a mesma espécie em outros locais onde também é invasora (Costa 1986; Ar 2016; Balamurugan 2005; Utami 2019;

Silva-Oliveira 2011; Iketani 2016). Por outro lado, a fecundidade de *M. rosenbergii* no presente estudo foi geralmente superior quando comparada a estudos em ambiente de cultivo (Tabela 4).

Tabela 4 Síntese da variação da fecundidade do camarão *M. rosenbergii* no mundo. Legenda: Lat/Long: latitude e longitude, N: número de fêmeas ovígeras, CT: comprimento total. Valores mínimos (Mín) e máximos (Máx) estão indicados dentro dos parênteses, \bar{x} : média, DP: desvio padrão, * não consta informação, ** autores calcularam fecundidade por volume (g^{-1}) e *** foi utilizado o comprimento do cefalotórax das fêmeas ovígeras. Publicações em que foram desenvolvidos trabalhos experimentais apresentam mais de uma média de fecundidade, bem como valores mínimos e máximos

Ambiente	Região	Lat/Long	N	Comprimento total (cm)	Fecundidade	Referências
				média±DP (Mín; Máx)	média±DP (Mín; Máx)	
Cultivo	Índia	23,5°/90,5°	*	*	30.201,0±3.026,0 (8.223,0; 56.853,0)	Alam e Alam (2014)
Cultivo	Egito	36,6°/36,5°	18	14,5±5,7	(4.352,0; 3.849,1)	Habashy (2010)
Cultivo	Tailândia	14,6°/100,5°	21	2,95±0,28 (2,85; 3,25) 2,81±0,40 (2,08; 2,77)	16.148,8±6.997,5 (4.000,0; 25.000,0) 20.668,3±7.927,3 (10.000,0; 30.000,0)	Rungsin et al. (2006)
Cultivo	Bélgica	40,1°/-87,6°	18	*	46.512,0±11.220,0 (26.587,0; 74.775,0)	Sorgeloos et al. (2001)

Cultivo	Malásia	4,7°/102,2°	117	11,61±1,34 (9; 15,8)	11.360,1±1.642,1 10.715,7±2.725,3 8.634,0±1.892,3 (1.216,0; 89.747,0)	Jee e Law (1991)
---------	---------	-------------	-----	----------------------	---	------------------

(continua)

Ambiente	Região	Lat/Long	N	Comprimento total (cm)	Fecundidade	Referências
				média±DP (Mín; Máx)	média±DP (Mín; Máx)	
Cultivo	Bangladesh	24,8°/90,3°	*	9,33±1,38 8,88±1,10 9,11±1,20	1.316,0±583,0 1.500,0±847,0 1.408,0±709,0	Rashid et al. (2013)
Cultivo	Malásia	4,7°/102,2°	*	*	924,8±67,8 875,7±28,1 1.085,7±62,9 1.308,5±40,4 1.449,5±64,2	Nik et al. (2016)
Cultivo	Malásia	2,9°/101,7°	18	*	(1.080,0; 1.355,0)	Das et al. (1996)
Cultivo	Indonésia	8,6°/115,2°	*	*	(59.853,0; 262.500,0)	Kawan et al. (2019)

Cultivo	Índia	31,2°/29,9°	*	13,6; 25,0	(7.000,0; 111.400,0)	Rajyajakshmi e Maheswarudu (1986)
---------	-------	-------------	---	------------	----------------------	--------------------------------------

(continuação)

Ambiente	Região	Lat/Long	N	Comprimento total (cm)	Fecundidade	Referências
				média±DP (Mín; Máx)	média±DP (Mín; Máx)	
Cultivo	Egito	30,2°/31,2°	30	7,9; 17,5	(2.050,0; 150.500,0)	Habashy (2011)
Cultivo	Egito	30,2°/31,1°	*	*	1.178,0±364,0 1.111,0±184,0 1.055,0±260,0 1.113,0±284,0	Nhan et al. (2009)
Cultivo	Bélgica	13,0°/101,5°	24	*	1.245,3±193,9 1.324,4±272,4 1.348,3±356,0	Cavalli et al. (2000)
Cultivo	Tailândia	14,0°/101,5°	40	*	1.570,4±203,1 1.453,7±82,1 1.282,5±254,3	Cavalli et al. (1999)
Cultivo	Tailândia	13,0°/101,5°	20	*	1.423,2±218,4 1.554,0±194,2 1.458,5±332,4 1446,8±216,1	Cavalli et al. (2003)

(continuação)

Ambiente	Região	Lat/Long	N	Comprimento total (cm)	Fecundidade	Referências
				média±DP (Mín; Máx)	média±DP (Mín; Máx)	
Cultivo	Índia	11,2°/78,9°	18	*	4.850,0±23,0	Stalin et al. (2019)
					4.739,0±15,0	
					4.511,0±35,0	
					4.030,0±56,0	
					3.713,0±21,0	
Cultivo	Vietnã	14,0°/101,5°	8	*	23.714,0±1.042,0	Bart e Yen (2003)
					20.026,0±3.320,0	
Cultivo	Tailândia	13,7°/101,1°	180	11,12 ± 0,09	1.087,5±164,2 1.136,6±115,8	Kangpanich et al. (2016)
Cultivo	Índia	13,4°/79,9°	27	*	1.047,0±117,0**	Salin (2005)
Cultivo	Tailândia	13,8°/100,5°	*	*	grupo controle (120.000,0; 140.000)	Tinikul et al. (2017)
Cultivo	Irã	32,2°/52,4°	*	*	43.474,0±3.980,0	Tavabe et al. (2015)
					42.823,0±4.711,0	

(continuação)

Ambiente	Região	Lat/Long	N	Comprimento total (cm)	Fecundidade	Referências
				média±DP (Mín; Máx)	média±DP (Mín; Máx)	
Cultivo	Israel	31,3°/34,8°	16	*	731,0±93,0 859,0±147,0	Lezer et al. (2015)
Cultivo	Vietnã	10,4°/106,3°	959	*	24.815,5±14.078,9 (1.005;76.950)	Vu e Nguyen (2015)
Natural (endêmica)	Sri Lanka	7,62°/80,7°	*	12,0; 31,0	(19.000,0; 137.000,0)	Costa e Wanninayaka (1986)
Natural (endêmica)	Malásia	2,9°/112,7°	66	13,27±1,84 14,22±1,52 15,58±2,25	23.523,0±1.217,0 28.251,0±11.000,0 30.633,0±12.068,0	Ar et al. (2016)
Natural (endêmica)	Índia	9,8°/76,4°	*	15,7; 25,8	(30.000,0; 227.000,0)	Balamurugan et al. (2006)
Natural (endêmica)	Indonésia	2,2°/105,8°	5	15,28±3,19	11.808,0±8.155,0	Utami e Supratman (2019)

(conclusão)

Ambiente	Região	Lat/Long	N	Comprimento total (cm)	Fecundidade	Referências
				média±DP (Mín; Máx)	média±DP (Mín; Máx)	
Natural (endêmica)	Indonésia	2,2°/105,8°	5	15,28±3,19	11.808,0±8.155,0	Utami e Supratman (2019)
Natural (invasora)	Brasil	-4,5°/-52,9°	16	15,7±5,9 (5,14; 28,5)	36.303,0±17.556,0 (514,0; 75.440,0)	Silva-Oliveira et al. (2011)
Natural (invasora)	Brasil	1°/46,6°	82	4,8 ***; 10	55.341,0±29.347,0 (9.086,0; 192.172,0)	Iketani et al. (2016)

A população de *M. rosenbergii* da zona costeira amazônica apresentou fecundidade equivalente ao descrito para a espécie por Costa e Wanninayaka (1986) e Balamurugan et al. (2006), mas superior à fecundidade média obtida por Hashid (2013) em condições de laboratório. Essa grande discrepância de fecundidade pode ser explicada porque as fêmeas ovígeras estudadas por Hashid (2013) foram menores em comparação ao nosso estudo. Jee e Law (2006) também relataram fecundidade muito menor que o descrito para a espécie em todos os estágios de desenvolvimento dos ovos, mas esse resultado foi possivelmente influenciado pela perda dos ovos por fricção do fundo dos tanques e predação por outras fêmeas que compartilhavam o mesmo ambiente.

Há uma grande variabilidade na fecundidade de camarões do mesmo gênero, tanto em populações estudadas em ambiente natural quanto em condições experimentais. A quantidade de ovos da população estudada no estuário amazônico equivale a de outros camarões do gênero *Macrobrachium*, a saber: *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman 1836) (Albertoni 2002) *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus 1758) (Lara e Wehrtmann 2009) e *Macrobrachium gangeticum* (Bate 1868) (Mishra, 2019), porém foi superior a de *Macrobrachium americanum* (Bate 1868) (Diarte-Plata 2021), *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) (Paschoal 2019) e *Macrobrachium jelskii* (Rocha 2017). Stalin (2019) realizou uma análise da influência da radiação gama na fecundidade, apresentando resultados de significativa redução da fecundidade em todos os grupos expostos à radiação. Rundsin (2006) realizou um experimento em ambiente controlado através da técnica de reversão sexual, onde o que ele nomeou de "neofêmeas" e "fêmeas normais" não apresentaram diferenças significativas na fecundidade durante o experimento, no entanto apresentaram fecundidade consideravelmente menor que as relatadas para a espécie em populações ocupando ambiente onde são nativas. A reprodução em crustáceos é afetada pelos parâmetros físico-químicos da água, pela presença de predadores e pela dieta, variando em diferentes espécies que partilham o mesmo ambiente ou até mesmo dentro do mesmo gênero, como ocorre com os camarões pertencentes ao gênero *Macrobrachium* (Vargas-Ceballos 2018; Maschio 2022; Nogueira 2022).

Fêmeas ovígeras com diferentes estágios de desenvolvimento embrionário (inicial, intermediário e final) estiveram presentes ao longo de todo o período amostrado, corroborando com a hipótese de que a desova do camarão-da-Malásia ocorreu ao longo do ano inteiro. Em condições naturais a reprodução do camarão-da-Malásia é contínua ao longo do ano conforme amplamente registrado para populações desse camarão (Pinheiro e Hebling, 1998; Ra'anan, 1988; Valenti (2006), Sampaio et al. (2007) afirmam que a alta frequência de fêmeas ovígeras é recorrente em zonas equatoriais onde a água apresenta temperaturas elevadas, favorecendo a

distribuição das mesmas. Essa tendência foi reforçada pelo presente estudo, e que aparentemente é um padrão entre outras espécies pertencentes ao gênero *Macrobrachium* (Costa e Silva, 2019; Freire 2013; Bentes 2016; Taddei 2017). Os camarões, especialmente os de água doce, podem apresentar uma extensa época reprodutiva, eventualmente com alguns picos, mas que se estende ao longo do ano inteiro (Valenti e Lobão, 1986).

A quantidade e o volume dos ovos produzidos são importantes aspectos reprodutivos e se diferenciam em função do tipo de estratégia adotada pelos crustáceos (Hernández e Palma, 2003), fatores genéticos e frequentemente pelo tamanho do corpo, tendo em vista que a quantidade de ovos exteriorizado por fêmea é limitado ao comprimento do abdômen (Reid e Corey, 1991). Decápodes que vivem em habitats litorâneos podem ser separados em dois grupos. O primeiro consiste em espécies que desovam muitos ovos de pequeno tamanho e estas dependem de água salobra para o seu desenvolvimento e o segundo corresponde a espécies tipicamente dulcícolas onde quantidade de ovos exteriorizados é relativamente pequena, mas composta por ovos grandes (Stuart et al. 1981).

No presente estudo, a espécie apresentou uma alta fecundidade com ovos de pequeno volume. Meireles (2013) realizou um estudo comparativo entre duas populações do camarão *M. amazonicum* em diferentes latitudes: uma proveniente do Rio Grande do Sul (região subtropical) onde habitava um ecossistema límnic e outra de águas estuarinas do Estado do Pará (região equatorial). As duas populações apresentaram diferenças tanto para a fecundidade como para o volume de ovos. Fêmeas de região equatorial exteriorizaram maior quantidade de ovos e menor volume, enquanto as fêmeas provenientes da região subtropical, onde habitavam águas continentais, apresentaram menor quantidade de ovos, porém de maior volume. O diâmetro do ovo é modulado em função de características genéticas da população, mas que implica diretamente na fertilidade dessas espécies (Meireles et al. 2013). Normalmente camarões que exteriorizam maior quantidade de ovos de menor volume apresentam alta fecundidade. Esse padrão explica os resultados encontrados. Espécies estuarinas normalmente apresentam ovos menores tendo pois as concentrações de sais na água diminuem o teor de água dos ovos e, através de processo osmorregulatório, perdem água para o meio (Hancock 1998).

O camarão-da-Malásia apresentou ovos mais numerosos e com menor volume, e segue o que é relatado para carídeos em altas latitudes onde a temperatura é mais elevada. Ao analisarem duas populações geograficamente distintas de um caranguejo grapsóide (*Chasmagnatus granulatus*), uma localizada na porção Norte (Lagoa Costeira Mar Chiquita) e outra porção Sul (Baía de Santo Antonio), Bas et al. (2007) observaram que ovos menores e em maior quantidade foram produzidos na região mais ao norte e ovos maiores e menos numerosos

no Sul. Esse padrão já foi escrito para outros decápodes e pode ser explicado pelo fato de que, fêmeas ovígeras em latitudes baixas, onde prevalece maior temperatura, externam ovos menos volumosos, em reflexo a adaptação as condições térmicas (Brante et al. 2003). O contrário acontece em altas latitudes, onde os ovos são maiores e mais preenchidos por vitelo (Brante 2004, Bérquer 2010) fato comum entre caranguejos braquiúros (Wear 1974).

Para crustáceos decápodes, o período reprodutivo geralmente se correlaciona a diversas variáveis abióticas como pluviosidade, temperatura, fotoperíodo entre outros (Pinheiro e Hebling 1998). Camarões do gênero *Macrobrachium* tem o ciclo reprodutivo associado a períodos de intensas chuvas (Bauer 2013), uma vez que a precipitação influencia, por exemplo, no transporte de matéria orgânica e concentração de nutrientes. Por outro lado, o nosso estudo não demonstrou qualquer relação entre períodos de maior pluviosidade à ausência de fêmeas ovígeras, indicando que essa variável ambiental não é um fator limitante para a reprodução dessa espécie exótica-invasora no estuário amazônico, uma vez que a alta frequência de fêmeas ovígeras, quer seja em igual proporção e, na maioria dos casos superior à frequência de fêmeas não ovígeras, foram encontradas ao longo de todos os meses.

Analisar a fecundidade de uma espécie exótica-invasora é importante para entender qual a pressão causada por essa população como possível dispersor de novos recrutas, e desse modo prover o aumento populacional e possível estabelecimento em um novo ambiente (Lockwood et al. 2005). Com base nos nossos resultados, afirmamos que a população de *M. rosenbergii* estudada é reprodutivamente viável considerando a alta frequência de ocorrência de fêmeas ovígeras, indicando uma população com reprodução contínua, com alta fecundidade comparado a populações cultivadas. Assim, podemos inferir que o estuário amazônico configura uma área propícia para a adaptação e permanência da espécie, tendo em vista que mesmo após 43 anos da sua introdução, a espécie exótica-invasora permanece se desenvolvendo e reproduzindo. É necessário avaliar os possíveis impactos que a permanência dessa espécie pode causar em um ambiente com grande diversidade como o ambiente estudado.

Agradecimentos

Agradecemos aos colegas de laboratório pelo auxílio na triagem do material biológico, em especial à Edma Mayara Pereira Cardoso pelo auxílio nas coletas de campo e ao Pescador Isaac da Paixão Corrêa pelo manuseio da rede de pesca. Os autores são gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora (Processo número 132124/2021-1), e pelo financiamento do projeto de pesquisa coordenado por JMML (Processo número 424710/2018-8), assim como à

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (PAPQ/PROPESP-UFPA) pelo financiamento da versão para a língua inglesa realizada por (a definir). Todos os experimentos foram conduzidos conforme leis brasileiras (Processo DIFAP/IBAMA número 8680522.3.0000.0018/5.538.120) e ICMBio (nº 83345-1).

Referências

- Albertoni EF, Palma-Silva C, Esteves FA (2002) Fecundity of *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann, 1836 (Decapoda: Palaemonidae) in a tropical coastal lagoon subject to human impact (Macaé, Brazil)
- Almeida PRS, Silva LN, Shinozaki-Mendes RA (2020) Reproductive biology of the freshwater crab *Goyazana castelnaui* (Brachyura: Trichodactylidae) in a semiarid region of Brazil. *Invertebr Reprod Dev* 64:1–9. <https://doi.org/10.1080/07924259.2019.1655104>
- Anon (1989) Southern African Wildlife: A Guide to Our Mammals, Birds, Reptiles, Insects, Fishes, Amphibians, Invertebrates. Readers Digest
- Ar KA, Fateh NF, Long SM, (2016) Fecundity of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in selected rivers of Sarawak, Malaysia. *Biodiversitas*. 17:2. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d170215>
- Asaikkutti A, Bhavan PS, Vimala, K (2016) Effects of different levels of dietary folic acid on the growth performance, muscle composition, immune response and antioxidant capacity of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 454:67-75. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.12.008>
- Baker SJ (1990) Escaped exotic mammals in Britain. *Mammal Review* 20:75–96. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2907.1990.TB00105>
- Balamurugan PM (2005) Vembanad Lake: A potential spawner bank of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* on the southwest coast of India. *Aquaculture Asia*.11:15
- Barros MP, Silva LMA (1997) Registro de introdução da espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), em águas do estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*
- Bart AN, Yen PT (2003) Comparison of larval performance between Thai and Vietnamese freshwater giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man): a preliminary study. *Aquaculture Research*. 34:567-571. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00873.x>
- Bas CC, Spivak ED, Anger K (2007) Seasonal and interpopulational variability in fecundity, egg size, and elemental composition (CHN) of eggs and larvae in a grapsoid crab,

- Chasmagnathus granulatus*. Helgoland Marine Research, 61:225-237.
<https://doi.org/10.1007/s10152-007-0070-y>
- Béguier M, Bergé J, Girardin M, Boët, P (2010) Reproductive biology of *Palaemon longirostris* (Decapoda: Palaemonidae) from Gironde estuary (France), with a comparison with other European populations. Journal of Crustacean Biology. 30:175-185.
<https://doi.org/10.1651/09-3153.1>
- Bentes B, Martinelli-Lemos JM, Araújo C, Isaac V (2016) A pesca do camarão-da-Amazônia, perspectivas futuras no litoral paraense. Ciência e Cultura. 68:56-59.
<http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000200017>
- Bertini G, Baeza J (2014) Fecundity and fertility in a freshwater population of the neotropical amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* from the southeastern Atlantic. Invertebrate reproduction & development. 58:207–217.
<https://doi.org/10.1080/07924259.2014.894948>
- Bright C (1999) Invasive species: Pathogens of globalization. Foreign Policy. 116: 50-64.
<https://doi.org/10.2307/1149643>
- Cacutt L (1979) British Freshwater Fishes. Croom Helm
- Cartwright J (1991) Review of Going Green: People, Politics and the Environment in South Africa. African Studies Review. 36: 118–120. <https://doi.org/10.2307/525178>
- Cavalli RO, Batista FMM, Lavens P, Sorgeloos P, Nelis HJ, De Leenheer AP (2003) Effect of dietary supplementation of vitamins C and E on maternal performance and larval quality of the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture. 220:501-19. doi: 10.1016/S0044-8486(02)00655-8
- Cavalli RO, Lavens P, Sorgeloos P (1999) Performance of *Macrobrachium rosenbergii* broodstock fed diets with different fatty acid composition. Aquaculture. 173:159-72. doi: 10.1016/S0044-8486(98)00469-4
- Cavalli RO, Lavens P, Sorgeloos P (2001) Reproductive performance of *Macrobrachium rosenbergii* females in captivity. Journal of the World Aquaculture Society. 32:309-320. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345>.
- Cavalli RO, Menschaert G, Lavens P, Sorgeloos P (2000) Maturation performance, offspring quality and lipid composition of *Macrobrachium rosenbergii* females fed increasing levels of dietary phospholipids. Aquaculture International. 8:1-13. doi: 10.1023/A:1009281009455
- Chace FA, Bruce AJ (1993) The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the Albatross Philippine expedition 1907-1910, part 6: superfamily Palaemonoidea

- Corey S, Reid DM (1991) Comparative fecundity of decapod crustaceans. I. The fecundity of thirty tree species of nine families of caridean shrimps. *Crustaceana*. 60:270-294. <https://doi.org/10.1163/156854091X00056>
- Costa e Silva R, Cunha MC, Mossolin EC, Jacobucci GB (2019) Population structure of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) in Miranda Hydroelectric Plant Reservoir, Araguari river, Minas Gerais, Brazil. *Acta Limnológica Brasiliensia*. 2019. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X4318>
- Costa HH, Wanninayaki TB (1986) Food, feeding and fecundity of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* from natural habitats in Sri Lanka. *Asian Fisheries Forum*. 555-568
- Crawley MJ, Harvey PH, Purvis A (1996) Comparative ecology of the native and alien floras of the British Isles. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 351:1251–1259. <https://doi.org/10.1098/RSTB.1996.0108>
- Davis S, Heywood V (1995) Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation, v.1. Europe, Africa, South West Asia and the Middle East, IUCN: International Union for Conservation of Nature. IUCN, European Communities, Commission, Smithsonian Institution, US, United Kingdom, Overseas Development Administration, WWF
- De Grave S, Cai Y, Anker A (2008) Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. *Developments in Hydrobiologia*. 595:287–293. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9024-2>
- Diarte-Plata G, Escamilla-Montes, Granados-Alcantar, S, Luna-González, A (2021) Sex Ratio, Fecundity and Morphometry of the Eggs of Freshwater Prawn *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868) in the Petatlán River, Sinaloa, Mexico. *Croatian Journal of Fisheries*. 79:1-14. 10.2478/cjf-2021-0001
- Emmerson G, McCulloch J (1994) Feral peril: Queensland's introduced plants and animals. Queensland Parliamentary Library
- Fauquet CM (1994) Taxonomy and classification general. *Encyclopedia of Virology*. Academic Press. 1396-1410
- Fox MD (1995) Conserving biodiversity: impact and management of exotic organisms. *Conserving biodiversity: threats and solutions*. 177:183
- Gooders J, Lambert T, Arlott N (1982) *Collins British Birds*. Harper Collins

- Habashy MM (2013) On the breeding behaviour and reproduction of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) (Decapoda-Crustacea) under laboratory conditions. *Aquaculture Research*. 44:1417-27. doi: 10.1111/are.12006
- Hancock MA (1998) The relationship between egg size and embryonic and larval development in the freshwater shrimp *Paratya australiensis* Kemp (Decapoda: Atyidae). *Freshwater Biology*, 39:715-723. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1998.00323.x>
- Hawksworth PM, Kirk BC, Sutton, Pegler DN (1995) Wallingford, UK: CAB INTERNATIONAL (1995) Ainsworth and Bisby's: Dictionary of the Fungi. Eighth Edition. 10.1017/S0014479797280117
- Hernández P, Palma S (2003) Fecundidad, volumen del huevo y rendimiento reproductivo de cinco especies de porcelánidos intermareales del norte de Chile (Decapoda, Porcellanidae). *Investigaciones marinas*. 31:35-46. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-71782003000200004>
- Holthuis B (1950) The Decapoda of the Siboga Expedition. Part X. The Palaemonidae collected by the Siboga and Snellius expeditions with remarks on other species. I. Subfamily Palaemoninae. *Siboga Expéditie*, 39:1-268
- Horst KR (1990) Westcott's Plant Disease Handbook. Springer Science & Business Media
- Iketani G, Aviz MAB, Maciel C, Valenti WC, Schneider H, Sampaio I (2016). Successful invasion of the Amazon Coast by the giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: evidence of a reproductively viable population. *Aquatic Invasions*. 11:257-263. DOI: 10.3391/ai.2016.11.3.06
- Iketani G, Pimentel L, Silva-Oliveira G, Maciel C, Valenti W, Schneider H, Sampaio I (2011) The history of the introduction of the giant river prawn, *Macrobrachium cf. rosenbergii* (Decapoda, Palaemonidae), in Brazil: New insights from molecular data. *Genetics and Molecular Biology*. 34:142-151. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572010005000115>
- Kangpanich C, Pratoomyot J, Siranonthana N, Senanan W (2016) Effects of arachidonic acid supplementation in maturation diet on female reproductive performance and larval quality of giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *PeerJ*. <https://doi.org/10.7717/peerj.2645>
- Kawan IM, Arya IW, Sadguna DN (2019) The effect of salinity on fecundity and production of giant shrimp larvae (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). 4th Annual Applied Science and Engineering Conference. doi: 10.1063/1.5138659
- Kitching RL (1986) The ecology of exotic animals and plants: some Australian case histories. Wiley

- Lara, LR; Wehrtmann, IS (2009) Reproductive biology of the freshwater shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.) (Decapoda: Palaemonidae) from Costa Rica, Central America. *Journal of Crustacean Biology*. 29: 343-349. <https://doi.org/10.1651/08-3109.1>
- LaRoe E (1995) Our living resources: a report to the nation on the distribution, abundance, and health of US plants, animals, and ecosystems. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.4172>
- Layne JN (1997) The ecological impact of non indigenous plants. Island Press
- Leme MHA. (2006) Investimento reprodutivo e produção de ovos em desovas consecutivas do caranguejo *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards) (Crustacea, Brachyura, Grapsoidea). *Revista brasileira de Zoologia*. 23: 727-732. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000300017>
- Lenteren J van (1995) Frequency and consequences of insect invasions. In: Hokkanen HMT, Lynch JM (eds) Cambridge University Press, Plant and Microbial. 30-43
- Lockwood JL, Cassey P, Blackburn, T (2005) The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in ecology & evolution*. 20:223-228. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.02.004>
- Long J (1981) Introduced birds of the world: The worldwide history, distribution and influence of birds introduced to new environments
- Maciel CR, Quadros ML, Abrunhosa F, Bastos S, Schneider H, Sampaio I (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. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652011000200013>
- Maitland PS, Campbell RN (1992) Freshwater Fishes of the British Isles. Harper Collins
- Mallasen M (2002) Desenvolvimento larval de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) em diferentes concentrações de amônia, nitrito, nitrato e valores de pH na água. UNESP
- Matthews LH (1982) Mammals in the British Isles. Harper Collins
- Meiros AL, Valenti WC, Mantelatto FL (2013) Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): influence of life cycle on egg production. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 41:718-731. [10.3856/vol41-issue4-fulltext-8](https://doi.org/10.3856/vol41-issue4-fulltext-8)
- Meiros AL, Valenti WC, Mantelatto, FL (2013) Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): influence of life cycle

- on egg production. Latin American Journal of Aquatic Research v. 41:718-731. 10.3856/vol41-issue4-fulltext-8
- Miers EJ (1878) On a collection of Crustacea, Decapoda and Isopoda, chiefly from South America, with descriptions of new genera and species. Proceedings of the Zoological Society of London
- Mishra P, Dash SN (2019) Embryonic development of Ganga River prawn *Macrobrachium gangeticum* (Bate). Aquaculture Research 50:1687-1696. <https://doi.org/10.1111/are.14052>
- Nazari EM, Simões-Costa MS, Müller YMR, Ammar D, Dias M (2003) Comparisons of Fecundity, Egg Size, and Egg Mass Volume of the Freshwater Prawns *Macrobrachium potiuna* and *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae). Journal of Crustacean Biology 23:862-868. <https://doi.org/10.1651/C-2387>
- New M, Valenti W, Tidwell J, D'Abramo L (2009) Freshwater prawns: biology and farming. John Wiley & Sons
- Nhan DT, Wille M, Hung LT, Sorgeloos P (2009) Comparison of reproductive performance and offspring quality of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) broodstock from different regions. Aquaculture. 287:371-7. doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.11.013
- Nogueira CS, Mossolin EC, Ribeiro MCLB, Mantelatto FL (2022) Filling gaps in the biology of the endemic and threatened freshwater shrimp *Macrobrachium candango* (Caridea: Palaemonidae) through basic morphometric and reproductive approaches. Nauplius. 30. <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2022004>
- Oliveira CDL, Santos LVR (2021) Distribution of the giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in Brazil: 43 years after its introduction. Nauplius. 29. <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2021007>
- Palmer EL, Fowler HS (1975) Review: Fieldbook of Natural History, by E. Laurence Palmer and H. Seymour Fowler. Am Biol Teach 37:442–443. <https://doi.org/10.2307/4445330>
- Paschoal LRP, de Oliveira LJF, Andrioli GC, Zara FJ (2019) Reproductive biology of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) populations with distinct phenotypes in Neotropical reservoirs during the 'El Niño' event. Marine and Freshwater Research 70: 1465-1479. <https://doi.org/10.1071/MF18228>
- Pimentel David, Lach Lori, Zuniga Rodolfo, Morrison Doug (2000) Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States. 50:53-65

- Pinheiro MA, Fransozo A (1998). Maturação sexual do siri-pintado *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda: Brachyura: Portunidae), no litoral de Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil. *Crustaceana*, 71(4): 434-452
- Pinheiro MAA, Hebling NJ (1998) Biologia de *Macrobrachium amazonicum* (De Man, 1879). In Valenti, WC. (Ed.). *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para Produção de Camarões*, São Paulo. IBAMA. 21-46
- Pinheiro MMA, Hebling NJ (1998) Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). IBAMA 21-46
- Rocha SSD, Barbosa RDJ (2017) Population biology of *Macrobrachium jelskii* (Miers,1877) (Decapoda,Palaemonidae) from an artificial pond in Bahia, Brazil. *Nauplius*.25
- Rodrigues MM, López Greco LS, Almeida LCFD, Bertini, G (2022) Reproductive performance of *Macrobrachium acanthurus* (Crustacea, Palaemonidae) females subjected to unilateral eyestalk ablation. *Acta Zool.* 2022; 103: 326– 334. <https://doi.org/10.1111/azo.12374>
- Rungsin W, Paankhao N, Na-Nakorn U (2006) Production of all-male stock by neofemale technology of the Thai strain of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 259:241-8. doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.05.030
- Russel WG, Welman E, Refief KL, et al. (1987) List of species of Southern African plants
- Sagi A, Ra'anán Z, (1988) Morphotypic differentiation of males of the fresh-water prawn *Macrobrachium rosenbergii*: changes in the midgut glands and the reproductive system. *Journal of Crustacean Biology*. 8: 43-47. <https://doi.org/10.1163/193724088X00053>
- Salin KR (2005) Live transportation of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in chilled sawdust. *Aquaculture Research*. 36:589-593. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01247.x>
- Sampaio C, Silva R, Santos J, Sales S (2006) Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*. 67: 551-559. [//doi.org/10.1590/S1519-69842007000300022](https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000300022)
- Sastry, AN (1983) Ecological aspects of reproduction. In: T.H.Waterman (ed.). *The biology of Crustacea*. Academic Press. 179-270
- Sharma BD, Balakrishnan NP, Rao RR, Hajra PK, (1993) Flora of India. *Edinburgh Journal of Botany*, 53: 411-412
- Siangcham T, Chansela P, Hayasaka T, Masaki N, Sroyraya M, Poljaroen J, Suwansa-ard S, Engsusophon A, Hanna PJ, Sobhon P, Setou, M. (2015). Changes of Phosphatidylcholine and Fatty Acids in Germ Cells during Testicular Maturation in

- Three Developmental Male Morphotypes of *Macrobrachium rosenbergii* Revealed by Imaging Mass Spectrometry. PLoS One. DOI: 10.1371/journal.pone.0133841
- Silva-Oliveira GC, Ready JS, Iketani G, Bastos S, Gomes G, Sampaio I, Maciel C (2011) The invasive status of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in Northern Brazil, with an estimation of areas at risk globally. *Aquatic Invasions*. 6: 319-328. 10.3391/ai.2011.6.3.08
- Stalin A, Suganthi P, Mathivani S, Broos KV, Gokula V, Bukhari AS, Mohamed HES, Singhal RK, Venu-babu P (2019) Effect of cobalt-60 gamma radiation on reproductive disturbance in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). *Toxicology Reports*. 6:514-21. doi: 10.1016/j.toxrep.2019.04.004
- Stalin A, Suganthi P, Mathivani S, Broos KV, Gokula V, Sadiq Bukhari A, Syed Mohamed HE, Singhal RK, Venu-babu P (2019) Effect of cobalt-60 gamma radiation on reproductive disturbance in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). *Toxicology Reports*. 6: 1143-1147. //doi.org/10.1016/j.toxrep.2019.10.021
- Stuart H. Hurlbert, Gilberto Rodríguez, Newton Dias dos Santos (1981) *Aquatic Biota of Tropical South America: Arthropoda*
- Stuart SN, Adams RJ (1990) *Biodiversity in Sub-Saharan Africa and its Islands*. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources. 186–196
- Taddei FG, Reis SS, David FS, Silva TE, Fransozo V, Fransozo A (2017) Population structure, mortality, and recruitment of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Caridea: Palaemonidae) in the eastern Amazon region, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. 37:131-141. <https://doi.org/10.1093/jcbiol/rux006>
- Tavabe KR, Rafiee G, Shoeiry MM, Houshmandi S, Frinsko M, Daniels H (2015). Effects of Water Hardness and Calcium: Magnesium Ratios on Reproductive Performance and Offspring Quality of *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 46:178-190. <https://doi.org/10.1111/jwas>
- The State of World Fisheries and Aquaculture (2022) *Towards Blue Transformation*. FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Tinikul Y, Engsusophon A, Kruangkum T, Thongrod S, Tinikul R, Sobhon P (2017) Neuropeptide F stimulates ovarian development and spawning in the female giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, and its expression in the ovary during ovarian maturation cycle. *Aquaculture*. 470:63-73. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.12.005>

- Utami E, Supratman, O (2019) The Fecundity of Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Menduk River, Bangka, Bangka Belitung. Atlantis Press. 249-251. 10.2991/icoma-18.2019.53
- Valenti W, Daniels W (2000) Recirculation hatchery systems and management. Blackwell Science 69–90
- van Wilgen BW, van Wyk E (1999) Invading alien plants in South Africa: impacts and solution. In: People and Rangelands: Building the future. Townsville
- Vargas-Ceballos MA, López-Uriarte E, García-Guerrero MU, Wehrtmann IS, Ríos-Jara E, Vega-Villasante, F (2018) Fecundity, egg volume and reproductive output of *Macrobrachium tenellum* (Crustacea: Palaemonidae) from the northern coast of Jalisco, Mexico. Latin American Journal of Aquatic Research. 46:502-511. <https://dx.doi.org/10.3856/vol46-issue3-fulltext-2>
- Vazzoler AEAM (1996) Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Eduem 169
- Ventura E, Winick-Silva A, Shinozaki-Mendes, RA (2019) Ovarian development and spawning of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda). Iheringia. Série Zoologia, 109. doi.org/10.1590/1678-4766e2019026

Capítulo II

REVISÃO DE DADOS SOBRE FECUNDIDADE DOS CAMARÕES DA FAMÍLIA PALAEMONIDAE NO BRASIL

CAPÍTULO II: REVISÃO DE DADOS SOBRE FECUNDIDADE DOS CAMARÕES DA FAMÍLIA PALAEMONIDAE NO BRASIL

Victoria Marena do Rego Henriques^{1,3}, Jussara Moretto Martinelli-Lemos¹, Dalila Costa Silva¹, Marcelo Petracco²

¹ Grupo de Pesquisa em Ecologia de Crustáceos da Amazônia, Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia da Universidade Federal do Pará (UFPA), Av. Perimetral 2651, Cep: 66077-530, Belém, Pará, Brasil.

² Laboratório de Oceanografia Biológica, Laboratório de Pesquisa em Monitoramento Ambiental Marinho, Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (UFPA), Av. Augusto Corrêa, 01, Cep: 66075-110, Belém, Pará, Brasil.

³ Autor correspondente. E-mails: victoriahenriques5@gmail.com; jussara@ufpa.br

ORCID iDs: Henriques: 0000-0003-0769-4378; Martinelli-Lemos: 0000-0001-9646-4763; Silva: 0000-0003-4978-7353; Petracco: 0000-0001-6501-0099.7

Resumo Conhecer os aspectos reprodutivos das espécies permite a compreensão do seu ciclo de vida e, dessa forma, um gerenciamento dos recursos pesqueiros mais eficiente, como também facilita a proposição de medidas de gestão e de conservação das espécies. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento de dados de 78 anos de pesquisa, período de 1945 a março de 2023 de estudos que abordam aspectos sobre a biologia reprodutiva e a fecundidade dos camarões Palaemonidae no Brasil. O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados ISI – Web of Science, Google Acadêmico e Scielo. A busca pelos resultados quanto aos aspectos reprodutivos da família Palaemonidae retornou 52 artigos dos quais, somente 38 contemplam o escopo da nossa pesquisa. As revistas Nauplius, Revista Brasileira de Zoologia, e Invertebrate Reproduction e Development, foram as revistas mais representativas na publicação dos artigos. Houve predomínio de estudos direcionados as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país. Os grupos taxonômicos mais estudados foram *Macrobrachium*, seguido de *Palaemonetes* com destaque para as espécies *Macrobrachium amazonicum* e *Palaemon pandaliformis* (Stimpson, 1871). Levando em consideração que o país possui uma alta biodiversidade e que as respostas eficientes trazidas por estudos sobre aspectos reprodutivos podem nortear medidas de manejo e conservação, é importante ressaltar a importância de realizar mais estudos nas demais regiões do país e, dessa

forma, direcionar estudos para um maior quantitativo de espécies. Palavras – chave: Palaemonidae; Brasil, revisão; reprodução

Introdução

Crustáceos compreendem um dos grupos mais bem sucedidos, com uma excepcional quantidade de espécies existentes e capacidade de colonizar diferentes habitats marinhos, terrestres e dulcícolas. Como parte desse grupo, os Decapoda compreendem 233 famílias, 2.725 gêneros e 17.635 espécies, incluindo fósseis (Brusca et al. 2018). Muito diverso, os crustáceos decápodes exibem diferentes estratégias reprodutivas, tais como desova contínua ou parcelada, maior variação do número e volume de ovos, carregamento de ovos junto aos pleópodes ou liberação na água (Sastry e Venberg, 1983). A fecundidade nesse grupo é influenciada por diversos fatores como salinidade e disponibilidade de alimentos e está relacionada à estratégia de sobrevivência das espécies, variando em diferentes ambientes (Oh e Hartnoll, 2004). Existem diversas estratégias reprodutivas em espécies da mesma família (Williamson, 1972; Magalhães e Walker, 1988; Bueno e Rodrigues, 1995), o que pode afetar o sucesso adaptativo.

Os camarões palaemonídeos são decápodes que ocorrem ao longo de toda América do Sul (Albertoni et al., 2002; Silva et al., 2004; Farias et al., 2014). Conhecer os aspectos reprodutivos das espécies permite a compreensão do seu ciclo de vida e, dessa forma, um gerenciamento dos recursos pesqueiros mais eficiente (Mortari et al., 2009), como também facilita a proposição de medidas de gestão e de conservação das espécies (Mossolin e Bueno, 2002). A família Palaemonidae Rafinesque, 1815 possui ampla plasticidade e representantes com bom potencial econômico para aquicultura e pesca. Mundialmente, é representada por 130 gêneros e cerca de mil espécies (De Grave e Fransen, 2011). Dentre os gêneros de Palaemonidae, *Macrobrachium* Spence Bate, 1868 comporta o maior número de espécies validadas mundialmente (243) (De Grave e Fransen, 2011), com ocorrência de somente 19 delas no Brasil, incluindo duas espécies não nativas que são o *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) e o *Macrobrachium equidens* (Dana, 1852) (Magalhães et al., 2005; De grave et al., 2009; Maciel et al., 2011; Silva-Oliveira et al., 2011; Pileggi e Mantelatto, 2012).

Se por um lado, os palaemonídeos possuem alguns padrões reprodutivos similares onde a sazonalidade ocorre na maioria das espécies, por outro, ocorre grande variabilidade quanto a razão sexual e estratégias reprodutivas que incluem três padrões predominantes (Kensley e Ilse, 1982). O primeiro, em que o desenvolvimento larval é mais extenso (doze estágios larvais), geralmente composto por espécies que habitam o ambiente marinho. O segundo contendo

espécies com desenvolvimento larval mais ou menos longo, que podem viver em águas interiores e em ambientes costeiros. E, por fim, espécies que habitam predominantemente águas interiores e possuem desenvolvimento larval curto (dois estágios de zoea antes de se tornarem pós-larvas (Williamson, 1972; Magalhães e Walker, 1988; Bueno e Rodrigues, 1995).

No Brasil, desde 1980 existem diversos estudos relacionados a aspectos reprodutivos para espécies de Palaemonidae (Xi Xu et al., 1994; Cavallo et al., 2001; Meireles et al., 2013; Iketani et al., 2016; Moraes et al., 2017; Paschoal et al., 2019). Entretanto, há um baixo número de trabalhos de revisão extensa da literatura que reúnam todo esse conjunto de dados. Assim, uma análise cienciométrica sobre os aspectos reprodutivos de camarões palaemonídeos fornecerá um panorama geral das pesquisas realizadas até o momento, permitindo identificar possíveis lacunas sobre o tema e facilitar o direcionamento de estudos futuros tanto sobre aspectos reprodutivos das espécies quanto de gestão pesqueira.

Material e Métodos

Para a análise cienciométrica foram utilizados livros, artigos, capítulos de livros e listas taxonômicas. A maior parte do levantamento bibliográfico foi realizado na base de dados "ISI of Knowledge - Web of Science", mas também foi utilizado o "Google Acadêmico" e a base de dados "Scielo", utilizando as palavras-chave: "Fecundity", "Palaemonidae", "Reproduction", "Brazil" e "Prawn", "egg", "egg volum" além de buscas por referências citadas nos respectivos artigos.

Publicações que não contemplaram o objetivo da pesquisa ou apresentavam dados duvidosos foram excluídas após análise criteriosa do conteúdo, quando necessário. O levantamento de dados contemplou 78 anos, período de 1945 a março de 2023. Como critério para escolha dos artigos, adotamos estudos que abordam aspectos sobre a biologia reprodutiva e fecundidade dos camarões Palaemonidae no Brasil.

Foram recolhidos dados acerca da latitude e longitude, ambiente em que a espécie foi capturada e subdividido em quatro categorias: experimental, água doce, marinho e estuarino. Também foi descrito os valores máximo, médio e mínimo sobre volume de ovos, fecundidade e tamanho das fêmeas ovígeras. Por fim, a temperatura foi inserida quando estava presente nos resultados das publicações. Todos os dados acerca dos aspectos reprodutivos dos palaemonídeos brasileiros, assim como as espécies e o ambiente onde vivem estão reunidos na Tabela 1 (Apêndice A).

Resultados

A busca pelos aspectos reprodutivos dos camarões Palaemonidae no Brasil retornou 52 artigos, dos quais somente 38 contemplam o escopo da nossa pesquisa. O quantitativo de publicações correlacionadas aos aspectos reprodutivos iniciaram-se em 1990, aumentando progressivamente até 2023. O primeiro estudo correlacionado ao tema iniciou-se em 1991 e os anos onde os trabalhos foram mais expressivos correspondem a 2004, 2015, 2017 e 2016 (Fig. 1).

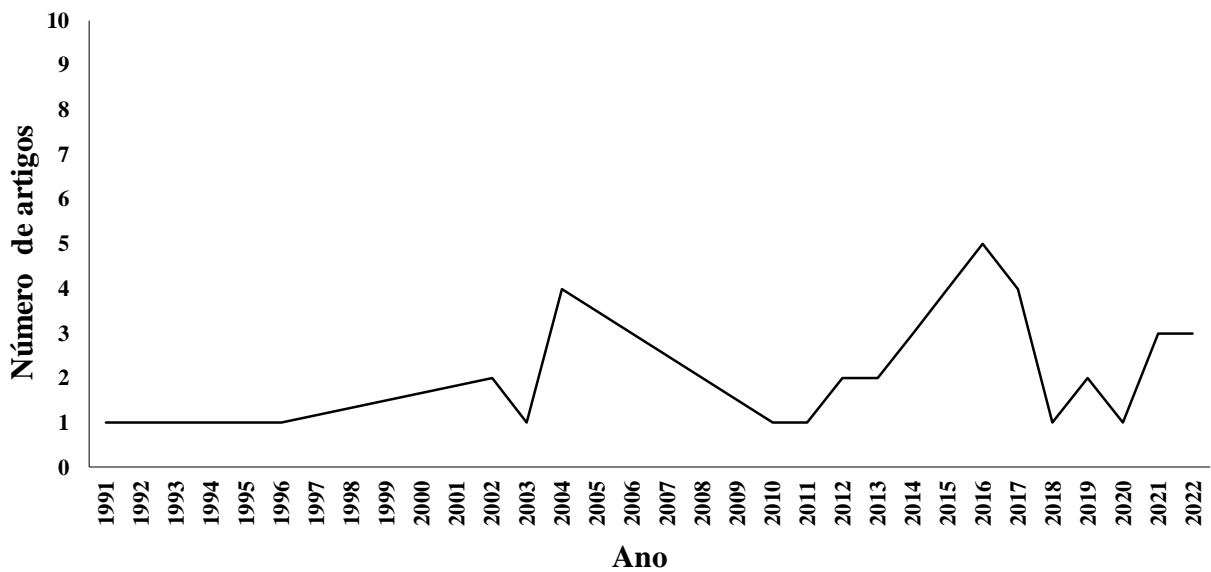


Fig. 1 Distribuição temporal de estudos dos aspectos reprodutivos da família Palaemonidae no Brasil

Os trabalhos compreenderam 18 periódicos, dos quais 10 são periódicos nacionais e 8 internacionais. Nauplius (n=6), Revista Brasileira de Zoologia (n=5) e Invertebrate Reproduction e Development (n=4) foram as revistas mais representativas na publicação dessa temática (Fig 2).

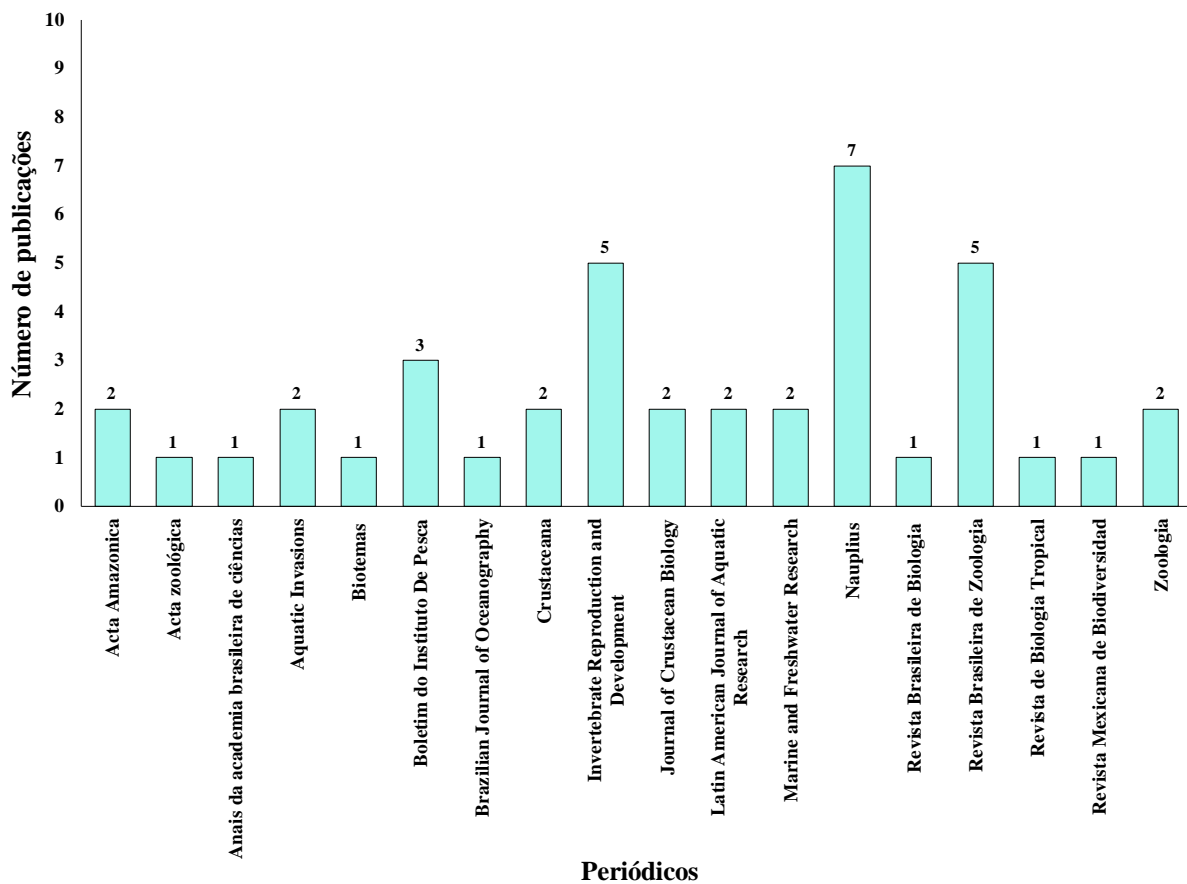


Fig. 2 Periódicos que publicaram os estudos relacionados ao tema estudado. As barras enumeradas representam quantos artigos foram publicados por revista

Os trabalhos abrangeram todas as zonas climáticas do país no entanto houve discrepância entre a quantidade de artigos publicados por região. A região de clima tropical zona equatorial e tropical Nordeste oriental foram responsáveis por três artigos (7,69%) e clima equatorial, clima temperado e clima tropical Brasil central representaram 92% do total (n=36). De maneira geral, a maioria dos estudos compreendeu as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país (Fig 3).

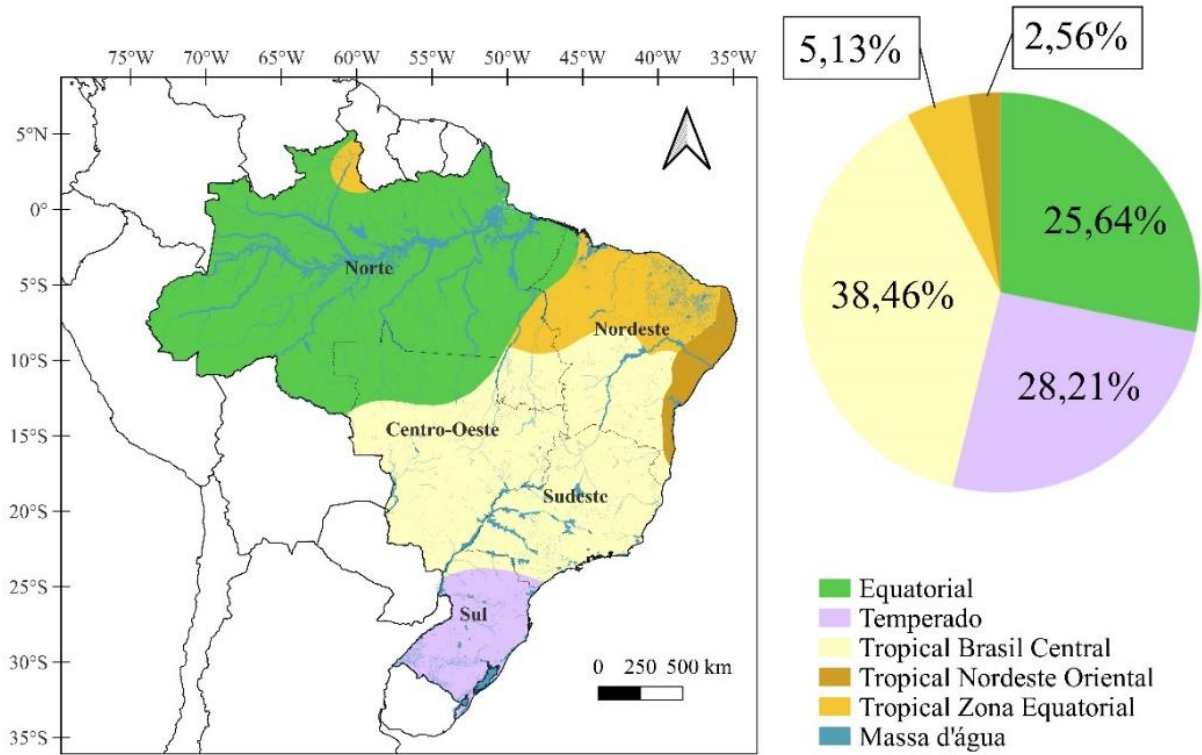


Fig. 3 Percentual de artigos estudados por zona climática no Brasil segundo a classificação do IBGE (mapa). Fonte: Gillet, 2023

Houve predominância pelo ambiente dulcícola (68,1%, n=18), seguido de estuarino (17,0%, n=4), trabalho experimental em laboratório (8,5%, n=4) e ambiente marinho (6,4%, n=3) (Fig. 4).

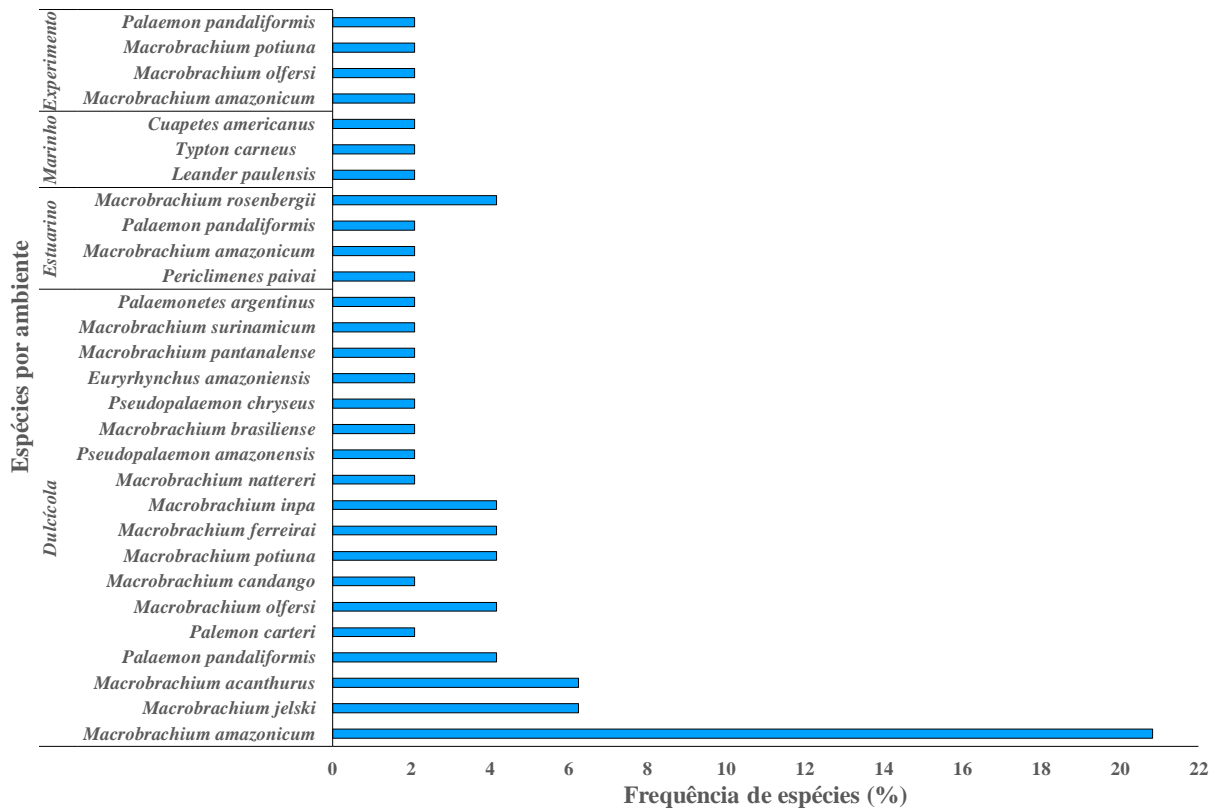


Fig. 4 Frequência das espécies analisadas no estudo divididas por ambiente

Ao analisar o número de estudos por categorias ambientais houve predominância em ambientes de rios (Fig. 5a) (35,6%, n=16) riachos (26,7%, n=12), seguido de lagos (11,1%, n=05). No entanto, o quantitativo de espécies foi ligeiramente maior em riachos (29,4%, n=10) e rios (26,5%, n=09), experimental (11,8%, n=04) e lagos (8,8%, n=03) (Fig. 5a).

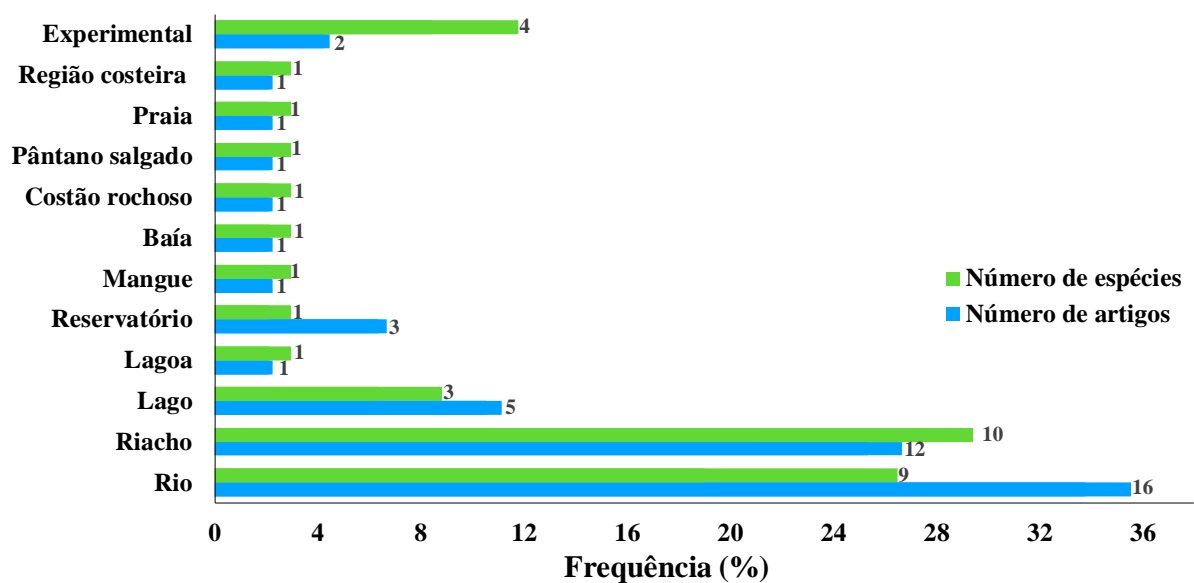


Fig. 5a Proporção entre o número de espécies e os periódicos em função das categorias ambientais

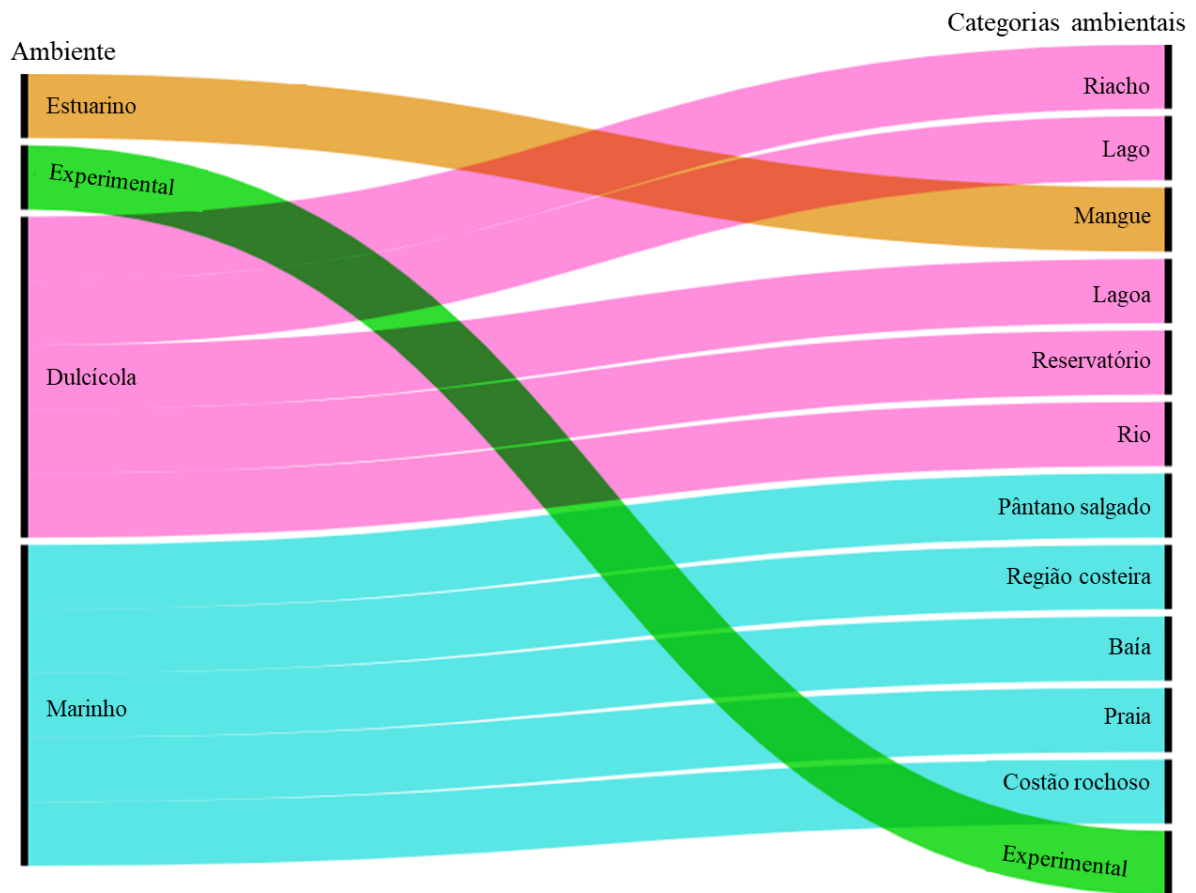


Fig. 5b Proporção entre o número de espécies em função das categorias ambientais

Os grupos taxonômicos mais estudados foram com o gênero *Macrobrachium* e *Palaemonetes* (81,8%, n=36) (Fig. 6). Foram contabilizadas 23 espécies, sendo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) a mais estudada (n=11), seguida por *Palaemon pandaliformis* (Stimpson, 1871) (n=6), *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) (n=4) e *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman 1836) (n=3) (Apêndice A).

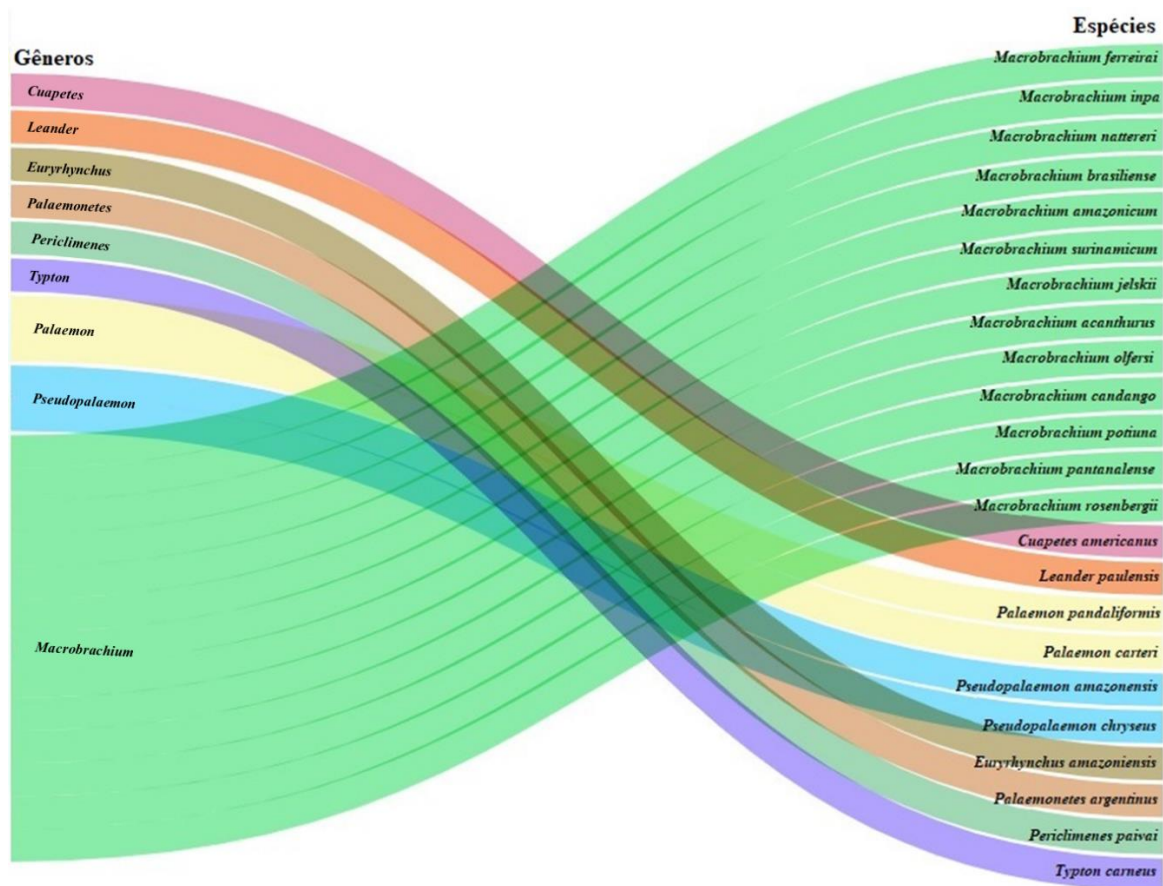


Fig. 6 Número de espécies distribuídas em cada gênero

Discussão

As pesquisas acerca da fecundidade de camarões palaemonídeos no Brasil iniciaram em 1991, com um ligeiro crescimento em 1996, e aumento progressivo nos anos 2000, apesar de um decréscimo visível das publicações entre os anos 2009 e 2011. Baseado nesses dados, sugerimos que esse aumento não foi impulsionado por demandas específicas por estudos sobre reprodução, mas seguiu uma tendência global de aumento de pesquisas publicadas em periódicos em períodos semelhantes. De acordo com Regalado (2010), entre 1997 e 2007, o número de publicações em periódicos indexados no Brasil duplicou, totalizando 19.000 publicações por ano. Ainda segundo esse autor, somente em 2001 houve um aumento proporcional no número de novos doutorandos, o que explicaria a demanda crescente por publicações, uma vez que jovens pesquisadores são os principais responsáveis pelas pesquisas no país, impulsionando o trabalho acadêmico em vários campi das universidades federais brasileiras e resultando em um aumento significativo de pesquisas. O decréscimo na produção científica nesse período pode ser explicado pela crise econômica datada de 2008 a 2011 que ocorreu a nível global, prejudicando o desenvolvimento da produção, implicando em menos recursos destinados a

ciência e demais setores. A produtividade foi se reestabelecendo a partir do ano de 2012 seguida de um pico entre 2015 e 2016 (Chinn 2010; Chong-Carrillo, 2013).

A maior parte dos estudos foi publicado em periódicos nacionais, no entanto, o baixo número sugere que os aspectos reprodutivos relacionados aos camarões Palaemonidae no Brasil não configura uma área de grande interesse nacional. Em contrapartida, há alguns grupos de pesquisa consolidados que direcionam estudos para espécies do gênero *Macrobrachium*, como a rede de pesquisa do camarão-da-Amazônia composto por equipe multi-institucional, que realiza estudos principalmente com *M. amazonicum* mas também outros congêneres (www.caunesp.unesp.br/pesquisa/Projetos%20integrados/pro-jeto%20pesquisa_camarao.php)

O aumento no número de publicações em periódicos nacionais fica evidente a partir de meados de 2012, após o 3º Seminário de Avaliação do Desempenho dos Periódicos Brasileiros no *Journal of Citation Reports* (JCR) em 2011, que demonstrou um progresso constante de revistas brasileiras em índices internacionais (Alisson 2012).

É importante ressaltar que há um grande percentual de estudos não indexados nas principais plataformas de busca, publicados sob formatos de tese, dissertações e anais de congresso. Encontramos um viés geográfico de distribuição das pesquisas para Sul, Sudeste e Centro-Oeste, regiões classificadas como temperada e tropical Brasil Central. Frehse et al. (2016), ao realizarem uma análise comparativa entre estudos realizados com espécies exóticas no Brasil e no mundo, encontraram resultado similar, onde atribuíram a esse resultado a quantidade de pesquisadores atuando primordialmente no eixo Sul e Sudeste do país. As zonas equatorial, Nordeste oriental e Tropical equatorial que correspondem ao Norte e Nordeste do país contabilizaram menos que 35% dos estudos. Esse fator chama atenção, tendo em vista que muito embora os estudos se concentrem no sul, o número de espécies é maior na região Norte, indicando uma maior biodiversidade, mas com um baixo número de estudos equivalente. Na região Norte concentra-se um *hotspot* de biodiversidade que é a Amazônia, e realizar estudos em ambientes de difícil acesso como esse demanda maior estímulo, como financiamento em órgãos de pesquisa. Wilson et al. (2012) descrevem que ao avaliar quais os entraves para estudar uma maior quantidade de organismos, perceberam que a tendência para concentrar as pesquisas em determinada região é influenciada por fatores sociais, e confronta prioridades econômicas e restrições práticas, por outro lado, menos afetada por limitações geográficas.

Os estudos realizados em ambientes de rios, riachos e lagos superaram todos os outros ambientes. Parte desse resultado pode ser explicado porque a maioria das espécies encontradas nesses ambientes eventualmente desovam em estuário, mas completam o ciclo de vida em água doce, facilitando os estudos nessas categorias ambientais. No entanto, esse dado também pode

ser norteado, além das características físicas do ambiente, mas também pelo apelo econômico e social, pois esses mesmos crustáceos são alvo da aquicultura e pesca (García-Guerrero et al. 2013) tornando-as principal objeto desses estudos.

Um fato curioso é que de todos os periódicos revisados, somente três artigos objetivaram avaliar a fecundidade em ambiente natural das duas espécies exóticas-invasoras que ocorrem no Brasil. Para *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) foram contabilizados dois estudos e para *Macrobrachium equidens* (Dana, 1852) somente um. Esse fato chama atenção, pois a primeira espécie configura um dos maiores palaemonídeos de água doce com registro de introdução no Brasil há mais de 43 anos (Oliveira e Santos, 2021) e a segunda registrada desde o ano de 2011 (Maciel et al. 2011). Essa última ainda apresenta fecundidade semelhante ao congênere *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), que é nativo e lidera espécie-alvo (Moraes-Riodades e Valenti 2001) de diversos estudos (Paschoal 2019; Nogueira et al. 2020).

O pequeno número de estudos direcionados a espécies de palaemonídeos exóticos encontrados na nossa investigação aliada ao baixo percentual de estudos realizados em ambiente de reservatório é inversamente proporcional a quantidade de ambientes de represa encontrados no Brasil, planejados desde meados de 2006 (Fearnside 2006). Liew et al. (2016) analisaram qual a influência de represas na riqueza de espécies de peixes. A construção da barragem não influenciou significativamente na riqueza e abundância das espécies nativas porque possivelmente, a transformação de um ambiente lótico para lântico, extingue espécies nativas, mas é compensada por espécies exóticas, resultando na diminuição da riqueza de espécies nativas, mas manutenção da riqueza geral. É possível que novas espécies exóticas pertencentes a família Palaemonidae tenham sido introduzidas, uma vez que barragens aumentam a probabilidade de introdução de espécies não nativas (Johnson 2008) e o número de novos ambientes de represamento crescem constantemente no país. Essa lacuna encontrada no presente estudo sugere a necessidade de uma maior quantidade de estudos direcionados a ambientes de reservatório.

Com cerca de mil espécies encontradas em todo o mundo (De Grave e Fransen, 2011), somente 64 espécies de camarões palaemonídeos são encontradas exclusivamente no Brasil, e novas espécies são constantemente registradas (Bruce 2000; Okuno e Bruce 2010). No presente estudo foram levantados dados de 38 espécies, sendo que seis delas apareceram somente uma vez em todo o intervalo de tempo. Entre os gêneros pertencentes à família Palaemonidae, *Macrobrachium* foi o mais estudado quanto aos aspectos reprodutivos, o que se ajusta com o descrito para estudos de modo geral com a espécie, uma vez que em toda a América Latina,

somente o Brasil é responsável por 65% dos estudos relacionados ao gênero (Chong-Carrillo 2015). O gênero inclui espécies com grande valor comercial, como *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879), *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus 1758) e *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann 1836). Devido a características como tamanho, carne saborosa e ampla distribuição, essas espécies são alvo tanto da pesca artesanal quanto do cultivo, fornecendo subsistência e renda para muitas famílias (Quadros et al. 2004; Bentes et al. 2012; Banu 2016; Rodrigues et al. 2021). Embora haja várias razões pelas quais um grupo de espécies possa ser mais estudado em comparação com outros, é possível inferir que exista uma tendência social e econômica nesse resultado.

Estudar aspectos reprodutivos é uma resposta a condições ambientais, disponibilidade de alimento, predação e sucesso adaptativo e, principalmente em crustáceos, pode ser comumente estudada através da fecundidade, o que permite inferir sobre a história de vida (Raiva e Moreira 1998), potencial reprodutivo (Chacur e Negreiros-Franzoso 1999) e distribuição espacial (Bérger 2010). Essas predições são importante para direcionar estudos sobre estoques pesqueiros e estratégias de manejo (Kuberan et al. 2021).

No presente estudo, duas espécies lideraram as pesquisas sobre a reprodução da família Palaemonidae, e estiveram presentes em estudos tanto em sistema de cultivo, águas continentais e costeiras. A espécie *M. amazonicum* é endêmica com ocorrência ao longo de toda América do Sul (Bialezki et al. 1997), apresenta grande potencial para a aquicultura (New 2005) em função da facilidade para o manejo, boa tolerância a sistemas de cultivo intensivo (Moraes-Riodades 2006), alta taxa de sobrevivência, além de apresentar baixo impacto ambiental (Keppeler e Valenti 2006). Além disso, a espécie também possui um grande potencial socioeconômico para diversas famílias ribeirinhas (Freire e Bentes 2008; Lucena-Frédou 2010; Bentes et al. 2011; Bentes et al. 2016; Bentes et al. 2016). Existe uma pesca artesanal direcionada para o camarão-da-Amazônia principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país (Moraes-Riodades e Valenti, 2001). Em função do apelo ecológico, econômico e social é possível compreender porque *M. amazonicum* recebeu direcionamento de diversos estudos acerca dos seus aspectos reprodutivos.

Palaemon pandaliformis é um palaemonídeo encontrado em ambientes dulcícolas e marinhos que apresenta papel importante na ciclagem de nutrientes, além de ser um item alimentar expressivo na dieta de peixes dulcícolas e marinhos (Mortari e Negreiros-Franzoso 2007), evidenciando sua importância na cadeia trófica. O valor econômico de *P. pandaliformis* é nortado pelo aquarismo seguido de isca viva para pescarias artesanais (Muller et al. 1996).

Um fato surpreendente encontrado no nosso estudo é a ausência de estudos destinadas a algumas espécies consideradas importante recurso pesqueiro como *M. carcinus*, que é um dos maiores palaemonídeos de água doce podendo chegar até 30 cm, além de uma potencial espécie para cultivo e importante recurso pesqueiro para populações do Norte e Nordeste (Holthuis 1980).

Levando em consideração que o país possui uma alta biodiversidade e que as respostas eficientes trazidas por estudos sobre aspectos reprodutivos podem nortear medidas de manejo e conservação, é importante ressaltar que a maior parte dos estudos estão centralizados em poucas espécies e nas regiões Sul e Sudeste do país, tornando o conhecimento escasso ou na maioria das vezes inexistente sobre os demais representantes da família Palaemonidae.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora (Processo número 132124/2021-1), e pelo financiamento do projeto de pesquisa coordenado por JMML (Processo número 424710/2018-8), assim como à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (PAPQ-FADESP/PROPESP-UFGPA) pelo financiamento da versão para a língua inglesa realizada por (a definir). Somos gratos aos colegas de laboratório pelo auxílio na triagem do material biológico, em especial à Edma Mayara Pereira Cardoso e ao Pescador Isaac da Paixão Corrêa pelo auxílio nas coletas de campo. Todos os experimentos foram conduzidos conforme leis brasileiras (Processo DIFAP/IBAMA número 8680522.3.0000.0018/5.538.120) e ICMBio (n° 83345-1).

Referências

- Albertoni E, Palma-Silva C, Esteves F (2002) Fecundity of *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann, 1836 (Decapoda: Palaemonidae) in a tropical coastal lagoon subject to human impact (Macaé, Brazil). *Acta Limnológica Brasiliense*. 4:11-20. <https://doi.org/10.1023/A:1015221925162>
- Anger K, Moreira GS, Ismael D (2002) Comparative size, biomass, elemental composition (C, N, H), and energy concentration of caridean shrimp eggs. *Invertebrate Reproduction & Development*, 4:31-49. <https://doi.org/10.1080/07924259.2002.9652765>

- Banu R, Christianus A (2016) Giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* farming: A review on its current status and prospective in Malaysia. *Journal of Aquaculture Research & Development*. 7:1-5. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000409>
- Béguer É, Bergé J, Girardin M, Boët, P. (2010). Reproductive Biology of *Palaemon longirostris* (Decapoda: Palaemonidae) from Gironde Estuary (France), with a Comparison with Other European Populations. *Journal of Crustacean Biology*, 12(4), 893-904. <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9486-9>
- Bentes B, Cañete VR, Jesus GP, Martinelli-Lemos JM, Isaac V (2012) Descrição socioeconômica da pesca do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da costa Norte do Brasil: o caso da ilha do Mosqueiro (PA). *Boletim do laboratório de Hidrobiologia*. 14: 1071-1079. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0132-8>
- Bentes B, Martinelli JM, Souza LS, Cavalcante DV, Almeida MCD, Isaac VJ (2011) Spatial distribution of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology*. 71:925-935. doi.org/10.1590/S1519-69842011000500013
- Bentes B, Martinelli-Lemos JM, Araújo C, Isaac V (2016) A pesca do camarão-da-Amazônia, perspectivas futuras no litoral paraense. *Ciência e Cultura*. 68:56-59. [.doi.org/10.21800/2317-66602016000200017](https://doi.org/10.21800/2317-66602016000200017)
- Bentes B, Martinelli-Lemos JM, Lutz IA, Nascimento MS, Isaac VJ (2016) Population dynamics of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) in a Brazilian Amazon estuary. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 11:1-17.
- Bertini G, Baeza JA (2014) Fecundity and fertility in a freshwater population of the neotropical amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* from the southeastern Atlantic. *Invertebrate Reproduction & Development*, 58:1-7. <https://doi.org/10.1080/07924259.2014.894948>
- Bialetzki A, Nakatani K, Baumgartner G, Bond-Buckup G (1997) Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná River, Porto Rico, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 14(2):379-90. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751997000200011>

- Bueno S, Rodrigues S (1995) Abbreviated larval development of the freshwater prawn, *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana* 68:665-686
- Cavallo RO, Lavens P, Sorgeloos P (2001) Reproductive performance of *Macrobrachium rosenbergii* females in captivity. *Aquaculture*. 194:241-255. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00537-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00537-7)
- Chacur MM, Negreiros-Fransozo ML (1999) Aspectos biológicos do camarão-espinho *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) (Crustacea, Caridea, Hippolytidae). *Revista Brasileira de Biologia*. 59:173–81. doi.org/10.1590/S0034-71081999000100022
- Chinn LW (2010) The global state of science funding. *ASBMB today*. 9:18-19. [http://www.asbmb.org/asbmbtoday/asbmbtoday_article.aspx?id=7776]
- Costa TV, De Mattos, LA, Machado NDB (2016) Population structure of *Macrobrachium amazonicum* in two floodplain lakes of Amazonia. *Boletim do Instituto de Pesca*.
- Elton A (2012) Revistas científicas brasileiras ainda têm baixo impacto internacional. *Agência FAPESP*. 14:1573-1575. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0205-5>
- Farias J, Da Cruz MCM, da Silva LMA (2015) Reproductive biology of *Macrobrachium surinamicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the Amazon River mouth. *Acta Amazonica*, 45:195-204. doi: 10.1590/1809-4392201402824
- Fearnside PM (2006) Dams in the Amazon: Belo Monte and the hydroelectric development of the Xingu River basin in Brazil. *Environmental management*. 8:1-12. DOI: 10.1007/s10530-005-0245-8
- Freire JL, da Silva BB (2008) Socio-environmental aspects of freshwater shrimp fishing (*Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 and *Macrobrachium rosenbergii* de Man, 1879) in the Bragantina region, Pará, Brazil. *Environmental management*, 10:715-726. DOI: 10.1007/s10530-007-9152-5
- Ganesan K, Rekha DC, Pengamuck TS, Gidda M (2021) Reproductive biology of the deep-sea shrimp *Heterocarpus chani* Li, 2006 (Decapoda: Caridea: Pandalidae) from southern India. *Journal of Crustacean Biology*. <https://doi.org/10.1093/jcbiol/ruab055>
- García-Guerrero MU, Becerril-Morales F, Vega-Villasante F, Espinosa-Chaurand LD (2013) Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Latin American Journal of Aquatic Science*, 15(6), 1263-1285. doi: 10.1007/s10530-012-0367-4

- Grave S, Fransen C (2011) Carideorum catalogus: the recent species of dendrobranchiate, stenopodidean, procaridean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). *NCB Naturalis*. 85:195-589. DOI: 10.1163/9789004278062_cclc_2013-0003
- Grave S, Pentcheff DN, Ahyong ST, Chan TW, Crandall KA, Dworschak PC, Felder DL, Feldmann RM, Fransen CHJM, Goulding LYD, Lemaitre R Low MEY, Martin JW, Ng, PKL, Schweitzer CE, Tan SH, Tshudy D, Wetzler R (2009) A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*, 21:1-109
- Gualberto TL, De Almeida LO, Menin M (2012) Population structure, fecundity and ecological aspects of freshwater shrimp species (Decapoda, Palaemonidae) of an urban forest fragment in central Amazonia, Brazil. *Crustaceana*. 85:1-16. <https://doi.org/10.1163/156854012X651349>
- Hayd L, Anger K (2013) Reproductive and morphometric traits of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) from the Pantanal, Brazil, suggest initial speciation. *Revista de Biologia Tropical*. 61:827-840. <https://doi.org/10.1080/07924259.2016.1143039>
- Holthuis LB (1980) FAO Species Catalogue. Shrimps and Prawns of the World. An Annotated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. FAO Fisheries Synopsis. 125:1-271. DOI: 10.2307/1548561. <https://doi.org/10.1007/s10530-004-9457-6>
- Iketani G, Aviz MAB, Maciel C, Valenti W, Schneider H, Sampaio I (2016) Successful invasion of the Amazon Coast by the giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: evidence of a reproductively viable population. *Aquatic Invasions*. 11:237-246. <https://doi.org/10.3391/ai.2016.11.3.06>
- Iketani G, Aviz MAB, Maciel C, Valenti W, Schneider H, Sampaio I (2016) Successful invasion of the Amazon Coast by the giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: Evidence of a reproductively viable population. *Aquatic Invasions*, 11:277-286. <https://doi.org/10.3391/ai.2016.11.3.06>
- Johnson, P.T., Olden, J.D., & Vander Zanden, M.J. (2008). Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwater ecosystems. *Frontiers in the Ecology and Environment*. 10(4), 703-716. DOI: 10.1007/s10530-007-9175
- Kensley B, Walker I (1982) Palaemonid shrimps from the Amazon Basin, Brazil (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Ismithsonian Institute Press*. 2:177-192
- Keppeler EC, Valenti WC (2006) Effects of selective harvest of the Amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum*, on pond water, sediment, and effluent. *Acta Limnológica Brasiliense*. 8:675-684. DOI: 10.1007/s10530-005-3017-5

- Klaus A, Gloria S, M (1998) Morphometric and Reproductive Traits of Tropical Caridean Shrimps, *Journal of Crustacean Biology* 18:823–838. <https://doi.org/10.1163/193724098X00674>
- Lara LR, Wehrtmann IS (2009) Reproductive biology of the freshwater shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.) (Decapoda: Palaemonidae) from Costa Rica, Central America. *Journal of Crustacean Biology*. 29:503-509. doi: 10.1651/08-3109.1
- Liew JH, Tan HH, Yeo DC (2016) Dammed rivers: impoundments facilitate fish invasions. *Freshwater Biology*. 18:193-204. DOI: 10.1007/s10530-015-0998-1
- Lima JD, da Silva LMA, da Silva TC, Garcia JD, Pereira ID, Amaral KD (2014) Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the State of Amapá, Amazon River mouth. *Acta Amazonica*. 44:481-488.
- Lucena-Frédou F, Rosa Filho JS, Silva MCN, Azevedo EF (2010) Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combú Island (Amazon estuary). *Crustaceana*. 83:1109-1126. <https://doi.org/10.1163/001121609X12596543952298>
- Macedo RS, Martins CAM, Nascimento WM, Pinheiro AP (2021) Population structure and fecundity of *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Decapoda, Palaemonidae) on the Batateiras River, sub-basin of the Salgado River, in southern Ceará, Brazil. *Nauplius*. doi: 10.1590/2358-2936e2021033
- Maciel CR, Quadros ML, Abrunhosa F, Bastos S, Schneider H, Sampaio I (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. *Nauplius*, 19:533-544. <https://doi.org/10.1590/S0104-64972011000200013>
- Magalhães C, Walker I (1988) Larval development and ecological distribution of Central Amazonian palaemonid shrimps (Decapoda, Caridea). *Crustaceana*. 3:279-292
- Maschio Rodrigues M, Lopez Greco LS, Almeida LCFD, Bertini G (2022) Reproductive performance of *Macrobrachium acanthurus* (Crustacea, Palaemonidae) females subjected to unilateral eyestalk ablation. *Acta Zoologica*. 103:326-334. <https://doi.org/10.1111/azo.12351>
- Meireles AL, Valenti WC, Mantelatto FL (2013) Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): influence of life cycle on egg production. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41:712-724. <https://doi.org/10.3856/vol41-issue4-fulltext-8>

- Meireles AL, Valenti WC, Mantelatto FL (2013) Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridea, Palaemonidae): Influence of life cycle on egg production. Latin American Journal of Aquatic Research. 15:1287-1295. doi: 10.1007/s10530-012-0362-9
- Moraes IRR, Wolf MR, Goncalves GRL, Castilho AL (2017) Fecundity and reproductive output of the caridean shrimp *Periclimenes paivai* associated with scyphozoan jellyfish. Invertebrate Reproduction & Development. 61:11-20. doi: 10.1080/07924259.2017.1282890
- Moraes IRR, Wolf MR, Gonçalves GRL, Castilho AL (2017) Fecundity and reproductive output of the caridean shrimp *Periclimenes paivai* associated with scyphozoan jellyfish. Invertebrate Reproduction & Development. 61:71-77. <https://doi.org/10.1080/07924259.2017.1291675>
- Moraes-Riodades PMC, Kimpara JM, Valenti WC (2006) Effect of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* culture intensification on pond hydrobiology. Acta Limnológica Brasiliense. 8:343-354. DOI: 10.1007/s10530-004-7347-8
- Mortari RC, Negreiros-Fransozo ML (2007) Composition and abundance of caridean prawn species in two estuaries on the northern coast of São Paulo State, Brazil. Biological Invasions 9:421-431. DOI: 10.1007/s10530-006-9033-7
- Mortari RC, Pralon BGN, Negreiros-Fransozo ML (2009) Reproductive biology of *Palaemon pandaliformis* (Stimpson, 1871) (Crustacea, Decapoda, Caridea) from two estuaries in southeastern Brazil. Invertebrate Reproduction & Development. 53:215-222. <https://doi.org/10.1080/07924259.2009.9652308>
- Mossolin EC, Bueno SLS (2002) Reproductive biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in Sao Sebastiao, Brazil. Journal of Crustacean Biology. 22:844-854. doi: 10.1163/20021975-99990244
- Müller YMR, Nazari EM, Bressan C, Ammar D (1996) Aspects of the reproduction of *Palaemon pandaliformis* (Stimpson) (Decapoda, Palaemonidae) in the Ratoles mangrove, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. Revista Brasileira de Zoologia. 8:95-106. DOI: 10.1007/BF01830701
- Nascimento WM, De Lucena IC, Macedo RS, Pinheiro AP (2020) Sexual size dimorphism of the freshwater shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Decapoda: Palaemonidae) and its relationship to Rensch's rule. Invertebrate Reproduction & Development. 64:245-252. doi: 10.1080/07924259.2020.1726513

- Nazari EM, Simoes-Costa MS, Muller YMR, Ammar D, Dias M (2003) Comparisons of fecundity, egg size, and egg mass volume of the freshwater prawns *Macrobrachium potiuna* and *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*. 23:620-626. <https://doi.org/10.1651/C-2387>
- Nogueira CS, Mossolin EC, Ribeiro MCLB, Mantelatto FL (2022) Filling gaps in the biology of the endemic and threatened freshwater shrimp *Macrobrachium candango* (Caridea: Palaemonidae) through basic morphometric and reproductive approaches. *Nauplius*. <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2022004>
- Nogueira CS, Perroca JF, Batista AC, Costa, RC (2020) Reproductive traits of the freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in an isolated water reservoir. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. doi: 10.22201/ib.20078706e.2020.91.3387
- Oh CW, Hartnoll RG (2004) Reproductive biology of the common shrimp *Crangon crangon* (Decapoda: Crangonidae) in the central Irish Sea. *Marine Biology*. 144:2 303-316. <https://doi.org/10.1007/s00227-003-1188-8>
- Oliveira CDLD, Santos, LVR (2021) Distribution of the giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in Brazil: 43 years after its introduction. *Nauplius*. 23:1017-1025. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02496-4>
- Oliveira LJF, Sant'Anna BS, Hattori GY (2017) Reproductive potential of four freshwater prawn species in the Amazon region. *Invertebrate Reproduction & Development*. 61:254-260. <https://doi.org/10.1080/07924259.2017.1365099>
- Paixao PH, Soledade GO, Cavalcanti T, Pinheiro U, Almeida AO (2021) Observations of life history traits of *Typton carneus* Holthuis, 1951 (Caridea, Palaemonidae): a poorly known sponge-dwelling shrimp. *Nauplius*. <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2021026>
- Pantaleao JAF, Carvalho-Batista A, Teodoro SSA, Costa RC (2018) The influence of environmental variables in the reproductive performance of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Caridea: Palaemonidae) females in a continental population. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 90:447-462. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170275>
- Paschoal LRP, de Oliveira LJF, Andrioli G C, Zara FJ (2019) Reproductive biology of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) populations with distinct phenotypes in Neotropical reservoirs during the El Nino' event. *Marine and Freshwater Research*. 70:1579-1589. <https://doi.org/10.1071/MF18228>

- Paschoal LRP, Guimaraes FJ, Couto ECG (2016) Growth and reproductive biology of the amphidromous shrimp *Palaemon pandaliformis* (Decapoda: Caridea) in a Neotropical river from northeastern Brazil. *Zoologia*. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689zool-20160060>
- Pileggi LG, Mantelatto FL, (2012) Taxonomic revision of doubtful Brazilian freshwater shrimp species of genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Iheringia: Série Zoologia*, 102, 426-437. DOI: 10.1590/S0073-47212012005000006
- Quadros MLA, Maciel C, Bastos S, Sampaio I (2004) Reprodução do camarão canela-*Macrobrachium acanthurus* em condições controladas de laboratório e montagem de um atlas para identificação de estágios larvais. *Revista Científica da UFPA*, 1
- Ramos-Porto M, Coelho PA (1998) Malacostraca. Eucarida. Caridea (Alpheoidea excluded). In P. S. Young (Ed.), *Catalogue of Crustacea of Brazil* 325-350. Rio de Janeiro: Museu Nacional
- Regalado A (2010) Brazilian Science: riding a Gusher. *Science*, 330, 1306-1312. <https://doi.org/10.1126/science.330.6009.1306>
- Rocha SS, Barbosa RD (2017) Population biology of *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Decapoda, Palaemonidae) from an artificial pond in Bahia, Brazil. *Nauplius*. doi: 10.1590/2358-2936e2017023
- Rodrigues MM, Greco LS, de Almeida LCF, Bertini G (2022) Reproductive performance of *Macrobrachium acanthurus* (Crustacea, Palaemonidae) females subjected to unilateral eyestalk ablation. *Acta Zoologica*. 103:211-218. doi: 10.1111/azo.12374
- Rosa LC, Passos AC, Correa MFM (2015) Populational and reproductive aspects of the *Palaemon pandaliformis* (Crustacea: Palaemonidae) in a subtropical saltmarsh in southern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*. 41:315-323
- Santos CRM, Vieira RRR (2016) Fecundity of *Palaemon carteri* (Gordon, 1935) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from the Eastern Amazon, Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*. 60:11-18.
- Sastry A, Vernberg F (1983) Ecological aspects of reproduction. In *The biology of Crustacea*. 8:179-270. Academic Press.
- Silva R. Da, Sampaio C, Santos J (2004) Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 64, 489-500. DOI: 10.1590/S1519-69842004000300014
- Silva RC, Jacobucci GB, Mossolin EC (2017) Reproductive biology of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) in a reservoir situated in Minas

- Gerais State, southeastern Brazil. Latin American Journal of Aquatic Research. 45:745-753. doi: 10.3856/vol45-issue4-fulltext-13
- Silva-Oliveira GC, Ready JS, Iketani G, Bastos S, Gomes G, Sampaio I, Maciel C (2011). The invasive status of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879) in Northern Brazil, with an estimation of areas at risk globally. Aquatic Invasions. 3: 319-328. doi: 10.3391/ai.2011.6.3.08
- Soares MRD, Oshiro LMY, Toledo JC (2015) Reproductive biology of the shrimp *Macrobrachium jelskii* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) in Sao Francisco River, Minas Gerais, Brazil. Iheringia Serie Zoologia. 105:307-315. doi:10.1590/1678-476620151053307315
- Vera-Silva AL, Carvalho FL, Mantelatto FL (2016) Distribution and genetic differentiation of *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Natantia: Palaemonidae) in Brazil reveal evidence of non-natural introduction and cryptic allopatric speciation. Journal of Crustacean Biology. 10:2935-2947. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1224-4>
- Vercesi K, Hayd L (2015) Evaluation of number eggs in *Macrobrachium pantanalense* in different stages of embryonic development. Boletim do Instituto de Pesca. 41:525-533
- Williamson DI (1972) Larval development in a marine and a freshwater species of *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana. 22:282-298
- Wilson JR, Procheş S, Braschler B, Dixon E S, Richardson DM (2010) The biodiversity of science reflects the interests of society. Frontiers in Ecology and the Environment 8:409-414. <https://doi.org/10.1890/060077.1>
- XI X, W JI, JDC, RK O (1994) Influence of dietary lipid sources on fecundity, egg hatchability and fatty acid composition of Chinese prawn (*Penaeus chinensis*) broodstock. Aquaculture. 119:359–370. doi: 10.1016/0044-8486(94)90484-1
- Zimmermann U, Carvalho FL, Mantelatto FL (2015) The reproductive performance of the Red-Algae shrimp *Leander paulensis* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Palaemonidae) and the effect of post-spawning female weight gain on weight-dependent parameters. Brazilian Journal of Oceanography. 63:413-422. doi:10.1590/S1679-87592015085806303

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta informações inéditas sobre os aspectos reprodutivos correlacionados a família Palaemonidae no Brasil e à fecundidade do camarão *M. rosenbergii* no estuário amazônico, contribuindo com o conhecimento acerca dos aspectos relacionados à

fecundidade dessa espécie, o qual ainda é limitado para o conhecimento da família de modo geral.

Nossas hipótese de reprodução contínua foi confirmada e de influência da pluviosidade na reprodução foi refutada. Descrevemos que a fecundidade do camarão exótico-invasor *M. rosenbergii* é alta no estuário amazônico e nossos resultados indicam que a espécie apresenta reprodução contínua tendo em vista a alta frequência de fêmeas ovígeras, em proporções na maioria dos meses, maiores que fêmeas não ovígeras ao longo do ano inteiro, com ovos em todos os estágios de desenvolvimento.

Os aspectos reprodutivos relacionados aos camarões Palaemonidae são importantes para tomar medidas de manejo. O nosso estudo demonstrou que existe uma maior quantidade de estudos concentrados em poucas espécies e no eixo Sul-Sudeste do País, enquanto que para maior parte das espécies existe apenas um registro ou nenhum estudo.

APÊNDICE A

Tabela 1 Relação de dados obtidos junto às publicações sobre fecundidade das espécies de camarões Palaemonidae estudados nos últimos trinta anos no Brasil. Legenda: N: número de fêmeas ovígeras; mm: milímetro; dp: desvio padrão; \bar{x} : média; F: fecundidade; V: volume; I: estágio de desenvolvimento ovocitário inicial; II: estágio de desenvolvimento ovocitário intermediário; III: estágio de desenvolvimento ovocitário final; Lat./Long.: latitude e longitude; F mín: Fecundidade mínima; F máx: fecundidade máxima; V mín: volume mínimo; V máx: volume máximo; T mín: temperatura mínima; T máx: temperatura máxima; Temp: temperatura; Lago 1: lago Macurany; Lago 2: Lago Catispera; Fêmeas maiores: fêmeas ovígeras agrupadas por classe de tamanho maior; Fêmeas menores: Fêmeas ovígeras agrupadas por classe de tamanho menor; PA: estado do Pará, Brasil; MS: estado do Mato Grosso, Brasil; SJB: município de São José da Barra; CRC: município de Carmo do Rio Claro; CAS: município de Cássia; SBG: município de São João Batista da Glória; Fêmea ablada: procedimento realizado através da retirada do pedúnculo ocular com o objetivo de induzir previamente a maturação ovariana das fêmeas reprodutoras; Fêmea intacta: Fêmeas que não sofreram processo de ablação; *: não consta informação; **: autores utilizaram comprimento do cefalotórax ao invés do comprimento total. Publicações em que foram desenvolvidos trabalhos experimentais, ou em mais de um ambiente, ou com fêmeas em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário apresentaram mais de uma média de fecundidade bem como valores mínimos e máximos

Lat./Long.	Espécies	Ambiente	N	F mín.	F máx	F \bar{x} ±desvio padrão (\bar{x} ±dp)	V mín (mm ³)	V máx (mm ³)	V \bar{x} ±dp (mm ³)	T mín (mm)	T máx (mm)	T (\bar{x} ±dp)	Temp. (\bar{x})	Referências			
0° 56' S/ 48° 04' W	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Estuarino	60	I (2.017)	I (143.234)	I (49.553± 36.806)	0,180	1,445	0,820± 0,361	I (14,0)	I (23,2)	I (19,0±2,4)	28°C	Henriques et al. (presente estudo)			
				II (27.015)	II (136.025)	II (89.099± 34.495)				II (17,2)	II (22,2)	II (20,5±1,7)					
				III (3.862)	III (62.204)	III (40.443± 23.189)				III (15,7)	III (20,9)	III (18,6±1,8)					
03°04' S/ 59°57' W	<i>Macrobrachium ferreirai</i>	Água doce	*	26	37	31,5±5,80	5,500	8,800	7,17± 0,96	36,2	43,3	*	25,3°C	Gualberto et al. (2012)			
				6	21	10,78±3,75				4,870	5,720	5,41± 0,32			25,8	32,8	*
				34	118	77,25±36,05				2,510	3,970	3,27± 0,36			37,2	50,2	*
	<i>Pseudopalaemon amazonensis</i>	Água doce	*	3	12	8±3,74	6,130	6,190		28,6	32,4	*					

(continua)

Lat./Long.	Espécies	Ambiente	N	F mín.	F máx	F $\bar{x}\pm$ desvio padrão ($\bar{x}\pm dp$)	V mín (mm ³)	V máx (mm ³)	V $\bar{x}\pm dp$ (mm ³)	T mín (mm)	T máx (mm)	T ($\bar{x}\pm dp$)	Temp. (\bar{x})	Referências
03°02' S/ 58°37' W	<i>Macrobrachium brasiliense</i>	Água doce	*	8	116	33,26±26	*	*	*	7,1	47,7	30,18±7,57	*	
	<i>Pseudopalaemon chryseus</i>	Água doce	*	13	49	26±7	*	*	*	16,5	32,0	25,93±3,39	*	
03°07' S/ 58°27' W	<i>Euryrhynchus amazoniensis</i>	Água doce	*	16	23	14±5	*	*	*	11,8	19,5	15,17±2,53	*	
03°07' S/ 58°27' W														Oliveira et al. (2017)
03°07' S/ 58°27' W			*	9	50	28±11	*	*	*	18,2	30,5	25,82±2,52		
03°08' S/ 58°27' W														
03°07' S/ 58°27' W	<i>Palaemon carteri</i>	Água doce												
01°47' S/ 51°26' W			*	4	29	I (20,16±3,8) II (16,85±5,1)	0,440	1,550	I (2,77±0,13×3,14 ±0,31 mm) II (1,97±0,11×2,13 ±0,20 mm)	23,0	28,2	26,11±1,36	26,7°C	Santos e Vieira (2016)
21°14' S/ 48°17' W	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Experimental	*	*	*	PA (2.237±586) MS (71±55)			PA (0,13±0,04); MS (0,16±0,03)	*	*	PA (86,9±21,7) MS (48,8±7,4)	*	Meiros (2013)
02°38' S/ 56°43' W	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Água doce	84	Lago 1 (12)	Lago 1 (325)	Lago 1 (111,6±96,6)	*	*	*	Lago 1 (30,4)	Lago 1 (56,2)	Lago 1 (24,9±6,6)	30,7°C	da Costa et al. (2016)
02°34' S/ 56°46' W				Lago 2 (105)	Lago 2 (1.107)	Lago 2 (466,5±152,0)				Lago 2 (18,3)	Lago 2 (42,1)	Lago 2 (44,5±8,0)		

(continuação)

Lat./Long.	Espécies	Ambiente	N	F mín.	F máx	F \bar{x} ±desvio padrão (\bar{x} ±dp)	V mín (mm ³)	V máx (mm ³)	V \bar{x} ±dp (mm ³)	T mín (mm)	T máx (mm)	T (\bar{x} ±dp)	Temp. (\bar{x})	Referências
									Estação chuvosa					
									I					
									(0,11±0,02)					
									II					
									(0,15±0,04)					
20°49' S/ 48°49' W	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Água doce	204	92	1.692	600±306	*	*	III	4,4	17,0	10,52±2,27	*	Nogueira (2020)
									(0,8±0,03)					
									Estação seca					
									I					
									(0,11±0,02)					
									II					
									(0,13±0,03)					
									III (0,14±0,04)					
							I	I	I					
							(0,050)	(0,180)	(0,12±0,02)					
19°03' S/ 47°59' W	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Água doce	102	33	389	203±78,06	II	II	II	6,0	10,1	7,18±0,75 8,04±0,69	25,7°C	Silva (2017)
							(0,110)	(0;240)	(0,16±0,03)					
							III	III	III					
							(0,130)	(0,440)	(0,23±0,05)					
01°30' S/ 48°26' W	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Água doce	*	40	3.375	905±590	*	*	*	52,0	106,0	*	23°C	Silva (2010)
									I					
									(0,16±0,03)					
24°44' S/ 49°01' W	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Água doce		104	4.264	921,21± 621,51	*	*	II		22,3	13,41±2,13	24,38° C	Pantaleão (2018)
									(773±0,03)					
									III					
									(0,20±0,04)					

(continuação)

Lat./Long.	Espécies	Ambiente	N	F mín.	F máx	F \bar{x} ±desvio padrão (\bar{x} ±dp)	V mín (mm ³)	V máx (mm ³)	V \bar{x} ±dp (mm ³)	T mín (mm)	T máx (mm)	T (\bar{x} ±dp)	Temp. (\bar{x})	Referências			
									SJB								
									I								
									(0,18±0,03)								
									II								
									(0,24±0,05)								
									III								
									(0,38±0,09)								
									CRC								
									I								
									(0,21±0,04)								
20°57' S/ 46°09' W	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Água doce	15	SJB	SJB	SJB			II	SJB	SJB	SJB					
				(32)	(304)	(141±63 ovos)			(0,21±0,03)	(24,10)	(34,90)	(31,04±1,99)					
20°43' S/ 46°11' W				CRC	CRC	CRC			III	CRC	CRC	CRC					
				(68)	(591)	(219±87 ovos)	*	*	(0,29±0,07)	(27,20)	(41,50)	(34,38±3,09)	*		Paschoal (2019)		
20°30' S/ 46°50' W				CAS	CAS	CAS			CAS	CAS	CAS	CAS					
				(90)	(2.209)	(814±432 ovos)			I	(54,60)	(67,80)	(51,25±7,15)					
20°39' S/ 46°32' W				SBG	SBG	SBG			II	(0,14±0,02)	SBG	SBG	SBG				
				(191)	(2.406)	(846±390 ovos)			II	(32,20)	(62,30)	(48,36±5,70)					
									III								
									(0,17±0,03)								
									III								
									(0,21±0,03)								
									SBG								
									I								
									(0,13±0,02)								
									II								
									(0,21±0,04)								
									III								
									(0,23±0,04)								
20°09' S/ 56°30' W	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Água doce	157	87	676	186±74	I	I	I								
							(0,070)	(0,110)	(0,10±0,01)								
20°16' S/ 56°23' W							II	II	II			II	34,0	65,0	*	26°C	
							(0,110)	(0,190)	(0,13±0,02)			III					
20°28' S/ 55°48' W							III	III	III								
							(0,140)	(0,320)	(0,24±0,06)								

(continuação)

Lat./Long.	Espécies	Ambiente	N	F mín.	F máx	F \bar{x} ±desvio padrão (\bar{x} ±dp)	V mín (mm ³)	V máx (mm ³)	V \bar{x} ±dp (mm ³)	T mín (mm)	T máx (mm)	T (\bar{x} ±dp)	Temp. (\bar{x})	Referências	
20°09' S/ 56°30' W	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	Estuarino	49	1.099	7.417	*	I (0,101)	I (0,156)	I (0,12±0,01)	11,1**	29,6**	*	*	Lima et al. (2014)	
20°16' S/ 56°23' W							II (0,146)	II (0,178)	II (0,15±0,00)						
20°28' S/ 55°48' W							III (0,184)	III (0,238)	III (0,20±0,01)						
00°03' S/ 51°08' W	<i>Macrobrachium surinamicum</i>	Água doce	*	174	1.780	*	*	*	I (0,031±0,006)	12,1	38,3	*	*	de Farias et al. (2015)	
00°16' S/ 51°07' W									II (0,047±0,004)						
00°15' S/ 51°18' W									III (0,060±0,004)						
00°15' S/ 51°20' W	<i>Periclimenes paivai</i>	Estuarino	65	I (20)	I (517)	(229,08±120,04)	I (0,001)	I (0,005)	(0,0019±0,0013)	3,4**	5,62**	(4,54±0,48)	*	de Moraes et al. (2017)	
23°55' S/ 46°20' W				II (32)	II (540)		II (0,001)	II (0,003)							II (0,0013±0,0009)
24°00' S/ 46°25' W															
07°9' S/ 39°16' W	<i>Macrobrachium jelskii</i>	Água doce	26	8	26	18	*	*	*	7,4**	10,13**	8,52±0,66	29,9°C	Macêdo (2021)	
12°39' S/ 39°07' W	<i>Macrobrachium jelskii</i>	Água doce	*	5	56	25,2±8,9	*	*	Inicial (1,78±0,35) Final (2,18±0,40)	5,9**	10,80**	8,50±0,75**	*	da Rocha e Barbosa (2017)	
23°45' S/ 46°45' W	<i>Macrobrachium acanthurus</i>	Água doce	102	1.086	13.014	5.191±2.635	*	*	I (0,11±0,35) III (2,18±0,38)	11,2**	28**	18,38±374	*	Bertini e Baeza (2014)	
24°64' S/ 47°51' W	<i>Macrobrachium acanthurus</i>	Água doce	65	Fêmea ablada (484)	Fêmea ablada (2.590)	Fêmea ablada (1.372,91± 561,83)	*	*	Fêmea ablada (0,090±0,005)			Fêmea ablada (14,0±0,75 mm)	29°C	Rodrigues (2022)	
				Fêmea intacta (506)	Fêmea intacta (3.204)	Fêmea intacta (1.741,26± 600,15)			Fêmea intacta (0,091±0,007)			Fêmea intacta (13,99±0,95 mm)			

(continuação)

Lat./Long.	Espécies	Ambiente	N	F mín.	F máx	F \bar{x} ±desvio padrão (\bar{x} ±dp)	V mín (mm ³)	V máx (mm ³)	V \bar{x} ±dp (mm ³)	T mín (mm)	T máx (mm)	T (\bar{x} ±dp)	Temp. (\bar{x})	Referências
23°48' S/ 45°27' W 23°45' S/ 45°20' W	<i>Macrobrachium acanthurus</i>	Água doce	117	171	7.034	2.299±1.653	*	*	I (0,07±0,01) II (0,09±0,01) III (0,10±0,02)	6,0**	23,11**	15,89±3,0	*	Tamburus (2012)
	<i>Macrobrachium potiuna</i>	Água doce	45	19	65	I (40,2±12,67) II (30,3±6,02)	*	*	*	27,3	48,6	I (34,6±4,64) II (35,2±4,52)	*	Nazari (2003)
19°03' S/ 47°59' W	<i>Macrobrachium olfersi</i>	Água doce	45	1.029	6.320	I (2.209,7±1.337,2) II (1.651,4±778,2)	*	*	*	33,2	64,0	I (47,6±8,38) II (46,8±6,14)	*	
27°36' S/ 48°30' W	<i>Macrobrachium potiuna</i>	Água doce	*	1	53	24,2	*	*	*	25,4	38,4	*	*	Müller e Carpes (1991)
27°34' S/ 48°30' W	<i>Macrobrachium potiuna</i>	Experimental	*	*	*	40±14	*	*	*	*	*	31,96±5,00	26°C	Müller (2004)
22°57' S/ 44°02' W	<i>Macrobrachium potiuna</i>	Água doce	*	3	47	24,0±9,0	Inical (2,080) Final (2,460)	Inical (1,560) Final (1,700)	*	25,9	40,3	*	18 a 24,5°C	Müller et al. (1996)
23°48' S/ 45°27' W	<i>Macrobrachium olfersi</i>	Água doce	100	*	*	1.227±800	*	*	*	28,1	57,0	*	*	Mossolin e Bueno (2002)
27°34' S/ 48°30' W	<i>Macrobrachium olfersi</i>	Experimental	*	*	*	1.557±937	*	*	*	*	*	45,98±13,40	26°C	Müller (2004)
23°29' S/ 45°07' W	<i>Leander paulensis</i>	Marinho	46	227	1.360	635±246	I (0,013) II (0,018)	I (0,055) II (0,076)	I (0,034±0,008) II (0,050±0,012)	4,3	6,9	5,50±0,63	*	Zimmerman (2015)
25°16' S/ 48°17' W	<i>Palaemon pandaliformes</i>	Estuarino	131	27	393	217±74* ovos/fêmea	*	*	*	4,1**	*	*	28°C	Leonardo (2015)
22°56' S/ 44°01' W	<i>Palaemon pandaliformes</i>	Estuarino	50	40	270	137±48,4	0,540	0,730	0,28±0,22	23,0	39,6	*	23°C	Lima e Oshiro (2002)
27°28' S/ 48°29' W	<i>Palaemon pandaliformes</i>	Estuarino	53	107	684	420,15	*	*	*	27,4	50,4	*	*	Müller (1996)

(continuação)

Lat./Long.	Espécies	Ambiente	N	F mín.	F máx	F \bar{x} ±desvio padrão (\bar{x} ±dp)	V mín (mm ³)	V máx (mm ³)	V \bar{x} ±dp (mm ³)	T mín (mm)	T máx (mm)	T (\bar{x} ±dp)	Temp. (\bar{x})	Referências
27°34' S/ 48°30' W	<i>Palaemon pandaliformes</i>	Experimental	*	*	*	430±146	*	*	*	*	*	35,34±6,90	26°C	Müller (2004)
15°42' S/ 38°59' W	<i>Palaemon pandaliformes</i>	Água doce	180	34	250	139±48	*	*	I (0,12±0,03) II (0,13±0,03) III (0,20±0,05)	3,8**	11,53**	7,18±1,11	*	Paschoal (2016)
15°47' S/ 47°50' W	<i>Macrobrachium candango</i>	Água doce	50	38	61	49±11	4,410	7,710	5,68±0,93	12,2**	15,3**	13,9±1,08	*	Nogueira et al. (2022)
									Fêmeas menores I (0,098±0,009) II (0,142±0,009) III (0,249±0,002)	Fêmeas menores (29)	Fêmeas menores (53)	*	*	Vercesi e Hayd (2015)
20°27' S/ 55°48' W	<i>Macrobrachium pantanalense</i>	Água doce	120	*	*	Fêmeas maiores (198±55) Fêmeas menores (382±114)	*	*	Fêmeas maiores I (0,101±0,009) II (0,144±0,015) III (0,251±0,024)	Fêmeas maiores (40)	Fêmeas maiores (64)	*	*	
07°37' S/ 34°48' W	<i>Typton carneus</i>	Marinho	10	19	56	37±14	*	*	0,03±0,01	1,1**	2,16**	1,87±0,31	*	Paixão et al. (2021)
01°04' S/ 46°38' W	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Estuarino	82	9.086	192.172	55.341±29.347	*	*	*	48,0	100,0	*	27,0°C	Iketani et al. (2016)

														(conclusão)
Lat./Long.	Espécies	Ambiente	N	F mín.	F máx	F \bar{x} ±desvio padrão (\bar{x} ±dp)	V mín (mm ³)	V máx (mm ³)	V \bar{x} ±dp (mm ³)	T mín (mm)	T máx (mm)	T (\bar{x} ±dp)	Temp. (\bar{x})	Referências
00°43' S/ 48°31' W 01°18' S/ 48°18' W 01°37' S/ 47°28' W 00°52' S/ 46°58' W 01°04' S/ 46°58' W 01°04' S/ 46°54' W 01°03' S/ 46°46' W 01°01' S/ 46°40' W 01°12' S/ 46°07' W 29°50' S/ 57°05' W	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Estuarino	16	514	75.440	36.303±17.556	*	*	*	51,4	285,5	157,99±59,4 6	*	Silva-Oliveira et al. (2011)
29°50' S/ 57°05' W	<i>Palaemonetes argentinus</i>	Água doce	26	18	24		*	*	*	30,0	49,0	*	*	de Oliveira Azevedo (2004)
27°34' S/ 48°30' W 24°15' S/ 46°10' W 23°44' S/ 45°01' W	<i>Palaemonetes argentinus</i> <i>Cuapetes americanus</i>	Experimental Marinho	* 18	* 8	* 291	151±42 87,05±80,50	 *	 *	 *	 *	 *	25,25±360 *	 *	Müller (2004) Moraes (2022)

ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Será o início do fim da espécie nativa de camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*? Estudo de caso do sucesso adaptativo da espécie invasora *Macrobrachium rosenbergii* (camarão gigante-da malásia) em estuário do Pará

Pesquisador: JUSSARA MORETTO MARTINELLI LEMOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 58680522.3.0000.0018

Instituição Proponente: Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca

Patrocinador Principal: CONS NAC DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLÓGICO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.538.120

Apresentação do Projeto:

Projeto de Pesquisa intitulado "Será o início do fim da espécie nativa de camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*? Estudo de caso do sucesso adaptativo da espécie invasora *Macrobrachium rosenbergii* (camarão gigante-da malásia) em estuário do Pará".

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral:

Efetuar um estudo de caso do sucesso adaptativo da espécie invasora *Macrobrachium rosenbergii* (camarão gigante-da-Malásia) em estuários do Pará, conhecendo aspectos básicos da biologia, da dinâmica da populacional, da cadeia produtiva, bem como utilizar marcadores moleculares para identificar a dieta de espécies de crustáceos na região litoral da Amazônia para determinar interações alimentares entre espécies nativas e exótica invasora.

Objetivos Específicos:

(1) Aferir informações da biologia e do ciclo de vida do camarão-gigante-da-Malásia em ambiente natural, enfatizando aspectos reprodutivos (proporção sexual, morfotipos, estágios gonadais, fecundidade, época reprodutiva), relações biométricas, e estimar os seguintes aspectos da dinâmica e produção somática populacional: a). Curva de crescimento e os parâmetros de

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá CEP: 66.075-110
UF: PA Município: BELEM
Telefone: (91)3201-7735 Fax: (91)3201-8028 E-mail: cepccs@ufpa.br

ANEXO B - AUTORIZAÇÃO ICMBio



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 83345-1	Data da Emissão: 07/07/2022 17:27:28	Data da Revalidação*: 07/07/2023
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Jussara Moretto Martinelli	CPF: 161.942.478-94
Título do Projeto: Será o início do fim da espécie nativa de camarão-da-Amazônia <i>Macrobrachium amazonicum</i> ? Estudo de caso do sucesso adaptativo da espécie invasora <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (camarão gigante-da malásia) em estuário do Pará	
Nome da Instituição: Universidade Federal do Pará	CNPJ: 34.621.748/0001-23

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de dados secundários	02/2023	02/2025
2	Entrega de relatório da cadeia produtiva	02/2023	02/2025
3	Entrega de relatório preliminar de perfil das comunidades	08/2022	07/2023
4	Redação e submissão de artigos científicos para publicação	08/2024	07/2025
5	Coleta de campo (dados primários)	08/2022	07/2023
6	Participação em evento científico	08/2024	07/2025
7	Distribuição de material didático e outros produtos gerados para comunidade	06/2025	07/2025
8	Entrega de lista preliminar do número de camarões coletados	08/2022	07/2023
9	Prestação de contas	07/2024	07/2025
10	Análise dos dados	02/2023	07/2024
11	Digitização dos dados	02/2023	07/2024
12	Aquisição de material para coleta de dados em campo	08/2022	07/2023
13	Relatório final	01/2025	07/2025
14	Levantamento bibliográfico	08/2022	07/2024
15	Processamento de dados em laboratório	08/2022	07/2024

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Voyner Ravena Cañete	Colaboradora	302.017.212-87	Brasileira
2	JONATHAN STUART READY	Colaborador	745.826.071-87	Brasileira
3	João Bráulio de Luna Sales	Colaborador	695.886.602-97	Brasileira
4	Dallia Costa Silva	Colaboradora	783.673.792-68	Brasileira

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0833450120220707

Página 1/4

ANEXO C - APROVAÇÃO CNPq



Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Comprovante do Documento de Contratacao

Beneficiário:

Jussara Moretto Martinelli-Lemos

cpf:16194247894

Processo: 424710/2018-8

Aditivo de contrato registrado eletronicamente por meio da internet junto ao CNPq, pelo agente receptor 10.0.10.16(srv-piccc02.cnpq.br), mediante uso de senha pessoal do Beneficiário em 03/02/2022 11:41:39, originário do número IP 200.130.33.73

Número de controle: 2752141527521415:4047237139-4235974543

O número de acesso para o termo emitido é: 9742453737547041

Este documento será assinado digitalmente por um representante legal do CNPq e a versão digital assinada estará disponível para verificação de autenticidade no site do CNPq através do endereço <http://efomento.cnpq.br/efomento/termo?numeroAcesso=9742453737547041>

Sair