



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO ESCAVADOR *Neocallichirus*
maryae Karasawa, 2004 NA PRAIA DE MANGUE SECO, IGARASSU - PE**

MARIA EDUARDA KUSUKY DE ALBUQUERQUE

RECIFE

2022

MARIA EDUARDA KUSUKY DE ALBUQUERQUE

**DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO ESCAVADOR *Neocallichirus
maryae* Karasawa, 2004 NA PRAIA DE MANGUE SECO, IGARASSU - PE**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas/UFRPE, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Mônica Lúcia Botter-Carvalho

RECIFE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A345d ALBUQUERQUE, MARIA EDUARDA KUSUKY DE
DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO ESCAVADOR *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 NA
PRAIA DE MANGUE SECO, IGARASSU - PE / MARIA EDUARDA KUSUKY DE ALBUQUERQUE. - 2022.
35 f. : il.
- Orientador: MONICA LUCIA BOTTER BOTTER-CARVALHO.
Inclui referências e apêndice(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Ciências Biológicas, Recife, 2022.
1. Axiídea. 2. Crescimento Relativo. 3. Ecologia Populacional. 4. Razão Sexual. 5. Reprodução. I. BOTTER
CARVALHO, MONICA LUCIA BOTTER, orient. II. Título

MARIA EDUARDA KUSUKY DE ALBUQUERQUE

**DINÂMICA POPULACIONAL DO CAMARÃO ESCAVADOR *Neocallichirus
maryae* Karasawa, 2004 NA PRAIA DE MANGUE SECO, IGARASSU - PE**

Comissão Avaliadora:

Profª Drª Mônica Lúcia Botter-Carvalho – UFRPE
Orientador

Prof Dr Mauro de Melo Júnior – UFRPE
Titular

MSc Nídia Cristiane de Mélo Marinho – UFPE
Titular

MSc Marcos de Lima Matoso - UFPE
Suplente

RECIFE
2022

DEDICATÓRIA

À mim, pela força e determinação mesmo diante de tantos percalços. Por não ter desistido mesmo tendo pensado em fazer isso algumas vezes, pois o cansaço em muitos momentos não nos deixa pensar com objetividade.

À minha mãe e ao meu padrasto, por “segurarem as pontas” com as contas de casa para que eu pudesse ter mais tempo para focar nos estudos. Obrigada, mainha, por todas as palavras de conforto e motivação nos momentos que eu não conseguia acreditar em mim.

À Juliana, minha psicóloga, pelas diversas sessões em que falamos sobre as dificuldades de se manter firme na graduação e apegada aos meus sonhos quando minha realidade parecia gritar que nada disso era coisa para alguém vindo de onde venho.

A Juninho, meu companheiro de vida e grande amigo, que me abraçou tantas vezes me lembrando que eu era sim capaz de vencer essas adversidades e fazer o que me propunha com os altos padrões que eu mesma me colocava (risos). Pretinho, essa vitória é nossa. Sem você não consigo pensar em quão mais difícil seria.

Por fim, dedico essa vitória em forma de conclusão de curso a todos aqueles que fazem parte de minha rede de apoio. Sem o amor e incentivo de quem me ama eu sou quase nada.

*Quando uma mulher periférica se movimenta,
movimenta consigo toda a estrutura da sociedade.
Que sigamos sempre avante!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UFRPE, lugar que me foi casa por maravilhosos quase 2 anos e meio (enquanto presencial).

Ao Laboratório de Ecologia do Bentos Costeiro (LEBENC), onde pude perceber um potencial intelectual que ainda não acreditava ter. O que aprendi nesse laboratório ficará para sempre em minha memória e coração.

À minha família querida, composta por gente e por bicho, que me deram suporte emocional, financeiro, depósito de fé e distrações quando necessário. Amo muito vocês! Em especial; obrigada, Mainha! Obrigada por tudo e por tanto.

À minha querida orientadora Mônica Botter, por ser esse exemplo de pessoa. Profa., todo auxílio e orientação que a senhora me deu durante esses quase 3 anos moldaram muito do que serei enquanto profissional. Que eu possa ajudar outras pessoas inspirada no suporte que a senhora me ofereceu. Sorte de quem pode contar com você. MUITÍSSIMO obrigada por colocar tanta fé em mim.

A Paulo Carvalho por todo aprendizado oferecido sempre que nos víamos. Por ser esse ser humano incrível sempre disposto a ajudar.

Aos meus colegas de laboratório, por me fazer entender na prática a importância do trabalho em equipe. Em especial à Nídia e Lari, que corrigiram meus trabalhos e tanto me ensinaram desde que entrei para o LEBENC. Vocês têm um lugarzinho especial na minha trajetória acadêmica!

A Rinaldo, carinhosamente chamado de Rina, por ter, por meio dos movimentos ocultos do universo, chegado à minha vida para me dizer que eu tinha entrado para a graduação e gerado uma história que sempre vou contar com emoção e saudade. Te amo, amigo! Obrigada.

Aos meus amores-amigues de graduação, com quem aprendi tanto sobre a importância de ter com quem contar no meio acadêmico. Em especial à Yanara Moura, Ueliton Silva, Letícia de Oliveira, Maria Clara, Paulo Victor e Rinaldo Silva. Espero levar vocês para além do espaço acadêmico. Amo todes.

À minha banca avaliadora, pela compreensão e disposição em contribuir para o melhor desta pesquisa.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1. Área de estudo	13
2.2. Procedimentos em campo	14
2.3. Procedimentos em laboratório	14
2.4. Análises estatísticas	15
3. RESULTADOS	16
3.1. Dados ambientais	16
3.2. Estrutura da população	16
3.3. Reprodução	18
3.4. Crescimento relativo e lateralidade do quelípodo maior	20
4. DISCUSSÃO	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
6. REFERÊNCIAS	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da Região de Recife e localização da área de estudo, na Praia de Mangue Seco, Igarassu - PE.

Figura 2. Distribuição temporal de machos, fêmeas e fêmeas ovíferas de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE

Figura 3. Distribuição de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 por classe de comprimento de cefalotórax (mm), na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE

Figura 4. Razão sexual (M:Total) de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE, ao longo dos meses.

Figura 5. Relação entre o comprimento do propódio do quelípede maior e cefalotórax de machos de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 indicando o tamanho de maturidade sexual. na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Figura 6. Relação entre o comprimento do propódio do quelípede maior e cefalotórax de fêmeas de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 indicando o tamanho de maturidade sexual. na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Figura 7. Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Comprimento Total de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Figura 8. Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Comprimento do propódio do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Figura 9. Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Largura do Propódio do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Figura 10. Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Altura do Propódio do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Figura 11. Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Altura do Carpo do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Figura 12. Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Comprimento do Carpo do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Artigo a ser submetido na revista *Journal of Crustacean Biology*

RESUMO: O objetivo deste trabalho é trazer as primeiras informações sobre estrutura populacional e crescimento relativo da espécie, numa praia do litoral norte de Pernambuco. As coletas foram realizadas com auxílio de bombas de sucção manual, durante os meses de Setembro/2018 a Outubro/2019. Os espécimes foram mensurados quanto ao Comprimento do Cefalotórax (CF), Comprimento Total (CT), Comprimento do Propódio do Quelípodo Maior (CP), Largura do Propódio (LP), Altura do Propódio (AP), Comprimento do Carpo do Quelípodo Maior (CC) e Altura do Carpo (AC). Foram coletados 559 indivíduos, sendo 219 machos e 358 fêmeas, destas 46 eram ovígeras. Apenas a razão sexual geral e entre adultos foi significativamente desviada para as fêmeas ($p < 0,0001$). A menor fêmea ovígera apresentou 9,37 mm de CF e a maior apresentou 16,48 mm de CF. Quando estimada, a maturidade sexual morfológica foi alcançada em 9mm de CF para ambos os sexos. O maior e menor animal coletado foram fêmeas. A maioria das fêmeas ovígeras (36 espécimes) carregavam embriões sem olhos. As análises de crescimento relativo demonstraram alometria positiva para as relações CFxCP, CFxLP, CFxAP e CFxAC para ambos os sexos. Para a relação CFxCC as fêmeas apresentaram alometria negativa e os machos alometria positiva. Entre CFxCT, ambos os sexos apresentaram isometria. A razão sexual desviada para fêmeas pode ter se dado em razão destas se posicionarem em camadas mais superficiais do sedimento para oxigenação da massa de ovos, corroborando com o mês do pico de fêmeas ovígeras coletadas. Ressaltamos o ineditismo dos achados, destacando a relevância dos resultados para o preenchimento da grande lacuna de conhecimento acerca da espécie.

Palavras-chave: Axiidea, Crescimento Relativo, Ecologia Populacional, Razão Sexual, Reprodução.

Artigo a ser submetido na revista *Journal of Crustacean Biology*

ABSTRACT: The aim of this study is provide the first informations about the population structure and relative growth of the species, on a beach of north coast of Pernambuco. The samples were made with help of a “yabby pump”, between September 2018 and October 2019. The specimens were mensured about the Cephalotorax Lenght (CF), Total Lenght (CT), Major Propodus Cheliped Lenght (CP), Major Propodus Width (LP), Major Propodus Height (AP), Major Carpus Cheliped Lenght (CC) and Major Carpus Cheliped Height (AC). A total of 559 individuals were collected, 219 males and 358 females, where 46 were ovigerous. The sexual maturity was reached at A maturidade sexual 9mm of CF for both sexes. Only for the general population and between adults the sex ratio was significantly female-biased ($p < 0,0001$). The smallest ovigerous female presented A 9,37 mm of CF and the biggest presented 16,48 mm of CF. The major and minor collected animal were females. The most part of ovigerous females (36 specimens) carried uneyed embryos. For both sexes, the analyses of relative growth showed positive allometry for the relationships CFxCP, CFxLP, CFxAP and CFxAC. For the relationship CFxCC, females presented negative allometry and males presented positive allometry. Both sexes presented isometry for the relationship CFxCT. The female-biased sex ratio may have been due to the fact that they are positioned in more superficial layers of sediment for oxigenation of the egg mass, corroborating with the peak of ovigerous females collected. We emphasize the uniqueness of the findings, highlighting the relevance of results to fill the large gap of knowledge about the species.

Palavras-chave: Axiidea, Population Ecology, Relative Growth, Reproduction, Sex Ratio

INTRODUÇÃO

Camarões escavadores são importantes componentes da infauna bentônica de ambientes marinhos e estuarinos ao redor do mundo, podendo alcançar altas densidades ou mesmo monopolizar o substrato através de suas larvas ou animais em estágio adulto (RODRIGUES, 1983; RODRIGUES & SHIMIZU, 1997; SELIN, 2013; SILVA & MARTINELLI-RAMOS, 2012; RODRIGUES-INOUE, 2021). Após o assentamento de suas larvas, se enterram e constroem galerias em substratos inconsolidados (que podem ser desde sedimentos arenosos/lamosos até fendas de recifes de corais - sendo este último menos comum). O hábito de construir galerias indicam diversas características desses organismos, como por exemplo seu modo alimentar (GRIFFIS & SUCHANEK, 1991).

Esses organismos também são importantes bioturbadores, e através da bioturbação desempenham relevante influência nos processos ecológicos e determinação da estrutura da comunidade (KRISTENSEN et al, 2012). Esses processos causam mudanças no estado físico de materiais bióticos e abióticos, afetando profundamente as características biogeoquímicas do sedimento (SUCHANEK & COLIN, 1986a; SUCHANEK et al, 1986b; COLIN & SUCHANEK, 1986; POSEY, 1986 MURPHY & KREMER, 1992; ZIEBIS, 1996; BERKENBUSCH & ROWDEN, 2003; SIEBERT & BRANCH, 2007; PILLAY et al, 2007a; PILLAY et al, 2007b; BERKENBUSCH & ROWDEN, 2007; PILLAY et al, 2011; WADA, et al, 2016; THOMSON et al., 2019). Desta forma, como atuam com tamanha importância na estruturação do ecossistema, são classificados como Engenheiros Ecosistêmicos (JONES et al, 1994).

Popularmente são conhecidos como “corruptos” e “camarões fantasma” e fazem parte da infraordem Axiidea. A infraordem é composta até o presente momento por 11 famílias: Anacalliidae, Callianassidae, Callianopsidae, Callichiridae, Ctenochelidae, Eucalliidae e Paracalliidae, Axiidae, Callianideidae, Micheleidae e Strahlaxiidae (POORE et al, 2019). A família Callichiridae possui 17 gêneros. No Brasil, ocorrem quatro: *Callichirus*, *Corallianassa*, *Lepidophthalmus* e *Neocallichirus* (COELHO et al, 2007).

Atualmente, *Neocallichirus* é o gênero com maior número de espécies reportadas para o Brasil: *N. grandimana* Gibbes, 1850, *N. cacahuete* Felder & Manning, 1995, *N. maryae* Karasawa, 2004, *N. guassutinga* Rodrigues, 1971 e *N. guara* Rodrigues, 1971 (COELHO et al 2007; PACHELLE et al, 2017; BOTTER-CARVALHO et al, 1995).

Neocallichirus maryae distribui-se no Atlântico ocidental tropical e subtropical, ocorrendo desde a Flórida, Bahamas, Antilhas, Colômbia, Jamaica, Venezuela, Belize e Brasil, nos estados do Piauí, Maranhão, Ceará, Pernambuco e Alagoas (MANNING & HEARD, 1986; MELO, 1999). A abertura de sua galeria é caracterizada por uma abertura rodeada de sedimento ou pelotas fecais, podendo formar estruturas elevadas que lembram vulcões, sendo facilmente identificadas em campo. Essas elevações podem ter relação com a força de ejeção de sedimento nos momentos de escavação (SUCHANEK, 1983).

Apesar da importância dos camarões escavadores do ponto de vista ecológico, pouco se sabe a respeito da biologia populacional das espécies reportadas para o Brasil (PEZZUTO, 1998; SHIMIZU, 2000; SIMÃO et al, 2006; ROSA FILHO, et al, 2013; ALVES-JUNIOR & COELHO, 2014; BOTTER-CARVALHO et al, 2015; SIMÃO & SOARES-GOMES, 2017; HEREMAN, 2017; ROSA et al, 2018; ALVES-JUNIOR et al, 2018; MOSCHETTO et al, 2020), tendo havido trabalhos investigando apenas 3 espécies de axiídeos (*Audacallichirus mirim* de Almeida Rodrigues, 1971, *Lepidophthalmus siriboia* Felder & de Almeida Rodrigues, 1993 e *Callichirus major* Say, 1818) dentre as mais de 15 espécies reportadas para a costa Atlântica.

Estudos sobre estrutura e crescimento relativo de populações monoespecíficas são imprescindíveis, visto que fornecem dados importantes acerca da ecologia populacional da espécie, tais como a distribuição de indivíduos entre os sexos, estrutura etária, a alocação de energia para o crescimento de diferentes partes do corpo ao longo do curso de desenvolvimento e informações sobre tamanho de maturação sexual. Uma vez que as populações animais possuem flutuações populacionais relacionadas à fatores ambientais, esses dados também nos ajudam a compreender quais fatores afetam negativamente populações ameaçadas, fornecendo conhecimento base para manejo de espécies (HARTNOLL, 1978; MORRIS, 1996; RUETZ et al, 2005).

Há uma grande lacuna de conhecimento acerca da espécie *N. maryae*, não havendo ainda trabalho algum sobre a estrutura populacional e crescimento relativo da espécie. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é trazer as primeiras informações sobre o crescimento relativo e estrutura populacional de *Neocallichirus maryae*, na praia de Mangue Seco, localizada em Igarassu, Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As coletas foram realizadas na praia de Mangue Seco ($7^{\circ} 49' 52.6'' S$ $34^{\circ} 50' 43.9'' W$), localizada no município de Igarassu (Figura 1), a 30km do centro do Recife, estado de Pernambuco. O município apresenta clima tropical com inverno seco, com temperatura média da água do mar em 27.5° , com máxima de 28.9° e mínima de 26.2° (CLIMATE-DATA.ORG, 2022). A região apresenta o período chuvoso de março a agosto, e um período de estiagem de setembro a fevereiro (LEÃO et al., 2008). A praia pode ser classificada como dissipativa, apresenta predominância de areia fina, sendo assim classificada como arenosa, ondas de baixa energia e águas rasas (CALLIARI et al., 2003; LAVANDER et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014). Mangue Seco possui aproximadamente dois quilômetros de extensão e é considerada uma “região verde”, com presença de diversos ecossistemas altamente produtivos (OLIVEIRA et al., 2011).

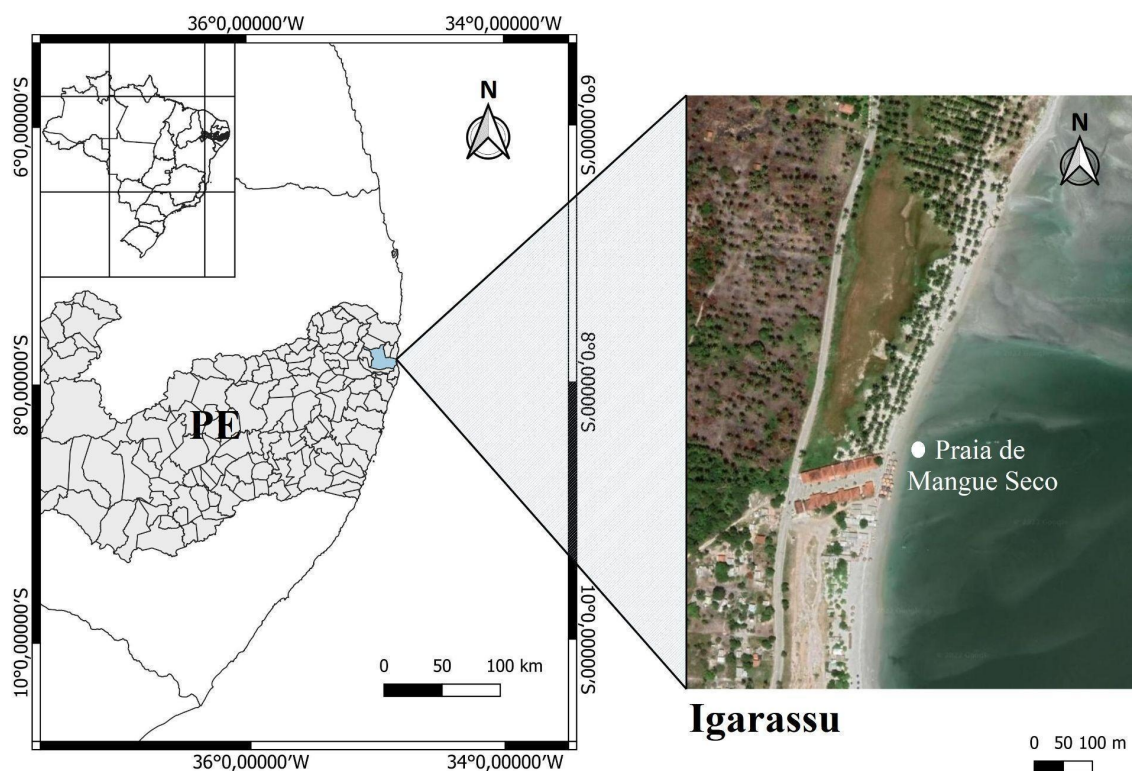


Figura 1: Mapa de localização da praia de Mangue Seco, situada no município de Igarassu, Pernambuco Brasil

Procedimentos em campo

Os animais foram coletados mensalmente, sempre na maré baixa, no período de Setembro/2018 a Outubro/2019, exceto os meses de Novembro/2018 e Agosto/2019. Foram utilizadas bombas de sucção manual para coleta dos animais, em orifícios aleatoriamente escolhidos na porção do medio e infralitoral raso. Posteriormente, foram acondicionados individualmente em potes de plástico e fixados com formol salino a 4%. Em todos os meses as temperaturas foram medidas com auxílio de termômetro de mercúrio e foram coletadas amostras da água do mar (em 3 réplicas) para posterior medição de salinidade.

Procedimentos em laboratório

Os animais coletados foram lavados com água corrente e preservados em álcool a 70%. Foram identificados seguindo chaves de identificação de Biffar (1971) e Schmitt (1935). Pachelle, Anker & Bezerra (2017) também foi utilizado para comparações dos espécimes de *N. maryae* com espécimes de outras espécies com características comuns. Foram sexados em machos (M), fêmeas (F) e fêmeas ovígeras (FO) baseando-se em características morfológicas: machos com o primeiro par de pleópodos quadrangular e com segmento distal em forma de pinça, fêmeas apresentando o primeiro par de pleópodos alongados e presença ou ausência de ovos (para fêmeas).

Foi observada a ausência ou presença de olhos nos embriões; embriões com olhos indicam o último estágio de desenvolvimento embrionário, momento em que estão prestes a eclodir (adaptado de MANTELATTO & GARCIA, 1999). Também foram observadas as cores dos ovários das fêmeas, classificadas numa escala desde “branco” até “laranja”, onde o primeiro indica ovários imaturos e o último indica maturidade do órgão (adaptado de SILVA & CRUZ-LANDIM, 2017).

Com auxílio de paquímetro digital com precisão de 1mm, foram tomadas as medidas de Comprimento do Cefalotórax (CF) (espinho central da margem anterior do rostro até a margem posterior da carapaça), Comprimento Total (CT) (espinho central da margem anterior do rostro até a margem posterior do telson), Comprimento do Propódio do Quelípodo Maior (CP), Largura do Propódio (LP), Altura do Propódio (AP), Comprimento do Carpo do Quelípodo Maior (CC) e Altura do Carpo (AC), seguindo os padrões de medições biométricas

de Biffar (1971). Foi observada também a lateralidade do quelípodo maior, sendo classificada em esquerda (E) e direita (D).

A salinidade foi medida mensalmente com auxílio de refratômetro óptico em 3 replicatas.

Análises estatísticas

Os resultados das medições de CF foram agrupados em classes de tamanho de 1mm e plotadas em histogramas de distribuição de frequências de comprimento. A razão sexual foi estimada como o quociente entre o número de machos e o número total de indivíduos. Foi utilizado o teste do Qui-quadrado para verificar possíveis diferenças na razão sexual, utilizando para tanto o programa BioEstat 5.0, com correção de Yates. O nível de significância utilizado foi de 5%.

A maturidade sexual morfológica foi estimada utilizando o método da Soma dos Quadrados dos Resíduos (LOVETT & FELDER, 1989), utilizando o CF como variável independente e o CP como variável dependente.

O percentual de fêmeas ovígeras foi calculado sobre o número de fêmeas adultas.

Os estágios de desenvolvimento embrionário foram classificados de acordo com Rodrigues (1976) e Dworschak (1988), onde estágios de 1 a 4 são aqueles representados por embriões sem olhos e estágios de 5 a 9 são representados por embriões com olhos.

Para a realização das análises de regressão, o CF foi tomado como variável independente. Foi utilizada a equação alométrica $Y=ax^b$, onde b é a constante de crescimento, para classificar o tipo de crescimento de uma dimensão biométrica em relação a outra, sendo isométrico se o valor de b estivesse entre 0,90 e 1,10, alométrico positivo se $b>1,10$ e alométrico negativo se $b<0,90$ (PINHEIRO & FRANSOZO, 1993).

O teste do Qui-quadrado foi aplicado para verificar se havia um padrão na lateralidade do quelípodo maior. O nível de significância utilizado foi de 5%.

RESULTADOS

Dados ambientais

Durante o período estudado, a temperatura da água obteve mínima de 26° e máxima de 33°, com média de 30°. A salinidade apresentou seu valor mínimo em 16 (Junho/2019) e o máximo em 40 (Outubro/2018), coincidindo com os meses de maior e menor precipitação, respectivamente.

Estrutura da população

Foram coletados 559 indivíduos da espécie *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004, sendo 219 machos e 358 fêmeas, destas 46 eram ovígeras (Figura 2). Os tamanhos de machos e fêmeas variou de 6,62mm a 17,22mm e 5,98mm e 17,98mm de CF, respectivamente. O maior e o menor espécime coletado foram fêmeas com 17,98mm (Fevereiro/2019) e 5,98mm (Setembro de 2018) de CF, respectivamente. A maior parte dos animais concentraram-se nas classes de tamanho de 11 a 15mm (Figura 3). A razão sexual M:Total geral foi significativamente desviada para fêmeas ($\chi^2=33,485$; $p<0,0001$) (Figura 4). Entre indivíduos adultos (fêmeas CF>9mm e machos CF>9mm) a razão sexual também foi significativamente desviada para fêmeas ($\chi^2=37,227$; $p<0,0001$). Quando divididos em classes de tamanho, também foram encontradas diferenças significativas com predominância de fêmeas nas classes de 12-13, 13-14 e 14-15mm de CF (12-13mm $\chi^2=14,1134$; 13-14mm $\chi^2=21,4466$; 14-15mm $\chi^2=18,0752$).

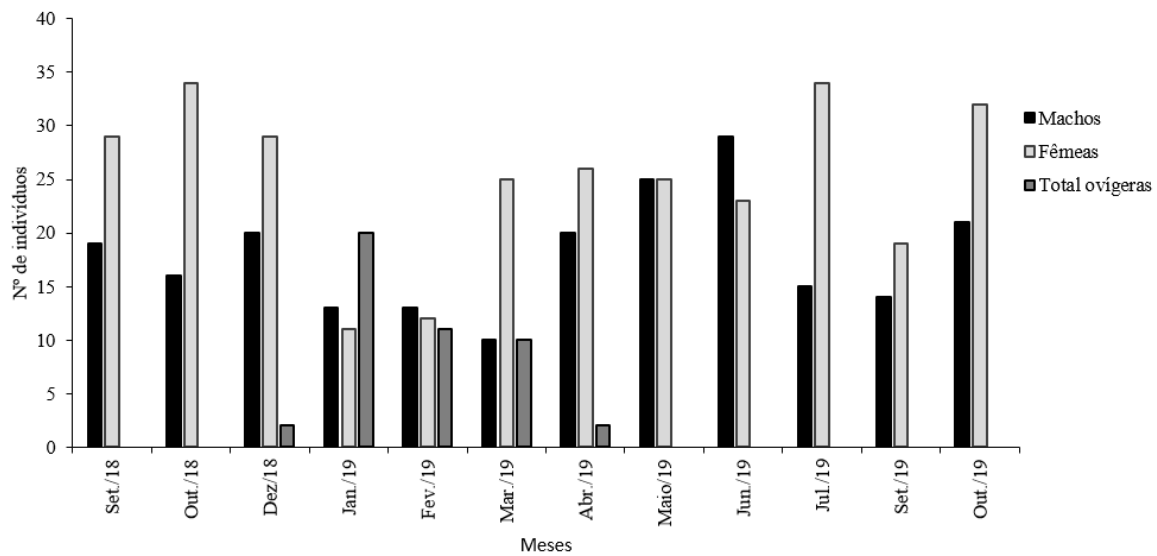


Figura 2: Distribuição temporal de machos, fêmeas e fêmeas ovígeras de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

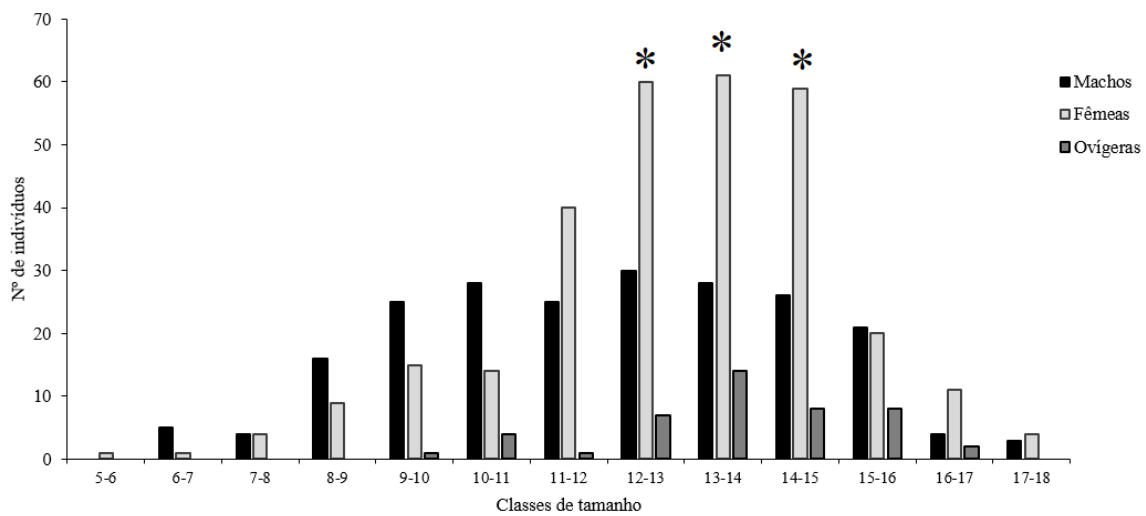


Figura 3: Distribuição de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 por classe de comprimento de cefalotórax (mm), na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

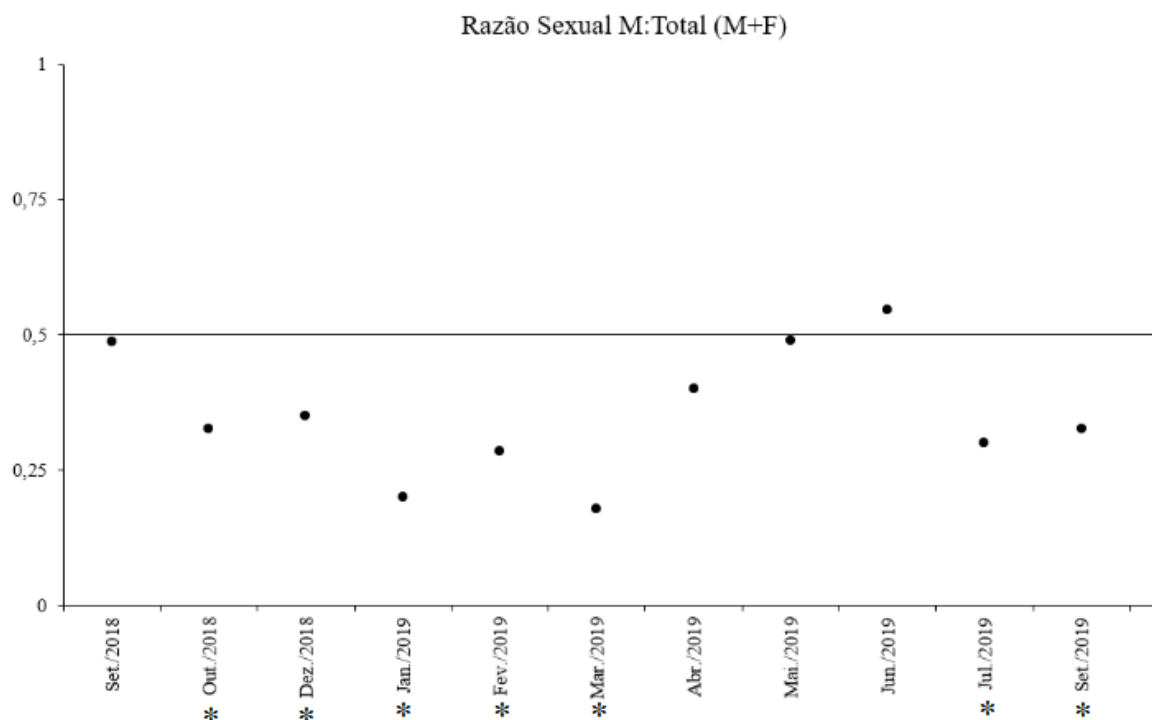


Figura 4: Razão sexual (M:Total) de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE, ao longo dos meses.

Reprodução

A maturidade sexual foi alcançada em 9mm de CF para ambos os sexos (Figuras 5 e 6). Entre as 46 fêmeas ovígeras coletadas, a menor possuía 9,37 mm de CF e a maior apresentou 16,48mm de CF. Fêmeas ovígeras foram coletadas entre o período de dezembro/2018 a abril/2019. Os meses com maior número de fêmeas ovígeras coletadas foram janeiro/2019 (estação seca) representando 62,5% do total de fêmeas coletadas no mês, seguido por fevereiro e março do mesmo ano, representando 46% e 30,5%, respectivamente, sendo este o período reprodutivo da espécie para esta população. A maioria das fêmeas ovígeras carregavam olhos sem olhos (36). Apenas quatro fêmeas carregavam ovos com olhos e foram encontradas nos meses de janeiro (2), março (1) e abril (1). Fêmeas com ovário laranja, indicando desenvolvimento completo, estiveram presentes durante todo o período de

estudo, mas apresentaram os valores mais notáveis nos meses de dezembro/2018 (22 fêmeas) e outubro/2019 (27 fêmeas).

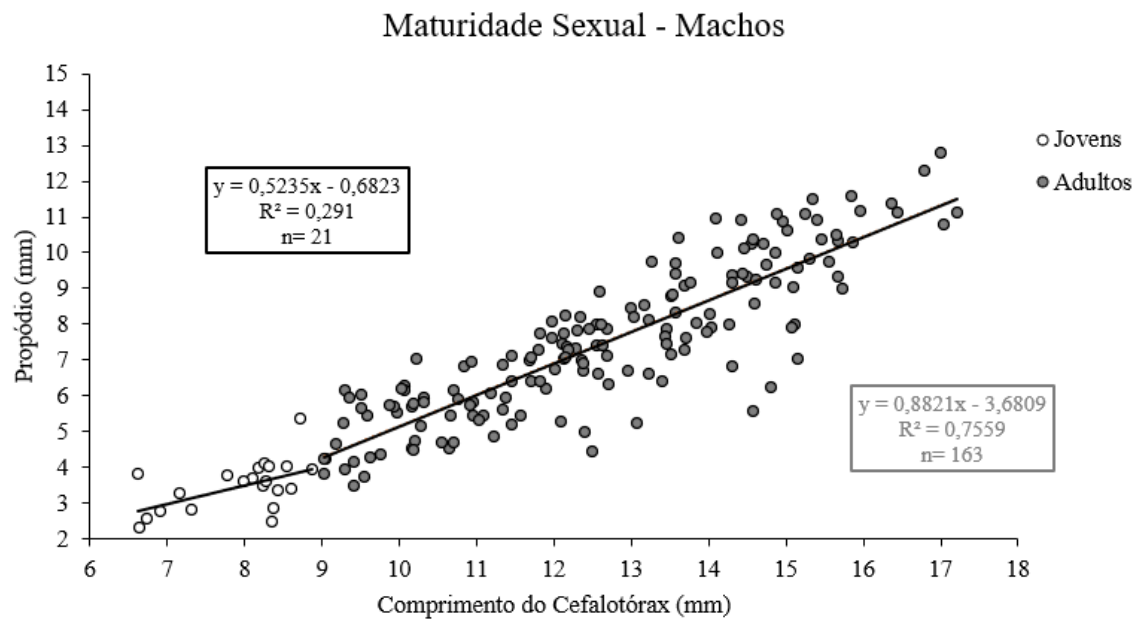


Figura 5: Relação entre o comprimento do propódio do quelípede maior e cefalotórax de machos de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 indicando o tamanho de maturidade sexual, na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

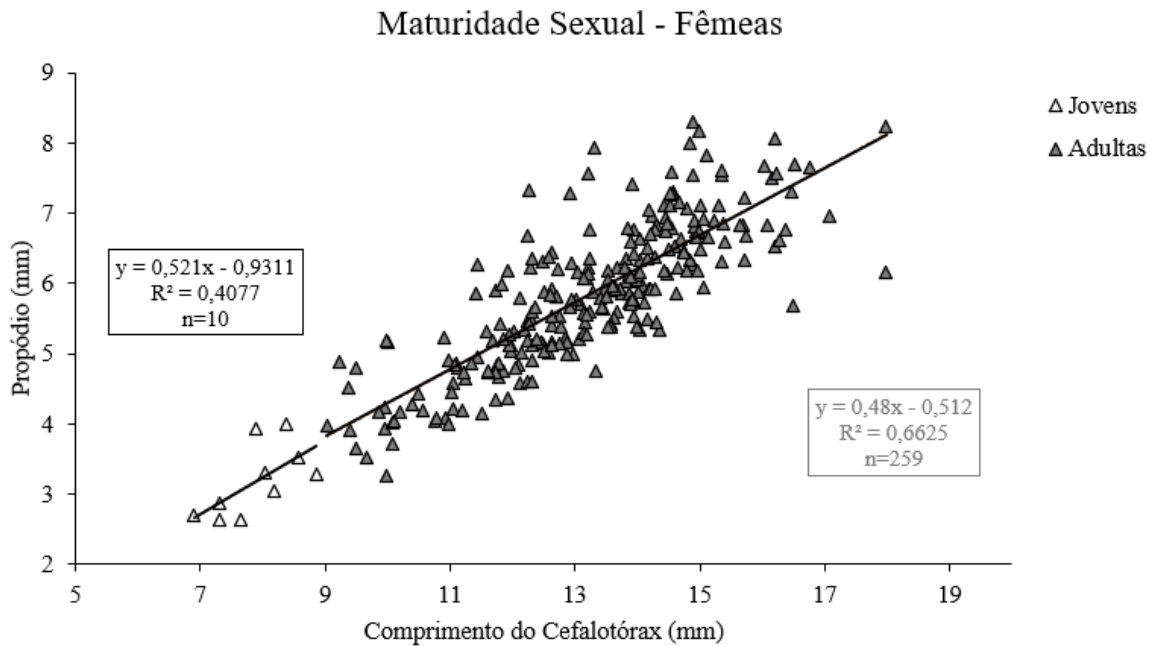


Figura 6: Relação entre o comprimento do propódio do quelípode maior e cefalotórax de fêmeas de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 indicando o tamanho de maturidade sexual na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Crescimento Relativo e lateralidade do quelípodo maior

Na relação CFxCT ambos os sexos apresentaram crescimento isométrico (Figura 7). Na relação CFxCP o crescimento evidenciado para ambos os sexos foi do tipo alométrico positivo (Figura 8). Para as relações CFxLP, CFxAP e CFxAC (Figura 9, 10 e 11, respectivamente) ambos os sexos demonstraram alometria positiva. Para a relação CFxCC as fêmeas apresentaram alometria negativa e os machos alometria positiva (figura 12).

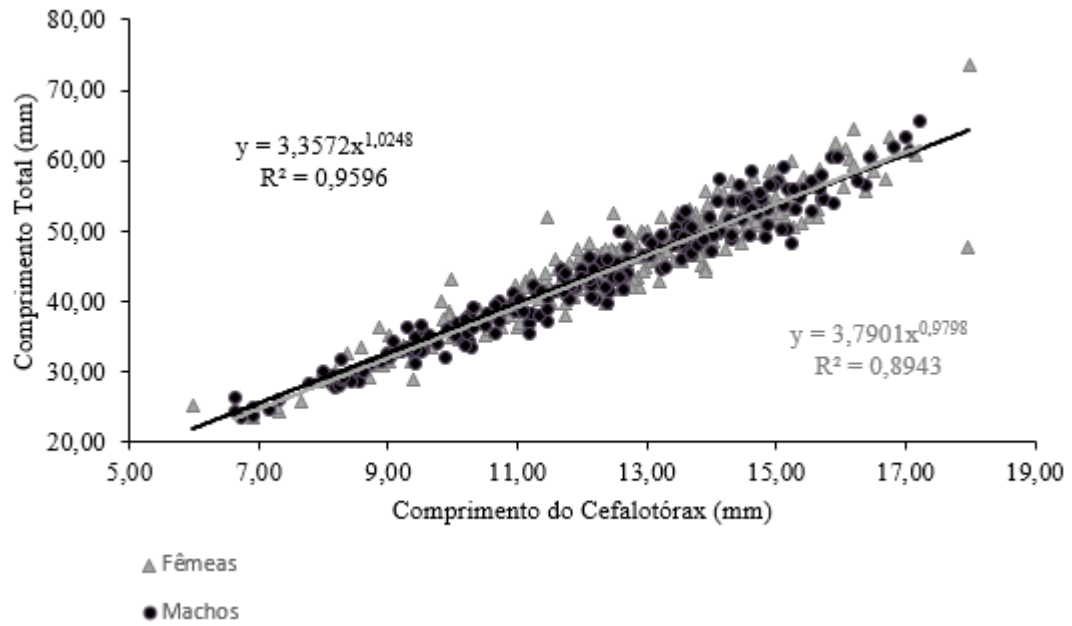


Figura 7: Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Comprimento Total de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

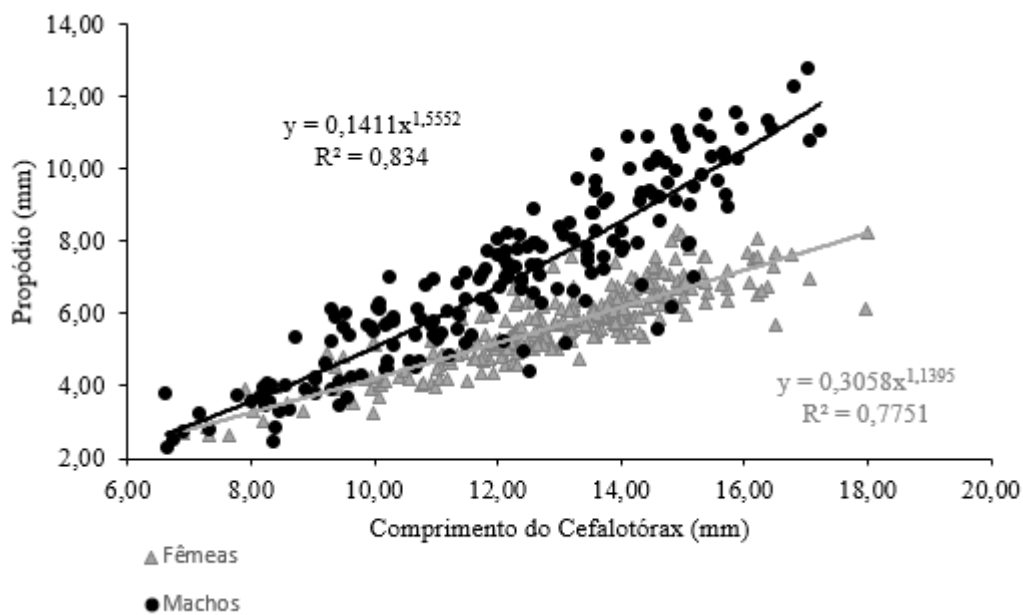


Figura 8: Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Comprimento do propódio do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

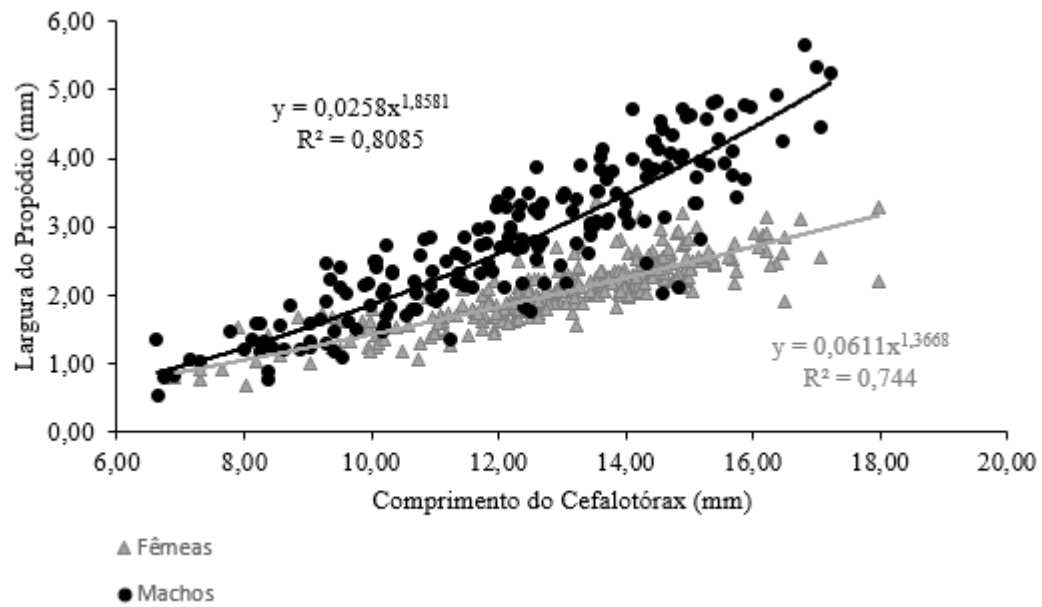


Figura 9: Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Largura do Propódio do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

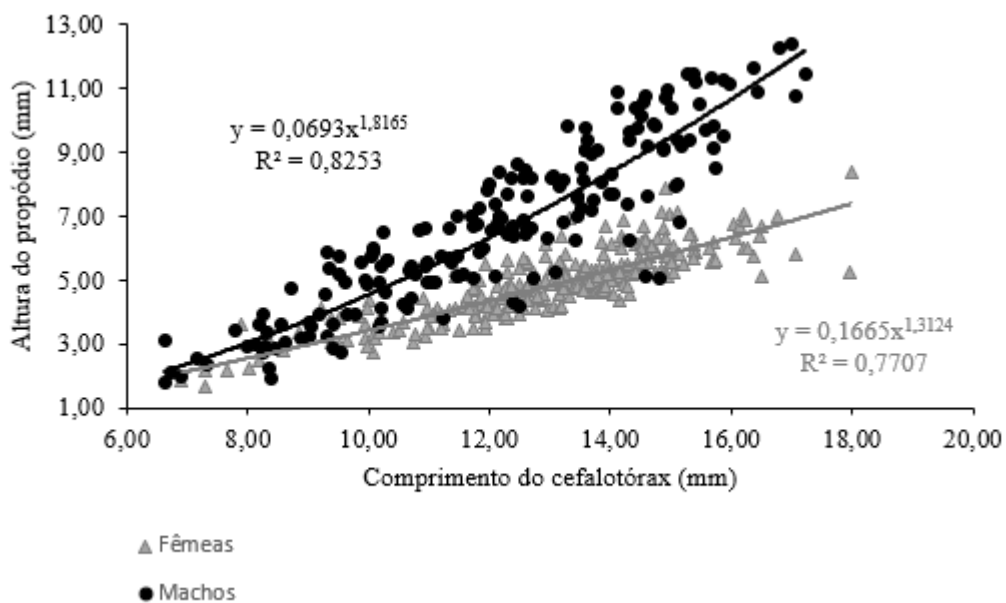


Figura 10: Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Altura do Propódio do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

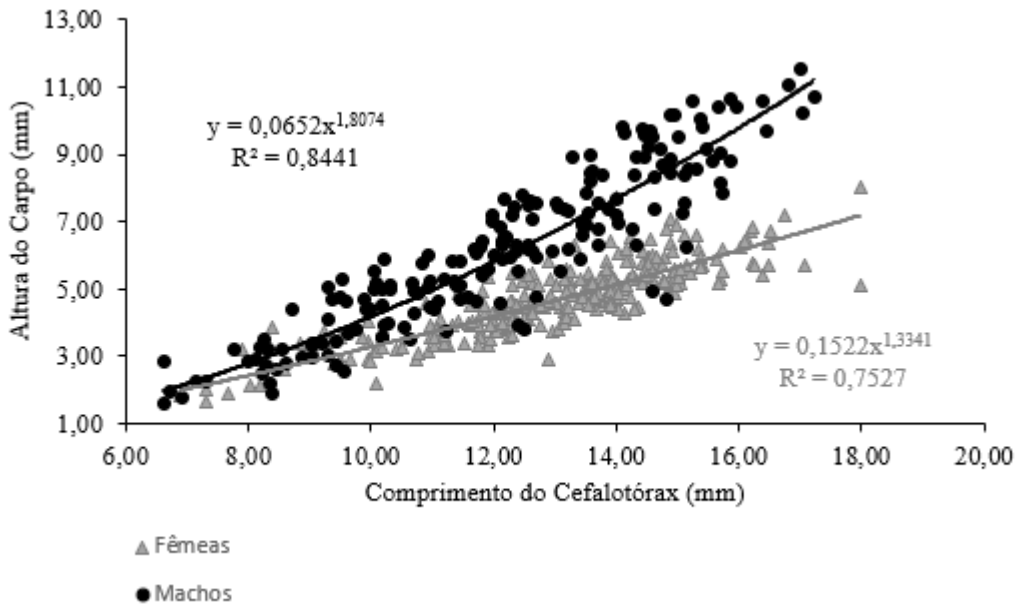


Figura 11: Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Altura do Carpo do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

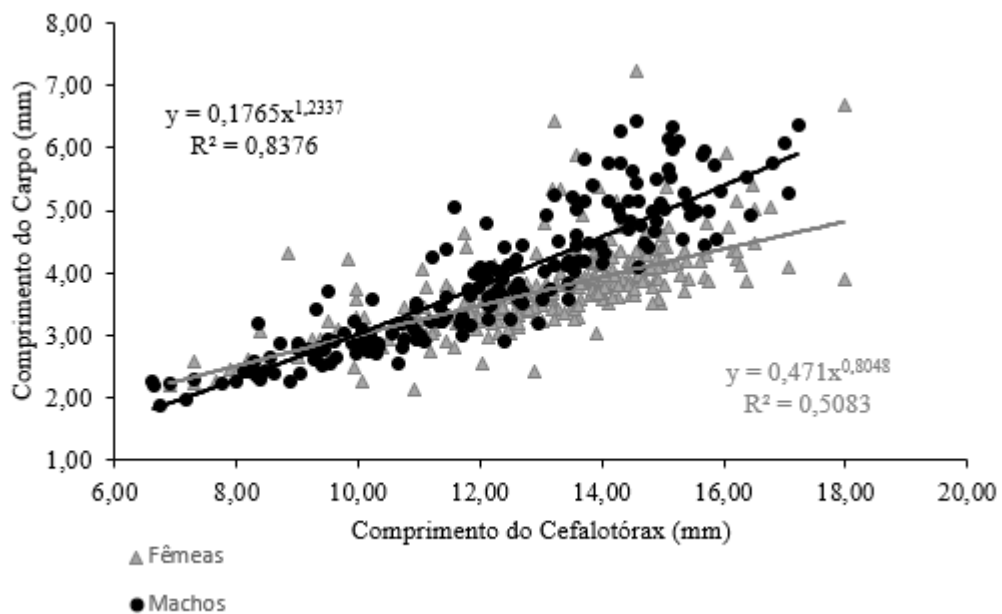


Figura 12: Relação entre Comprimento do Cefalotórax e Comprimento do Carpo do quelípodo maior de *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 na praia de Mangue Seco, Igarassu, PE.

Nenhuma das análises de regressão entre indivíduos jovens foi significativa ($p < 0,05$). Não foi verificado um padrão de lateralidade do quelípodo maior para ambos os sexos ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Ao longo do período de estudo, o número de fêmeas coletadas foi superior ao número de machos, exceto no mês de junho/2019, bem como para as classes de tamanho maior. O mesmo já foi observado para outras espécies do grupo (*Lepidophthalmus louisianensis* Schmitt, 1935: FELDER & LOVETT, 1989; *Audacallichirus mirim* de Almeida Rodrigues, 1971): PEZZUTO, 1998; *Callichirus major* Say, 1818: BOTTER-CARVALHO, 2007; *Trypaea australiensis*: BUTLER et al., 2009; *Lepidophthalmus siriboia*: ROSA FILHO, 2013; *Callichirus major* Say, 1818: ALVES-JUNIOR et al., 2018; *Neotrypaea californiensis* Dana, 1854: BOSLEY et al., 2019; *Lepidophthalmus bocourti* Felder & de Almeida Rodrigues, 1993: HERNÁNDEZ et al., 2021).

O maior número de fêmeas coletadas pode ocorrer em razão do comportamento agonístico apresentado por machos, tornando sua densidade mais baixa devido à altas taxas de mortalidade em embates por tocas ou parceiras, principalmente na fase sexualmente madura (FELDER & LOVETT, 1989; RODRIGUES & SHIMIZU, 1997; TAMAKI et al., 1997; PEZZUTO, 1998; SHIMODA et al., 2005). Outra explicação pode ser o fato dos machos serem mais ágeis que as fêmeas na fuga da técnica de amostragem com bombas de sucção manual (BOTTER-CARVALHO et al., 2007). Além disso, pode haver uma seletividade na captura de fêmeas, uma vez que estas tendem a ir ficar nas camadas mais à superfície para desovar ou oxigenar a massa de ovos (ROWDEN & JONES, 1994; NATES & FELDER, 1999), o que pode ter ocorrido no presente trabalho, visto que o mês em que mais foram capturadas fêmeas ovígeras coincidiu com o mês em que estas ultrapassaram a quantidade de machos capturados (Janeiro/2019).

Outro ponto a ser observado é que, uma vez que a maioria das espécies do grupo vivem individualmente, frequentemente havendo apenas um único exemplar vivendo na galeria (*Callichirus major*: RODRIGUES, 1976; *Neotrypaea harmandi* (Bouvier, 1901): SOMIYA & TAMAKI, 2017), a reduzida densidade de machos sexualmente maduros pode ter evoluído como uma estratégia para localização de parceiras sexuais abaixo da superfície do sedimento, pois viabiliza a seleção dos “melhores” machos, e também facilitaria o encontro de fêmeas ao escavar em qualquer direção da galeria, como sugerido por FELDER & LOVETT (1989) e reiterado por PEZZUTO (1998). O achado neste trabalho corrobora com o sugerido acima, onde a densidade de machos maduros foi inferior à densidade de fêmeas.

Fêmeas apresentando tamanhos maiores que machos é um padrão já bem conhecido dentro do grupo (*Filholianassa filholi* A. Milne-Edwards, 1879: DEVINE, 1966; *Callianassa subterranea* Montagu, 1808: ROWDEN & JONES, 1994; *Lepidophthalmus siriboia* Felder & de Almeida Rodrigues, 1993: ROSA FILHO et al., 2013; *Callichirus seilacheri* Bott, 1955: HERNÁEZ & JOÃO, 2018). Este padrão pode ser explicado pelo investimento de energia pelas fêmeas para o crescimento somático, tendo em vista que uma das formas de garantir o sucesso reprodutivo é através do crescimento corporal, assim possibilitando que carreguem massas de ovos abundantes, assim quanto maior a fêmea, mais ovos ela pode carregar. Essa relação positiva já foi reportada para outros axiídeos (*Kraussillichirus kraussi* Stebbing, 1900: FORBES, 1977; *Callichirus seilacheri*:HERNÁEZ et al., 2008 e *L. siriboia*: ROSA FILHO et al., 2013).

Machos e fêmeas da população estudada alcançaram a maturidade sexual em 9mm de cefalotórax. Os valores diferiram dos obtidos para outras espécies, como *L. louisianensis* Schmitt, 1935: FELDER & LOVETT, 1989; *L. siriboia*: ROSA FILHO, et al., 2013 e *Callianassa subterrânea* (Montagu, 1808): ROWDEN & JONES, 1994. Fêmeas atingindo a maturidade sexual aos 9mm já foi reportado para *Trypaea australiensis* Dana, 1852, que pertence à mesma infraordem (HAILSTONE & STEPHENSON, 1961).

A predominância de fêmeas carregando ovos sem olhos (estágios 1-4) é similar a achados para outras espécies de camarões escavadores (*Neotrypaea japonica* Ortmann, 1891: TAMAKI et al., 1997 *Axianassa australis* de Almeida Rodrigues & Shimizu, 1992: BOTTER-CARVALHO et al., 2015). Tamaki e al (1997) pontuaram que esta prevalência de ovos sem olhos pode estar associada tanto ao fato de que os estágios de ovos com olhos (5-9) ocorrem mais rapidamente (dentro de 4 a 6 dias desde o aparecimento de olhos nos embriões e a eclosão das larvas) que os estágios de ovos sem olhos (1-4). As análises de crescimento relativo para a relação CFxCT indicaram isometria para ambos os sexos. ALVES-JÚNIOR (2018) descreveu um crescimento também alométrico negativo para as fêmeas de *Callichirus major* Say, 1818, enquanto que para machos da mesma espécie o autor encontrou um crescimento isométrico. Para as relações CFxCP CFxLP, CFxAP e CFxAC, os indivíduos de *Neocallichirus maryae* demonstraram uma alometria positiva para ambos os sexos, indicando que o quelípodo de machos e fêmeas da população cresce a uma taxa mais rápida do que o cefalotórax. Esse tipo de crescimento para essa relação CFxCP já foi demonstrado por outras espécies pertencentes às infraordens Axiidea e Gebiidea, para ambos os sexos (*C. major*:

ALVES-JÚNIOR, 2018), mas parece ser mais comum entre indivíduos machos (*Axianassa australis* BOTTER-CARVALHO et al., 2015; *C. major*: SOUZA et al., 2020; *Lepidophthalmus bocourti*: HERNÁEZ et al., 2021).

Rio et al (2019) também encontraram, para indivíduos machos de *Callichirus major* Say, 1818, crescimento do tipo alométrico positivo, embora que para fêmeas o resultado tenha sido uma isometria para a mesma relação. Na CFxCC, as fêmeas mostraram uma alometria negativa e os machos uma alometria positiva. Esse achado corrobora com o reportado por Hernáez & João (2018) para machos de *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955). Em contrapartida, o mesmo trabalho descreveu um crescimento do tipo isométrico para fêmeas.

O que pode ajudar a explicar o crescimento do tipo alométrico positivo para as medidas do quelípodo maior de machos é o direcionamento da energia para crescimento. Decápodos possuem taxas de crescimento sexo-específicas (HARTNOLL, 1974), isso por quê, geralmente, machos investem energia no crescimento da quela uma vez que utilizam-na em interações sociais de predação e disputas por território ou parceiras sexuais, sendo assim uma característica evolutivamente vantajosa.

Este é o primeiro trabalho a descrever a estrutura populacional e crescimento relativo da espécie. Destacamos a importância de estudos complementares sobre aspectos biológicos e populacionais de *Neocallichirus maryae* para um entendimento mais conciso sobre quais fatores afetam a distribuição entre os sexos e quais fatores influenciam o crescimento relativo da espécie.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A população de *Neocallichirus maryae* na praia de Mangue Seco, Igarassu -PE apresentou um predomínio de fêmeas na fase adulta, entre os maiores indivíduos e na população geral. A razão desviada para fêmeas é um padrão comum em espécies pertencentes à infraordem Axiidea, podendo ser explicada pelo comportamento agonístico de machos em disputa por território/parceiras sexuais
- O maior e menor indivíduo coletado eram fêmeas.
- Machos e fêmeas atingiram tamanho de maturidade sexual morfológica em 9 mm de cefalotórax.
- Machos e Fêmeas demonstraram um padrão de crescimento da quela maior do tipo alométrico positivo . Machos apresentando crescimento do tipo alométrico positivo é um padrão esperado, uma vez que estes investem energia no crescimento de caracteres secundários, como um esforço para sucesso na reprodução. Para as fêmeas , a alometria positiva foi uma surpresa, visto que dentro do grupo não é um padrão comum.
- Este trabalho traz os primeiros dados acerca da estrutura populacional, crescimento relativo e maturidade sexual da espécie *Neocallichirus maryae* numa praia arenosa do litoral norte de Pernambuco. Novos estudos sobre a espécie são necessários para ajudar a entender os processos que influenciam a biologia populacional desta espécie.

REFERÊNCIAS

- D'ANDREA, A. F., & DeWitt, T. H. (2009). Geochemical ecosystem engineering by the mud shrimp *Upogebia pugettensis* (Crustacea: Thalassinidae) in Yaquina Bay, Oregon: Density-dependent effects on organic matter remineralization and nutrient cycling. *Limnology and Oceanography*, 54(6), 1911-1932.
- ALVES, Eliana dos Santos; PEZZUTO, Paulo Ricardo. Population Dynamics of *Pinnixa patagoniensis* Rathbun, 1918 Brachyura: Pinnotheridae a Symbiotic Crab of Sergio mirim Thalassinidea: Callianassidae in Cassino Beach, Southern Brazil. *Marine Ecology*, v. 19, n. 1, p. 37-51, 1998.
- ALVES-JÚNIOR, F. D. A., SANTANA, J. D. L., FIGUEIREDO, A. M. F., & Araujo, M. S. L. C. (2018). Population and reproductive biology of *Callichirus major* (Say, 1818)(Decapoda: Axiidae: Callianassidae) in an urban beach, Northeastern Brazil. *J. Aquat. Sci*, 13, 166-178.
- PINHEIRO, M. A. A., FRANSOZO, A., & NEGREIROSFRANSOZO, M. L. (1993). Selection and shell relationship in *Isocheles-sawayai* forest and Saint-laurent, 1967 (crustacea, anomura, diogenidae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 745-752.
- BERKENBUSCH, K., ROWDEN, A. A., & MYERS, T. E. (2007). Interactions between seagrasses and burrowing ghost shrimps and their influence on infaunal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 341(1), 70-84.
- BERKENBUSCH, K.; ROWDEN, A. A. Ecosystem engineering—moving away from 'just-so' stories. *New Zealand Journal of Ecology*, p. 67-73, 2003.
- BIFFAR, Thomas A. The genus *Callianassa* (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea) in south Florida, with keys to the western Atlantic species. *Bulletin of Marine Science*, v. 21, n. 3, p. 637-715, 1971.
- BOSLEY, K. M., WAINWRIGHT, T., & DUMBAULD, B. R. (2019). Application of the extractable lipofuscin aging method to estimate mortality and population dynamics of the burrowing shrimp, *Neotrypaea californiensis*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 219, 33-44.
- BOTTER-CARVALHO, M. L., COSTA, L. B., GOMES, L. L., CLEMENTE, C. C. C., & CARVALHO, P. D. C. (2015). Reproductive biology and population structure of *Axianassa australis* (Crustacea, Axianassidae) on a sand-mud flat in north-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95(4), 735-745.
- BOTTER-CARVALHO, M. L., SANTOS, P. D., & CARVALHO, P. D. C. (2007). Population dynamics of *Callichirus major* (Say, 1818)(Crustacea, Thalassinidea) on a beach in northeastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71(3-4), 508-516.
- BOTTER-CARVALHO, MÔNICA LÚCIA; CARVALHO, P. V. V. C., RAMOS- PORTO, M. Registro de *Neocallichirus rathbunae* (Schmitt, 1935) em águas do litoral brasileiro

(Decapoda: Callianassidae). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, v. 23, p. 199-202, 1995.

BUTLER, S. N., REID, M. A. N. I. E. K. A., & BIRD, F. L. (2009). Population biology of the ghost shrimps, *Trypaea australiensis* and *Biffarius arenosus* (Decapoda: Thalassinidea), in Western Port, Victoria. *Memoirs of Museum Victoria*, 66, 43-59.

CALLIARI, Lauro Júlio et al. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. *Rev. Bras. Oceanogr.*, p. 63-78, 2003.

CLIMATE-DATA.ORG. **Climate-data.org**, 2022. Locais: Igarassu. Disponível: <<https://pt.climate-data.org/search/?q=igarassu>>. Acesso em: 28 de abril de 2022.

COELHO, Petronio Alves et al. An updated checklist of decapod crustaceans (infraorders Astacidea, Thalassinidea, Polychelida, Palinura, and Anomura) from the northern and northeastern Brazilian coast. *Zootaxa*, v. 1519, n. 1, p. 1-16, 2007.

COLIN, P. L., SUCHANEK, T. H., & McMURTRY, G. (1986). Water pumping and particulate resuspension by callianassids (Crustacea: Thalassinidea) at Enewetak and Bikini Atolls, Marshall Islands. *Bulletin of marine science*, 38(1), 19-24.

ALVES-JÚNIOR, F., & COELHO, P. A. (2014). Population biology of *Callichirus major* (Say, 1818)(Crustacea: Callianassidae) at Piedade Beach, Brazil. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 14(1), 109-118.

DE ALMEIDA RODRIGUES, S. (1976). Sobre a reprodução, embriologia e desenvolvimento larval de *Callichirus major* Say, 1818 (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). *Boletim de Zoologia*, 1(1), 85-104.

DE OLIVEIRA, I. B., da SILVA NETO, S. R., LIMA FILHO, J. V., PEIXOTO, S. R., & GÁLVEZ, A. O. (2014). Efeito do período chuvoso na extração do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9(1), 139-145.

DEVINE, C. E. (1966, January). Ecology of *Callianassa filholi* Milne-Edwards 1878 (Crustacea, Thalassinidea). In *Transactions of the Royal Society of New Zealand* (Vol. 8, pp. 93-110).

HERNÁEZ, P., & JOÃO, M. C. A. (2018). Social structure, sexual dimorphism and relative growth in the ghost shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955)(Decapoda, Axiidea, Callianassidae) from the tropical eastern Pacific. *Marine Biology Research*, 14(8), 856-867.

DWORSCHAK, P. C. (1988). The Biology of *Upogebia pusilla* (PETAGNA)(Decapoda, Thalassinidea). *Marine Ecology*, 9(1), 51-77.

DWORSCHAK, P. C., FELDER, D. L., & TUDGE, C. C. (2012). Infraorders Axiidea de Saint Laurent, 1979 and Gebiidea de Saint Laurent, 1979 (formerly known collectively as Thalassinidea). In *Treatise on Zoology-Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea, Volume 9 Part B* (pp. 109-219). Brill.

FELDER, D. L., DWORSCHAK, P. C., ROBLES, R., BRACKEN, H. D., WINDSOR, A. M., FELDER, J. M., & LEMAITRE, R. (2009). Obvious invaders and overlooked infauna: unexpected constituents of the decapod crustacean fauna at Twin Cays, Belize. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences*, (38).

FELDER, Darryl L.; LOVETT, Donald L. Relative growth and sexual maturation in the estuarine ghost shrimp *Callinassa louisianensis* Schmitt, 1935. *Journal of Crustacean Biology*, v. 9, n. 4, p. 540-553, 1989.

FORBES, A. T. (1977). Breeding and growth of the burrowing prawn *Callinassa kraussi* Stebbing (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *African Zoology*, 12(1), 149-161.

GIBSON, R. N., ATKINSON, R. J. A., GORDON, J. D. M., SMITH, I. P., & HUGHES, D. J. (2011). Bioengineering effects of burrowing thalassinidean shrimps on marine soft-bottom ecosystems. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 49, 137-192.

GRIFFIS, Roger B.; SUCHANEK, Thomas H. A model of burrow architecture and trophic modes in thalassinidean shrimp (Decapoda: Thalassinidea). *Marine Ecology Progress Series*, p. 171-183, 1991.

HAILSTONE, Thomas Sydney; STEPHENSON, William. The biology of *Callinassa (Trypaea) australiensis* Dana 1852 (Crustacea, Thalassinidea). 1961.

HEREMAN, M. J. (2017). Biologia populacional de *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea: Axiidea: Callinassidae), nas praias de Santos e São Vicente, litoral centro do Estado de São Paulo, Brasil: subsídios para conservação e manejo.

HERNÁEZ BOVÉ, P. A.; PINHEIRO, MARCELO ANTONIO AMARO. RELATÓRIO FINAL PROJETO DE PÓS-DOUTORADO, 2018.

HERNÁEZ, P., PALMA, S., & WEHRTMANN, I. S. (2008). Egg production of the burrowing shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott 1955) (Decapoda, Callinassidae) in northern Chile. *Helgoland Marine Research*, 62(4), 351-356.

HERNÁEZ, P., VILLEGAS-CASTRO, E., JOÃO, M. C. A., DUARTE, R. C., & RIVADENEIRA, M. M. (2021). Inferring the mating system in the burrowing shrimp *Lepidophthalmus bocourti* (Decapoda, Axiidea, Callichiridae) from the social structure and sexual dimorphism. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 75(6), 1-14.

HERNÁEZ, P., & JOÃO, M. C. A. (2018). Social structure, sexual dimorphism and relative growth in the ghost shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda, Axiidea, Callinassidae) from the tropical eastern Pacific. *Marine Biology Research*, 14(8), 856-867.

JONES, C. G., LAWTON, J. H., & SHACHAK, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. In *Ecosystem management* (pp. 130-147). Springer, New York, NY.

KRISTENSEN, E., PENHA-LOPES, G., DELEFOSSE, M., VALDEMARSEN, T., QUINTANA, C. O., & BANTA, G. T. (2012). What is bioturbation? The need for a precise definition for fauna in aquatic sciences. *Marine Ecology Progress Series*, 446, 285-302.

LAVANDER, H. D., JÚNIOR, L. D. O. C., DE OLIVEIRA, R. L., DA SILVA NETO, S. R., GALVEZ, A. O., & PEIXOTO, S. R. (2011). Biologia reprodutiva da *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) no litoral norte de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(2), 344-350.

LEÃO, B. M., PASSAVANTE, J. Z. D. O., SILVA-CUNHA, M. D. G. G. D., & SANTIAGO, M. F. (2008). Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 22, 711-722.

LOVETT, Donald L.; FELDER, Darryl L. Application of regression techniques to studies of relative growth in crustaceans. *Journal of Crustacean Biology*, v. 9, n. 4, p. 529-539, 1989.

MANNING, R. B.; HEARD, R. W. Additional records for *Callianassa rathbunae* schmitt, 1935, from Florida and the Bahamas (Crustacea: Decapoda: Callianassidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, v. 99, n. 2, p. 347-349, 1986.

MANTELATTO, F. L. M. & GARCIA, R. B., Reproductive potential of the hermit crab *Calcinus tibicen* (Anomura) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, v.19, n. 2, p. 268-275, 1999.

MELO, GAS de et al. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea, Astacidea. 1999.

MOSCHETO, F. A., BORGES, R. P., & DUARTE, L. F. D. A. (2020). Population structure of *Callichirus major* (Say 1818)(Crustacea: Callianassidae) and conservation considerations at Southeast coast of São Paulo, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92.

MURPHY, Richard C.; KREMER, James N. Benthic community metabolism and the role of deposit-feeding callianassid shrimp. *Journal of Marine Research*, v. 50, n. 2, p. 321- 340, 1992.

OLIVEIRA, I., AMORIM, A., LAVANDER, H., PEIXOTO, S., & GÁLVEZ, A. O. (2011). Spatial and temporal distribution of the shellfish *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) on Mangue Seco beach, Pernambuco, Brazil. *Int. J. of Aquatic Science*, 2(1), 68-79.

PACHELLE, Paulo PG; ANKER, Arthur; BEZERRA, Luis EA. Re-identification of the material of *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 from Ceará, northeastern Brazil, with the first record of *N. cacahuete* Felder & Manning, 1995 in the southwestern Atlantic. *Zootaxa*, v. 4276, n. 3, p. 346-356, 2017.

PEZZUTO, P. R. (1998). Population dynamics of *Sergio mirim* Rodrigues, 1971 Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae in Cassino Beach, Southern Brazil. *Marine Ecology*, 19(2), 89-109.

PILLAY, D., BRANCH, G. M., & FORBES, A. T. (2007). Effects of *Callianassa kraussi* on microbial biofilms and recruitment of macrofauna: a novel hypothesis for adult-juvenile interactions. *Marine Ecology Progress Series*, 347, 1-14. (a)

- PILLAY, D., BRANCH, G. M., & FORBES, A. T. (2007). Experimental evidence for the effects of the thalassinidean sandprawn *Callianassa kraussi* on macrobenthic communities. *Marine Biology*, 152(3), 611-618. (b)
- PILLAY, D., BRANCH, G. M., DAWSON, J., & HENRY, D. (2011). Contrasting effects of ecosystem engineering by the cordgrass *Spartina maritima* and the sandprawn *Callianassa kraussi* in a marine-dominated lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 91(2), 169-176.
- PINHEIRO, M. A. A., FRANSOZO, A., & NEGREIROSFRANSOZO, M. L. (1993). Selection and shell relationship in *Isocheles-sawayai* forest and Saint-laurent, 1967 (crustacea, anomura, diogenidae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 745-752.
- POORE, GARY CB et al. A new classification of Callianassidae and related families (Crustacea: Decapoda: Axiidea) derived from a molecular phylogeny with morphological support. *Memoirs of Museum Victoria*, v. 78, p. 73-146, 2019.
- POSEY, M. H. Predation on a burrowing shrimp: distribution and community consequences. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 103, n. 1-3, p. 143-161, 1986.
- RIO, J. P. P., HERNÁNDEZ, P., & PINHEIRO, M. A. A. (2019). Relative growth, sexual maturity and handedness in the ghost shrimp *Callichirus major* (Decapoda: Callianassidae) from the southwestern Atlantic. *Scientia Marina*, 83(2), 167-175.
- RODRIGUES SA, SHIMIZU RM (1997) Autoecologia de *Callichirus major* (Say,1818) (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Oecologia Brasiliensis*, 3: 155-170.
- RODRIGUES, AS (1983) Aspectos da Biologia de Thalassinidea do Atlântico Tropical Americano. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP), 145p. (Tese de Livre Docência)
- RODRIGUES, S. D. A., SUGUIO, K., & SHIMIZU, G. Y. (1984). Ecologia e Paleoecologia de *Callichirus major* say (1818):(Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). *Anais*, 499-519.
- RODRIGUES-INOUE, A. C. M.; DOS SANTOS, A.; MARTINELLI-LEMOS, J. M.. Distribution patterns of Anomura, Axiidea and Gebiidea (Crustacea, Decapoda) larvae at the Amazon shelf. **Regional Studies in Marine Science**, v. 47, p. 101946, 2021.
- ROSA FILHO, J. S., GIRARD, T. C., & FRÉDOU, F. L. (2013). Population dynamics of the burrowing shrimp *Lepidophthalmus siriboia* Felder and Rodrigues, 1993 (Reptantia: Axiidea: Callianassidae) on the Amazonian coast. *Journal of Crustacean Biology*, 33(4), 503-511.
- ROSA, L. C., FREIRE, K. M., & SOUZA, M. J. (2018). Spatial distribution and population dynamics of *Callichirus major* (Crustacea, Callianassidae) in a tropical sandy beach, northeastern Brazil. *Invertebrate Biology*, 137(4), 308-318.
- ROWDEN, A. A., & JONES, M. B. (1994). A contribution to the biology of the burrowing mud shrimp, *Callianassa subterranea* (Decapoda: Thalassinidea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74(3), 623-635.

SCHMITT, Waldo Lasalle. Mud shrimps of the Atlantic coast of North America. Smithsonian Institution, 1935.

SELIN, N.I. Some peculiarities of the population biology of the ghost shrimp *Nihonotrypaea petalura* (Stimpson, 1860) (Decapoda: Callianassidae) in coastal waters of Vostok bay, the Sea of Japan. *Russ J Mar Biol* 39, 363–372 (2013).

SHIMIZU, R. M. (2000, June). Population ecology of *Callichirus major* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) on. In *The Biodiversity Crisis and Crustacea-Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress* (p. 311). CRC Press.

SHIMIZU, R. M.; RODRIGUES, S. de A.. Ecologia populacional de *Scolecipis squamata* (Muller, 1806) (Polychaeta: Spionidae) e *Callichirus major* (Say, 1818)(Crustacea: Decapoda: Thalassinidae) da Praia de Barequeçaba (São Sebastião, SP). 1997

SHIMODA, K., WARDIATNO, Y., KUBO, K., & TAMAKI, A. (2005). Intraspecific behaviors and major cheliped sexual dimorphism in three congeneric callianassid shrimp. *Marine Biology*, 146(3), 543-557.

SIEBERT, T., & BRANCH, G. M. (2007). Influences of biological interactions on community structure within seagrass beds and sandprawn-dominated sandflats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 340(1), 11-24.

SILVA, D. C.; MARTINELLI-LEMOES, J. M. Species composition and abundance of the benthic community of Axiidea and Gebiidea (Crustacea: Decapoda) in the Marapanim Bay, Amazon estuary, northern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 29, n. 2, p. 144-158, 2012

SILVA, J. R. F., & DA CRUZ-LANDIM, C. (2017). Macroscopic aspects and scanning electron microscopy of the ovaries of the spiny lobsters *Panulirus* (Crustacea: Decapoda). *Journal of Morphological Sciences*, 23(3), 0-0.

SIMÃO, D. S., & SOARES-GOMES, A. (2017). Population dynamics and secondary production of the ghost shrimp *Callichirus major* (Thalassinidea): A keystone species of Western Atlantic dissipative beaches. *Regional Studies in Marine Science*, 14, 34-42.

SIMÃO, D. S., RAMOS, M. F., & SOARES-GOMES, A. (2006). Population structure of *Callichirus major* (Say 1818)(Crustacea: Thalassinidea) in a sandy beach of Rio de Janeiro State, southeast Brazil coast. *Journal of Coastal Research*, 1165-1168.

SOMIYA, R., & TAMAKI, A. (2017). Unraveling mating behavior for Axiidea (Crustacea: Decapoda): Burrow-dwelling callianassid shrimp in intertidal sandflat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 486, 305-313.

SOUZA, T. L., BRAGA, A. A., LÓPEZ GRECO, L. S., BERTINI, G., & NUNES, E. T. (2020). Morphological study for understanding the sexual pattern in ghost shrimp *Callichirus major* (Crustacea: Axiidea). *Acta Zoologica*, 101(1), 78-88.

SUCHANEK, T. H., COLIN, P. L., McMURTRYy, G. M., & SUCHANEK, C. S. (1986). Bioturbation and redistribution of sediment radionuclides in Enewetak Atoll lagoon by callianassid shrimp: biological aspects. *Bulletin of Marine Science*, 38(1), 144-154. (b)

SUCHANEK, T. H. Control of seagrass communities and sediment distribution by *Callianassa* (Crustacea, Thalassinidea) bioturbation. *Journal of Marine Research*, v. 41, n. 2, p. 281-298, 1983.

SUCHANEK, T. H.; COLIN, P. L. Rates and effects of bioturbation by invertebrates and fishes at Enewetak and Bikini Atolls. *Bulletin of Marine Science*, v. 38, n. 1, p. 25-34, 1986.

TAMAKI, A., INGOLE, B., IKEBE, K., MURAMATSU, K., TAKA, M., & TANAKA, M. (1997). Life history of the ghost shrimp, *Callianassa japonica* Ortmann (Decapoda: Thalassinidea), on an intertidal sandflat in western Kyushu, Japan. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 210(2), 223-250.

THOMSON, Alexandra CG et al. Bioturbator-stimulated loss of seagrass sediment carbon stocks. ***Limnology and Oceanography***, v. 64, n. 1, p. 342-356, 2019.

WADA, M., URAKAWA, T., & TAMAKI, A. (2016). Dynamics of bacterial community structure on intertidal sandflat inhabited by the ghost shrimp *Nihonotrypaea harmandi* (Decapoda: Axiidea: Callianassidae) in Tomioka Bay, Amakusa, Japan. *Gene*, 576(2), 657-666.

WEBB, A., EYRE, B.D., 2004. Effect of natural populations of burrowing thalassinidean shrimp on sediment irrigation, benthic metabolism, nutrient fluxes and denitrification. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 268, 205–220.

ZIEBIS, W.; FORSTER, S.; HUETELL, M.; JORGENSEN, B.B. Complex burrows of the mud shrimp *Callianassa truncata* and their geochemical impact in the sea bed. *Nat. Cell Biol.* 1996, 382, 619–622

RUETZ, C.R., TREXLER, J.C., JORDAN, F., LOFTUS, W.F. & PERRY, S.A. 2005 - Population dynamics of wetland fishes: spatio-temporal patterns synchronized by hydrological disturbance? *J. Anim. Ecol.*, 74, 322-332.

MORRIS, D.W. 1996. - Temporal and spatial population dynamics among patches connected by habitat selection. *Oikos*, 75, 207- 219.