



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**ALLYSSON WINICK DA SILVA**

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CAMARÃO *Macrobrachium amazonicum***  
**(HELLER, 1862) EM RESERVATÓRIO DA MESORREGIÃO DO SERTÃO**  
**PERNAMBUCANO**

**SERRA TALHADA-PE**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**ALLYSSON WINICK DA SILVA**

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CAMARÃO *Macrobrachium amazonicum***  
**(HELLER, 1862) EM RESERVATÓRIO DA MESORREGIÃO DO SERTÃO**  
**PERNAMBUCANO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE/ UAST, sendo requisito obrigatório para obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Orientadora: Profa. Dr.<sup>a</sup> Renata Akemi Shinozaki Mendes

SERRA TALHADA-PE

2018

Com base no disposto na **Lei Federal N° 9.610**, de 19 de fevereiro de 1998. Autorizo a UFRPE/UAST, a divulgar na rede mundial de computadores – Internet – em seu site ([www.uast.ufrpe.br](http://www.uast.ufrpe.br)) e permitir a reprodução TOTAL por meio eletrônico, sem ressarcimento dos direitos autorais, da obra **Aspectos reprodutivos do camarão *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) em reservatório da mesorregião do sertão pernambucano**, a partir da data abaixo indicada ou até que manifestação em sentido contrário de minha parte determine a cessação desta autorização.

Serra Talhada - PE, 18 de agosto de 2018.

Assinatura:

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

S586a Silva, Allysson Winick da  
Aspectos reprodutivos do camarão *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) em reservatório da mesorregião do sertão pernambucano/ Allysson Winick da Silva. – Serra Talhada, 2018.  
41 f.: il.

Orientadora: Renata Akemi Shinozaki Mendes  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2018.  
Inclui referência.

1. Camarão. 2. Recursos pesqueiros. 3. Maturação. I. Mendes, Renata Akemi Shinozaki, orient. II. Título.

CDD 639

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA

ALLYSSON WINICK DA SILVA

ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CAMARÃO *Macrobrachium amazonicum* (HELLER,  
1862) EM RESERVATÓRIO DA MESORREGIÃO DO SERTÃO PERNAMBUCANO

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado pela banca examinadora composta  
pelos membros:

---

Professora Dr<sup>a</sup>. Renata Akemi Shinozaki Mendes  
Orientadora

---

Professor Dr. Diogo Martins Nunes  
Membro interno

---

M. Sc. Emerson Jonatas Ventura Pereira Leite  
Membro externo

A Deus, aos meus pais Arnaldo e Lourdes, irmãos  
Armando e Arnackson, e demais familiares, dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir explorar a natureza;

Aos meus pais Arnaldo e Lourdes, irmãos Armando e Arnackson, por confiar de forma esperançosa em minha pessoa, dando-me condições para concretizar todos os meus objetivos;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada, bem como aos funcionários da instituição, em especial aos professores do curso por todo conhecimento construído ao longo da graduação;

A minha professora, tutora e orientadora Renata Akemi Shinozaki Mendes, que de forma imensurável contribuiu para a realização de diversas atividades ao longo da graduação, além do desenvolvimento deste trabalho. Sou grato pela paciência e confiança. Além disso, tenho bastante orgulho de ter sido orientando não só pelos ensinamentos, mas também por ser espelho de muitas virtudes e boas energias;

À banca examinadora deste trabalho, ao professor Dr. Diogo Martins Nunes e ao Msc. Emerson Jonatas Ventura Pereira Leite pelas contribuições importantes para este trabalho, e também pela amizade construída ao longo de todos esses anos. Ao Emerson sou muito grato por ter partilhado desta pesquisa em todas as etapas e por ter sido, simbolicamente, um co-orientador no laboratório;

Ao Programa de Educação Tutorial, pois me proporcionou não só o desenvolvimento e aperfeiçoamento de habilidades, mas também me concedeu momentos de descontração e oportunidade para a construção de amizades raríssimas, que certamente levarei por toda a vida;

Aos companheiros de turma, Arthur Ronalson, José Marcelo, Joyce Carla, Maria Mirele, Paula Renata e, em especial, à Aureni P. Coêlho pelo companheirismo, paciência e confiança ao longo da graduação;

E aos amigos que fiz durante a graduação não citados, mas gravados em minha memória, pois são sabedores da contribuição em minha vida.

## RESUMO

O conhecimento dos aspectos morfométricos e reprodutivos do *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) constitui uma ferramenta básica para a elaboração de estratégias adequadas de manejo, conservação e exploração. O objetivo do presente estudo foi estudar os aspectos morfométricos e reprodutivos de *M. amazonicum* no reservatório Cachoeira II, localizado em Serra Talhada, mesorregião do sertão pernambucano. Os camarões foram coletados mensalmente entre junho de 2016 e maio de 2017. A partir de medições morfométricas foi analisado o crescimento relativo e classificado quanto à alometria. Foi realizada ainda análise macro e microscópica dos ovários para classificação dos estágios maturacionais e estimado o tamanho de primeira maturação. Foi amostrado um total de 432 espécimes (86 machos e 346 fêmeas). A razão sexual foi estaticamente diferente de 1:1 em todos os meses, a favor das fêmeas. O período reprodutivo da população estudada foi contínuo, com picos reprodutivos anuais entre setembro e novembro além de fevereiro, correspondendo ao período de escassez chuvosa. A fecundidade variou de 128 a 2724 ovos, estando relacionada ao tamanho das fêmeas. O maior espécime capturado foi macho, medindo 87,13 mm, contra 80,63 mm do sexo oposto. Foram encontrados seis estágios de desenvolvimento: imaturo, em desenvolvimento, desenvolvido, desovado em desenvolvimento, desovado e repouso. Com base nessas análises foi identificado o tamanho de primeira maturação das fêmeas em 9,46 mm de comprimento do cefalotórax e, logo, sugerido como tamanho mínimo de captura.

**Palavra-chaves:** Crustacea; biologia reprodutiva; recurso pesqueiro; maturação.

## ABSTRACT

Knowledge of the morphometric and reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) is a basic tool for the elaboration of adequate management, conservation and exploitation strategies. The objective of the present study was to study the morphometric and reproductive aspects of *M. amazonicum* in the Cachoeira II reservoir, located in Serra Talhada, a mesoregion of the Pernambuco sertão. The prawns were collected monthly between June 2016 and May 2017. From the morphometric measurements the relative growth was analyzed and classified as allometry. A macro and microscopic analysis at ovaries was performed to classify the maturational stages and estimated the size of the first maturation. A total of 432 specimens (86 males and 346 females) were sampled. The sex ratio was statically different from 1: 1 in all months, in favor of females. The reproductive period of the studied population was continuous, with annual reproductive peaks between September and November beyond February, corresponding to the period of rainfall. The fecundity ranged from 128 to 2724 eggs, being related to the size of the females. The largest specimen captured was male, measuring 87.13 mm, against 80.63 mm of the opposite sex. Six stages of development were found: immature, developing, developed, spawned in development, spawned and rested. Based on these analyzes the size of the first maturation of the females was identified in 9.46 mm of cephalothorax length and, soon, suggested as the minimum size of capture.

**Keywords:** Crustacea; reproductive biology; fishing resource; maturation.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Vista dorsal do *Macrobrachium amazonicum* coletado no reservatório Cachoeira II, localizado no município de Serra Talhada – PE. Em destaque estão as medições morfométricas realizadas ao longo do corpo do animal, onde CC: Comprimento da carapaça ou cefalotórax; CR: comp. cefalotórax ao rostro; CA: comp. do abdômen; CT: comp. total. 14
- Figura 2. Mapa de localização e limitação geográfica do município de Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. Em destaque, encontra-se o município do estudo. 18
- Figura 3. Localização geográfica do Reservatório Cachoeira II no município de Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. O círculo denota o local de coleta dos espécimes. 19
- Figura 4. Proporção sexual entre machos e fêmeas de *M. amazonicum* coletados no Reservatório Cachoeira II, Serra Talhada – PE, entre junho de 2016 a maio de 2017. As barras brancas indicam o percentual de espécimes fêmeas capturadas no mês. Pretas, percentual dos machos. Os meses em que apresentam (\*) indicam a não realização do teste de proporção que utiliza a distribuição “Z” pelo “n” amostral ser inferior a vinte, requisito para o processamento dos dados. 23
- Figura 5. Frequência de *M. amazonicum* coletados no reservatório Cachoeira II, entre junho de 2016 a maio de 2017. As barras pretas indicam a frequência de machos por classe. As brancas, fêmeas. 23
- Figura 6. Relação entre comprimento total e peso dos indivíduos. O grupo dos machos (•) indica por meio do coeficiente alométrico ( $\beta_1 = 3.0355$ ), alometria positiva. O grupo das fêmeas (■) e ovígeras (▲) indicam através do coeficiente alométrico menor que três, alometria negativa. A linha contínua em cor vinho representa a tendência do grupo masculino. Azul, fêmea. Preta, ovígeras. Dados do *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017. 24
- Figura 7. Relação entre classes de comprimento total e número de ovos incubados, no qual exibe a observação máxima (barra superior), observação mínima (barra inferior), terceiro quartil (topo da caixa), primeiro quartil (fundo da caixa) e mediana (barra interna). Na horizontal, letras distintas indicam diferença estatística. Dados *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017. 25
- Figura 8. Relação entre peso e número de ovos de *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017. 26
- Figura 9. Índice pluviométrico e percentual de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* coletado no reservatório Cachoeira II, em Serra Talhada - PE entre junho de 2016 a

Figura 10. Relação entre estágio de maturação e comprimento total, no qual exibe a observação máxima (barra superior), observação mínima (barra inferior), terceiro quartil (topo da caixa), primeiro quartil (fundo da caixa) e mediana (barra interna). Na horizontal, letras distintas indicam diferença estatística. Dados *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017.

28

Figura 11. Ovários de *Macrobrachium amazonicum* em diferentes estágios de maturação, capturado no reservatório Cachoeira II, entre jun/16 a mai/2017. (A) Imaturo: exibição de oogônias (OO) e oócito pré-vitelogênico (VPO), bem como células foliculares { }. (B) Em maturação: exibição de oócito pré-vitelogênico (VPO), oócito vitelogênico (VO) em diferentes estágios, discreta formação de células foliculares (\*) e formação de vesícula citoplasmática (CV). Núcleo e nucléolo evidentes (entre { }). (C) Maduro: exibição de células foliculares (FC) formando um revestimento ao redor dos oócitos de forma discreta devido ao seu nível de junção e achatamento, e núcleos diminutos (NU). Os diversos pontos diminutos não corados caracterizam as vesículas citoplasmáticas. (D) Desovado em maturação: mostra de oogônias exibindo seus núcleos e nucléolos (OO), oócitos pré-vitelogênicos (VPO), oócito vitelogênico inicial (entre [ ]), oócito vitelogênico avançado (entre { }) e folículos pós-ovulatórios (POF). (E) Desovado: exibição de oogônias (OO), oócito atrésico (AO) e folículo pós-ovulatório (POF). (F) Repouso: oogônias (OO) e células foliculares (\*). Coloração: Hematoxilina-Eosina.

30

Figura 12. Tamanho de primeira maturação ( $CC_{50}$ ) para fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* capturadas no reservatório Cachoeira II, Serra Talhada – PE, entre junho de 2016 a maio de 2017.

31

## TABELA

Tabela 1. Equações de regressão para as relações de CT (comprimento total) com as variáveis CC = comprimento do cefalotórax; CR= comprimento do cefalotórax ao rosto; e CA = comprimento do abdômen, coletados no Reservatório Cachoeira II, Serra Talhada – PE, entre junho de 2016 a maio de 2017. F = fêmeas, M = machos;  $R^2$  = coeficiente de determinação; Alometria: [(+) alometria positiva, (-) alometria negativa]. Estatisticamente houve diferença significativa ( $p < 0.05$ ) para todas as relações entre os sexos. Dados do *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVO .....</b>	<b>17</b>
Objetivo geral.....	17
Objetivos específicos.....	17
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
Localização e caracterização geral do local de estudo.....	18
Amostragem (coleta).....	19
Proporção e relações biométricas.....	19
Fecundidade .....	20
Desenvolvimento ovariano .....	21
Tamanho de primeira maturação e $CC_{50}$ .....	21
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
Proporção sexual e relações biométricas .....	22
Fecundidade .....	25
Desenvolvimento ovariano .....	27
Tamanho de primeira maturação ( $CC_{50}$ ).....	30
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>37</b>

## INTRODUÇÃO

A ordem Decapoda compreende o grupo dos crustáceos mais conhecido em decorrência da sua abundância, importância ecológica e econômica. Nele estão inclusos os camarões, lagostas, siris e caranguejos, os quais são importantes na atividade pesqueira. Possui, aproximadamente, 14.000 espécies descritas, a maioria marinha e bentônica, entretanto muitas são encontradas em água doce ou mesmo em ambiente terrestre úmido (RUPPERT; BARNES, 1996).

Os crustáceos decápodes dulcícolas estão inseridos em duas famílias, Atyidae e Palaemonidae. Na Atyidae estão concentrados animais raspadores ou filtradores que habitam lagos, riachos e águas subterrâneas, em regiões tropicais e subtropicais. A Palaemonidae compreendem os camarões marinhos e estuarinos, e em águas interioranas, são representados por espécies dos gêneros *Palaemonetes* e *Macrobrachium* de regiões tropicais e temperadas (HOLTHUIS, 1980).

O gênero *Macrobrachium* Bate, 1868, é um dos grupos de decápodes mais amplos e estão distribuídos em regiões tropicais, estando, portanto, presentes nas Américas (VERGAMINI et al., 2011; PILEGGI et al., 2013). Nele estão inseridas 243 espécies de camarão (DE GRAVE; FRANSEN, 2011) que habitam desde águas interiores a estuarinas (HOLTHUIS, 1952).

No Brasil, estão descritos dezoito espécies do gênero *Macrobrachium*, além da espécie invasora *Macrobrachium rosenbergii* De man, 1859, sendo Norte e Nordeste as regiões que apresentam maior número de espécies (MELO, 2003). Ainda de acordo com Melo (2003), no Nordeste são descritas: *Macrobrachium acanthurus*, ***Macrobrachium amazonicum***, *Macrobrachium birai*, *Macrobrachium brasiliense*, *Macrobrachium carcinus*, *Macrobrachium denticulatum*, *Macrobrachium heterochirus*, *Macrobrachium jelskii*, *Macrobrachium nattereri* e *Macrobrachium olfersii*.

O *M. amazonicum* (Fig. 01) foi descrita pela primeira vez por Heller em 1862 (COELHO, 1963). Este camarão pertence à Ordem Decapoda, Infraordem Caridea, Família Palaemonidae e Gênero *Macrobrachium* (PINHEIRO; HEBLING, 1998). Popularmente conhecida por camarão da Amazônia, camarão canela ou sossego, o nome difere basicamente por região (VALENTIN, 2003).

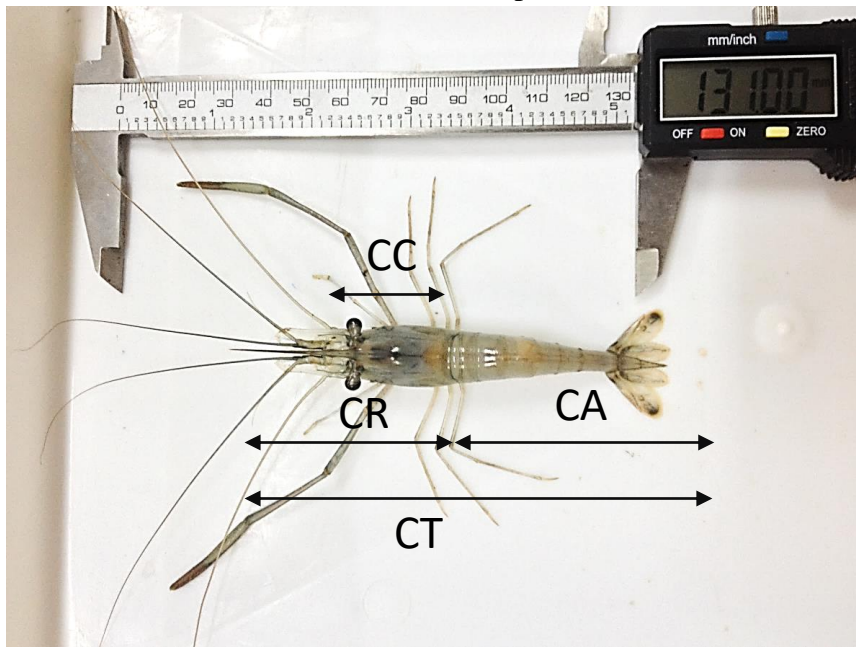
A espécie é originária da região que compreende a Bacia da Amazônia (COELHO, 1963) e atualmente está distribuída em outras bacias hidrográfica, habitando as bacias do Orinoco, do São Francisco, do Paraná, e dos rios do Nordeste e Centro-Oeste, a qual foi

introduzida pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS em 1940 para alimentação de outros organismos carnívoros, bem como para subsidiar famílias por meio da pesca (GURGEL; MATOS, 1984; HOLTHUIS, 1952; COELHO, 1963; BIALETZKI et al., 1997).

Os camarões de água doce, taxonomicamente, apresentam algumas dificuldades relacionadas principalmente à ocorrência de dimorfismo sexual e a semelhança morfológica entre algumas espécies (SAWAYA, 1946 apud COELHO, 1963). Todavia, tem sido aprimorada através de revisões criteriosas de aspectos morfológicos das espécies (MURPHY; AUSTIN, 2005; SAMPAIO et al., 2007).

As características fenotípicas do gênero *Macrobrachium* são a presença dos primeiros dois pares de pereópodes quelados, no qual o segundo par é maior que o primeiro, o carpo não subdividido e o rostro bem desenvolvido, comprido e dentado (HOLTHUIS, 1952; WILLIAMS, 1984). A presença de mandíbula com palpo tri-articulado, espinho hepático e ausência de espinho branquiostegal os distinguem das demais espécies da família Palaemonidae (HOLTHUIS, 1952). O dimorfismo sexual ocorre no segundo par de pleópodos, localizado no endopodito, em que ambos apresentam apêndices interno e os machos detém, ainda, o apêndice masculino, este ausente nas fêmeas (SILVA et al., 2007).

Figura 1 Vista dorsal do *Macrobrachium amazonicum* coletado no reservatório Cachoeira II, Serra Talhada – PE, entre jun./16 e mai./17 . Em destaque estão as medições morfométricas realizadas ao longo do corpo do animal, onde CC: Comprimento da carapaça ou cefalotórax; CR: comprimento do cefalotórax ao rostro; CA: comprimento do abdômen; CT: comprimento total.



Fonte: Autor.

O *M. amazonicum*, por sua vez, possui o rostró longo e delgado, com margem inferior contendo de oito a dez dentes distribuídos de forma irregular e superior provida de nove a doze dentes (MELO, 2003). É uma espécie que possui coloração transparente, com abdômen e carapaça lisos, e telson terminando em uma extremidade aguda com dois pares de espinhos na margem posterior, o qual o par interno não alcança a extremidade do telson (MELO, 2003). As fêmeas adultas são normalmente menores que os machos e apresentam o cefalotórax e o segundo par de quelípodos menos desenvolvidos (HOLTHUIS, 1952).

As espécies de *Macrobrachium* são dioicas, apresentam fecundação externa, fecundidade bastante variada e reprodução em diferentes estações. No período reprodutivo a fêmea realiza ecdise pré-cópula, momento este que o macho deposita o espermatóforo em sua região abdominal, e a fêmea expele os óvulos através das aberturas genitais, passando pela massa de espermatozoides e sendo fecundados. Os ovos fecundados permanecem aderidos aos pleópodos até seu desenvolvimento, onde passam por metamorfoses pelos estágios larvais e posteriormente atingem semelhança aos adultos, denominados de pós-larvas (MAGALHÃES, 1985). Este processo pode durar até 20 dias (VALENTI et al., 1989). As espécies do gênero apresentam ampla discrepância na fecundidade. O *M. brasiliense*, por exemplo, foi relatado uma média de 91 ovos/fêmea para a região da Amazônia (GARCÍA-DÁVILA et al., 2000), com desova contínua e picos de reprodução entre abril e julho, enquanto o *M. acanthurus*, 8.909 ovos/fêmea (VALENTI et al., 1989).

O *M. amazonicum* é uma espécie que apresenta potencial para o setor de produção, pois apresenta rápido crescimento, desovas contínuas ao longo do ano, rusticidade, além de boa aceitação do mercado consumidor por conter sabor e textura da carne agradável (LOBÃO, 1991). Ainda, apresenta ótimo comportamento para manutenção em cativeiro, pois não exhibe agressividade quando comparada ao *M. acanthurus* e *M. carcinus*, e possui, também, elevada imunidade (LOBÃO et al., 1991). Todavia, é considerada uma espécie pequena, podendo atingir comprimento máximo de 16 cm e pesar no máximo 30 g (VALENTI et al., 2003).

É uma espécie amplamente explorada principalmente na região Norte do país, sendo uma importante fonte de alimento e renda para as populações dos estados da Amazônia e Pará, tendo fortalecido a economia local por meio de sua elevada comercialização (SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2017)

Diversos trabalhos foram desenvolvidos para compreender os mais variados aspectos reprodutivos das espécies contidas nesse gênero. Ammar et al. (2001) afirmam que a reprodução ocorre de forma contínua ao longo do ano para o *M. olfersii*, sendo que a espécie atinge maturidade a partir dos 21,2 mm de comprimento total, podendo o número de ovos variar entre 400 a 9 mil ovos. Para o *M. acanthurus*, Valenti et al. (1989) encontraram a fecundidade variando entre 700 e 17 mil ovos. Para o *M. rosenbergii*, Pinheiro e Hebling (1998) observaram reprodução contínua com elevação da fecundidade quando as condições ambientais favoreciam o amadurecimento gonadal e sobrevivência da prole. Gomes et al. (1979) e Giovannetti (2010) caracterizaram o ciclo vitelogenético das espécies *M. acanthurus* e *M. olfersii*, respectivamente, e detalharam as etapas de desenvolvimento ovariano.

Dentre os estudos com afinidade a este trabalho sobre o *M. amazonicum*, Odinetz-Collart (1991), Odinetz-Collart e Moreira (1993) e Pinheiro e Hebling (1998) abordaram aspectos relacionados à ecologia, biologia e estratégia de reprodução em ambientes naturais; Ribeiro (2006) descreveu o desenvolvimento ovocitário e a caracterização hormonal durante as fases de maturação gonadal; Sampaio et al. (2007) realizaram estudo sobre o ciclo reprodutivo das fêmeas; Rocha (2010) analisou a fecundidade e fertilidade; Moraes-Riodades e Valenti (2002) e Silva et al. (2007) abordaram os aspectos sobre o crescimento relativo em viveiros e em ambiente natural; e outros trabalhos descrevem o desenvolvimento larval (MAGALHÃES, 1985; LOBÃO et al., 1987).

O tamanho de maturidade para decápodes pode ser estimado utilizando a maturidade fisiológica e morfológica. A fisiológica pode ser determinada através do estudo de aspectos reprodutivos, como a observação do desenvolvimento das gônadas (LINHARES, 2010). Esta pode ser utilizada para determinar o período e o tamanho em que o animal atinge a maturidade, podendo ser reconhecida pela análise histológica (CASTIGLIONI et al., 2006). A fecundidade é outro elemento importante, pelo qual é possível avaliar os estoques naturais e auxiliar em planos futuros no cultivo de espécies de camarões de água doce (VALENTI et al., 1989).

Informações do aspecto morfológico das estruturas reprodutivas assim como estudos bioquímicos e fisiológicos são válidos para elucidar tanto o ciclo reprodutivo quanto os mecanismos do processo reprodutivo dos crustáceos (PAPA, 2007). Entender a biologia reprodutiva é essencial para avaliar o potencial de um animal na natureza, até mesmo para ser inserido na aquicultura, para os manejos de cultivos e para definir estratégias de preservação



da biodiversidade na exploração racional dos estoques naturais, evitando, em consequente, os riscos do seu esgotamento (MOSSOLIN; BUENO, 2002), além de ser determinante para compreensão da dinâmica populacional de uma espécie (NUNES, 2011).

Embora seja encontrado na literatura um grande acervo sobre o gênero, ainda não há legislação específica para o ordenamento pesqueiro desta espécie (LIMA e SILVA, 2016). Segundo a classificação da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza), esta é uma espécie abundante e pouco preocupante, classificada por De Grave (2013) na lista vermelha de espécies ameaçadas. No entanto, sinais de iminentes sobreexplorações já foram sinalizados para outras regiões, como Pará e Amapá relatados por Freire et al. (2012) e Lima et al. (2014), respectivamente. Nesse sentido, estudar os aspectos reprodutivos e estimar o tamanho de primeira maturação, bem como determinar um tamanho mínimo de captura, é uma ação necessária para avaliar e equilibrar os estoques dessas distintas populações onde são encontradas. Assim, buscou-se conhecer esses aspectos para uma população que se desenvolve na mesoregião do sertão pernambucano.

## **OBJETIVO**

### **Objetivo geral**

Analisar os parâmetros morfométricos da população e descrever os aspectos reprodutivos das fêmeas do camarão *M. amazonicum* do reservatório Cachoeira II, localizado no município de Serra Talhada- PE, sugerindo medida de manejo sustentável.

### **Objetivos específicos**

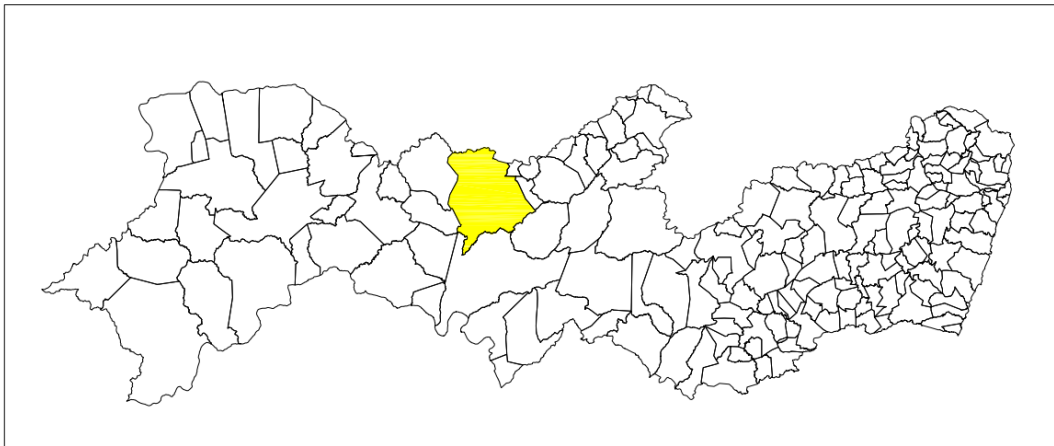
1. Determinar as relações morfométricas da espécie;
2. Descrever os estágios de desenvolvimento dos ovários das fêmeas macroscopicamente e microscopicamente;
3. Estimar a fecundidade das fêmeas de *M. amazonicum*;
4. Identificar o tamanho de primeira maturação gonadal das fêmeas do *M. amazonicum*;
5. Identificar período reprodutivo das fêmeas de *M. amazonicum*;
6. Sugerir medida de manejo para a exploração sustentável do recurso.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e caracterização geral do local de estudo

O local de estudo está inserido no município de Serra Talhada - Pernambuco, (Fig. 02), mesorregião do sertão pernambucano. Limita-se geograficamente, ao Norte pelo estado da Paraíba, ao Sul pela cidade de Floresta, a Leste pelos municípios de Santa Cruz da Baixa Verde, Calumbi e Betânia e a Oeste por São José do Belmonte, Mirandiba e Carnaubeira da Penha. Pode ser localizado pelas coordenadas 9.097.129 kmN e 586.198 kmE a uma altitude de 429 m (CPRM, 2005). Está, aproximadamente, a 415 km da capital do estado, Recife. Classifica-se, de acordo com a escala Köppen, como semiárido e muito quente, ocorrendo estação chuvosa do verão ao outono, mas sem regularidade (FERNANDES et al., 2009).

Figura 2 Mapa do estado de Pernambuco, com destaque (em amarelo) para a localização do município de Serra Talhada.

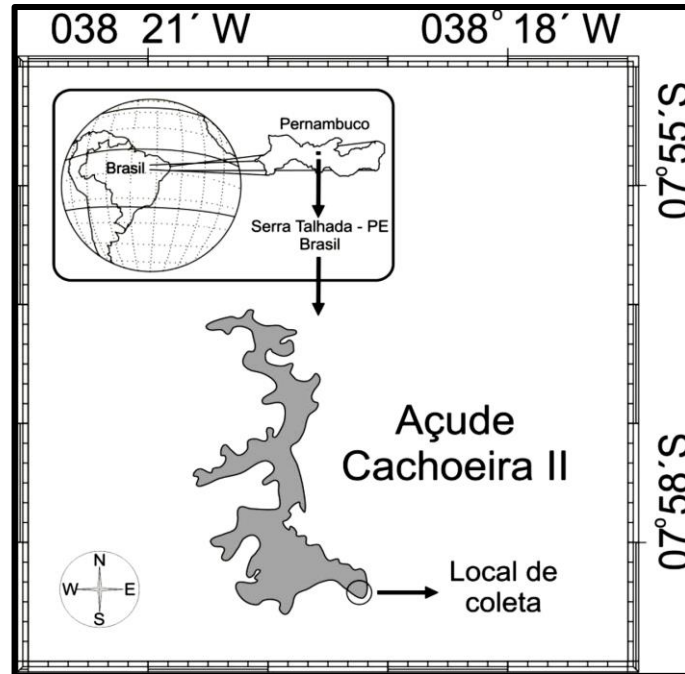


Fonte: CPRM – Geologia do Brasil.

O reservatório Cachoeira II (Fig. 03) está localizado na coordenada média latitudinal  $07^{\circ} 57' 00''$  S e longitudinal média de  $038^{\circ} 20' 00''$  W. Segundo a Agência Pernambucana de Águas e Climas, possui capacidade para  $21.031.145 \text{ m}^3$  d'água e atualmente (2017), encontra-se com apenas 3,92% ( $825 \text{ m}^3$ ), aproximadamente, da sua capacidade máxima.

Segundo Christofolletti (1980, apud Ferreira et al. 2010), as águas do Reservatório Cachoeira II convergem para o Rio Pajeú, afluente este, a margem esquerda do Rio São Francisco. Por possuir drenagem interna não escoando diretamente até o oceano, é classificada como endorréico (FERREIRA et al., 2010).

Figura 03 Localização geográfica do Reservatório Cachoeira II no município de Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. O círculo denota o local de coleta dos espécimes.



Fonte: Leite, 2015 (Coautor).

#### **Amostragem (coleta)**

As coletas ocorreram mensalmente entre junho de 2016 e maio de 2017. Foram realizadas por meio de covos artesanais, confeccionados com garrafas de Polietileno Tereftalato – PET, contendo apenas uma abertura superior com 22 mm de diâmetro e perfurada lateralmente para circulação e oxigenação do meio. Esse apetrecho foi disposto próximo à vegetação local no fim da tarde e recolhido na manhã seguinte, com duração média de doze horas.

Após coleta, os indivíduos foram crioplanados em temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  com duração média de vinte minutos e submetidos a identificações por meio da chave sistemática sugerida por Melo (2003).

#### **Proporção e relações biométricas**

Para identificação e análise da proporção sexual, foi utilizado o teste de proporção, que utiliza a distribuição Z (Zar, 2010).

Os exemplares foram mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax (CC), medida padronizada entre a região posterior do cefalotórax até a região interorbital direita do animal, comprimento final do cefalotórax até a extremidade do rosto (CR), e comprimento total (CT) – da extremidade distal do rosto até a extremidade oposta, telson – utilizando

paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Mensurou-se ainda, o peso (P, precisão de 0,0001g).

Para analisar o crescimento relativo da espécie, foi utilizada a função linear  $y = \beta_0 + \beta_1 x$  para a relação entre Comprimento Total e Comprimento Cefalotórax (CTxCC); para Comprimento Total e Comprimento do cefalotórax ao Rostro (CTxCR); e para Comprimento do Cefalotórax e Comprimento Abdominal (CCxCA). Foi utilizado a função potência  $y = \beta_0 x^{\beta_1}$  para a relação entre Comprimento Total e Peso (CTxP), onde CT e CC foi considerada a variável independente e CC, CR, CA e P as variáveis dependentes, sendo “ $\beta_0$ ” a constante de intercepto no eixo das ordenadas de cada equação, e  $\beta_1$  a constante de crescimento alométrico de cada equação. Ainda, foi observado o coeficiente de determinação “ $R^2$ ”. O grau de alometria para CTxCC, CTxCR e CCxCA foi analisado através da classificação ( $\beta_1=1$ : isometria;  $\beta_1 < 1$ : alometria negativa;  $\beta_1 > 1$ : alometria positiva) e para CTxP ( $\beta_1=3$ : isometria;  $\beta_1 < 3$ : alometria negativa;  $\beta_1 > 3$ : alometria positiva).

Para comparação entre as curvas logísticas dos exemplares de machos, fêmeas e fêmeas ovígeras na relação de CTxP, CTxCC, CCxCA e CTxCR, foi utilizado o teste W para comparação dos parâmetros do modelo, que se baseia na máxima verossimilhança e utiliza a distribuição de qui-quadrado (MENDES, 1999).

### **Fecundidade e período reprodutivo**

A fecundidade foi baseada na captura de fêmeas ovígeras durante todo o período de estudo. Os ovos foram removidos dos pleópodos com auxílio de pinça e conservados em álcool a 70% até o processo de contagem.

Para estimar a fecundidade, mensurou-se a massa de ovos total e depois foi removida uma alíquota para pesagem e contagem com o auxílio de um microscópio estereoscópico. Para estimar o número de ovos, relacionaram-se os valores divididos em dois pares de mesma grandeza e unidade interdependentes.

Para analisar a fecundidade em função das classes de tamanho das fêmeas (CT) foi inicialmente testada a normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk). Uma vez que os dados não se apresentaram normais ( $p < 0,05$ ), foi então utilizada ANOVA não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis) seguido do teste de Student Newman Keuls para comparação das medianas (ZAR, 1984) do número de ovos por classe de tamanho.

Para identificar o período de reprodução, foi observado o percentual de fêmeas ovígeras ao longo do ano. Esse percentual foi também relacionado com o índice pluviométrico da região para identificar possível relação. Os dados pluviométricos foram obtidos por meio da Agência Pernambucana de Águas e Climas - APAC.

### **Desenvolvimento ovariano**

Para a identificação macroscópica do estágio de maturação, foi removida a estrutura rígida que protege os órgãos com auxílio de uma pinça e identificados aspectos de tamanho, volume e coloração em RGB sugerida por Robinson et al. (1995).

Para a identificação microscópica do estágio do órgão, houve a fixação em solução de Davidson, com duração média de 24 horas, logo após foram submetidos à rotina histológica padrão, emblocados em parafina, cortados a 5  $\mu\text{m}$ , e corados com Hematoxilina - Eosina (HE) pelo método adaptado de Junqueira e Junqueira (1983). Ao analisar as células reprodutivas e demais componentes celulares e acelulares, foram estabelecidos os estágios de desenvolvimento microscópicos.

Para analisar o tamanho dos espécimes entre os estágios de desenvolvimento, inicialmente foi testada a homocedasticidade (teste de Bartlett). Uma vez que os dados não foram homocedásticos, foi então utilizada ANOVA não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis) seguido do teste de Student Newman Keuls para comparação das medianas (ZAR, 1984).

### **Tamanho de primeira maturação e $CC_{50}$**

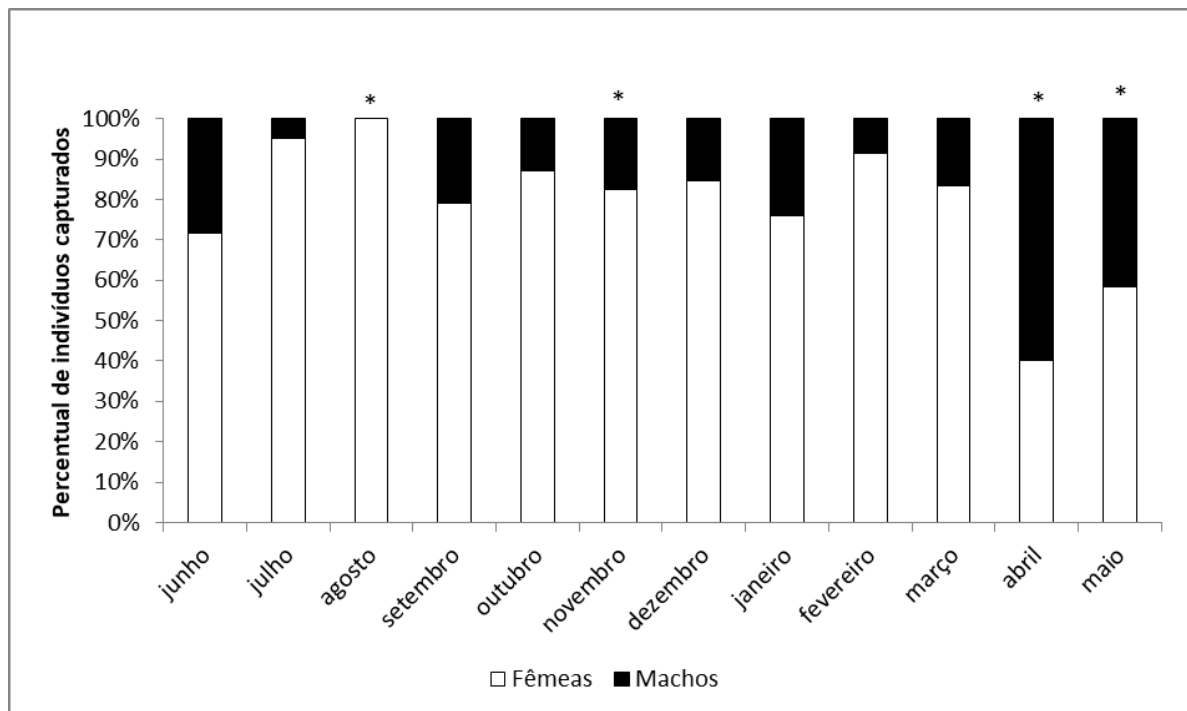
Para definir o tamanho de primeira maturação, foi considerado o comprimento da carapaça mínimo atingido pelas fêmeas ovígeras, como o tamanho no qual estas se apresentavam potencialmente maduras (López Greco e Rodríguez, 1999). Além disso, foi calculada a maturidade de acordo com a classe de comprimento da carapaça, sendo classificados em adultos todos os exemplares que já iniciaram o ciclo reprodutivo, com base nas análises histológicas. Foi utilizada então a frequência relativa dos adultos, através de modelo logístico:  $Mf = 1/(1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 CC)})$  onde  $f$  é a porcentagem das fêmeas aptas à reprodução e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  as constantes do modelo (Mendes, 1999).

## RESULTADOS

### Proporção sexual e relações biométricas

Foram analisados 432 (quatrocentos e trinta e dois) espécimes de *M. amazonicum*, sendo 86 (oitenta e seis) machos e 346 (trezentos e quarenta e seis) fêmeas, conferindo à população estudada, uma proporção sexual entre machos e fêmeas de 1:4. Por meio do teste estatístico de proporção foi observada diferença significativa nessa razão em todos os meses (Fig. 04).

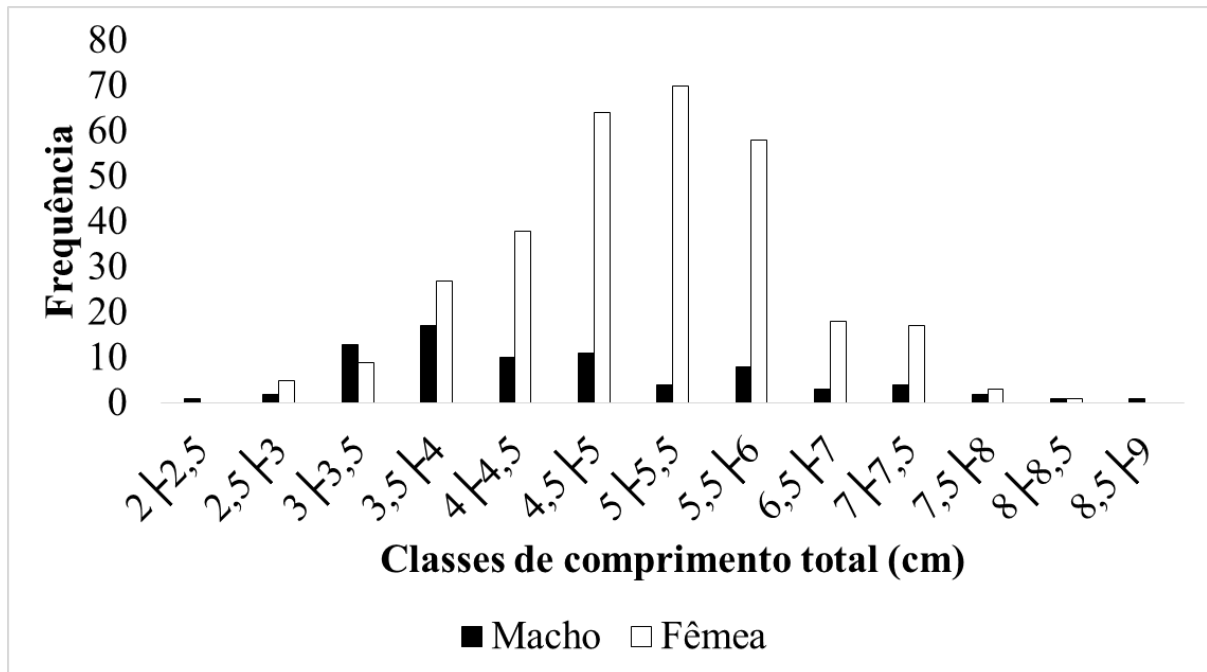
Figura 04 Proporção sexual entre machos e fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* coletados no reservatório Cachoeira II, Serra Talhada – PE, entre junho de 2016 a maio de 2017. As barras brancas indicam o percentual de fêmeas capturadas no mês. Pretas, percentual dos machos. Os meses em que apresentam “\*” indicam a não realização do teste de proporção que utiliza a distribuição “Z” pelo “n” amostral ser inferior a vinte, requisito para o processamento dos dados.



Fonte: Autor.

Tratando-se das relações morfométricas, o comprimento total dos machos variou de 23,26 a 87,13 mm e as fêmeas de 28,96 a 80,63 mm, sendo as classes intermediárias predominadas por espécimes fêmeas, demonstrados no histograma a seguir (Fig. 05).

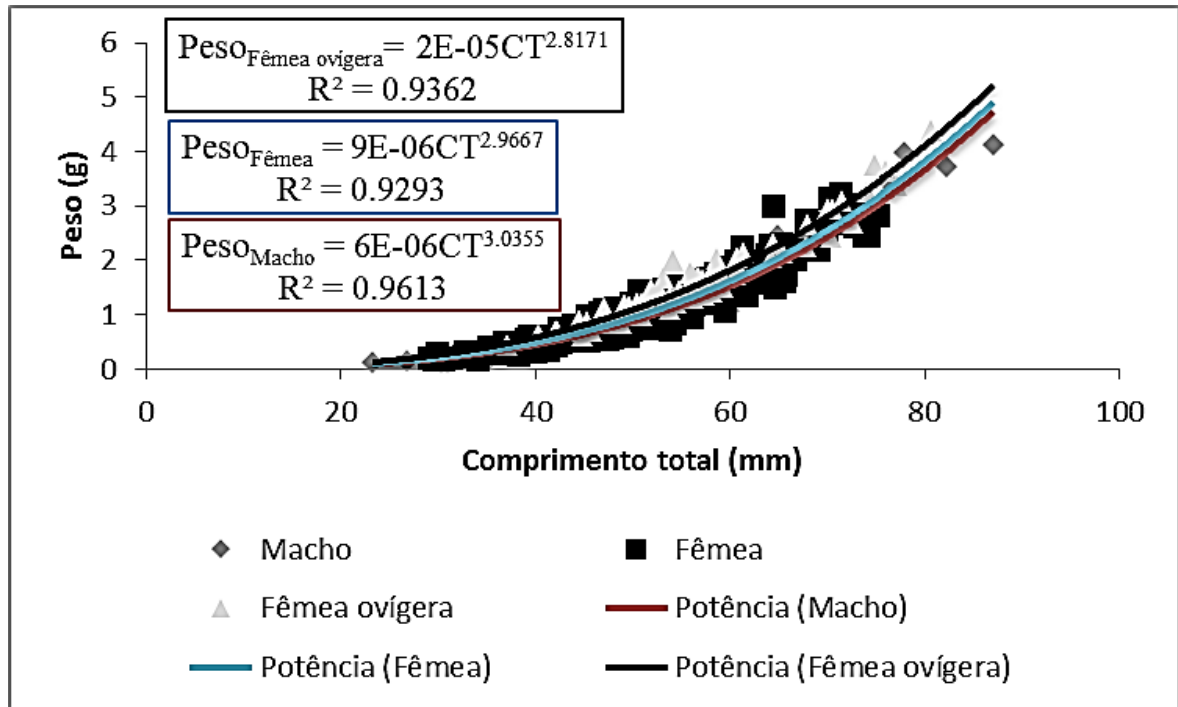
Figura 5 Frequência de *M. amazonicum* coletado no reservatório Cachoeira II, entre junho de 2016 a maio de 2017. As barras pretas indicam a frequência de machos por classe. As brancas, fêmeas.



Fonte: Autor.

Na relação entre CTxP, foi observada diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre os três grupos amostrados (macho, fêmea e ovígeras), portanto, foi definida uma equação para cada grupo, os quais apresentam “R<sup>2</sup>” superior a 0,90, indicando elevada confiabilidade no modelo gerado (Fig. 06). Os machos apresentam alometria positiva ( $\beta_1 > 3$ ), indicando que à medida que aumenta o comprimento total do corpo, aumenta a biomassa em uma proporção relativamente maior. Os demais grupos (fêmeas e ovígeras), alometria negativa ( $\beta_1 < 3$ ), indicando que crescem em uma proporção maior que o acúmulo de biomassa.

Figura 6 Relação entre comprimento total e peso dos indivíduos. O grupo dos machos (•) indica por meio do coeficiente alométrico ( $\beta_1 = 3.0355$ ), alometria positiva. O grupo das fêmeas (■) e ovígeras (▲) indicam através do coeficiente alométrico menor que três, alometria negativa. A linha contínua em cor vinho representa a tendência do grupo masculino. Azul, fêmea. Preta, ovígeras. Dados do *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017.



Fonte: Autor.

Para todas as relações expostas na Tabela 1 houve diferença estatística significativa ( $p < 0.05$ ) ao comparar machos e fêmeas. Foi, portanto, estabelecida uma equação para cada relação. Ainda, a relação entre CT e as demais variáveis apresentaram alometria negativa, indicando que à medida que os valores do eixo das abscissas (eixo “x”) aumenta, os valores das ordenadas (eixo “y”) aumenta em uma proporção menor. Nas relações do CC x CA, observou-se alometria positiva, indicando que o comprimento do abdômen aumenta numa proporção maior que o cefalotórax, independente do sexo.

Tabela 1 Equações de regressão para as relações de CT (comprimento total) com as variáveis CC = comprimento do cefalotórax; CR= comprimento do cefalotórax ao rosto; e CA = comprimento do abdômen, coletados no Reservatório Cachoeira II, Serra Talhada – PE, entre junho de 2016 a maio de 2017. F = fêmeas, M = machos;  $R^2$  = coeficiente de determinação; Alometria: [(+) alometria positiva, (-) alometria negativa]. Estatisticamente houve diferença significativa ( $p < 0.05$ ) para todas as relações entre os sexos.

Relações morfométricas	Sexo	$R^2$	Modelo linear	Alometria
			$Y = \beta_0 + \beta_1 X$	
CT x CC	F	0.94	$CC = 0.2222CT - 0.5001$	-
CT x CC	M	0.97	$CC = 0.238CT - 1.5405$	-
CT x CR	F	0.97	$CR = 0.5131CT - 2.6265$	-
CT x CR	M	0.99	$CR = 0.5247CT - 2.9309$	-
CC x CA	F	0.92	$CA = 2.0745CC + 5.019$	+
CC x CA	M	0.96	$CA = 1.9541CC + 6.4322$	+

Fonte: Autor.



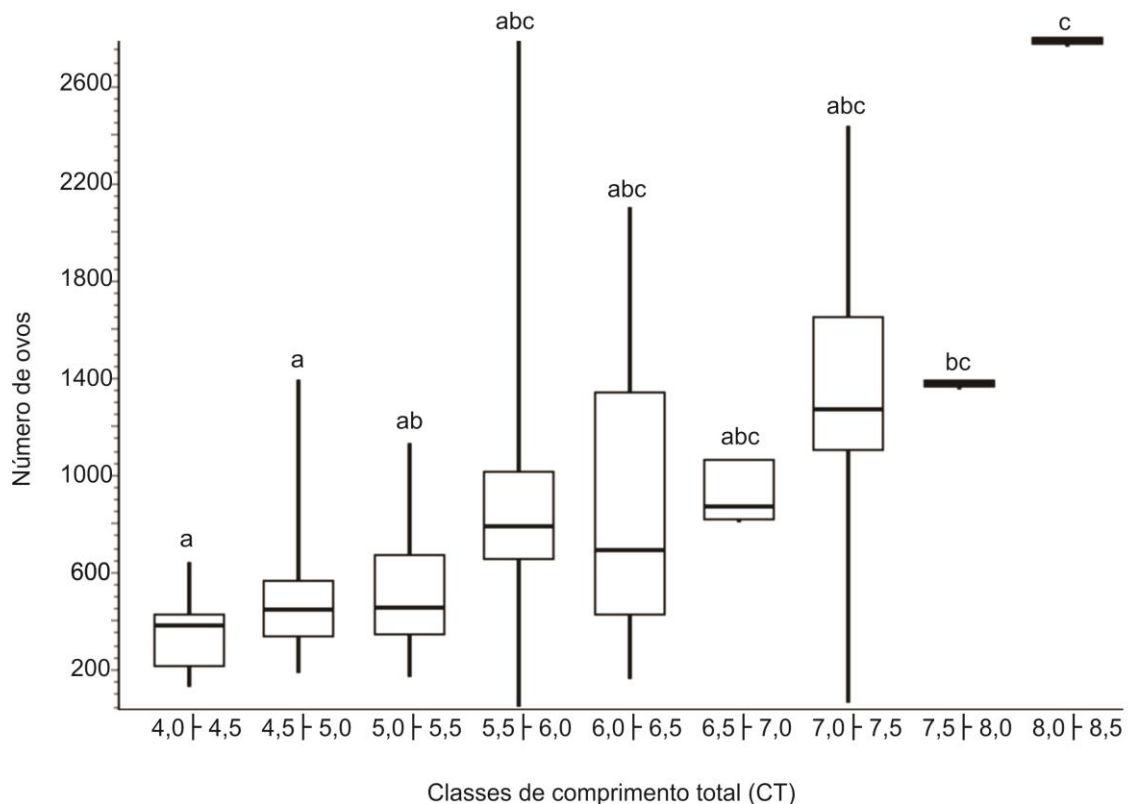
## Fecundidade

O comprimento total das fêmeas ovígeras analisadas variou entre 40,0 mm e 80,63 mm, sendo encontrados de 128 a 2724 ovos por fêmea, com média e desvio padrão de  $685 \pm 360$  ovos.

No histograma (Fig. 07) foram definidas classes de comprimento e relacionada com a fecundidade. Através da análise estatística foi observado que existem classes que diferem estatisticamente, havendo um significativo aumento no tamanho do número de ovos à medida que as classes de tamanho aumentam.

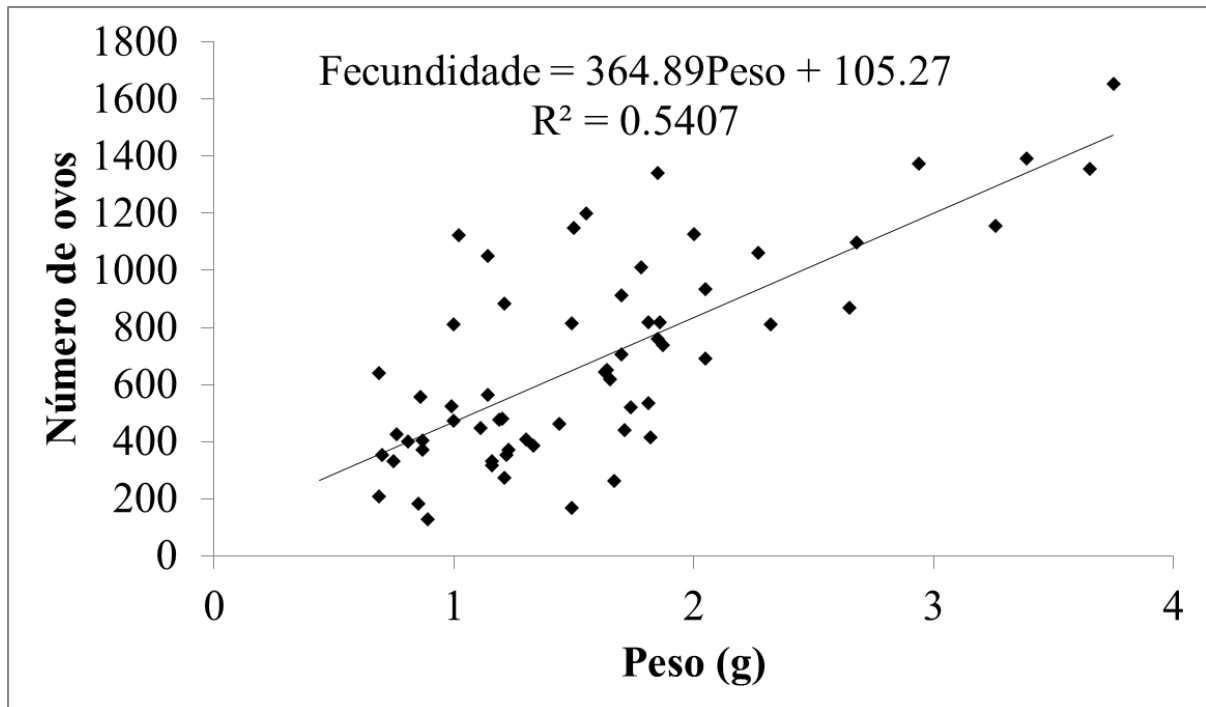
Por meio da regressão linear foi possível observar uma correlação entre o peso das fêmeas e número de ovos (Fig. 08). A cada centímetro crescido, há um aumento no número de ovos de aproximadamente 312 vezes. Na relação entre peso e número de ovos, o aumento no número de ovos foi ainda maior, aproximadamente 365 vezes a cada grama. Todavia, é válido ressaltar que indivíduos de mesmo tamanho ou peso apresentaram quantidade de ovos bastante variada.

Figura 7 Relação entre classes de comprimento total e número de ovos incubados, no qual exhibe a observação máxima (barra superior), observação mínima (barra inferior), terceiro quartil (topo da caixa), primeiro quartil (fundo da caixa) e mediana (barra interna). Na horizontal, letras distintas indicam diferença estatística. Dados *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017.



Fonte: Autor.

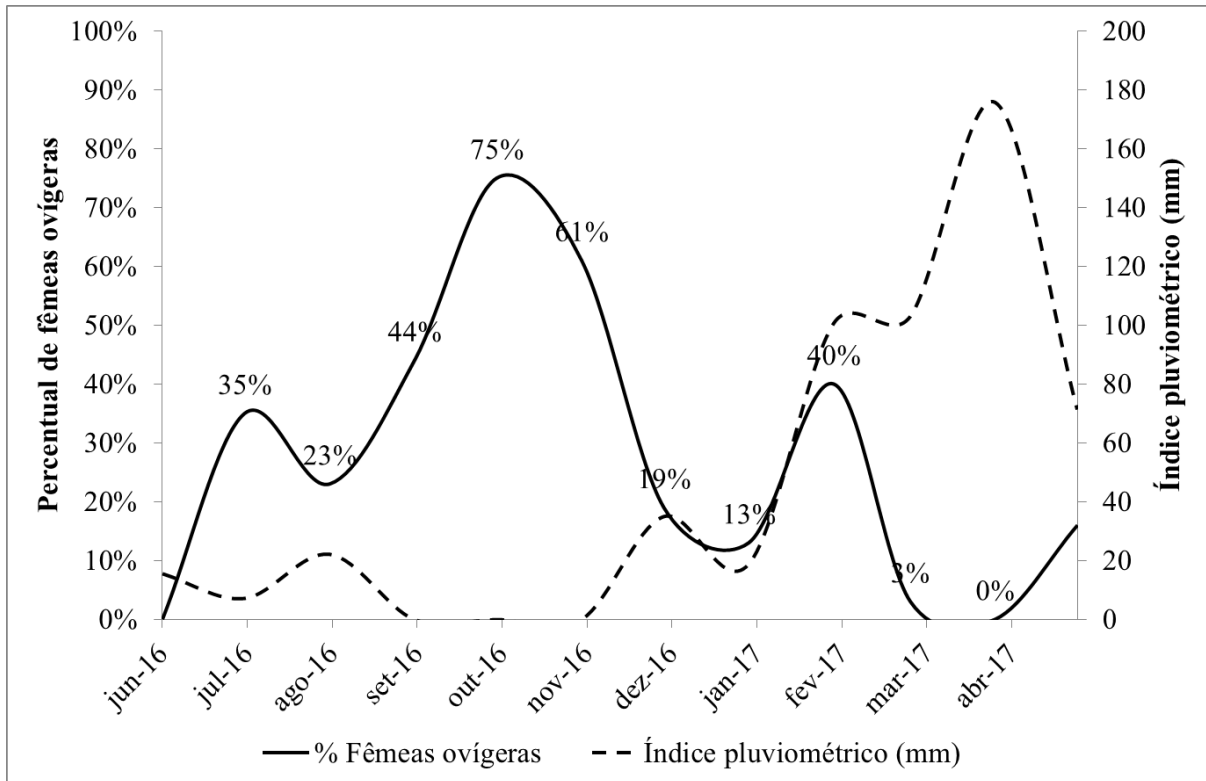
Figura 8 Relação entre peso e número de ovos de *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017.



Fonte: Autor.

Analisando a influência do índice de chuva sobre a reprodução do *M. amazonicum*, foi possível perceber que aparentemente existe uma relação inversa, indicando que à medida que o nível pluviométrico se eleva, o percentual de fêmeas ovígeras se reduz (Fig. 09). Foi observada ainda a presença de fêmeas ovígeras em quase todos os meses do ano, sendo os meses de setembro a novembro e fevereiro, os picos reprodutivos da espécie. Assim, sugere-se que o período reprodutivo seja classificado como sazonal contínuo.

Figura 9 Índice pluviométrico e percentual de fêmeas ovígeras de *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017.



Fonte: Autor.

### Desenvolvimento ovariano

Os ovários são órgãos pares, que se apresentaram, inicialmente, de tamanho reduzido sobre a região posterior do hepatopâncreas, próximo ao coração. À medida que amadurecem, aumentam o volume podendo alcançar o primeiro segmento abdominal e o início rostral próximo à base do pedúnculo ocular, recobrando parcialmente o estômago. Visualmente, sua textura é alterada seguindo a proporção de amadurecimento, sendo possível observar a formação dos oócitos a olho nu, quando desenvolvidos. Foi observado ainda, o aparecimento de cromatóforos na superfície dorsal do órgão.

Nesse sentido, foram classificados seis estágios macroscópicos e descritos:

**I. Não desenvolvido:** ovários com coloração translúcida sendo o órgão de menor tamanho. O comprimento total mínimo (CTmi) e máximo dos indivíduos nesta fase foi de 29,5 e 58,9 mm (Fig. 10).

**II. Em desenvolvimento inicial:** coloração esbranquiçada (RGB: 223-255-187) e maior volume em comparação ao estágio anterior. CTmi e máx. foi de 43,0 e 59,7 mm.

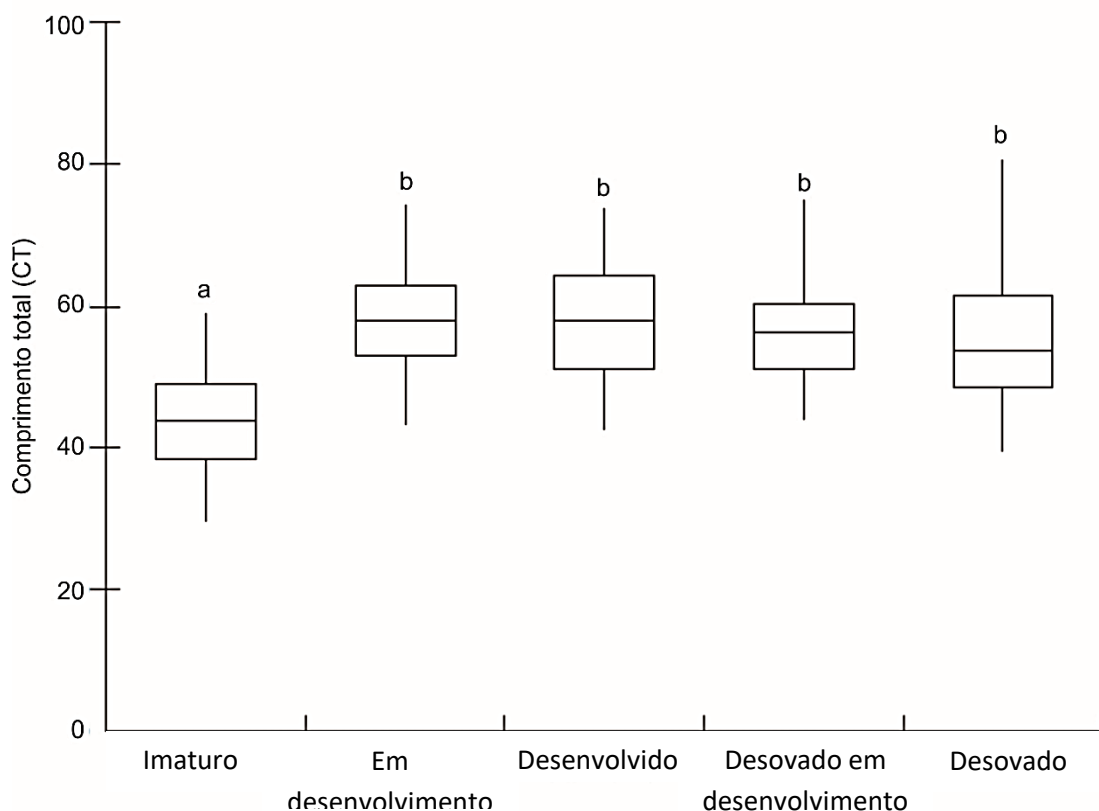
**III. Em desenvolvimento avançado:** coloração esverdeada (RGB: 156-254-136) e volume ainda maior, apresentando cromatóforos no dorso do órgão. CTmi e máx. foi de 60,4 e 74,2 mm.

**IV. Desenvolvido:** coloração verde intenso (RGB: 39-95-31) sendo o maior volume que o órgão pode atingir, com grande quantidade de cromatóforos. CTmi e máx.: 42,3 e 73,6 mm.

**V. Desovado - em maturação:** ovários com características do 3º ou 4º estágio, entretanto, apresentam ovos na câmara incubadora. CTmi e máx.: 43,8 74,9 mm.

**VI. Desovado:** semelhantes ao 1º ou 2º estágio, entretanto, apresenta aspecto flácido e grande acúmulo de cromatóforos na superfície. CTmi e máx.: 39,9 e 80,3 mm.

Figura 10 Relação entre estágio de maturação e comprimento total, no qual exibe a observação máxima (barra superior), observação mínima (barra inferior), terceiro quartil (topo da caixa), primeiro quartil (fundo da caixa) e mediana (barra interna). Na horizontal, letras distintas indicam diferença estatística. Dados *M. amazonicum* coletado no reservatório cachoeira II, em Serra Talhada – PE entre junho de 2016 a maio de 2017.



Fonte: Autor.

Microscopicamente foi observado que o desenvolvimento das células reprodutivas se modifica a partir dos estágios iniciais que são localizados no centro do órgão (zona germinativa) e conforme as células amadurecem avançam para a periferia (zona de

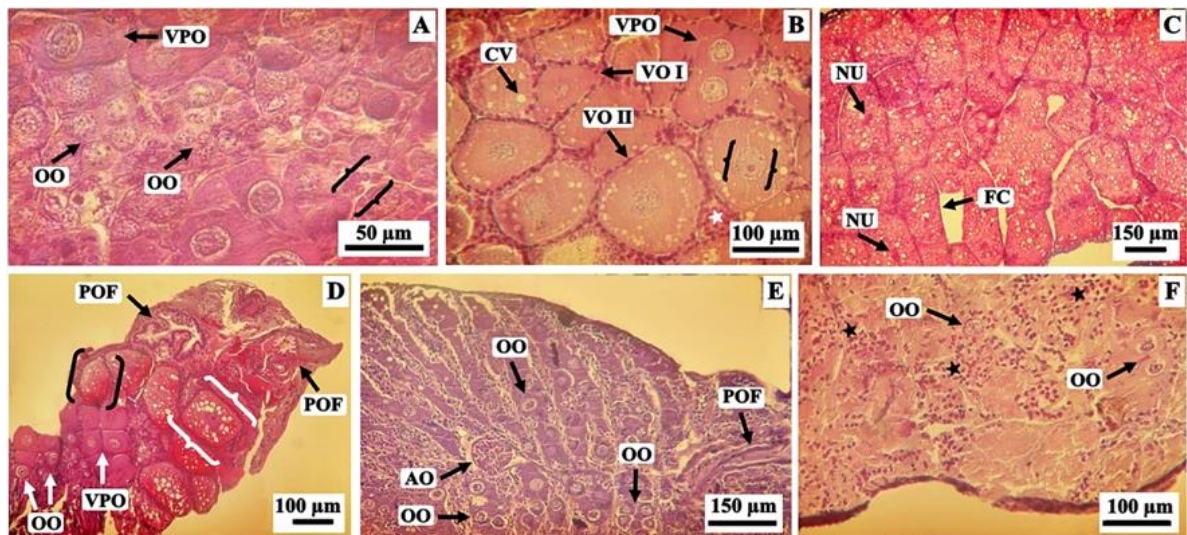
maturação). Nos espaços entre as células reprodutivas, existem células foliculares que auxiliam no processo de vitelogênese. Inicialmente as células reprodutivas apresentam características basófilas e posteriormente, na zona de maturação, acidófilas. Os núcleos, nucléolos e células foliculares são estruturas continuamente basófilas, variando apenas o grau de intensidade.

Nos ovários, foi possível perceber uma zona germinativa que é caracterizada como a fase mais jovem das células reprodutivas. Nela, existem **oogônias** que são caracterizadas pelo formato esférico, com escassez de citoplasma, agranular, sendo altamente basófila. Ainda nessa zona, existe **oócitos pré-vitelogênicos** que se caracterizam por serem células mais desenvolvidas que as oogônias, ainda com caráter basófilo e agranular, porém com aumento citoplasmático e formato elipsoidal. Em sua adjacência, estão presentes células foliculares em pequena quantidade. Na zona de maturação, quando existente, estão concentrados **oócitos vitelogênicos** que apresentam forma irregular, citoplasma mais desenvolvido e volumoso, além de grânulos de vitelo e vesículas citoplasmáticas apresentando acidofilia. Nessa zona, existem cordões de células foliculares bem evidentes. Os **oócitos maduros** têm características acidófilas, exibem citoplasma extremamente volumoso, manifestado completamente por grânulos de vitelo e vesículas citoplasmáticas transparentes, com núcleo diminuto de caráter basófilo. Em volta dos oócitos maduros estão células foliculares justapostas. Observou-se ainda a presença de **oócitos atrésicos**, com aspecto irregular e desorganizado, resultante da não liberação do oócito maduro, estando em reabsorção pelo organismo. Após a liberação dos OM para serem fecundados, os ovários exibem os **folículos pós-ovulatórios**, observados em alguns exemplares, onde se caracterizaram como revestimentos celulares que antes circundavam os oócitos e dessa forma se apresentam como cordões de células foliculares dispersos na região periférica do órgão (Fig. 11).

Diante das células nos ovários de *M. amazonicum*, aliado à análise macroscópica, foram identificados seis estágios de maturação, sendo eles: **I. Imaturo**: gônada apresentando apenas zona germinativa, composta por OO e OPV. Apresenta aspectos do 1º estágio macroscópico. **II. Em maturação**: gônada composta por OV em fase inicial e avançada na zona de maturação. Relacionado ao 2º estágio macroscópico, no estágio mais inicial e ao 3º na fase mais avançada. **III. Maduro**: gônada com predomínio de OM na zona de maturação. Relacionado ao 4º estágio macroscópico. **IV. Desovado em maturação**: zona de maturação composta por OV e/ou OM, apresentando folículos pós-ovulatórios e com as características

do 5° estágio macroscópico. **V. Desovado:** gônada composta por eventuais folículos pós-ovulatórios e, esporadicamente, AO na zona de maturação, com aspectos macroscópicos equivalentes ao 6° estágio. **VI. Repouso:** gônada repleta de células foliculares de maneira dispersa e apenas OO e eventuais OPV. Também apresenta características do 6° estágio macroscópico. Independentemente do estágio, os ovários exibiram uma zona germinativa com OO e OPV, demonstrando a existência de um estoque de reserva celular (Fig. 11).

Figura 11 Ovários de *Macrobrachium amazonicum* em diferentes estágios de maturação, capturado no reservatório Cachoeira II, entre jun/16 a mai/2017. (A) Imaturo: exibição de oogônias (OO) e oócito pré-vitelogênico (VPO), bem como células foliculares { }. (B) Em maturação: exibição de oócito pré-vitelogênico (VPO), oócito vitelogênico (VO) em diferentes estágios, discreta formação de células foliculares (\*) e formação de vesícula citoplasmática (CV). Núcleo e nucléolo evidentes (entre { }). (C) Maduro: exibição de células foliculares (FC) formando um revestimento ao redor dos oócitos de forma discreta devido ao seu nível de junção e achatamento, e núcleos diminutos (NU). Os diversos pontos diminutos não corados caracterizam as vesículas citoplasmáticas. (D) Desovado em maturação: mostra de oogônias exibindo seus núcleos e nucléolos (OO), oócitos pré-vitelogênicos (VPO), oócito vitelogênico inicial (entre [ ]), oócito vitelogênico avançado (entre { }) e folículos pós-ovulatórios (POF). (E) Desovado: exibição de oogônias (OO), oócito atresico (AO) e folículo pós-ovulatório (POF). (F) Repouso: oogônias (OO) e células foliculares (\*). Coloração: Hematoxilina-Eosina.

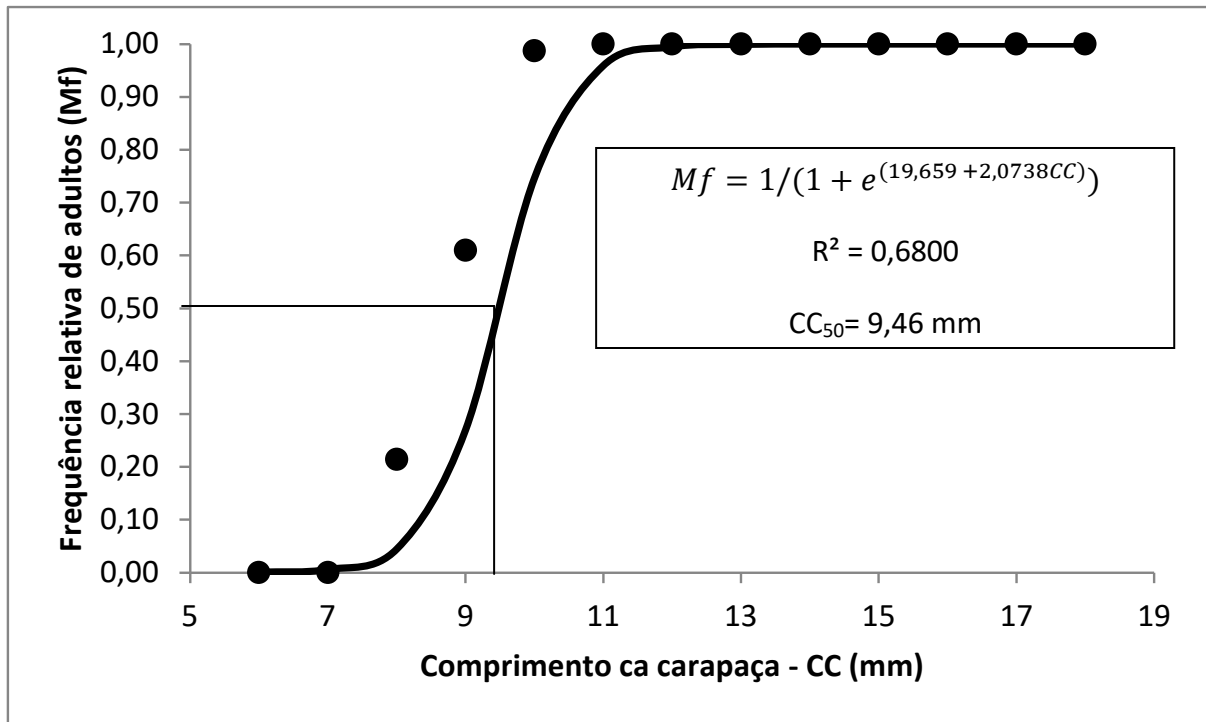


Fonte: Ventura et al., 2018 (Coautor).

### Tamanho de primeira maturação gonadal ( $CC_{50}$ )

Foram identificadas 293 fêmeas adultas e 53 fêmeas jovens de *M. amazonicum*. Logo após foi obtida a curva sigmoide (Fig. 12) representada pela equação  $Mf = 1/(1 + e^{(19,659 + 2,0738CC)})$ , com coeficiente de determinação  $R^2 = 0,6800$ . A partir dessa equação, estimou-se o tamanho de primeira maturação para as fêmeas de *M. amazonicum* de 9,46 mm de comprimento da carapaça.

Figura 12 Tamanho de primeira maturação (CC<sub>50</sub>) para fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* capturadas no reservatório Cachoeira II, Serra Talhada – PE, entre junho de 2016 a maio de 2017.



Fonte: Autor.

## DISCUSSÃO

O *M. amazonicum* é uma espécie que apresenta ampla plasticidade fenotípica, sendo capaz de ocupar diferentes habitats para garantir a flexibilidade ecológica. Fatores ambientais como chuva, inundações, fluxo de água, temperatura, distância de água salobra, além da competição intra-específica, são elementos que podem influenciar na estratégia reprodutiva, taxa de crescimento, tamanho dos ovos, entre outros aspectos, que são fortemente dependentes do ambiente (SILVA, 2014).

A predominância de fêmeas na população de *Macrobrachium amazonicum*, assim como encontrado no presente estudo, também é retratada por Lima et al. (2014), Lima e Silva (2015) e Costa et al. (2016), os quais associam a uma tendência natural do processo reprodutivo da espécie, as quais procuram ambiente mais protegido (macroalgas) para realização da atividade e dessa forma se tornam alvo mais fácil de captura. Nesse sentido, a disposição do apetrecho em micro-habitat ocupado preferencialmente por fêmea, pode ter influenciado neste resultado. Entretanto, Rocha et al. (2015) citam que essa característica tem sido amplamente relatada em populações que habitam ambientes lênticos, sendo que muitos fatores podem interferir (longevidade, migração, mortalidade etc.), necessitando, dessa forma, de estudos relacionados ao acoplamento e condições ecológicas.

Neste estudo, os machos capturados atingiram comprimentos máximos superiores aos das fêmeas. Esse fato é comumente relatado em diversas localidades estudadas. No Pará, Silva (2002) obteve comprimento máximo de 14,1 cm (♂). Na Bahia, Borges (2003) relatou 17,8 cm (♂) e Silva et al. (2007) no Pará, obtiveram 14,4 cm (♂). Diferentemente de todos estes relatos, o comprimento máximo neste estudo foi de 8,7 cm (♂). De acordo com Valenti (2002), essa é uma tendência das espécies do gênero *Macrobrachium* e, peculiarmente, dos machos. Desenvolve-se mais que as fêmeas, bem como prolongam o comprimento do cefalotórax e do segundo quelípodo. O fato da espécie ter atingido menor comprimento quando comparado às demais localidades, pode estar relacionado às características do ambiente estudado, como disponibilidade de nutrientes, temperaturas, pluviosidade, entre outras razões.

Na relação entre comprimento total e peso, são encontrados alguns estudos que relatam alometria negativa para ambos os sexos. Neste trabalho, foi encontrado alometria positiva para os machos, e por esse motivo os resultados aqui encontrados são corroborados



de forma parcial por Flexa et al. (2005) e Silva et al. (2016). De toda forma, Odinetz-Collart (1991) explica que existe uma grande variabilidade das características biológicas de *M. amazonicum* ao longo de sua distribuição geográfica, podendo ser modificada por meios naturalísticos ou antrópicos. Assim, essa divergência pode ser explicada pela constante atuação da pesca na região estudada (Pará e Amazonas, respectivamente), pois relatam a grande importância da espécie na dieta da população local. Dessa maneira, é possível que a exploração pesqueira da espécie possa ter influenciado na estrutura populacional, já que os maiores e, evidentemente, mais pesados (que poderiam ser machos) teriam preferência entre os pescadores locais, por terem maior valor comercial.

De tal modo, Valenti (1987, apud Gomes e Góes, 2013) relata que existe uma forte relação entre o crescimento e peso com o momento de reprodução do animal, assegurando que fêmeas realizam ecdises pré e pós-desova, e embora aumente de tamanho a cada liberação do exoesqueleto, há um maior investimento de energia que é destinada a maturação da gônada, não ocorrendo o mesmo para os machos, podendo assim, justificar a alometria negativa para fêmea e positiva para o sexo oposto.

Analisando as relações morfométricas lineares encontradas por Silva et al. (2007) no Pará, Freire et al. (2012) na região Nordeste do Pará, e Silva et al. (2016) no Amazonas, houve corroborações com os dados encontrados no presente estudo, sendo que as diferenças existentes se tratam de razões metodológicas, no que tange, principalmente, à utilização da variável independente. Dessa forma, pode-se concluir que a espécie apresenta uma alometria com valores das constantes de crescimento distintas, para estas relações e para diversas localidades.

Segundo Ramiro (2017), o *M. rosenbergii*, uma das espécies mais cultivada do gênero *Macrobrachium*, mostra uma clara tendência de diminuição dos percentuais de índice abdominal à medida que o animal avança no seu desenvolvimento ontogenético. Portanto, o *M. amazonicum* poderia, do ponto de vista do crescimento relativo, ser considerado uma espécie de valor comercial superior ao *M. rosenbergii*, uma vez que o maior crescimento da espécie é registrado no abdômen.

A relação entre o período de reprodução e a diminuição da pluviosidade para a região de estudo é retratada de forma contrária por Lima et al. (2014) no Amapá, e Santos e Fontelles-Filho (2016) em Sergipe. Estes autores detalham que a presença de estações

chuvosas ao longo de todo o ano favorece a redução da salinidade e oferta de alimentação, garantindo a sobrevivência das larvas. No entanto, o sistema pluvial da região do presente estudo é distinto, pois se trata de uma mesorregião do sertão de Pernambuco, não apresentando proximidade com o mar. Logo, o regime de chuva é escasso para esta localidade. Dessa forma, é provável que possa ter ocorrido uma adaptação no ciclo reprodutivo, frente à escassez de chuvas. Além disso, por ser uma espécie que ocupa preferencialmente áreas rasas e claras (GARCÍA-DÁVILA et al., 2000), é imaginável que as chuvas elevem a quantidade de sólidos em suspensão e iniba, conseqüentemente, a reprodução da espécie nesse período.

Segundo Barros (2004), o período reprodutivo dos crustáceos decápodes oscila em função da espécie e o habitat das populações. Nessa perspectiva, é possível que a baixa frequência de fêmeas ovígeras encontrada ao longo dos meses seja o reflexo da estratégia reprodutiva da própria população, que pode, ainda, ser considerada contínua. Esse padrão reprodutivo também foi observado por Taddei et al. (2017) em populações de *M. amazonicum* no oeste da Amazônia e Soares et al. (2015) que estudou a biologia reprodutiva do *M. jelskii* em Minas Gerais, indicando que é uma característica também do gênero.

Sobre a fecundidade, as espécies do gênero *Macrobrachium* apresentam variações para as diversas regiões. As maiores fecundidades para espécies desse gênero foram relatadas para as espécies *M. rosenbergii* e *M. carcinus* com picos entre 14 mil e 242 mil ovos em cada desova quando completamente maduras (LARA; WEHRTMANN, 2009). Para o camarão da Amazônia, Costa et al. (2016) relata fecundidade entre 105 a 1107. Lima et al. (2014) para a mesma espécie na Foz do rio Amazonas, no Amapá, teve mínimo e máximo de 1.099 e 7.417 ovos, os quais se aproximam da quantidade encontrada neste estudo, que teve variação de 128 a 2724 ovos.

Em consonância com Silva (2014) e Costa et al. (2016), a quantidade de ovos incubados é proporcional ao tamanho do corpo da fêmea, ao comprimento e volume do abdômen, ao comprimento dos pleópodos, à taxa de mortalidade dos ovos, podendo ser afetado, ainda, pela idade da fêmea, diferenças fisiológicas e forma de captura.

O *M. amazonicum* por produzir ovos pequenos, muitos podem ser perdidos durante a incubação sem que o sucesso reprodutivo seja afetado (SILVA, 2014). Por ser uma espécie que produz relativamente poucos ovos, sua manutenção em cativeiro poderia ser descartada

caso a reprodução não ocorresse continuamente ao longo do ano (LIMA et al., 2014). No entanto, ao observar a fecundidade de outras espécies do mesmo gênero como *M. lanchesteri* (58-580 ovos) (PHONE et al., 2005), *M. hainanense* (20-75 ovos) (MANTEL e DUDGEON, 2005), *M. brasiliense* (15-168 ovos) (GARCIA-DÁVILA et al., 2000) entre outras espécies de *Macrobrachium* relatadas por Lobão et al. (1986), cuja fecundidade não ultrapassa 200 ovos, é possível concluir que o *M. amazonicum* possui potencial para cultivo superior a todas essas citadas.

Sobre o desenvolvimento das células reprodutivas, em especial, os aspectos morfológico e citológico, os resultados deste estudo são semelhantes ao descrito por Ribeiro (2006). Houve, no entanto, a identificação de apenas cinco estágios de desenvolvimento (oogônia, oócito pré-vitelogênico, oócito em vitelogênese inicial, oócito em vitelogênese avançada e oócito maturo). Semelhante ao de Giovannetti (2010), que estudando o desenvolvimento gonadal de *M. olfersii*, não descreve o estágio em repouso, mas relata os demais estágios que estão em conformidade aos aqui encontrados. Por fim, Chaves e Magalhães (1993) que estudando o desenvolvimento ovocitário de *M. amazonicum* também fracionaram a fase de “desenvolvimento”, em inicial e avançada. E, embora não tenham definido o estágio desovado, descreveram os folículos pós-ovulatórios. Desta forma, as divergências encontradas não são inerentes à biologia da espécie, e sim, metodológicas.

A maturidade ocorre ao longo de uma trajetória de tamanho e/ou idade que depende das condições demográficas, sendo determinada pelo gene e interferências do ambiente (AZEVEDO et al., 2012). Esse dado serve para determinar o comprimento médio no qual 50% da população já iniciou o processo de reprodução, sendo relevante para a manutenção e sustentabilidade dos estoques pesqueiros. Portanto, os dados referentes ao tamanho de primeira maturação gonadal para fêmeas do *M. amazonicum* indicam que estas se reproduzem a partir de 9,46 mm de comprimento do cefalotórax, podendo ser aplicado como tamanho mínimo para captura. Além disso, sugere-se que a pesca de fêmeas de *M. amazonicum* sejam minimizadas no período entre setembro a novembro, permitindo que ocorra a reprodução e manutenção do estoque pesqueiro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho demonstram similaridade com outras pesquisas desenvolvidas acerca do *M. amazonicum*, no entanto é notório que a espécie apresenta peculiaridades quando comparado com outras regiões. Prova disso, é a estratégia reprodutiva possivelmente adaptada para o período ocioso de chuva. Além disso, por se tratar de uma espécie introduzida, embora nativa da bacia Amazônica, é importante que outros estudos sejam desenvolvidos sobre o hábito alimentar, interação com outras espécies e/ou relações ecológicas.

Ainda, é válido ressaltar que este trabalho é um dos pioneiros sobre os aspectos reprodutivos para a espécie nesta região e por isso pode ser utilizado para subsidiar comparativos com outros locais. Por fim, estudos como este são importantes para compreender o comportamento da espécie no local de ocorrência e, portanto, pode ser realizado também com outras espécies do ambiente para ampliar o conhecimento e instigar a conservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMMAR, D.; MÜLLER, Y. M. R.; NAZARI E. M. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium olfersii* (WIEGMANN, 1836) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) coletados na ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 18, n. 2, p. 529-537, 2001.
- AZAVEDO, J. W. J.; CASTRO, A. C. L.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L.; FERREIRA, H. R.; MAGALHÃES, L. A. Comprimento médio de primeira maturação para a tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 (Perciformes: Cichlidae) capturado na bacia do Bacanga, São Luís, MA. **Laboratório de Hidrobiologia**, v. 25, n.1, p. 49-54, 2012.
- BARROS, M. P. **Diagnóstico de crustáceos**. cap. 11, 2004. p. 165-171.
- BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; BOND-BUCKUP, G. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* Decapoda, Palaemonidae in Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 2, p. 379-390, 1997.
- BORGES, M. S. **Distribuição, abundância e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Açude de Público de Rômulo Campos, Itiúba – Bahia**. 2003. 87 f. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.
- CASTIGLIONI, D. S.; OLIVEIRA, G. T.; BOND-BUCKUP, G. Dinâmica do desenvolvimento das gônadas de *Parastacus varicosus* (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 96, n. 4, p. 413-417, 2006.
- CHAVES, P. T. C.; MAGALHÃES, C. O. O desenvolvimento ovocitário em *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), camarão dulcícula da região amazônica. **Acta Amazonica**, v. 23, n. 1, p. 17-23. 1993.
- COELHO, P. A. Observações preliminares sobre a biologia e a pesca dos camarões do gênero *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda Palaemonidae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Trabs. I.O. – U. R.** Vol. 3, n. 1, p. 75-81, 1963.
- COSTA, T. V.; MATTOS, L. A.; MACHADO, N. J. B. Estrutura populacional DE *Macrobrachium amazonicum* em dois lagos de várzea da Amazônia **Inst. Pesca**, São Paulo, v.42, n.2, p. 281-293, 2016.
- CPRM/PRODEEM. Ministério de Minas e Energia. Diagnóstico do município de Serra Talhada, Estado de Pernambuco. **Serviço Geológico do Brasil - CPRM**. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Recife: Brasil, 2005.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2º ed. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 1980, 188 p. In: FERREIRA, C. W. S.; LIMA, C. S.; CAVALCANTI, L. C. S.; SANTOS, A. H. O.

**Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude Cachoeira II, no município de Serra Talhada – PE, Brasil.** VI Seminário Latino Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. 2010. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/clarisse>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

DE GRAVE, S.; FRANSEN, C. H. J. M. Carideorum catalogus: the recent species of dendrobrachiate, stenopodidean, procaridean and caridean shrimps (Crustacea, Decapoda). **Zoologische Mededlingen**, v. 85, n. 9, p. 195-589, 2011.

DE GRAVE, S. *Macrobrachium amazonicum*. A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN. Versão 2.014,3. 2013. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/197634/0>> Acesso em: 10 jul. 2018.

FERNANDES, J. G.; FREIRE, M. B. G. S.; CUNHA, J. C.; GALVÍNCIO, J. D.; CORREIA, M. M.; SANTOS, P. R. Qualidade físico-química das águas utilizadas no perímetro irrigado, Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 4, n.1, p. 27-34, jan.-mar., 2009.

FERREIRA, C. W. S.; LIMA, C. S.; CAVALCANTI, L. C. S.; SANTOS, A. H. O. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude Cachoeira II, no município de Serra Talhada – PE, Brasil.** VI Seminário Latino Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. 2010. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema2/clarisse>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

FREIRE, J. L.; MARQUES, C. B.; SILVA, B. B. Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (HELLER,1862) (Decapoda: Palaemonidae) em um estuário da região Nordeste do Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 65-76, 2012

GARCIA-DÁVILA, C.R.; ALCANTARA, F.B.; VASQUEZ, E.R.; CHUJANDAMA, M.S. Biologia reprodutiva do camarão *Macrobrachium brasiliense* (Heller 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) em igarapés de terra firme da Amazônia peruana. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 4, p. 653 – 664, 2000.

GIOVANNETTI, N. **Caracterização do ciclo da vitelogênese do camarão de água doce *Macrobrachium olfersii* (WIEGMANN, 1836) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae).** 2010. 79 f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2010.

GOMES, M. G.; MACHA, N.; SAWAYA, P.; CARVALHO, H. A. Histoquímica dos ovários de *Macrobrachium acanthurus* (WIEGMANN, 1836), nos diferentes estádios de desenvolvimento gonadal. II Lipídeos. **Boletim de Fisiologia Animal**, Univ. S. Paulo, v. 3, p. 23-31, 1979.

GOMES, P. M. O; GÓES, J. M. Crescimento relativo do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Caridea, Palaemonidae) no açude caldeirão, município de Piri-piri, Piauí. ISSN 1518-7772, 2013.

GURGEL, J. J. S.; MATOS, M. O. M. **Sobre a criação extensiva do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) nos açudes públicos do Nordeste brasileiro.** Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Universidade de São Carlos, SP, 1984. p. 39. In: SAMPAIO, C. M. S.; SILVA, R. R.; SANTOS, J. A.; SALES, S. P. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 551-559, 2007.

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

HOLTHUIS, L. B. **FAO species catalogue. Shrimps and prawns of the world. Na annotated catalogue of species of interest to fisheries.** Roma: FAO Fisheries Synopsis, v.1, n.125, p. 271, 1980.

JUNQUEIRA, L. C. U.; JUNQUEIRA, L. M. M. S. **Técnicas básicas de citologia e histologia.** São Paulo: Santos, 1983. 123 p.

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

LEITE, E. J. V. P. **ASPECTOS REPRODUTIVOS DO CAMARÃO DA AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) DO AÇUDE CACHOEIRA II, MUNICÍPIO DE SERRA TALHADA, PE.** 2015. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2015.

LIMA, F. J.; SILVA, L. M. A.; SILVA, T. C.; GARCIA, J. S.; PEREIRA, I. S.; AMARAL, K. D. S. **Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the State of Amapá, Amazon River mouth.** Acta Amazonica, v. 44, n.2, p. 245 – 254. 2014.

LIMA, J. F.; SILVA, L. M. A. Population structure and relative growth of freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Crustacea, Palaemonidae) in two regions of the State of Amapá, Amazon River mouth, Brazil. *Biota Amazonica*, v. 5, n. 2, p. 52-57. 2015.

LIMA, J. F.; SILVA, L. M. A. Período Reprodutivo e Recrutamento de *Macrobrachium amazonicum* na Foz do Rio Amazonas, Estado do Amapá. **EMBRAPA**. ISSN 1517-4867. 2016.

LINHARES, J. C. S. **Estratégias reprodutivas do caranguejo *Ucides cordatus* (Crustacea; Brachyura; Ucridae).** 2010. 96 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

- LOBÃO, V.L., ROJAS, N.E.; VALENTI, W.C. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda) em laboratório. **Instituto de Pesca**, v. 13, [s/n], p. 15-20, 1986.
- LOBÃO, V. L.; ROJAS, N. E. T. **Camarões de água doce**: da coleta ao cultivo, à comercialização. São Paulo: Ícone, 1991. 112 p.
- CHAVES, P. T. C.; MAGALHÃES, C. O. O desenvolvimento ovocitário em *Macrobrachium amazonicum* (HELLER,1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), camarão dulcícula da região amazônica. **Acta Amazonica**, v. 23, n. 1, p. 17-23. 1993.
- MAGALHÃES, C. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonidos da região Amazônica. I. *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda). **Amazoniana**, v. 9, n. 2, p. 247-274. 1985.
- MANTEL, S.K.; DUDGEON, D. Reproduction and sexual dimorphism of the palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hong Kong streams. **Crustacean Biology**, v. 25, [s/n], p. 450-459, 2005.
- MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil**. São Paulo, ed. Loyola, 2003. 429 p.
- MENDES, P. P. **Estatística aplicada à Aquicultura**. Recife-PE. Ed. Bargaço. 1999. 265 p.
- MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 1169-1176, 2002.
- MOSSOLIN, E. C.; BUENO, S. L. S. Reproductive biology of *Macrobrachium olfersii* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 22, n. 2, p. 367-376, 2002.
- MURPHY, N. P.; AUSTIN, C. M. Phylogenetic relationships of the globally distributed freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae): biogeography, taxonomy and the convergent evolution of abbreviated larval development. **Zoologica Scripta**, v. 34,[s/n], p. 187–197. 2005.
- NUNES, A. C. F. **Maturidade gonadal (macroscópica e microscópica) de *Goyazana castelnaui* (H. MILNE-EDWARDS, 1853) (Brachyura, Trichodactylidae)**. 2011. 84 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em ciências biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2011.
- ODINETZ-COLLART, O. Stratégie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) en Amazonie Centrale. **Crustaceana**, v. 61, n. 2, p. 253-270, 1991.



ODINETZ-COLLART, O.; MOREIRA, L. C. Potencial pesqueiro do *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha Carreiro): variação da abundância e do comprimento. **Amazoniana**, v. 12, n. 3/4, p. 399-413, 1993.

PAPA L. P. **Caracterização estrutural do sistema reprodutor masculino e do hepatopâncreas dos diferentes morfotipos de *Macrobrachium amazonicum***. 2007. 94 f. Tese de Doutorado, Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

PHONE, H.; SUZUKI, H.; OHTOMI, J. Reproductive biology of the freshwater palaemonid prawn, *Macrobrachium lanchesteri* (De Man, 1911) from Myanmar. **Crustaceana**, v. 78, [s/n], p. 201-213, 2005.

PILEGGI, L.G., MAGALHAES, C., BOND-BUCKUP, G., MANTELATTO, F.L. New records and extension of the known distribution of some freshwater shrimps in Brazil. **Mexicana de Biodiversidade**, v. 84, [s/n], p. 563–574, 2013.

PINHEIRO, M. A. A.; HEBLING, N. J. H. Biologia de *Macrobrachium amazonicum* (DE MAN, 1879). In: VALENTI, W. C. **Carcinicultura de água doce: tecnologia para produção de camarões**. FAPESP. 1998.

RAMIRO, R. O. **ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO CAMARÃO DE ÁGUA DOCE *Macrobrachium rosenbergii* E DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei***. Trabalho de Conclusão de Curso, Areia, 2017.

RIBEIRO, K. **Aspectos estruturais do hepatopâncreas, desenvolvimento ovocitário e caracterização hormonal de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* durante as fases de maturação gonadal**. 2006. 109 f. Tese de Doutorado, Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2006.

ROBINSON, A.; MORRISON, J.; MUEHRCKE, P. **Elements of cartography**. 6. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons. 674 p. 1995.

ROCHA, C. P. **Fecundidade e fertilidade do camarão-da-Amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) em dois ambientes estuarinos do estado do Pará**. 2010. 55 f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

ROCHA, S. S.; SILVA, R. L. S.; SANTOS, J. L.; OLIVEIRA, G. Length-weight relationship and condition factor of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) from a reservoir in Bahia, Brazil. **Nauplius**, v. 23, n. 2, p.146-158. 2015.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. 1996. **Zoologia dos Invertebrados**. 6 ed. São Paulo, Roca. 1029 p

SANTOS, M. C. F.; FONTELES-FILHO, A. A. Biology and fishery of the freshwater prawn, *Macrobrachium acanthurus* (Crustacea, Palaemonidae), in the Japarutuba River's estuary, Sergipe State. **Ciê. Mar**, Fortaleza, v. 49, n.1, p. 59 – 66. 2016.

SAMPAIO, C. M. S.; DA SILVA, R. R.; SANTOS, J. A.; SALES S. P. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 67, n. 3, p. 551-559, 2007.

SAWAYA, M. P. Sobre alguns camarões d'água doce do Brasil. **Bol. Fac. Fil. Ciências e Letras**. Universidade de São Paulo, Zoologia, v. 11, [s/n], p. 393-408, 1946. In: COELHO, P. A. Observações preliminares sobre a biologia e a pesca dos camarões do gênero *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda Palaemonidae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Trabs. I.O. – U. R.** Vol. 3, n. 1, p. 75-81, 1963.

SILVA, K. C. A. **Aspectos da bioecologia do camarão cascudo, *Macrobrachium amazonicum* Heller, 1962 (Crustácea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia-Pará-Brasil.** 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro Agropecuário, Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

SILVA, M. C. N.; FRÉDOU, F. L.; FILHO J. S. R. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) da Ilha de Combú, Belém, Estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 2, n. 4, p. 85-104, 2007.

SILVA, R. C. **Ecologia populacional e reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda:Palaemonidae) no reservatório da usina hidrelétrica de Miranda, Rio Araguari, MG.** 2014. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

SILVA, B. B.; SILVA, J. C. S.; MARTINELLI-LEMO, J. M.; NAHUM, V. J. I. Abundance and morphometric relationships of Amazon shrimp - *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) (Decapoda, Palaemonidae) - in an Amazon estuary - North coast of Brazil. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 6, n. 4, p. 1-9, 2016.

SILVA, F. N. L.; SILVA F. R.; MANGAS, T. P.; OLIVEIRA, L. C.; MACEDO, A. R. G.; MEDEIROS, L. R.; CORDEIRO, C. A. M. O comércio do camarão da Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) na cidade de Breves – Pará – Brasil. **PUBVET**. v.11, n. 4, p. 320-326. 2017.

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

TADDEI, F.G.; REIS, S.S., DAVID, F.S., SILVA, T.E., FRANSOZO, V., FRANSOZO, A. 2017. Population structure, mortality, and recruitment of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Caridea: Palaemonidae) in the eastern Amazon region, Brazil. *The Journal of Crustacean Biology*, v. 37, n. 2, p. 131-141.

VALENTI, W. C. Comportamento reprodutivo de camarões de água doce. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 5, 1987, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, 1987. p. 195-202. Palestra proferida.

VALENTI, W. C.; MELLO, J. T. C.; LOBÃO, V. L. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (WIEGMANN, 1836) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, n. 1, p. 9-15, 1989.

VALENTI, W. C. Criação de camarões de água doce. In: Congresso de Zootecnia, 12°, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. **Anais...** p. 229-237.

VALENTI, W. C.; FRANCESCHINI-VICENTINI, I. B.; PEZZATO, L. E. The potential for *Macrobrachium amazonicum* culture. In: World Aquaculture 2003 Salvador, Brasil, “Realizing the potential: responsible aquaculture for a secure future”, Salvador, Bahia, **Anais**, 2003. p. 804.

VENTURA, E.; WINICK-SILVA, A.; SHINOZAKI-MENDES, R. A. Desenvolvimento ovariano do camarão da Amazônia (Crustacea: Decapoda) no semiárido do Nordeste brasileiro. **Acta Amazonica**, no prelo, 2018. Qualys B2.

VERGAMINI, F.G., PILEGGI, L.G., MANTELATTO, F.L. Genetic variability of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Contributions to Zoology**, v. 80, [s/n], p. 67–68, 2011.

WILLIAMS, A. B. **Shrimps, lobsters and crabs of the Atlântico coast of the eastern United States Maine to Flórida**, 1984. 550 p.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**, Fifth Edition. Prentice Hall, 2010.