

CECÍLIA FERNANDA FARIAS CRAVEIRO

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DOS CAMARÕES PENEÍDEOS *Litopenaeus schmitti*
E *Farfantepenaeus subtilis* CAPTURADOS EM LUCENA, LITORAL NORTE DA
PARAÍBA, BRASIL**

RECIFE

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**ASPECTOS REPRODUTIVOS DOS CAMARÕES PENEÍDEOS *Litopenaeus schmitti*
e *Farfantepenaeus subtilis* CAPTURADOS EM LUCENA, LITORAL NORTE DA
PARAÍBA, BRASIL**

Cecília Fernanda Farias Craveiro

Dissertação julgada aprovada pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de mestre em 26/02/2018.

Prof^a. Dr^a. Roberta Borda Soares
Orientadora

Prof. Dr. Emanuell Felipe Beserra da Silva
Co-orientador

Prof. Dr. Silvio Ricardo Maurano Peixoto
Co-orientador

Recife,
Fevereiro/2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C898a Craveiro, Cecília Fernanda Farias
Aspectos reprodutivos dos camarões peneídeos *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis* capturados em Lucena, litoral norte da Paraíba, Brasil / Cecília Fernanda Farias Craveiro. – 2018.
73 f. : il.

Orientador: Roberta Borda Soares.

Coorientadores: Emanuell Felipe Beserra da Silva, Silvio Ricardo Maurano Peixoto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências.

1. Atividade reprodutiva 2. Células germinativas
3. Desenvolvimento gonadal 4. Maturação 5. Reprodução I. Soares, Roberta Borda, oriente. II. Silva, Emanuell Felipe Beserra da, coorient. III. Peixoto, Silvio Ricardo Maurano, coorient. IV. Título

CDD 639

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

ASPECTOS REPRODUTIVOS DOS CAMARÕES PENEÍDEOS *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis* CAPTURADOS EM LUCENA, LITORAL NORTE DA PARAÍBA, BRASIL

Cecília Fernanda Farias Craveiro

Dissertação julgada aprovada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura em 26/02/2018 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof.^a. Dr.^a. Roberta Borda Soares

(Orientador)

[Departamento de Pesca e Aquicultura – DEPAq]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE]

Prof.^a. Dr.^a. Flávia Lucena Frédou

[Departamento de Pesca e Aquicultura – DEPAq]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE]

Dr.^a. Mariana Gomes do Rêgo

[PNPD /Ciência veterinária - UFRPE]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha amada avó Francisca Lúcia Craveiro (*in memoriam*), minha maior saudade, por sempre ter me incentivado a perseguir os meus sonhos.

À minha amada prima, Carolina Farias (*in memoriam*), por sempre te me apoiado e pela amizade que construímos durante toda a sua permanência.

Aos meus pais amados, Edna Maria Craveiro Farias e Marcos André Craveiro Duarte, por serem tudo que eu tenho de mais precioso.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida;

Ao meu pai e a minha mãe pelo apoio incondicional e pelos conselhos. Amo vocês! Aos meus irmãos, meus avós e minhas tias, muito obrigada pelo apoio de vocês.

À minha sogra, Eliane Ventura, por ser uma amiga para todas as horas.

Ao meu noivo, Marcelo pelo apoio incondicional, pelas contribuições acadêmicas, generosidade, pelo ombro amigo, amor e dedicação. Sem você eu não teria conseguido!

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura e aos professores que contribuíram na minha formação pessoal e profissional;

À Prof^{ra}. Dr^a. Roberta Soares e ao Prof. Dr. Silvio Peixoto, por estarem sempre de portas abertas para me receber e pela grande amizade. Agradeço muito a oportunidade que tive em ser orientada por vocês;

Aos membros da banca, Prof Flávia e Dr^a Mariana Rego, que são pessoas que eu admiro muito. Foi uma honra receber seus conselhos e sugestões. Obrigada por todas as contribuições!

Ao Prof. Dr. Emanuell Felipe Beserra da Silva pela co-orientação, auxílio nas dúvidas, pela amizade construída e por todos os ensinamentos pessoais e profissionais;

Aos alunos do IFPB, por ajudarem muito nas coletas, em especial a Breno, Letícia e Evelyn pela dedicação, amizade e apoio; Aos pescadores de camarões de Lucena, Paraíba, em especial ao pescador Severino;

À Prof^{ra}. Dr^a. Flávia Lucena Frédou e ao Prof. Dr. Thierry Frédou por cederem o laboratório Bioimpact e pelas conversas no momento de descontração. À família Bioimpact por serem tão generosos, em especial aos amigos Alex, Léo, Rhay, Andrey (equipe “barata radioativa”), Mere, Érica, Rafa, Júlio e Maju por estarem sempre disponíveis para ajudar! Vocês são mil!!!!

Ao Prof. Dr. Santiago Hamilton por ter sido sempre um grande incentivador nas horas difíceis e nas horas alegres. Muito obrigada, Santi!

Ao meu amigo Hilder, parceiro de todas as horas, sem o qual eu JAMAIS conseguiria finalizar este trabalho. Aos amigos Luquinhas, Yas e Flavinho por ajudarem muito nas triagens das amostras. MUITO OBRIGADA POR TUDO!

Aos amigos dos Laboratórios LEP e LOP, em especial aos amigos queridos: Paulinho, Marquito, Ale, Polly, Isa, Paulo Bastos, Gege, Gabi, Jeff, Andrea, Lucas e Kadja, pela amizade e principalmente pelas risadas; Ao Prof. Dr. Paulo Oliveira (Paulinho), por ter sido tão generoso cedendo o laboratório e equipamentos para a realização desta pesquisa;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado ao longo desses dois anos e pelo financiamento do projeto de pesquisa;

A todos familiares, amigos e colegas, sem vocês eu não teria realizado este sonho.

Muito obrigada!

Resumo

Este estudo descreve o desenvolvimento das células reprodutivas e estágios de desenvolvimento ovariano, bem como identifica os componentes não germinativos, dos camarões *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis* capturados no litoral norte da Paraíba, Brasil. Além disso, o estudo investiga a dinâmica reprodutiva do camarão *Litopenaeus schmitti* na área de estudo. Foram extraídos ovários de fêmeas de *L. schmitti* (n=176) e *F. subtilis* (n=162), os quais foram submetidos à análise histológica. Para o estudo de dinâmica reprodutiva, espécimes de *Litopenaeus schmitti* foram coletados mensalmente de dezembro de 2016 a novembro de 2017 através da pesca artesanal utilizando rede de arrasto de praia no Município de Lucena-PB. As análises macroscópicas determinaram quatro estágios de desenvolvimento da gônada a partir da coloração e grau de turgidez do ovário fresco. As observações microscópicas permitiram observar seis estágios de desenvolvimento celular: oogônias, ovócitos pré-vitelogênico, ovócito em vitelogênese inicial, ovócito em vitelogênese avançada, ovócito maturo e ovócito atrésico. A partir disto, foram definidos cinco estágios de desenvolvimento gonadal: imaturo, em desenvolvimento inicial, em desenvolvimento avançado, maturo e desovado. Identificamos também componentes não germinativos: células foliculares, vasos sanguíneos e parede gonadal. Além das células germinativas, as células foliculares se mostraram estruturas fundamentais para a descrição e distinção dos estágios de desenvolvimento gonadal. Quanto à dinâmica reprodutiva do camarão-branco *L. schmitti*, foram coletados 1.710 animais, onde a proporção de machos (43,51%) foi significativamente menor do que das fêmeas (56,49%), correspondendo a proporção sexual de 1:1,3. O comprimento médio de primeira maturação ovariana foi estimado em 2,20 cm de comprimento do cefalotórax. O índice gonadossomático (IGS), juntamente com a distribuição dos estádios maturacionais, sugerem que as fêmeas apresentam ciclo reprodutivo de setembro até junho, com maior atividade reprodutiva nos meses de novembro e fevereiro. A temperatura, salinidade e pluviosidade parecem ser fatores que influenciam na atividade reprodutiva na região de Lucena, litoral norte da Paraíba, Brasil.

Palavras-chave: atividade reprodutiva, células germinativas, desenvolvimento gonadal, maturação, reprodução.

Abstract

This study describes the development of reproductive cells and ovarian development stages of the shrimp species *Litopenaeus schmitti* and *Farfantepenaeus subtilis* caught on the northern coast of Paraíba, Brazil. In addition, the study investigates the reproductive dynamics of the shrimp *Litopenaeus schmitti* along the study area. Female ovaries were extracted from *L. schmitti* (n = 176) and *F. subtilis* (n = 162), which were submitted to histological analysis. To characterize *Litopenaeus schmitti* reproductive dynamics, specimens were collected monthly from December 2016 to November 2017 through artisanal fishing using a beach seine net in Lucena-PB. Based on the color and degree of turgidity of the fresh ovary, the macroscopic observation allowed to classify four ovarian development stages. The microscopic observations allowed to identify six stages of cellular development: oogonia, pre-vitellogenic oocytes, initial vitellogenesis oocytes, advanced vitellogenesis oocytes, mature oocytes and atretic oocytes. From this, five stages of gonadal development were defined: immature, early development, advanced development, mature and spawned. We also identified non-germinative components: follicular cells, blood vessels and gonadal wall. In addition to germ cells, follicular cells were fundamental structures for the description and distinction of stages of gonadal development. In total, 1.710 specimens of *L. schmitti* were collected, where the quantity of males (43.51%) was significantly lower than the quantity of females (56.49%), corresponding to sexual ratio of 1: 1.3. The mean length of first ovarian maturation was estimated in 2.20cm of cephalothorax. The gonadosomatic index (IGS) coupled with the maturational stages distribution suggest that females present a reproductive cycle from September to June, with higher reproductive activity in November and February. Temperature, salinity and rainfall appear to be factors that influence reproductive activity in the region of Lucena, north coast of Paraíba, Brazil.

Key words: reproductive activity, germ cells, gonadal development, maturation, reproduction.

Listas de figuras

Página

1. Introdução

1.1 Contextualizações da pesquisa

Figura 1. Localização do município de Lucena, litoral norte do estado da Paraíba, nordeste do Brasil.	02
Figura 2. Imagem de drone do arrastão de praia no município de Lucena, Paraíba, nordeste do Brasil.	03
Figura 3. Camarões peneídeos <i>Farfantepenaeus subtilis</i> e <i>Litopenaeus schmitti</i>	04

Artigo I: Descrição do desenvolvimento ovariano de camarões peneídeos *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis* capturados no nordeste do Brasil

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo em Lucena, litoral norte do estado da Paraíba, nordeste do Brasil.	12
Figura 2. Cortes histológicos do desenvolvimento gonadal do camarão Rosa <i>Farfantepenaeus subtilis</i> , capturados em Lucena, litoral norte do estado da Paraíba, nordeste do Brasil.	20
Figura 3. Cortes histológicos do desenvolvimento gonadal do camarão-branco <i>Litopenaeus schmitti</i> capturados em Lucena, litoral norte do estado da Paraíba, nordeste do Brasil.....	22

Artigo II: Dinâmica reprodutiva do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936) no litoral norte da Paraíba, nordeste do Brasil

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo em Lucena, litoral norte do estado da Paraíba, nordeste do Brasil	35
Figura 2. Figura 2. Distribuição da frequência absoluta por classe de comprimento do cefalotórax de fêmeas, machos e sexos agrupados (CC - cm) dos camarões <i>Litopenaeus schmitti</i> capturados durante o período de dezembro de 2016 a novembro de 2017, no município de Lucena, litoral norte da Paraíba.....	39
Figura 3. Fotomicrografias dos estágios de desenvolvimento ovariano do camarão-branco <i>Litopenaeus schmitti</i> capturados em Lucena, litoral norte do estado da Paraíba, nordeste do Brasil.	41

Figura 4. Variáveis físico-químicas (salinidade e temperatura) e médias dos últimos 10 anos da pluviosidade e número de indivíduos maduros obtidos ao longo do ano nos pontos de amostragens de dezembro de 2016 a novembro de 2017, na pesca de arrasto de praia do camarão-branco <i>Litopenaeus schmitti</i> no município de Lucena, litoral norte da Paraíba..	43
Figura 5. Frequência dos estágios de desenvolvimento ovariano de fêmeas do camarão branco <i>Litopenaeus schmitti</i> , capturados em Lucena, litoral norte da Paraíba, no período de Dezembro de 2016 a novembro de 2017..	44
Figura 6. Comprimento de primeira maturidade sexual (CC, cm) de fêmeas do camarão branco <i>Litopenaeus schmitti</i> , capturado em Lucena, litoral norte da Paraíba, no período de dezembro de 2016 a novembro de 2017	44

Listas de tabelas

Página

Artigo I: Descrição do desenvolvimento ovariano de camarões peneídeos *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis* capturados no nordeste do Brasil.

Tabela 1. Descrição e coloração dos estágios macroscópicos (I, II, III e IV) dos ovários dos camarões *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti* capturados no litoral norte da Paraíba, Brasil..... 14

Tabela 2. Descrição microscópica dos estágios de desenvolvimento ovariano e do tipo de ovócito presente em cada estágio de desenvolvimento gonadal dos camarões *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti*, capturados no litoral norte da Paraíba, Brasil..... 17

Tabela 3. Frequência (%) dos ovócitos em cada estágio de desenvolvimento gonadal e média (\pm desvio padrão) do diâmetro (μm) dos ovócitos e núcleos e relação entre os diâmetros do núcleo e do citoplasma (DN/DC), observados em cada estágio de desenvolvimento das células reprodutivas nos camarões *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti*..... 18

Artigo II: Dinâmica reprodutiva do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936) no litoral norte da Paraíba, nordeste do Brasil

Tabela 1. Média (\pm DP) do comprimento total (CT), comprimento de cefalotórax (CC), peso total (PT), peso do ovário (PO) e índice gonadossomático (IGS) nos cinco estágios de maturação ovariana do camarão branco *Litopenaeus schmitti*, capturado no período de dezembro de 2016 a novembro de 2017, em Lucena-Paraíba, nordeste do Brasil..... 42

Sumário

	Página
Dedicatória	xi
Agradecimentos	xiii
Resumo	xiv
Abstract	xv
Lista de figuras	xv
Lista de tabelas	xv
1. Introdução geral	01
1.2 Objetivos	08
Objetivo geral	08
Objetivos específicos	08
2. Artigo I: Descrição do desenvolvimento ovariano de camarões peneídeos <i>Litopenaeus schmitti</i> e <i>Farfantepenaeus subtilis</i> capturados no nordeste do Brasil.....	09
3. Artigo II: Dinâmica reprodutiva do camarão-branco <i>Litopenaeus schmitti</i> no litoral norte da Paraíba, nordeste do Brasil	33
4. Considerações finais	54
5. Referências bibliográficas	55

1. Introdução

1.1 Contextualizações da pesquisa

A crescente demanda de alimento protéico de alto valor biológico tem acelerado o crescimento de consumo de espécies de interesse econômico. Segundo a FAO (2016), a produção mundial de camarão alcançou 3,5 milhões de toneladas oriundas da pesca e da aquicultura em 2014, ficando entre os grupos de maior relevância econômica, juntamente com os atuns, lagostas e cefalópodes, sendo considerado o segundo produto com maior valor econômico de mercado.

No Brasil, a pesca de camarões marinhos se desenvolve principalmente a partir da captura de espécies da família Solenoceridae e Penaeidae (DIAS NETO, 2011). A família solenoceridae é representada por uma única espécie no Brasil, a *Pleoticus muelleri* (BATE, 1888), conhecida popularmente como camarão-santana. Apesar da família Solenoceridae apresentar importância para a atividade pesqueira brasileira, a família Penaeidae é a que apresenta maior destaque. Cerca de 340 espécies de camarões são pescadas comercialmente em todo o mundo, das quais, 110 espécies pertencem à família Penaeidae (BARBIERI-JUNIOR e NETO, 2001).

A produção desta família alcançou 38.729 toneladas em 2011 no Brasil, sendo considerado um recurso de grande importância econômica na indústria pesqueira brasileira (MPA, 2012). Entre as principais espécies capturadas se encontram o camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), os camarões-rosa (*Farfantepenaeus* sp.) e o camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*), correspondendo a aproximadamente 26,9%, 18% e 7% das capturas de crustáceos, respectivamente (MPA, 2012). A pesca destes camarões é realizada em grande escala no litoral brasileiro e apresenta uma significativa importância econômica, histórica, social e cultural (BRANCO, 2005).

No nordeste, muitas pessoas dependem diretamente e indiretamente desta atividade (SANTOS et al., 2006), que é realizada de maneira artesanal, através da pesca de arrasto utilizando embarcações motorizadas e não-motorizadas. Apesar da importância socioeconômica desta atividade no Nordeste brasileiro, a pescaria é realizada principalmente através da pesca de arrasto, que é apontada como uma atividade que apresenta alto impacto negativo ao meio ambiente, capaz de comprometer a sustentabilidade dos estoques pesqueiros (DIAS NETO, 2011). Além disso, a pesca de camarão através de redes de arrasto não se encontra ajustada ao código ao Código de Conduta da Pesca Responsável (FAO, 1995), principalmente levando em consideração a

falta de proteção e recuperação de habitats críticos, ausência ou ineficiência de medidas de ordenamento pesqueiro e a arte de pesca é incompatível com a pesca responsável, pois são pouco seletivas e capturam um elevado percentual de juvenis e de fauna acompanhante, que muitas vezes são descartados no ambiente por não apresentarem importância comercial.

O litoral do estado da Paraíba tem 130 km de extensão, possui 12 municípios costeiros e 34 comunidades que atuam na atividade pesqueira artesanal. Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (2011), a produção pesqueira marinha do estado da Paraíba alcançou 9.140 toneladas. Dentre as principais localidades pesqueiras do litoral norte da Paraíba, em termos de produção, estão os municípios de Baía da Traição, Cabedelo, Lucena e Santa Rita. O município de Lucena (figura 1) possui uma área de 88,9 km², limitando-se ao norte com o município Rio Tinto, ao sul com o estuário do rio Paraíba do Norte (ou rio Paraíba), a oeste com o município Santa Rita e a leste com o Oceano Atlântico (IBGE, 2012). Possui uma população de 11.730 habitantes e tem a pesca artesanal como uma atividade muito importante na sua origem e no seu processo de formação, já que 22% dos residentes são pescadores (IBGE, 2010; FERNANDES, 2011).

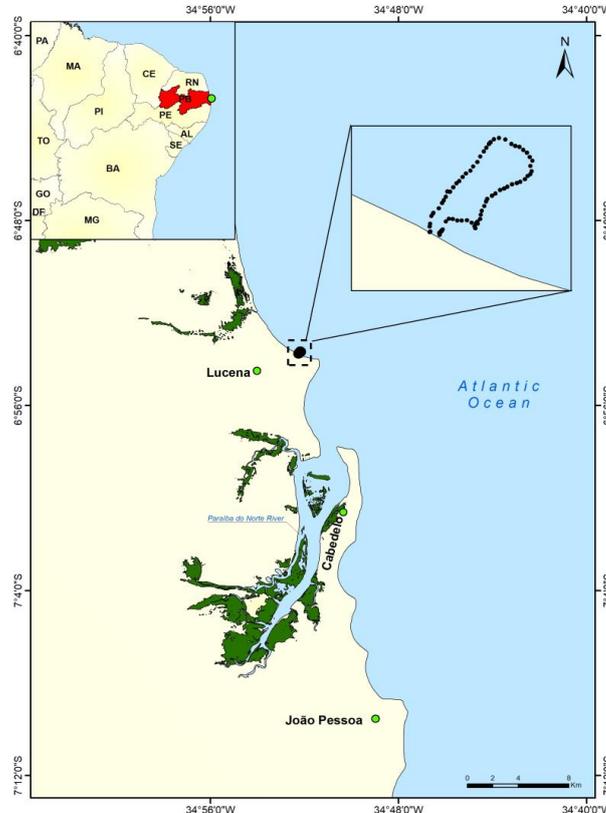


Figura 1. Localização do município de Lucena, litoral norte do estado da Paraíba, nordeste do Brasil.

Contudo, apesar de ser um município pesqueiro, a pesca de arrasto de camarão em Lucena não ocorre há mais de 27 anos, decorrente da publicação da portaria do IBAMA nº 833, criada em 07 de junho de 1990, que proíbe a pesca de arrasto, sob qualquer modalidade, por embarcações motorizadas no estado da Paraíba, até a distância de três milhas da costa. Além disso, a área é protegida ambientalmente pelo decreto estadual de nº 21.263, de 28 de agosto de 2000, o qual criou a Unidade de Conservação Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha (PEMAV). O decreto estabelece a proibição e a implantação de atividades que venham a causar danos, poluição e degradação deste ecossistema. As áreas interditas do decreto estadual abrangem desde 1 (um) Km da Praia de Camboinha no município de Cabedelo até 3 (três) Km de extensão de todo o parque, proibindo áreas do seu entorno, como por exemplo parte do município de Lucena.

Embora a pesca de arrasto com auxílio de embarcação em Lucena não ocorra desde a criação da portaria do IBAMA nº 833 e da criação do PEMA V, são utilizadas outras modalidades de pesca na região, principalmente as pescarias através de arrastão de praia (figura 2). As pescarias em Lucena são voltadas para a captura de camarões peneídeos, o camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), o camarão-rosa (*Farfantepenaeus subtilis*) e o camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*).



Figura 2. Imagem de drone do arrastão de praia no município de Lucena, Paraíba, nordeste do Brasil.

A distribuição do camarão-rosa *F. subtilis* (figura 3) ocorre desde o mar do Caribe (Cuba e Pequenas Antilhas) até a costa de Cabo Frio, no Rio de Janeiro (D'INCAO, 1995). Estes camarões habitam substratos de lama-arenosa, toleram variações de salinidades e podem ocorrer em profundidades de até 90 metros (PEREZ-FARFANTE, 1969). O camarão-branco *L. schmitti* (figura 3) se distribui desde o Atlântico Ocidental, nas Antilhas, até a região sul do Brasil. Habitam regiões marinhas, desde pequenas profundidades até 30 metros, com registros de ocorrência em até 50 metros (D'INCAO,1995).

O ciclo de vida destas espécies ocorre em dois ecossistemas. Os estágios larvais (náuplio, protozoé e mysis) apresentam comportamento pelágico e se desenvolvem no oceano, quando pós-larvas derivam nas correntes oceânicas até atingirem o estuário, que promovem às pós-larvas proteção de predadores e abundância em alimento. Os camarões permanecem no estuário até a fase juvenil. Quando estão próximos a alcançar a maturidade sexual, iniciam a migração para o mar aberto para completar o seu desenvolvimento, maturar as suas gônadas e se reproduzir, tornando-se adultos (DALL et al.,1990).

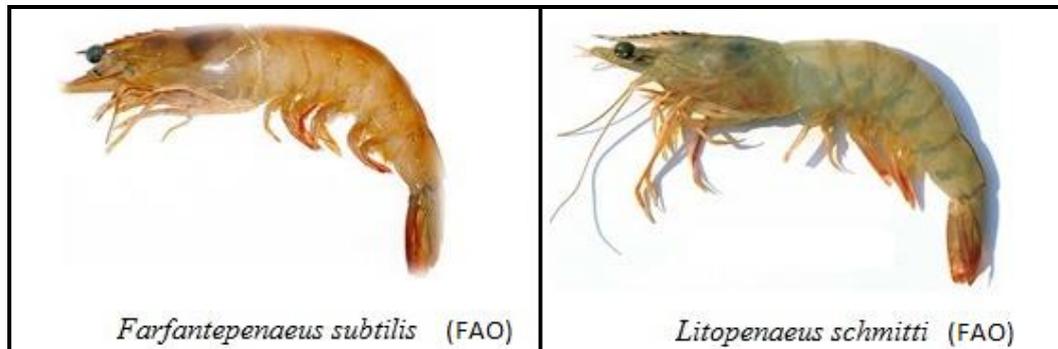


Figura 3. Camarões peneídeos *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti*.

Segundo Lawrence et al. (1985), os camarões peneídeos são muito semelhantes quanto à morfologia e fisiologia quando comparados com outros crustáceos decápodes, como lagostins, lagostas e camarões de água doce. Possuem dimorfismo sexual e características morfológicas externas que permitem identificá-las quanto ao sexo. Os machos apresentam o petasma, que é uma modificação do endopodito do primeiro par de pleópodos que forma um órgão tubular, apresentando função de transferir o espermatóforo para o receptáculo seminal da fêmea.

Em relação às fêmeas, apresentam o téllico, que corresponde às modificações das placas do esternito do sétimo e do oitavo somito torácico, localizados entre o quarto e o quinto par de pereiópodos, próximo da porção final do sistema genital feminino, que tem a função de armazenar o espermatóforo após a cópula. Pérez-Farfante (1975), classificou os camarões peneídeos em dois táxons com relação ao receptáculo feminino de estocagem do espermatóforo. O primeiro, abrangendo animais de téllico fechado, que é composto por placas laterais que formam um receptáculo, onde o espermatóforo é depositado internamente no momento da cópula. As fêmeas precisam está em ecdise para que o espermatóforo seja depositado internamente. O téllico do tipo fechado é uma característica atrelada à maioria dos subgêneros, incluindo o *Farfantepenaeus* (DALL et al. 1990). A segunda classificação é de fêmeas de téllico aberto, no qual a massa espermiática fica fixada sobre o receptáculo e a fertilização ocorre externamente. Os óvulos são expelidos nos gonóporos e fertilizados pelos espermatozóides contidos nos espermatóforos (DALL et al. 1990; PÉREZ-FARFANTE, 1970). O téllico aberto é uma característica atribuída unicamente ao subgênero *Litopenaeus*.

O sistema reprodutor das fêmeas de camarões peneídeos é composto por órgãos pares de estrutura tubular, que se encontram dorsal e lateralmente ao intestino. Estas, quando maduras podem atingir o último segmento abdominal e apresentar colorações distintas de uma espécie para outra. Cada porção do ovário apresenta um oviduto localizado dorsoventralmente na porção cefalotórácica, e que se liga ao gonóporos na altura do terceiro par de pereiópodos (KING, 1948; NEIVA et al., 1971; WORSMANN et al., 1976, DALL et al., 1990; HARRISON, 1990; BROWDY, 1992).

Quanto à maturação gonadal, no Brasil, estudos pioneiros foram realizados objetivando compreender os aspectos de maturação gonadal de camarões peneídeos. Worsmann et al., (1976) em estudos do desenvolvimento ovariano de espécimes de *F. paulensis* capturados em Itajaí - SC, observou as alterações visuais nas colorações das gônadas ao longo da maturação. Os autores também utilizaram análises histológicas, descrevendo quatro estágios de maturação ovariana. A caracterização dos estágios de desenvolvimento gonadal em fêmeas da espécie *F. paulensis* realizada por Quintero e Gracia (1998), foi baseada em uma escala macroscópica a partir da coloração das gônadas. A escala macroscópica foi validada através de análises histológicas.

Palacios et al. (1999), compararam a maturação ovariana através de observação das características histomorfológicas, entre exemplares reprodutores de diferentes tamanhos, da espécie *Litopenaeus vannamei* obtidos a partir da pesca e espécimes

oriundos de cultivo. Ayub e Ahmed (2002), descreveram o desenvolvimento ovariano, baseando-se na relação entre as variações de cores e análise histológicas dos ovários para as espécies de camarões peneídeos: *Penaeus merguensis*, *Penaeus penicillatus*, *Metapenaeus affinis* e *Parapenaeopsis stylifera* da costa do Paquistão.

Em relação às classificações dos estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas de camarões peneídeos, estas não apresentam padronização. Alguns autores classificam o desenvolvimento gonadal em quatro estágios, denominados: imaturo, em desenvolvimento, maturo e desovado (PEIXOTO et al., 2003; DUMOND et al. 2007; GONCALVES et al., 2009; MACHADO et al. 2009; SILVA et al., 2016; LOPES et al., 2017; PEIXOTO et al. 2018). Em contra partida, outros autores descrevem cinco estágios diferentes, denominados: imaturo, início de desenvolvimento (incipiente), em desenvolvimento, maduro e desovado (VOGT et al., 1989; CASTILLE e LAWRENCE, 1991; TAN-FERMIN, 1991; MEDINA et al., 1996; QUINTERO e GRACIA, 1998; PALACIOS et al., 1999; AYUB e AHMED, 2002; BOLOGNINI et al., 2017).

A falta de padronização para a determinação dos estágios de desenvolvimento gonadal pode ocasionar problemas na estimativa de parâmetros importantes, tais como, primeira idade de maturação gonadal e época reprodutiva. Estes parâmetros são fundamentais no estabelecimento de medidas de manejo voltadas para a pesca de camarões peneídeos. Além disso, até o momento, as classificações do desenvolvimento gonadal de camarões peneídeos tem utilizado como base apenas a classificação dos estágios, não sendo realizados estudos em relação à interação dos componentes não germinativos e das células germinativas. Estes estudos podem fornecer informações mais detalhadas, sendo possível proporcionar uma padronização na classificação dos estágios de desenvolvimento gonadal, que podem ser relevantes para compreensão dos processos reprodutivos de peneídeos em cativeiro e em ambiente selvagem.

Quanto ao desenvolvimento reprodutivo em cativeiro, a ablação é uma técnica utilizada frequentemente em instalações comerciais para acelerar o processo de maturação em muitas espécies de peneídeos (BROWDY, 1992) e carídeos (SANTOS e PINHEIRO, 2000). Esta técnica consiste na remoção do pedúnculo ocular dos camarões, que abriga células neuro-secretoras que formam o complexo órgão-X/glândula do seio. O órgão-X sintetiza o hormônio inibidor da vitelogênese (HIV) e o hormônio inibidor da muda (HIM), que é armazenado e distribuído pela glândula do seio. Ao remover o pedúnculo ocular, ocorre a eliminação da síntese do HIV e do HIM, permitindo uma maior concentração do hormônio que estimula a vitelogênese

produzido pelo órgão Y, promovendo assim a antecipação do desenvolvimento gonadal e aumento da frequência de desovas (ADIYODI e ADIYODI, 1970).

Apesar de algumas técnicas para maturação e desova em cativeiro estarem bem definidas, como o processo de ablação, existe ainda lacunas quanto à compreensão do controle hormonal, dos processos de vitelogênese, dos processos mecânicos e fisiológicos envolvidos na fertilização, do desenvolvimento das células germinativas e da interação dos componentes não germinativos no processo de maturação ovariana. Estas informações são imprescindíveis para o desenvolvimento reprodutivos de espécies de peneídeos em cativeiro.

Além da descrição do desenvolvimento ovariano macroscópico e microscópico, informações sobre época reprodutiva e tamanho de primeira maturação gonadal são parâmetros importantes para o desenvolvimento de estratégias de conservação eficazes para monitorar populações exploradas e controlar as atividades pesqueiras (KING, 1995; CARBONELL, et al., 2006; MACHADO et al., 2009; LI et al., 2012; KEVREKIDIS e THESSALOU-LEGAKI, 2013). Do mesmo modo, informações sobre a época de reprodução em camarões peneídeos pode facilitar o entendimento das estratégias adaptativas e potencial reprodutivo de uma espécie relacionada com o seu ambiente (DALL et al., 1990, GILLET 2008).

Estudos sobre dinâmica reprodutiva de peneídeos têm sido realizados ao longo da costa brasileira, como observado para o *Rimapenaeus constrictus* (COSTA e FRANSOZO, 2004; GARCIA et al. 2016), *X. kroyeri* (ALMEIDA et al., 2012; HECKLER et al., 2013; LOPES et al. 2017), *Farfantepenaeus brasiliensis* (SIMÕES, 2012), *F. paulensis* (PEIXOTO et al., 2002, 2003; SIMÕES, 2012), *Farfantepenaeus subtilis* (SILVA et al., 2016) e *L. schmitti* (COELHO e SANTOS 1993, 1994, 1995; SANTOS et al., 2005; SANTOS et al., 2008; GONÇALVES et al., 2009; MACHADO et al., 2009; PEIXOTO et al. 2018), no entanto, estudos abordando a dinâmica reprodutiva de camarões peneídeos no nordeste são escassos, principalmente utilizando análises macroscópicas associadas à análises histológicas.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o desenvolvimento celular, descrever os componentes não germinativos e os estágios de desenvolvimento gonadal associando análises microscópicas e macroscópicas dos ovários dos camarões peneídeos *Farfantepenaeus subtilis* e o *Litopenaeus schmitti* capturados em Lucena, litoral norte da Paraíba. O estudo propõe ainda descrever a dinâmica reprodutiva do camarão branco *L. schmitti*, a fim de fornecer subsídios para a

formulação de recomendações para a pesca sustentável desta espécie muito importante economicamente para a região.

1.2- Objetivos

Objetivo geral:

Descrever as características reprodutivas de camarões peneídeos *L. schmitti* e *F. subtilis* capturados em Lucena, litoral norte da Paraíba, Brasil, a fim de fornecer subsídios para a formulação de recomendações para a pesca sustentável de camarões peneídeos nesta região e auxiliar o manejo destas espécies em cativeiro.

Objetivos específicos:

- Descrever macroscopicamente o desenvolvimento gonadal de fêmeas dos camarões *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis*;
- Descrever microscopicamente o desenvolvimento das células germinativas e os componentes não germinativos presentes nos ovários de fêmeas dos camarões *L. schmitti* e *F. subtilis*;
- Avaliar a histomorfometria dos ovócitos;
- Caracterizar os estágios de maturação gonadal de fêmeas dos camarões *L. schmitti* e *F. subtilis*;
- Avaliar a estrutura da população e a dinâmica reprodutiva do camarão-branco *L. schmitti* capturado em Lucena, Paraíba, nordeste do Brasil.
- Determinar o tamanho de primeira maturação de fêmeas do camarões *L. schmitti*;
- Determinar o período reprodutivo de fêmeas do camarões *L. schmitti*.

2. Artigo I

Descrição do desenvolvimento ovariano de camarões peneídeos *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis* capturados no nordeste do Brasil

Resumo

A classificação dos estágios de desenvolvimento gonadal é um importante instrumento para o entendimento dos processos reprodutivos de camarões, sendo útil tanto para o manejo sustentável dos estoques selvagens quanto para o desenvolvimento de tecnologias para a sua reprodução em cativeiro. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi descrever o desenvolvimento das células reprodutivas e os estágios de desenvolvimento ovariano, bem como identificar os componentes não germinativos, associando análises microscópicas e macroscópicas dos camarões *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis*. No estudo foram extraídos ovários de fêmeas de *L. schmitti* (n=159) e *F. subtilis* (n=127), os quais foram submetidos à análise histológica. As análises macroscópicas determinaram quatro estágios de desenvolvimento da gônada a partir da coloração e grau de turgidez do ovário fresco. As observações microscópicas permitiram observar seis estágios de desenvolvimento celular: oogônias, ovócitos pré-vitelogênico, ovócito em vitelogênese inicial, ovócito em vitelogênese avançada, ovócito maturo e ovócito atrésico. A partir disto, foram definidos cinco estágios de desenvolvimento gonadal: imaturo, em desenvolvimento inicial, em desenvolvimento avançado, maturo e desovado. Quanto aos componentes não germinativos, foram identificados: células foliculares, vasos sanguíneos e parede gonadal. Além das células germinativas, as células foliculares mostraram-se estruturas fundamentais para a descrição e distinção dos estágios de desenvolvimento gonadal. Através do presente estudo foi possível observar os processos reprodutivos das espécies estudadas, destacando informações relevantes capazes de contribuir para a gestão da pesca de camarões e para o desenvolvimento da reprodução destes organismos em cativeiro.

Palavras-chave: células germinativas, histologia, desenvolvimento gonadal, reprodução, vitelogênese.

Introdução

A produção de camarão no Brasil está representada, em sua maior parte, por espécies da família Penaeidae. Dentro desta família a espécie exótica *Litopenaeus vannamei* apresenta destaque, sendo obtida exclusivamente através da carcinicultura, enquanto que na produção pesqueira marinha os camarões-rosa (*Farfantepenaeus* sp.) e o camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*), corresponderam a 18% (6.971 t) e 7% (2.711t) das capturas de crustáceos no ano de 2011, respectivamente, apresentando importância econômica na atividade pesqueira brasileira (MPA, 2012). O *Farfantepenaeus subtilis* se distribui desde o mar do Caribe (Cuba e Pequenas Antilhas) até a costa de Cabo frio, no Rio de Janeiro, já o *L. schmitti* se distribui desde o Atlântico Ocidental, nas Antilhas, até a região sul do Brasil (D'INCAO, 1995).

A classificação dos estágios de desenvolvimento gonadal, tanto macroscopicamente como microscopicamente, encontram-se entre os métodos mais utilizados para adquirir informações sobre os processos reprodutivos dos camarões peneídeos, sendo considerado um importante instrumento para estabelecer diretrizes para um melhor manejo das pescarias, contribuindo assim para a sustentabilidade dos estoques selvagens (KING, 1948; QUINTERO e GRACIA, 1998; PEIXOTO et al., 2003; MACHADO et al., 2009; SILVA et al., 2016; BOLOGNINI et al., 2017), além de auxiliar no desenvolvimento de tecnologias para a reprodução deste organismos em cativeiro (PEIXOTO et al. 2002, 2004; FLOR et al., 2016).

Aspectos de maturidade em crustáceos podem ser determinados com maior eficácia através de análises histológicas dos ovários (CASTILHOS, 2006). Apesar disto, a análise macroscópica é a mais comumente empregada para descrever e classificar o desenvolvimento gonadal de camarões, baseada principalmente na observação do padrão de coloração das gônadas. Porém, segundo Peixoto et al. (2003), a utilização da histologia do ovário pode trazer maior confiabilidade na determinação dos estágios de maturação gonadal em relação aos padrões avaliados em análises macroscópicas.

Considerando a importância dos camarões peneídeos na pesca e aquicultura, poucos estudos descreveram as características do desenvolvimento gonadal de fêmeas de peneídeos baseados em observações histológicas associadas às observações macroscópicas: *Farfantepenaeus brasiliensis* (QUINTERO e GRACIA, 1998), *Farfantepenaeus paulensis* (PEIXOTO et al., 2003, 2004; DUMONT et al., 2007), *Xiphopenaeus kroyeri* (CAMPOS et al., 2009; LOPES et al., 2017), *Melicertus*

kerathurus (KÜCÜKDERMENCI e LOK, 2011; BOLOGNINI et al., 2017), *F. subtilis* (SILVA et al., 2016) e *L. schmitti* (GONÇALVES et al., 2009; MACHADO et al., 2009), como também o número de trabalhos relacionados à caracterização do desenvolvimento das células germinativas é incipiente, pois a maior parte das pesquisas relata apenas a descrição dos estágios. Além disso, aspectos tais como a interação dos componentes não germinativos são lacunas que ainda necessitam ser preenchidas.

Por se tratarem de espécies que apresentam importância econômica, torna-se fundamental investigar os aspectos biológicos destas espécies que possam contribuir na gestão e conseqüentemente para o desenvolvimento da produção de camarões peneídeos. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi caracterizar o desenvolvimento celular, descrever os componentes não germinativos e os estágios de desenvolvimento gonadal associando análises microscópicas e macroscópicas dos ovários dos camarões peneídeos *F. subtilis* e o *L. schmitti*.

Material e Métodos

Amostragem e processamento das amostras

Os camarões foram capturados de dezembro de 2016 até novembro de 2017, através da pesca de arrasto de praia no município de Lucena (6°53'50.0"S 34°52'01.6"W), litoral norte da Paraíba, Brasil (Figura 1). A rede apresenta 120 m de comprimento, a largura na manga apresenta 4 m e o saco 6 m, 2 cm na manga da rede e 1,5 no saco com duas estacas de madeira nas extremidades.

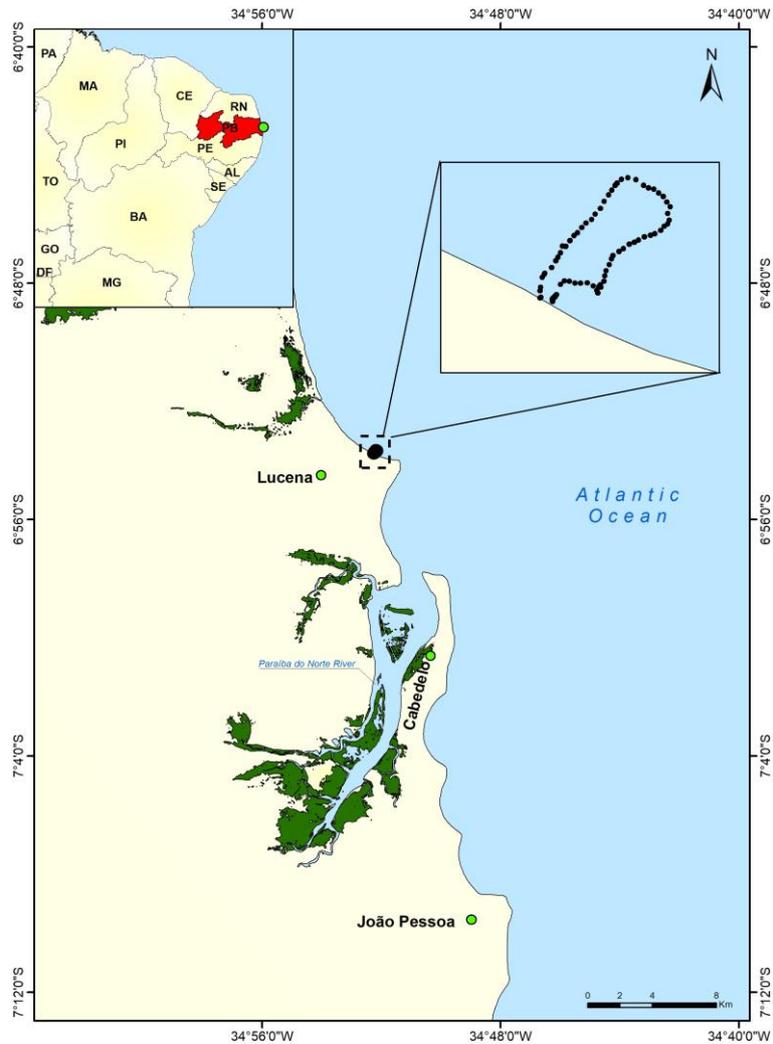


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo em Lucena, litoral norte do estado da Paraíba, nordeste do Brasil.

Após a captura, as amostras foram identificadas quanto à espécie utilizando um guia de identificação de camarões peneídeos (PÉREZ-FARFANTE, 1988; PÉREZ-FARFANTE e KENSLEY, 1997), sendo obtidas 162 fêmeas de *F. subtilis* e 176 fêmeas de *L. schmitti*.

Em seguida os exemplares foram mensurados o comprimento total (CT - mm), que corresponde à medida desde a ponta do rostro à extremidade do télson e o comprimento do cefalotórax (CC - mm), que compreende desde a base do rostro à margem posterior da carapaça, ambos obtidos através de um paquímetro digital. O peso dos indivíduos foi obtido com auxílio de uma balança analítica de precisão (0,001g). Em seguida, as gônadas das fêmeas das duas espécies foram cuidadosamente dissecadas e pesadas, para serem então primeiramente identificadas macroscopicamente quanto ao seu estado maturacional. O padrão de coloração do ovário fresco foi obtido através da

comparação com um catálogo de cores amplamente disponível (PANTONE MATCHING SYSTEM, Coated Simulation, Pantone, Carlstadt, NJ, USA).

Para a realização das análises microscópicas, os ovários dissecados foram fixados em formol tamponado a 10%, realizando a clivagem das gônadas em 12 horas, sendo refixadas por mais 12 horas. Após a fixação, o material foi conservado em etanol a 70%. Posteriormente, fragmentos de aproximadamente 1 mm da porção mediana de cada ovário foi desidratada em etanol em ordem crescente de 80% a 100%, diafanizadas em xilol, impregnadas e incluídas em parafina à 65° C. Após a inclusão em parafina, o tecido ovariano foi seccionado (5µm) em micrótomo LEICA RM2145 e corados pelo método de Hematoxilina/Eosina-Floxina (H/E-F). As lâminas histológicas foram observadas em microscópio óptico LEICA DM500 com uma câmera acoplada LEICA ICC50HD.

Análise de dados

Os ovócitos foram classificados de acordo com as características histológicas descritas para peneídeos (QUINTERO e GRACIA, 1998; PEIXOTO et al., 2003), tendo sido também baseadas na forma, na relação núcleo-citoplasma e na reação aos corantes (H/E-F). A frequência de cada tipo de ovócito foi observada em porcentagem para cada campo analisado e cinquenta ovócitos mostrando núcleos seccionados foram medidos por categoria através do software Image Tool versão 2.0 para Windows (The University of Texas Health Science Center in San Antonio, TX, E.U.A.).

Foram obtidos a média e o desvio padrão para o diâmetro do citoplasma (DC), diâmetro do núcleo (DN) e para relação DN/DC das diferentes células germinativas para cada indivíduo de ambas as espécies. Para avaliar possíveis diferenças estatísticas entre os diâmetros das células em diferentes graus de desenvolvimento de cada espécie foram utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, pois os dados não se apresentaram normais e não se verificou homogeneidade entre as variâncias, e em seguida foi utilizado o teste de Student Newman Keuls para indicar as diferenças entre os grupos (ZAR, 2010).

Resultados

As fêmeas de *L. schmitti* apresentaram comprimento total (CT) variando de 8,1 a 18,5 cm, comprimento do cefalotórax (CC) entre 1,51 e 4,24 cm e peso total (PT) de 4,84 e 47,6 g. As fêmeas de *F. subtilis* apresentaram comprimento total (CT) variando

de 6,2 e 15,9 cm, comprimento cefalotórax (CC) entre de 1,24 e 3,45 cm e peso total (PT) variando de 1,88 e 28,9 g.

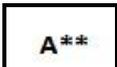
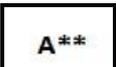
Características macroscópicas e coloração dos ovários

Na análise macroscópica dos ovários para o *F. subtilis* e *L. schmitti* foram encontrados cinco estágios maturacionais: estágio I (imaturo), estágio II (em maturação inicial), estágio III (em maturação avançada) e estágio IV (maduro) e estágio V (desovado), conforme se encontra descrito na tabela 1.

Os ovários de ambas as espécies são órgãos pares de estrutura tubular com simetria bilateral, localizados lateralmente ao intestino na porção dorsal. Na região cefalotóraxica apresentavam dois lóbulos anteriores, sete lóbulos laterais curtos e dois lóbulos longos posteriores. Cada porção do ovário apresentava ainda um oviduto localizado dorsoventralmente na porção cefalotóraxica, que se conectam aos gonóporos na altura do terceiro par de pereiópodos. A maturação se inicia nos lóbulos anteriores, seguido pelos lóbulos laterais, até que os lóbulos longos posteriores estejam preenchidos, sofrendo alterações na coloração, consistência e turgidez à medida que maturam. Os lóbulos longos posteriores, quando se encontram maduros, ocupam quase toda a cavidade dorsal. Nesta situação, a coloração ficava mais evidente, sendo possível ser observada através do exoesqueleto do animal. Foi observado um padrão de coloração diferente para cada espécie de acordo com o estágio de desenvolvimento gonadal. A tabela 1 apresenta a classificação macroscópica dos ovários de camarões *F. subtilis* e *L. schmitti*.

Tabela.1 Descrição e coloração dos estágios macroscópicos (I, II, III e IV) dos ovários dos camarões *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti* capturados no litoral norte da Paraíba, Brasil.

Estágio	Descrição	Coloração	
		<i>F. subtilis</i>	<i>L. schmitti</i>
Imaturo (I)	São finos e apresenta superfície lisa, inconsistente e translúcida. Não é possível observar o ovário através do exoesqueleto, devido a sua espessura e coloração.	A**	A**
Em maturação inicial (II)	Pouco mais espessa que o estágio anterior, apresentando pouca coloração nos lóbulos anteriores e laterais. É possível observar o ovário através do exoesqueleto na posição do cefalotórax.	379 pc	600 pc

Em maturação avançada (III)	Mais espessa que o estágio anterior, com a superfície pouco rugosa e pouco consistente. Apresenta coloração em todos os lóbulos do ovário, em menor concentração na região do abdômen.		
Maturo (IV)	Muito túrgida, ocupando toda a cavidade abdominal e cefalotóracica. Apresenta a superfície rugosa e muito consistente e com a coloração muito escura por toda a cavidade dorsal.		
Desovado (V)	São flácidos e apresentam superfície levemente rugosa. A coloração é translúcida semelhante ao estágio I.		

* Numeração das cores no catálogo Pantone Matching System, Coated Simulation, Pantone, Carlstadt, NJ, USA; ** Cor: aplinil transparente.

Classificação microscópica dos ovócitos, das células não germinativas e descrição dos estágios de desenvolvimento gonadal

Os tipos de ovócitos encontrados foram semelhantes quanto às estruturas nas duas espécies (Figura 2 e 3), embora esteja evidente a diferença nos diâmetros das células (Tabela 3). As células foram classificadas em: oogônias (OO), ovócitos pré-vitelogênicos (OPVT), ovócitos em vitelogênese inicial (OVI), ovócitos em vitelogênese avançada (OVA), ovócitos maduros (OM) e ovócitos atrésicos (OA).

As oogônias (OO) encontram-se geralmente distribuídas em ninhos por toda a gônada. As células possuem formato esférico, citoplasma reduzido e núcleo bastante visível, com cromatina condensada concentrada na região central no estágio mais inicial e cromatina perinucleolar à medida que se desenvolve. As oogônias (Figura 3B) são células basófilas, ficando evidentes quando coradas com Hematoxilina (H), e não apresentaram reação no citoplasma quando coradas com Eosina/Floxina (E/F).

Os ovócitos pré-vitelogênicos (OPVT) tem formato oval, caráter altamente basófilo e citoplasma mais desenvolvido que o estágio anterior (tabela 3 – figuras 2B/3B), não se observando nenhuma atividade vitelogênica e a cromatina apresentando-se um pouco mais dispersa. É possível visualizar nucléolos se deslocando para a periferia do núcleo, sendo estes fortemente basofílicos.

Os ovócitos em vitelogênese inicial (OVI) apresentam vitelogênese lipídica, formato oval e núcleo com cromatina mais dispersa do que o estágio anterior. O núcleo tem caráter basófilo, sendo possível observar a presença de três a seis nucléolos, fortemente corado em roxo (H). O citoplasma se encontra mais desenvolvido que o estágio anterior (tabela 3 – figuras 2D/3D), coradas em E-F, que evidência estruturas acidófilas.

Os ovócitos em vitelogênese avançada (OVA) são células que possuem maior volume e diâmetros maiores do que o estágio anterior (tabela 3 – figuras 2F/3F), observando-se além da deposição lipídica, uma grande deposição de proteína compondo o citoplasma, apresentando caráter acidófilo (E-F). São observados grânulos de vitelo ao longo de toda a célula, em maior concentração e tamanho na região periférica, atribuindo-lhe aspecto granular. O núcleo de caráter basófilo encontra-se na região central do ovócito e os nucléolos encontram-se nas periferias do núcleo.

Os ovócitos maduros (OM) apresentam o processo de vitelogênese lipídica e protéica completa. Os ovócitos maduros possuem diâmetro e volume maior do que o estágio anteriormente descrito (tabela 3 – figuras 2H/3H). O citoplasma apresenta caráter altamente acidófilo, o núcleo possui caráter fortemente basófilo, evidenciados pela coloração rosa e roxa, respectivamente (H/E-F). É possível observar a presença de corpos periféricos (CP) localizados na periferia dos ovócitos.

Os ovócitos atrésicos (OA) apresentam caráter altamente acidófilo, não possuem formato bem definido, devido à ruptura da membrana vitelínica, ocasionando a perda da turgidez (figuras 2J/3J).

Em relação ao diâmetro do citoplasma e a relação núcleo:citoplasma (DN/DC), as células sofreram aumento progressivo ao longo do seu desenvolvimento (tabela 3). As oogônias (OO) foram as menores células da linhagem reprodutiva, seguida pelos ovócitos pré-vitelogênico, ovócitos em vitelogênese inicial (OVI), ovócitos em vitelogênese avançada (OVA) e ovócitos maduros (OM). Ocorreu um aumento significativo nos diâmetros dos citoplasmas à medida que as células se desenvolveram. Os diâmetros dos núcleos aumentaram significativamente ao longo do desenvolvimento, mas em menor proporção do que os citoplasmas, e como consequência os valores da relação entre o núcleo e o citoplasma reduziram.

Além dos componentes germinativos encontrados, também foram identificados componentes não germinativos, sendo eles: as células foliculares (CF), os vasos sanguíneos (VS) e a parede gonadal (PG).

As células foliculares (CF) são encontradas em toda a gônada. É possível observar uma modificação no seu formato à medida que as células germinativas atingem graus diferentes de desenvolvimento. Quando as células germinativas se encontram imaturas, as CF se apresentam dispersas por toda a gônada em formato circular. À medida que os ovócitos se desenvolvem, as CF circundam os ovócitos e se tornam mais achatadas. Já quando o ovócito encontra-se maturo, as CF apresentam formato pavimentoso (figuras 2 e 3).

Os vasos sanguíneos (VS) apresentam hemolinfa no seu interior. A intensidade da coloração da hemolinfa aumenta à medida que os ovários maturam.

O revestimento da parede gonadal (PG) é constituído de fibras conjuntivas colágenas de aspecto ondulado. É possível observar fibroblastos. À medida que o ovário matura, o tecido responsável pelo revestimento tende a ficar menos espesso, retornando à espessura grossa, com aspecto frouxo, quando se encontra desovado.

A tabela 2 demonstra os estágios de desenvolvimento ovariano de *F. subtilis* e do *L. schmitti* (figura 2 e 3). Para ambas as espécies os estágios foram classificados em imaturo (I), em desenvolvimento inicial (II), em desenvolvimento avançado (III), maturo (IV) e desovado (V). A frequência dos tipos de ovócitos ao longo do desenvolvimento gonadal, a relação núcleo:citoplasma e diâmetros das células encontram-se expostos na tabela 3.

Tabela 2. Descrição microscópica dos estágios de desenvolvimento ovariano e do tipo de ovócito presente em cada estágio de desenvolvimento gonadal dos camarões *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti*, capturados no litoral norte da Paraíba, Brasil.

Estágio	Descrição histológica	Tipo de ovócito*
Imaturo (I)	Predominância de ovócitos basófilos (oogônias e pre-vitelogênicos), apresentando, proporcionalmente, o núcleo maior em relação ao citoplasma. As oogônias apresentam-se organizadas em ninhos, principalmente na zona central dos ovários, denominada zona germinativa. Os ovócitos pré-vitelogênicos apresentam citoplasma mais desenvolvido do que a oogônia, apresentando nucléolos na periferia do núcleo. As células foliculares encontram-se dispersas por toda a gônada.	OO e OPVT

Em desenvolvimento inicial (II)	Os ovócitos basófilos (oogônias e pre-vitelogênicos) encontram-se na zona germinativa. Ocorre o aparecimento de células em vitelogenese lipídica inicial, evidenciada pela coloração rosa claro (E-F), distribuída nas periferias dos lóbulos ovarianos. As células foliculares apresentam formato arredondado e circundam os ovócitos em desenvolvimento inicial.	OO, OPVT e OVI
Em desenvolvimento avançado (III)	As células mais desenvolvidas deste estágio se encontram em vitelogenese completa, evidenciada pela pigmentação rosa mais escura (E-F), distribuídas nas periferias dos lóbulos ovarianos. As células foliculares apresentam formato achatado e circundam os ovócitos em desenvolvimento avançado.	OO, OPVT e OVA
Mature (IV)	Este estágio é caracterizado pela presença de ovócitos maduros, apresentando corpos periféricos. Neste momento, as células foliculares apresentam formato pavimentoso, justapostas aos ovócitos, formando uma camada mais externa.	OO, OPVT e OM
Desovado (V)	Predominância de ovócitos basófilos (oogônias e pre-vitelogênicos). Ocorre um espaçamento entre as células, sendo preenchido por células foliculares dispersas e ovócitos atrésicos. A presença dos ovócitos atrésicos é o que diferenciam este estágio do imaturo (estágio I).	OO, OPVT e OA

* OO (oogônia), OPVT (ovócito pre-vitelogênico), OVI (ovócito em vitelogenese inicial), OVA (ovócito em vitelogenese avançada), OM (ovócito maturo) e OA (ovócito atrésico).

Tabela 3. Frequência (%) dos ovócitos em cada estágio de desenvolvimento gonadal e média (\pm desvio padrão) do diâmetro (μm) dos ovócitos e núcleos e relação entre os diâmetros do núcleo e do citoplasma (DN/DC), observados em cada estágio de desenvolvimento das células reprodutivas nos camarões *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti*. Legenda: oogônias (OO), ovócitos pré-vitelogênicos (OPV),

ovócito em vitelogênese inicial (OVI), ovócito em vitelogênese avançada (OVA) e ovócito maturo (OM).

<i>Farfantepenaeus subtilis</i>					
Tipo da célula	Estágio I	Estágio II	Estágio III	Estágio IV	Estágio V
OO (%)	72,90±3,82 ^b	58,04±10,61 ^a	51,28±7,30 ^a	41,38±15,60 ^a	72,50±4,34 ^b
OPVT(%)	21,20±7,63 ^a	22,12±3,46 ^a	17,33±4,66 ^a	19,17±6,23 ^a	27,17±4,34 ^a
OVI (%)	0 ^a	19,82±8,67 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a
OVA (%)	0 ^a	0 ^a	31,38±7,34 ^b	0 ^a	0 ^a
OM (%)	0 ^a	0 ^a	0 ^a	39,44±17,38 ^b	0 ^a
OA (%)	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,32±0,16 ^b
Tipo de célula	Diâmetro do citoplasma		Diâmetro do núcleo		DN/DC (%)
OO	19,77 ± 2,70 ^a		12,55 ± 2,09 ^a		63,79 ± 8,43
OPV	44,38 ± 7,76 ^b		23,89 ± 5,07 ^b		54,12 ± 8,97
OVI	109,32 ± 17,35 ^c		39,85 ± 8,00 ^c		36,56 ± 5,34
OVA	170,60 ± 31,83 ^d		50,98 ± 11,53 ^d		30,03 ± 5,04
OM	236,12 ± 38,75 ^e		65,62 ± 12,28 ^e		27,95 ± 4,07

<i>Litopenaeus schmitti</i>					
Tipo da célula	Estágio I	Estágio II	Estágio III	Estágio IV	Estágio V
OO (%)	78,80±7,63 ^b	55,35±6,96 ^a	63,65±11,48 ^{ab}	51,38±18,99 ^a	77,87±3,50 ^b
OPVT(%)	21,20±7,63 ^a	16,62±6,64 ^a	15,89±5,21 ^a	17,15±6,38 ^a	21,74±3,49 ^a
OVI (%)	0 ^a	28,03±6,40 ^b	0 ^a	0 ^a	0 ^a
OVA (%)	0 ^a	0 ^a	20,46±8,18 ^b	0 ^a	0 ^a
OM (%)	0 ^a	0 ^a	0 ^a	31,47±14,73 ^b	0 ^a
OA (%)	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,39±0,11 ^b
Tipo de célula	Diâmetro do citoplasma		Diâmetro do núcleo		DN/DC (%)
OO	21,30 ± 5,56 ^a		14,75 ± 4,01 ^a		70,22 ± 11,71
OPV	54,90 ± 11,27 ^b		31,98 ± 8,12 ^b		58,02 ± 6,96
OVI	118,60 ± 16,94 ^c		42,96 ± 7,48 ^c		36,50 ± 6,16
OVA	202,40 ± 17,53 ^d		60,40 ± 11,62 ^d		29,80 ± 5,07
OM	222,82 ± 31,09 ^d		60,50 ± 14,33 ^d		27,15 ± 5,87

* (%) Letras distintas na mesma linha entre os estágios de maturação indicam diferenças significativas ($p < 0,05$);

** (ø) Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$);

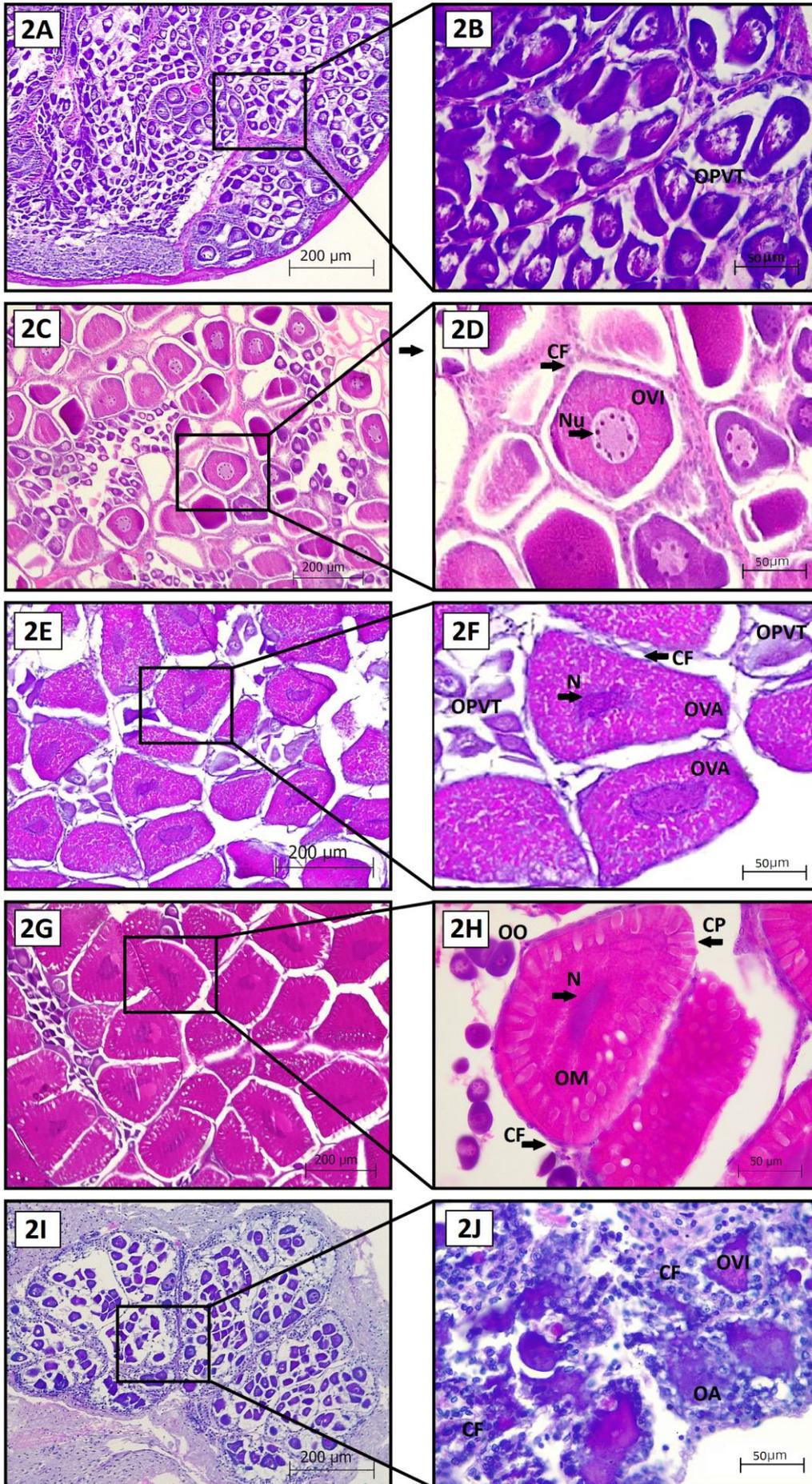


Figura 2. Cortes histológicos do desenvolvimento gonadal do camarão Rosa *Farfantepenaeus subtilis*. (A) Caracterização do estágio imaturo; (B) Presença de ovócitos pré-vitelogênicos (OPVT); (C) Caracterização do estágio em maturação inicial; (D) Presença de ovócito em vitelogênese I (OVI); (E) Caracterização do estágio em maturação avançada; (F) Ovócitos em vitelogênese avançada (OVA); (G) Caracterização do estágio maturo; (H) Presença de ovócito maturo (OM) apresentando corpos periféricos (CP); (I) Caracterização do estágio desovado; (J) Presença de ovócitos atrésicos (OA). Legenda das estruturas: (OO) oogônia; (CF) Células foliculares; (CP) corpos periféricos; (N) núcleo; (Nu) nucléolo.

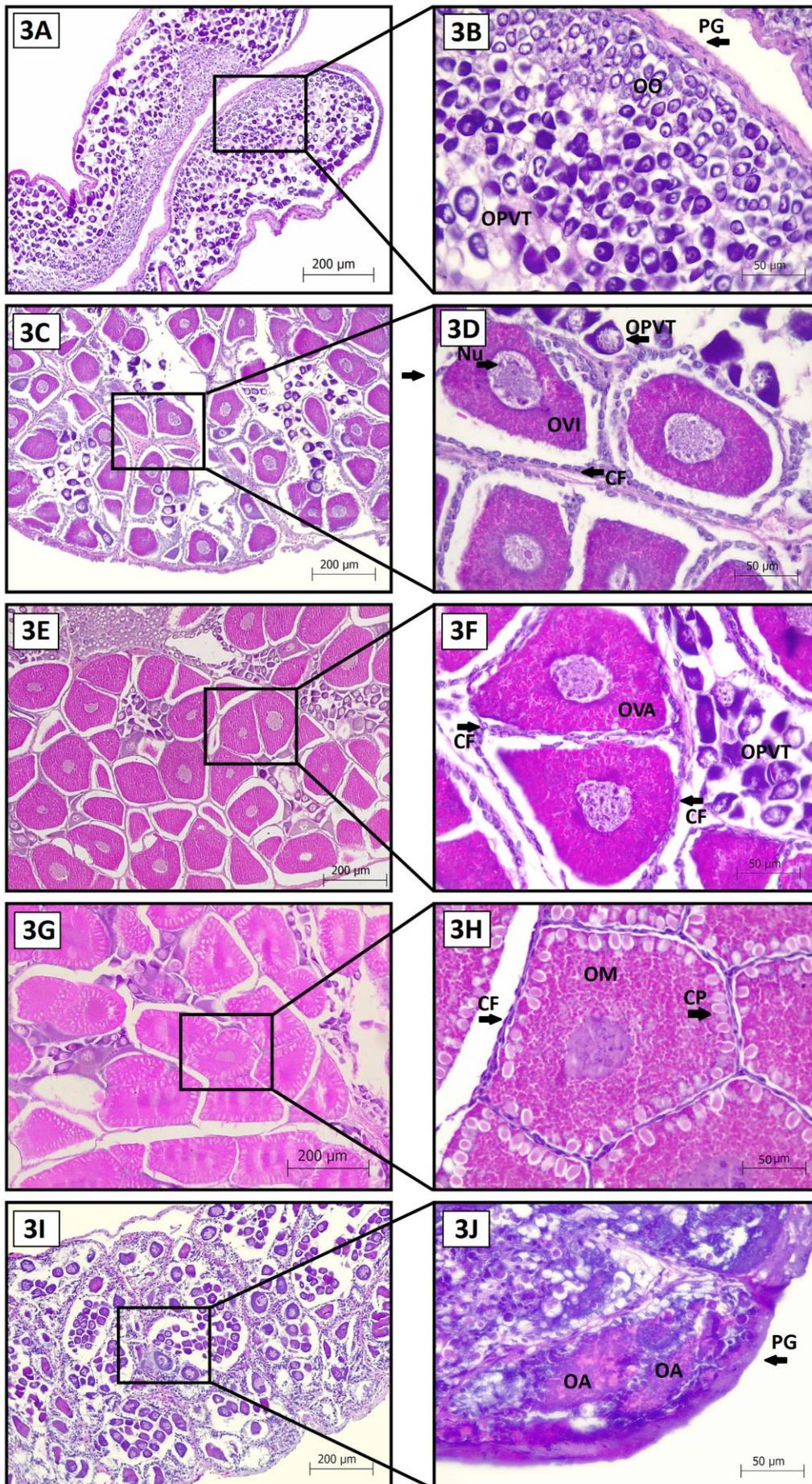


Figura 3. Cortes histológicos do desenvolvimento gonadal do camarão-branco *Litopenaeus schmitti*. (A) Caracterização do estágio imaturo; (B) Presença de ovócitos pré-vitelogênicos (OPVT); (C) Caracterização do estágio em maturação inicial; (D) Presença de ovócito em vitelogenese I (OVI); (E) Caracterização do estágio em maturação avançada; (F) Ovócitos em vitelogenese avançada (OVA); (G) Caracterização do estágio maturo; (H) Presença de ovócito maturo (OM) apresentando corpos periféricos (CP); (I) Caracterização do estágio desovado; (J) Presença de ovócitos atrésicos (OA). Legenda das estruturas: (OO) oogônia; (CF) Células foliculares; (CP) corpos periféricos; (N) núcleo; (Nu) nucléolo; (PG) Parede gonadal.

Discussão

A localização e morfologia das gônadas de *Litopenaeus schmitti* e *Farfantepenaeus subtilis* seguem o padrão observado por DALL et al. (1990) para camarões peneídeos. De acordo com Dumont e D’Incao (2004), a classificação macroscópica das gônadas de camarões, levando em consideração a coloração e o tamanho, está diretamente relacionada com o desenvolvimento e organização das células que constitui o ovário. Porém, segundo Quintero e Gracia (1998), a adoção deste critério pode causar confusões quanto à estimativa do estágio maturacional de camarões peneídeos, já que é possível identificar diferentes tons de cores na gônada estando os ovários no mesmo estágio de maturação. No presente estudo, foi possível definir quatro estágios de maturação macroscópicos, com colorações distintas, apresentando coloração mais intensa à medida que o grau de maturidade aumentou. A classificação macroscópica, por outro lado, se mostrou limitada para classificar morfologicamente indivíduos imaturos e desovados devido à semelhança na coloração e grau de turgidez. A mesma limitação também foi observada para *Artemesia longinaris* (DUMONT e D’INCAO, 2004), *F. paulensis* (PEIXOTO et al., 2003), *F. subtilis* (SILVA et al., 2016), *X. kroyeri* (LOPES et al., 2017) e *L. schmitti* (PEIXOTO et al. 2018).

Quanto à coloração dos ovários, o padrão em escala amarelada nos estágios II, III e IV para *L. schmitti* e escala esverdeada nos estágios II, III e IV para *F. subtilis* observados neste estudo, foi semelhante ao obtido por Peixoto et. al. (2018) e Silva et al. (2016), respectivamente, em estudos realizados em Pernambuco. Gonçalves et al. (2009) e Machado et al. (2009), em estudos realizados na região sudeste (São Paulo) e sul (Santa Catarina), observaram para *L. schmitti* uma variação de coloração esverdeada nos estágios em maturação e maturo. As mudanças na coloração e tamanhos dos ovários

são comuns para peneídeos, ao longo do ciclo reprodutivo (CAVALLI, 1997; PEIXOTO et al. 2003). A coloração é resultado do acúmulo de nutrientes que desempenham um papel importante na reprodução de crustáceos (GOODWIN, 1951; SMITH e MOORE, 1995; LIÑÁN-CABELLO et al. 2002). Além disso, as diferentes colorações dos ovários podem está relacionada à qualidade da dieta dos animais (QUINITIO et al.,2007), que pode variar de região para região dependendo da disponibilidade do alimento.

Ao analisar microscopicamente, verificaram-se modificações nos ovários de *L. schmitti* e *F. subtilis* ao longo do desenvolvimento das células germinativas, tendo em vista que todos os diâmetros dos ovócitos diferiram estatisticamente entre si. De acordo com Quackenbush (1991), este aumento da célula ocorre devido à produção de vitelo. O acúmulo de vitelo ficou mais evidente nos ovócitos em desenvolvimento avançado e nos maduros, onde foi possível observar grânulos de vitelo maiores na região periférica do citoplasma. A produção de vitelo é muito importante para o acúmulo de nutrientes nos ovócitos (PHIRIYANGKUL et al., 2007), sendo o alimento das larvas recém-eclodidas, e conseqüentemente, contribuindo com a sobrevivência destas nos primeiros estágios de desenvolvimento (LEE e CHANG, 1997; PHIRIYANGKUL et al., 2007).

Quanto à relação núcleo:citoplasma, foi observado que o núcleo sofre um aumento, porém não na mesma proporção que o citoplasma ao longo do desenvolvimento celular do *L. schmitti* e *F. subtilis*. Quackenbush (1991) e Shinozaki-mendes et al. (2012), ressaltou que o aumento do tamanho do citoplasma ocorre em decorrência da produção de vitelo. No presente estudo foi possível observar a presença de nucléolos, inicialmente na região mais central do núcleo, se deslocando para a periferia ao longo da maturação das células germinativas de ambas as espécies. Esta estrutura é responsável pelo início da síntese de RNA para a formação e deposição de proteínas citoplasmáticas (SOUZA-JÚNIOR et al, 2008).

Em relação às características das células germinativas, foi observado que as oogônias encontram-se na zona germinativa, corroborando com o observado em estudo de Browdy (1989). Os ovócitos pré-vitelogênicos não apresentaram nenhuma atividade vitelogênica, sendo esta característica semelhante às verificadas para outros peneídeos (QUINTERO e GRACIA,1998; PEIXOTO et al., 2003 ; SILVA et al., 2016; LOPES et al., 2017). Estudos evidenciaram o surgimento de corpos periféricos nos ovócitos maduros de camarões peneídeos (QUINTERO e GRACIA,1998; AYUB e AHMED, 2002; PEIXOTO et al., 2003; SILVA et al., 2016; LOPES et al., 2017), sendo esta

característica idêntica à observada no presente estudo. Estas estruturas são responsáveis por liberarem um produto gelatinoso em torno do ovócito com a finalidade de promover maior fixação dos espermatozóides, favorecendo a fertilização e formando o envelope de eclosão (CLARK jr. et al., 1980; YANO 1988).

Ao avaliar aos componentes não germinativos, as células foliculares (CF) encontram-se presentes em todos os estágios de desenvolvimento gonadal do *L. schmitti* e *F. subtilis*. Esta característica também foi observada para *Penaeus setiferus* (KING, 1948) e para *F. paulensis* (WORSMANN et al., 1976). Além disso, ocorreram alterações quanto ao seu formato ao longo do desenvolvimento gonadal, apresentando-se arredondadas inicialmente (estágios I, II), achatadas (estágio III) e pavimentosas ao final do processo maturacional (estágios IV), e assim corroborando com os resultados de Worsmann et al. (1976). Segundo Krol et al. (1992) estas células são responsáveis pela sustentação dos ovários, além de ter um papel importante na maturação sincrônica dos ovócitos e serem indispensáveis na formação do córion (RYAN, 1967). No presente estudo, sugere-se que as CF apresentem as mesmas funções, decorrente do comportamento semelhante ao observado por Ryan (1967) e por Krol et al. (1992). Quanto ao revestimento, a parede gonadal é constituída de fibras colágenas. Este fato explica a adaptação do órgão às alterações na turgidez sofridas ao longo do processo reprodutivo, o qual o torna resistente à tração.

Em relação às classificações dos estágios de desenvolvimento gonadal, alguns autores classificaram em quatro estágios, denominados: imaturo, em desenvolvimento, maturo e desovado (PEIXOTO et al., 2003; DUMOND et al. 2007; GONCALVES et al., 2009; MACHADO et al. 2009; SILVA et al., 2016; LOPES et al., 2017). Por outro lado, outros estudos apontam cinco estágios diferentes, denominados: imaturo, início de desenvolvimento (incipiente), em desenvolvimento, maduro e desovado (VOGT et al., 1989; CASTILLE e LAWRENCE, 1991; TAN-FERMIN, 1991; MEDINA et al., 1996; QUINTERO e GRACIA, 1998; PALACIOS et al., 1999; AYUB e AHMED, 2002; BOLOGNINI et al., 2017). O presente estudo identificou cinco estágios de desenvolvimento dos ovócitos em ambas as espécies estudadas.

No estágio em desenvolvimento inicial foram observados ovócitos em vitelogenese inicial (vitelogenese lipídica), já no estágio em desenvolvimento avançada foram observados ovócitos em vitelogenese avançada (vitelogenese lipídica e protéica), como descrito para outras espécies de camarões (CHANG e SHIH, 1995; ABRAHAN e MANISSERI, 2012). Além disso, os ovócitos apresentaram diferenças entre seus

diâmetros, ocasionadas pelo acúmulo de vitelo, que foram maiores nos ovócitos em estágio de desenvolvimento avançado em relação aos em desenvolvimento inicial.

A percepção das diferentes formas das células foliculares ao longo do desenvolvimento gonadal, apresentando-se arredondadas no estágio de maturação inicial e achatadas no estágio de desenvolvimento avançado, é fundamental para a separação dos estágios. Outros estudos com peneídeos, que identificaram quatro estágios de desenvolvimento gonadal (PEIXOTO et al., 2003; DUMOND et al. 2009; GONCALVES et al., 2009; MACHADO et al. 2009; SILVA et al., 2016; LOPES et al., 2017), não levaram em consideração o comportamento das células foliculares ao realizarem as descrições, o que pode ter contribuído para o agrupamento dos dois estágios (em desenvolvimento inicial e avançado) em apenas um.

Conclusão

Os camarões *F. subtilis* e *L. schmitti* apresentam cinco estágios de desenvolvimento gonadal. Além do desenvolvimento das células germinativas, também deve ser levado em consideração o comportamento das células foliculares na identificação dos estágios de desenvolvimento ovariano. As informações obtidas no presente estudo podem auxiliar no estabelecimento de medidas de ordenamento pesqueiro, como por exemplo, para a obtenção de informações sobre o comprimento de primeira maturidade sexual e período reprodutivo, quanto no aprimoramento das técnicas reprodutiva destes organismos em cativeiro.

Referências bibliográficas

ABRAHAN, J.; MANISSERI, M. K. Histological and morphological changes associated with ovarian development of speckled shrimp *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798). **Indian Journal Fish.**, Índia, v. 59, n. 1, p. 119-124, 2012.

AYUB, Z.; AHMED, M. A. Description of the ovarian development stages of penaeid shrimp from the coast of Pakistan. **Aquaculture Research**, 33, 767-776, 2002.

BEÇAK, W.; PAULETE, J. 1976. **Técnicas de citologia e histologia**. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1976, 305 p. (v. 1 e 2).

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

BEHMER, A.; CASTRO de TOLOSA, E.M. ; NETO, A.G.F.. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976, 255 p.

BOLOGNINI, L.; DONATO F., LUCCHETTI A.; OLIVOTTO, I., TRUZZI, C., RANDAZZO, B.; ANTONUCCI, M.; ILLUMINATI, S.; GRATI, F. A multidisciplinary approach to study the reproductive biology of wild prawns. **Scientific Reports nature**, v. 7, 2017.

CAMPOS, B. R; DUMONT, L. F. C.; D'INCAO, F.; BRANCO, J. O. Ovarian development and length at first maturity of the sea-bob-shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) based on histological analysis. **Náuplius**, v. 17, p. 9-12, 2009.

CASTILHO, G. G. **Aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (L.) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na Baía de Antonina, Paraná, Brasil**. 2006. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná, Paraná-BR.

CASTILLE, F. L.; LAWRENCE, A. L. **Reproductive studies concerning natural shrimp populations: a description of changes in size and biochemical compositions of the gonads and digestive glands in penaeid shrimps**, Pp. 17-32 *In* de Loach, P. F.; Dougherty, W. J. and Davidson, M. A. (eds.). *Frontiers of shrimp research*. Elsevier, Amsterdam, 1991.

CAVALLI, R. O.; SCARDUA, M. P.; WASIELESKY, W. Reproductive performance of different sized wild and pond-reared *Penaeus paulensis* females. **J. World Aquac. Soc.** v. 28, 260–267, 1997.

CHANG, C.F.; SHIH, T.W. Productive cycle of ovarian development and vitellogenin profiles in the freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. **Invertebrate Reproduction & Development**, v.27, n. 1, p. 11-20, 1995.

CLARK W.H. JR; LYNN J.W.; PERSYO H. O. Morphology of the cortical reaction in the eggs of *Penaeus aztecus*. **The Biological Bulletin**, v. 158, n 2, 1980.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

DALL, W.; HILL, B.J.; ROTH LISBERG, P.C.; STAPLES, D.J. 1990. **The Biology of the Penaeidae**. Advances in Marine Biology. Academic Express, London.

D'INCAO, F. **Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos de Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do litoral brasileiro**. 1995. 365p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR.

DUMONT, L. F. C.; D'INCAO, F. Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas do camarão-barbaruça (*Artemesia longinaris* - Decapoda: Penaeidae), Iheringia, **Sér. Zool.**, Porto Alegre, v. 94 , p. 389-393, 2004.

DUMONT, L. F. C.; D'INCAO, F.; SANTOS, R. A.; MALUCHE, S.; RODRIGUES, L.F. Ovarian development of wild pink prawn (*Farfantepenaeus paulensis*) females in northern coast of Santa Catarina State, Brazil, **Náuplius**, v. 15 , p. 65-71, 2007.

FONTELES FILHO, A.A. **Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros**. Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Fortaleza, Brasil, 2011, 460 p.

FLOR, H.R.; OSHIRO, L. M.Y.; COSTA, T. V.; FUGIMURA, M. M. S.; RODRIGES, F. N. G.; MATTOS, L. A. Efeito da proporção sexual sobre o desempenho reprodutivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeoidea). **Boletim do Instituto de Pesca (Online)**, v. 42, p. 343-351, 2016.

GONÇALVES, S.M.; SANTOS,J.L.;RODRIGUES, E.S. Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), capturadas na região marinha da Baixada Santista, São Paulo. **Revista Ceciliana**, p. 96-100, 2009.

GOODWIN, T. W. Carotenoid Metabolism during Development of Lobster Eggs. **Nature**. v. 167, p. 559–559, 1951.

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

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

KING, J. E. A study on the reproductive organ of the common marine shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus). **The Biological Bulletin**, v. 94, p. 244-262, 1948.

KÜCÜKDERMENCI, A.; LOK, A. An investigation on ovarian development of grooved shrimp *Melicertus kerathurus* in Izmir Bay, Turkey. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 92, p. 531–538, 2011.

LEE, F. Y.; CHANG, C. F. The concentrations of vitellogenin (vitellin) and protein in hemolymph, ovary and hepatopancreas in different ovarian stages of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosebergii*. **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 147, n. 4, p. 433-439, 1997.

LIÑÁN-CABELLO, M.; PANIAGUA-MICHEL, J.; HOPKINS, P. M. Bioactive roles of carotenoids and retinoids in crustaceans. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, p.299–309, 2002.

LOPES, D.; FRÉDOU, F. L.; SILVA, E.; CALAZANS, N.; PEIXOTO, S. Reproductive cycle of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeidea) from the northeast coast of Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 61, p. 1-5, 2017.

MACHADO, I.F.; DUMONT, L.F.C.; D'INCAO, F. Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti* - Decapoda, Penaeidae) in Southern Brazil. **Atlântica**, v.31, p. 169-175, 2009.

MEDINA, A.; VILA, Y.; MOURENTE, G.; RODRÍGUEZ, A. A comparative study of the ovarian development in wild and pond-reared shrimp, *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775). **Aquaculture**, v. 148, p. 63-75, 1996.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2012. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília, 2012, p. 129.

PALACIOS, E.; RODRIGUES-JARAMILLO, C.; RACOTTA, I. S. Comparison of ovary histology between different-sized wild and pond-reared shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 35, p. 251-259, 1999.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

PALACIOS, E.; RACOTTA, I. S.; VILLALEJO, M. Assessment of ovarian development and its relation to mating in wild and pond-reared *Litopenaeus vannamei* shrimp in a commercial hatchery. **Journal of The World Aquaculture Society**, v. 34, p. 466-477, 2003.

PANTONE. **Pantone Professional Color System**. 14th ed. New Jersey, Carlstad. 260, 1999.

PEIXOTO, S.; CAVALLI, R. O.; D'INCAO, F.; WASIELESKY, W.; MILACH, A. M. A comparative study of the ovarian histology of eyestalk ablated and unablated *Farfantepenaeus paulensis* after spawning. **Bol. Inst. de Pesca S. Paulo**, v. 28, p. 71-76, 2002.

PEIXOTO, S.; CAVALLI, R. O.; D'INCAO, F.; MILACH, A. M.; WASIELESKY, W.; Ovarian maturation of wild *Farfantepenaeus paulensis* in relation to histological and visual changes. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 1255-1260, 2003.

PEIXOTO, S.; CAVALLI, R.; KRUMMENAUER, D.; WASIELESKY, W.; D'INCAO, F. Influence of artificial insemination on the reproductive performance of *Farfantepenaeus paulensis* in conventional and unisex maturation system. **Aquaculture**, v.230, p.197-204, 2004.

PEIXOTO, S.; CALAZANS, N.; SILVA, E. F.; NOLE, L.; SOARES, R.; FREDOU, F. L. Reproductive cycle and size at first sexual maturity of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) in northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, 2018.

PÉREZ-FARFANTE, I. **Illustrated Key to Penaeoid Shrimps of Commerce in the Americas**. NOAA Technical Report NMFS, v. 64, 1988. 32 p.

PÉREZ-FARFANTE, I.; KENSLEY, B. 1997. **Penaeoid and Segestoid shrimps and Pawns of the World**. Keys and diagnosese for the families and genera. Éditions du Muséum national d histoire naturelle. Paris, 1997. 233p.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

PHIRIYANGKUL, P.; PUENGYAM, P.; JAKOBSEN, I. B.; UTARABHAND, P. Dynamics of Vitellogenin mRNA Expression During Vitellogenesis in the Banana Shrimp *Penaeus (Fenneropenaeus) merguensis*. Using Real-Time PCR. **Molecular Reproduction and Development**, v. 74, n. 9, p. 1198-1207, 2007.

QUACKENBUSH, L. S. **Regulation of vitellogenesis in penaeid shrimp**. In: De LOACH, P. F.; DOUGHERTY, W. J.; DAVIDSON, M. A. Eds. *Frontiers of shrimp research*. Amsterdam, Elsevier. v. 22, p. 125-140. 1991.

QUINITIO, E. T.; PEDRO, J. & PARADO-ESTEPA, F. D. 2007. Ovarian maturation stages of the mud crab *Scylla serrata*. **Aquaculture Research**. v. 38, p.1434-1441, 2007.

QUINTERO, M. E. S; GRACIA, A. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18, p. 680-685, 1998.

RYAN, E. P. Structure and function of the reproductive system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). II. The Female system. Proceedings of the Symposium on the Crustacea. **Marine Biological Association of India**, p. 522-544, 1967.

SHINOZAKI-MENDES, R. A.; SILVA, J. R. F.; SOUSA, L. P.; HAZIN, F. H. V. Histochemical study of the ovarian development of the blue land crab *Cardisoma guanhumi* (Crustacea: Gecarcinidae). **Invertebrate Reproduction and Development**. 2012.

SILVA, E. F.; CALAZANS, N.; NOLÉ, L.; CASTELO-BRANCO, T.; SOARES, R.; GUERRA, M.M.P.; FRÉDOU, F.L.; PEIXOTO, S. Reproductive dynamics of the southern pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* in northeastern Brazil. **Aquatic Biology (Print)**, v. 25, p. 29-35, 2016.

SMITH, D.D.; MOORE, W. M. L. E., HUMPHREY, C. G., DALL, S. W.; SMITH MOORE, D. L. E. Carotenoids in the tiger prawn *Penaeus esculentus* during ovarian maturation. **Mar. Biol.** v. 123, p. 435-441, 1995.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

SOUZA- JÚNIOR, V. B.; SILVA, J.R.F.; SALLES, R. Análise ovariana do Ariacó, *Lutjanus synagris* (Actinopterygii:Lutjanidae), e considerações sobre sua reprodução no estado do Ceará. **Arquivos ciências do mar**, v. 41, n.1, p. 90-97. 2008.

TAN-FERMIN, J. D. Effects of unilateral eyestalk ablation on ovarian histology and oocyte size frequency of wild and pond-reared *Penaeus monodon* (Fabricius) broodstock. **Aquaculture**, v. 93, p. 77-86, 1991.

VOGT, G.; QUINTIO, E. T.; PASCUAL, F. P. **Interaction of the midgut gland and the ovary in vitellogenesis and consequences for the breeding success: a comparison of unablated and ablated spawners of *Penaeus monodon***. Pp. 581-592 *In de Pauw, J. N.; Ackefors, H.; Wilkins, N. E. (eds.). Aquaculture: A biotechnology in progress. European Aquaculture Society, Bredene, 1989.*

WORSMANN, T. U.; BARCELOS, S. R.; FERRI, A. C. Étude histologique de l'ovaire de *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. **Bolm. Inst. oceanograf., S. Paulo**, p. 34-54, 1976.

YANO, I. Oocyte development in the kuruma prawn *Penaeus japonicus*. **Marine Biology**. November 1988, v. 99, p. 547–553, 1988.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River, Prentice-Hall Intern. INC, p.994, 2009.

3. Artigo II

Dinâmica reprodutiva do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (BURKENROAD, 1936) no litoral norte da Paraíba, nordeste do Brasil

Resumo

Objetivou-se com o presente estudo investigar a dinâmica reprodutiva utilizando abordagem macroscópica e microscópica de espécimes de *Litopenaeus schmitti*. Os camarões foram coletados mensalmente de dezembro de 2016 a novembro de 2017 através da pesca artesanal utilizando rede de arrasto de praia no Município de Lucena, Paraíba, Brasil. Foram coletados 1.710 animais, sendo a proporção de machos (43,51%) significativamente menor do que a das fêmeas (56,49%), correspondendo a proporção sexual de 1:1,3. As análises macroscópicas e histológicas permitiram identificar cinco estágios de maturação do ovário: imaturo (I), em desenvolvimento inicial (II), em desenvolvimento avançado (III), maturo (IV) e desovado (V). O índice gonadosomático (IGS), juntamente com a distribuição dos estágios maturacionais, sugerem que o ciclo reprodutivo se estende de setembro até junho, não ocorrendo atividade reprodutiva nos meses de julho e agosto. A maior frequência de fêmeas maduras ocorreram nos meses de novembro e fevereiro. A atividade reprodutiva parece sofrer influência da temperatura, salinidade e pluviosidade. O comprimento médio de cefalotórax (CC) de primeira maturação gonadal das fêmeas (2,20 cm) foi superior em relação a observações anteriores para a espécie em outras regiões (até 1,77 cm CC). Este fato pode indicar que a proibição da pesca de arrasto motorizado no local está contribuindo para uma exploração mais sustentável deste recurso através do arrasto de praia. Estes resultados podem contribuir na avaliação da dinâmica reprodutiva e elaboração de diretrizes para sustentabilidade da pesca de *L. schmitti* e outras espécies de peneídeos.

Palavras-chave: conservação, maturação, reprodução, tamanho de primeira maturação, sustentabilidade.

Introdução

O camarão-branco *Litopenaeus schmitti*, (BURKENROAD, 1936) se distribui desde o Atlântico Ocidental, nas Antilhas, até a região sul do Brasil (FAO, 1980). Habitam regiões marinhas, desde pequenas profundidades até 30 metros, com registros de ocorrência em até 50 metros. O seu ciclo de vida é realizado em dois ecossistemas, as fases larvais se desenvolvem no oceano, quando se tornam pós-larvas derivam nas correntes oceânicas até atingirem o estuário, onde permanecem até a fase juvenil, antes de alcançar a maturidade sexual migram para o oceano para se reproduzir (DALL et al., 1990).

No Brasil, o camarão-branco representa 7% da captura total de crustáceos, sendo considerada uma das espécies de peneídeos com maior valor econômico de mercado (MPA, 2012). Esta pescaria é realizada através de arrasto motorizado utilizando embarcações de médio a grande porte, a qual é apontada como um tipo de atividade de alto impacto negativo ao meio ambiente, capaz de comprometer a sustentabilidade dos estoques pesqueiros (KELLEHER, 2005; SIMPSON e WATLING, 2006). Entretanto, em regiões onde ocorre a proibição desta modalidade de pesca, o arrasto de praia é uma arte de pesca alternativa para a realização das capturas dos camarões. Porém, existem poucas informações sobre os efeitos da utilização desta modalidade de pesca em relação às populações de peneídeos e suas influências na dinâmica populacional e reprodutiva das espécies.

A dinâmica reprodutiva é um dos métodos utilizados para fornecer parâmetros importantes para avaliar a dinâmica de um estoque pesqueiro. Esta permite obter informações fundamentais para auxiliar na formulação de regulamentações pesqueiras, sendo utilizada como instrumento para a tomada de decisão em relação à conservação das espécies (CARBONELL et al., 2006; KEVREKIDIS e THESSALOU-LEGAKI, 2013). Segundo Bolognini et al. (2017), o sucesso reprodutivo determina a produtividade e a resiliência de uma população à exploração pesqueira ou a outras perturbações antrópicas, bem como, informações sobre a cópula e a maturidade sexual são cruciais para compreender a dinâmica de um estoque (PERDICHIZZI, et al., 2012).

Ao longo da costa brasileira, foram realizados poucos estudos abordando a dinâmica reprodutiva de camarões peneídeos, como observado para *Xiphopenaeus kroyeri* (ALMEIDA et al., 2012; HECKLER et al., 2013; LOPES et al., 2017), *Farfantepenaeus brasiliensis* (QUINTERO e GRACIA, 1998), *Farfantepenaeus paulensis* (PEIXOTO et al., 2002) e *Farfantepenaeus subtilis* (SILVA et al., 2016). Para

o camarão-branco o cenário não é diferente, principalmente quando se trata de estudos abordando a dinâmica reprodutiva utilizando análises histológicas, estes são ainda mais escassos (MACHADO et al., 2009; PEIXOTO et al., 2018).

Tendo em vista o interesse ecológico atribuído à conservação de espécies de importância comercial, como é o caso do camarão-branco, objetivou-se com o presente estudo descrever a dinâmica reprodutiva do camarão *L. schmitti* capturados através da pesca de arrasto de praia no nordeste do Brasil, considerando que há poucas informações sobre os efeitos da utilização desta modalidade de pesca em relação à reprodução de peneídeos.

Material e métodos

Área de estudo e procedimento de amostragem

O estudo foi realizado no município de Lucena ($6^{\circ} 53'50''$ S e $34^{\circ} 51' 01''$ W), litoral norte da Paraíba, Brasil (Figura 1).

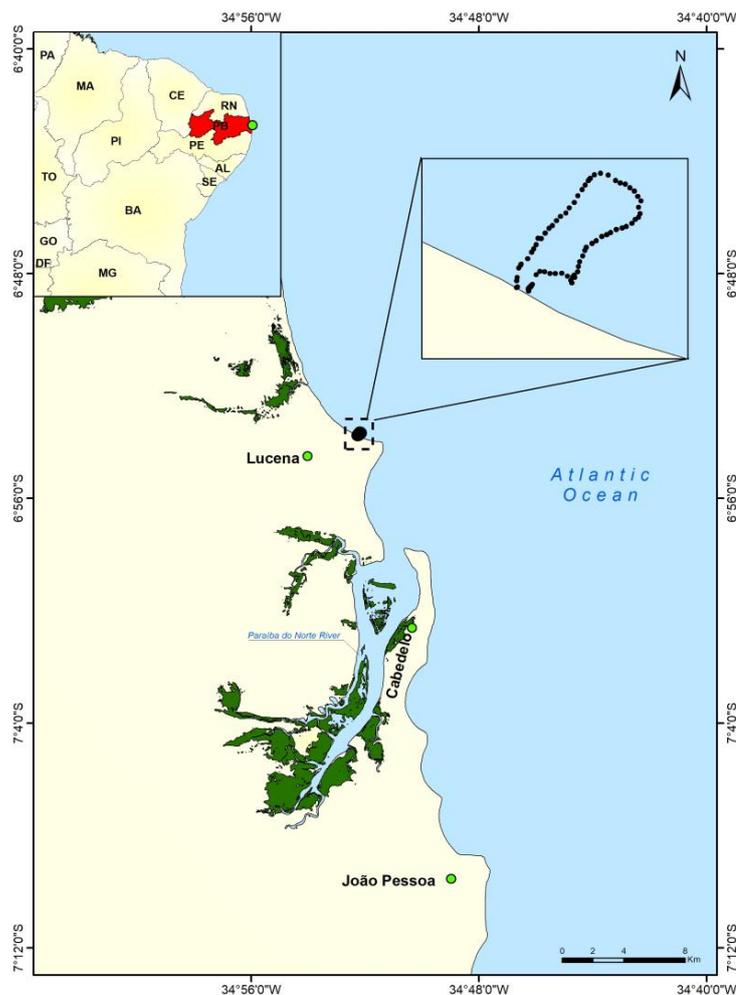


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo em Lucena, litoral norte do estado da Paraíba, nordeste do Brasil.

Os camarões foram coletados de dezembro de 2016 a novembro de 2017, através do arrastão de praia com auxílio de uma canoa, pois esta é a modalidade de pesca dominante na região para a captura de camarões. A rede apresenta 120 m de comprimento, a largura na manga apresenta 4 m e o saco 6 m, 2 cm na manga da rede e 1,5 no saco com duas estacas de madeira nas extremidades. Em cada coleta foram realizados dois arrastos com duração de 50 minutos cada (tempo médio estimado desde a montagem da rede até a retirada total da rede do mar), sendo cada arrasto considerado uma unidade amostral. A temperatura (°C) e salinidade foram obtidos a partir de um analisador multiparâmetro (HANNA Y). Os dados de pluviosidade foram obtidos através da variação na pluviosidade na região de estudo, na qual foi realizada uma média dos valores obtidos na Agência Executiva de Gestão da Águas do Estado da Paraíba - AESA (aesa.pb.gov.br) para os últimos 10 anos.

Estrutura da população

Os indivíduos capturados foram identificados quanto ao sexo a partir dos caracteres externos, nas fêmeas foi observada a presença do téllico e nos machos a presença do petasma. Em seguida, foi mensurado o comprimento de cefalotórax (CC, da base do rostro à margem posterior da carapaça) e o comprimento total (CT, da ponta do rostro a extremidade do télson), utilizando um paquímetro digital (mm). O peso dos indivíduos foi obtido com auxílio de uma balança analítica de precisão (0,001 g). A proporção sexual para o período de 12 meses foi comparada pelo teste do Qui-quadrado. O teste t de Student foi utilizado para determinar diferenças significativas quanto ao tamanho (CC e CT) e peso (PT) entre os sexos. Quando os dados não se apresentaram normais ou quando não se verificou homogeneidade entre as variâncias foi utilizado o teste de Wilcoxon.

Descrição macro e microscópica do desenvolvimento ovariano

Foram realizadas análises macroscópicas de todos os indivíduos capturados nas amostragens. O desenvolvimento gonadal das fêmeas foi determinado a partir da morfologia, da coloração e o do índice gonadossomático (IGS - peso do ovário dissecado em relação ao peso do corpo). A coloração do ovário fresco foi comparada com um catálogo de cores cromática amplamente disponível (Pantone Matching System, Coated Simulation, Pantone, Carlstadt, NJ, USA).

Para as análises histológicas, amostras da porção mediana do ovário de 15 animais coletados mensalmente foram fixadas em solução formol tamponado a 10% por 12

horas. Em seguida foram clivadas e re-fixadas por mais 12 horas e transferidas para etanol 70% para serem conservadas. Os fragmentos dos ovários foram submetidos ao processo de desidratação, diafanizados em xilol, impregnados e incluídos em parafina à 65° C, seccionadas a 5µm e coradas com Hematoxilina/Eosina-Floxina. As lâminas histológicas foram observadas em microscópio óptico (LEICA DM500) para identificação do estágio maturacional. Através de uma câmera acoplada (LEICA ICC50HD) ao microscópio foram capturadas e digitalizadas imagens de diferentes secções dos ovários.

Os ovócitos foram classificados de acordo com as características histológicas propostas por Quintero e Gracia (1998) e Machado et al. (2009), adaptadas para a espécie. A frequência de cada tipo de ovócito em cada estágio de desenvolvimento foi mensurada em porcentagem para cada campo analisado. Foram medidos cinquenta ovócitos ou o número total disponível por categoria através do software Image Tool versão 2.0 para Windows (The University of Texas Health Science Center in San Antonio, TX, E.U.A.). Apenas ovócitos mostrando núcleos seccionados foram medidos, pois apresentavam o diâmetro máximo correspondente ao ovócito. Os dados obtidos foram agrupados em diferentes estágios de maturação levando em consideração a presença do estágio celular mais desenvolvido.

Os dados de comprimento total (CT), comprimento de cefalotórax (CC), peso total (PT), peso do ovário (PO), índice gonadossomático (IGS), foram comparados entre os diferentes estágios de maturação gonadal da espécie através da análise de variância (ANOVA) considerando-se as premissas necessárias. Em seguida o teste Tukey foi utilizado para determinar diferenças significativas entre os estágios de maturação ($p < 0,05$). Quando os dados não se apresentaram normais ou quando não se verificou homogeneidade nas variâncias, utilizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e em seguida os valores foram comparados utilizando o teste de Student Newman Keuls (ZAR, 2010).

Dinâmica reprodutiva

A proporção dos estágios de maturação gonadal foi determinada por mês através da classificação macroscópica e microscópica do ovário, com o objetivo de determinar a época reprodutiva da espécie.

Para determinação do tamanho de primeira maturação sexual das fêmeas, foi utilizado o comprimento de cefalotórax (CC), o qual foi estimado o percentual da

frequência relativa de adultos em cada classe de tamanho com intervalo de 0,1 cm. Foram considerados indivíduos adultos somente as fêmeas que apresentavam características de gônadas em desenvolvimento, desenvolvidas ou desovadas. Posteriormente, a dispersão entre o comprimento do cefalotórax e o percentual de fêmeas adultas foi ajustada pelo método iterativo não linear de mínimos quadrados, obtendo-se o valor de L_{50} através da equação descrita por King (1995): $P = 1 / [1 + \exp(-r (CC - CC_{50}))]$, onde, P é a porcentagem de fêmeas maduras em uma classe de comprimento, r é a inclinação da curva, CC é o limite superior da classe de comprimento e CC_{50} é o comprimento médio de primeira maturação.

A determinação do estado maturacional dos machos foi realizada através do grau de união do petasma, classificando-se como maturo o indivíduo com petasma unido e como imaturo o com petasma desunido. Além disso, foi observada a presença ou ausência de espermátóforo na ampola terminal (DALL et al., 1990). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R- 3.4.4 para Windows).

Resultados

Estrutura da população e parâmetros ambientais

Foram coletados 1.710 espécimes de *L. schmitti*, correspondendo a 966 fêmeas e 744 machos que representa a proporção de 56,49% e 43,51% do total coletado (1,3:1), respectivamente. Os machos apresentaram CT médio de $11,73 \pm 0,97$ cm, com amplitude de tamanho de 8,3 a 15,5 cm, já as fêmeas apresentaram amplitude de 5,6 a 18,5 cm e CT médio de $12,22 \pm 6,67$ cm. Para o CC, foram observados valores médios de $2,43 \pm 0,40$ cm e $2,45 \pm 0,53$ cm para machos e fêmeas, respectivamente, com amplitude de 1,56 a 4,75 cm para machos e 1,16 a 4,5 para fêmeas.

Em relação ao peso, o PT médio foi de $12,64 \pm 3,38$ g para machos e $14,22 \pm 8,40$ g para fêmeas, e amplitude de 4,4 – 34,1g e 2,2-59,8g, respectivamente. Quando os dados foram agrupados as fêmeas se apresentaram maiores do que os machos em relação às variáveis CT, CC e PT ($p < 0,05$). Quando analisados mensalmente, as fêmeas foram maiores do que os machos nos meses de dezembro, janeiro e abril em relação ao CC e ao PT, enquanto no mês de março esse mesmo padrão ocorreu apenas em relação ao CC.

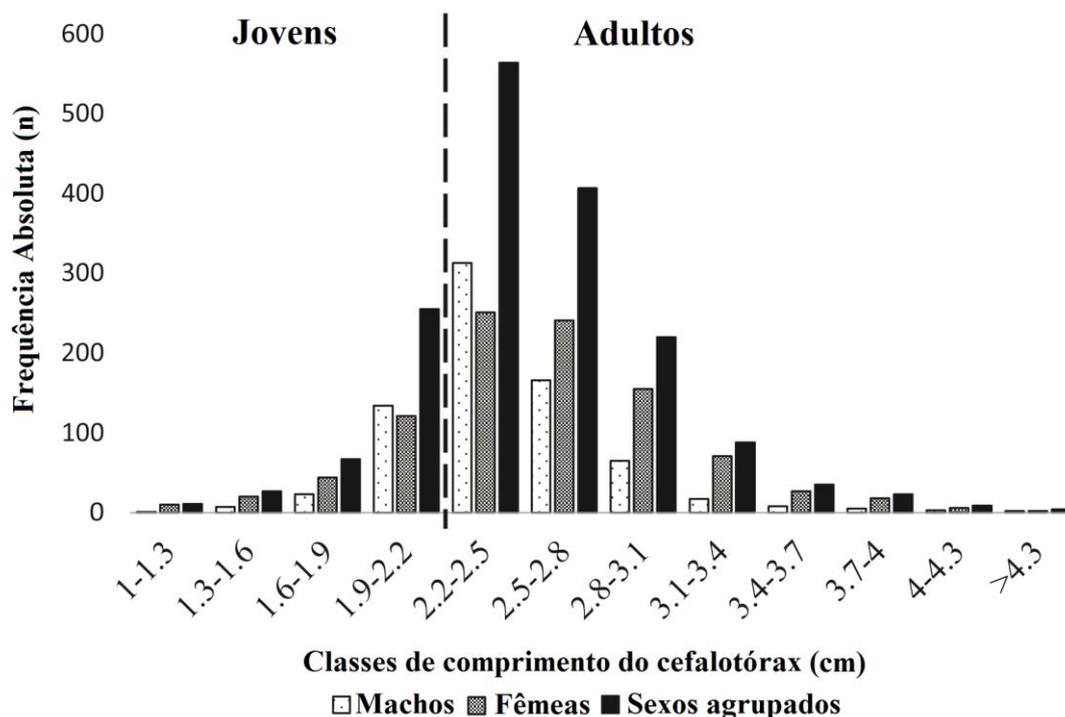


Figura 2. Distribuição da frequência absoluta por classe de comprimento do cefalotórax de fêmeas, machos e sexos agrupados (CC - cm) dos camarões *Litopenaeus schmitti* capturados durante o período de dezembro de 2016 a novembro de 2017, no município de Lucena, litoral norte da Paraíba.

Análise macroscópica e microscópica da gônada

A análise macroscópica permitiu observar cinco estágios de desenvolvimento macroscópico, definidos a partir do grau de turgidez e coloração do ovário: estágio I (imaturo), estágio II (em maturação inicial), estágio III (em maturação avançada), estágio IV (maturo) e estágio V (desovado). O estágio imaturo e o estágio desovado apresentaram características macroscópicas semelhantes, sendo apenas diferenciados a partir de análises microscópicas.

Quanto às análises microscópicas, utilizando como base as características do desenvolvimento das células germinativas observadas nos ovários, foram propostos cinco estágios microscópicos distintos para descrever o desenvolvimento ovariano da espécie:

Estágio I (imaturo – Fig 3A): ocorre predominância de oogônias (OO) e ovócitos pré-vitelogênicos, apresentando diâmetros de $21,29 \pm 5,55 \mu\text{m}$ e $54,89 \pm 11,26 \mu\text{m}$, respectivamente. Macroscopicamente, as gônadas são bastante finas, o que impede a sua visualização através do exoesqueleto. O ovário apresenta coloração translúcida (Catálogo Pantone: cor aplinil transparente).

Estágio II (em maturação inicial - Fig. 3B): As células mais desenvolvidas neste estágio são ovócitos em vitelogênese inicial (OVI), com diâmetro de $116,22 \pm 15,99 \mu\text{m}$, no entanto, é possível observar a presença também de oogônias e ovócitos pré-vitelogênicos. Nesse estágio, foi possível observar que o desenvolvimento da gônada se inicia nos lóbulos anteriores e laterais, localizados na região do cefalotórax, sendo possível sua visualização através do exoesqueleto, devido a um aumento no volume da gônada na região do cefalotórax. O ovário apresenta coloração amarelo claro (Catálogo Pantone: cor 600 PC).

Estágio III (em maturação avançada - Fig. 3C): As células mais desenvolvidas neste estágio são ovócitos em vitelogênese avançada (OVA), com diâmetro de $195,17 \pm 20,05 \mu\text{m}$. As oogônias e ovócitos pré-vitelogênicos estão presentes, porém em menor ocorrência do que os estágios anteriores. O ovário apresenta uma coloração muito evidente devido ao aumento no volume da gônada, preenchendo todo o segmento cefalotorácico e no início do segmento abdominal (até o 2º par de pleópodos). O ovário apresenta coloração amarelo claro (Catálogo Pantone: cor 603 PC).

Estágio IV (maturo - Fig. 3D): o estágio se caracteriza pela presença de ovócitos maduros (OM), apresentando corpos periféricos na extremidade do citoplasma. Os ovócitos maduros (OM) apresentam diâmetro de $223,88 \pm 36,16 \mu\text{m}$. As oogônias e ovócitos pré-vitelogênicos estão presentes, porém em menor ocorrência do que os estágios anteriores. Macroscopicamente, o ovário ocupa toda a cavidade cefalotorácica e abdominal, se estendendo até o último somito abdominal. Nesse estágio observa-se o ovário com coloração amarelo escuro (Catálogo Pantone: cor 604 PC).

Estágio V (desovado - Fig. 3E): a principal característica deste estágio é a presença de ovócitos atrésicos (AO), que são ovócitos maduros que não foram expelidos e entraram em processo reabsorção pelo ovário (Fig. 2F). Não apresentam diâmetro definido, devido à ruptura da membrana durante o processo de reabsorção. Além dos ovócitos atrésicos, observa-se a presença de oogônias e ovócitos pré-vitelogênicos. Macroscopicamente as características do ovário apresentam o mesmo padrão do estágio imaturo, com coloração translúcida (Catálogo Pantone: aplinil transparente).

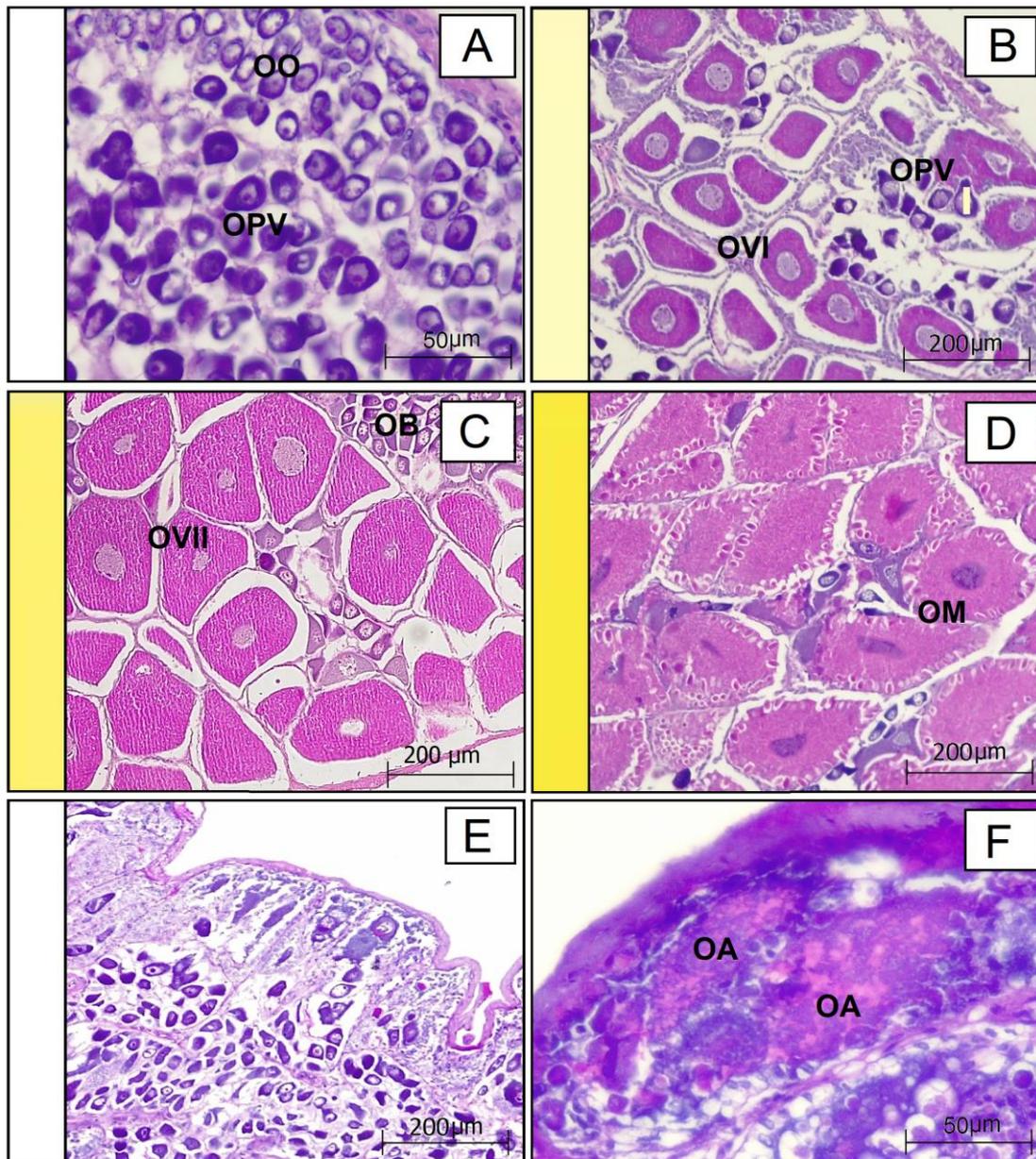


Figura 3. Fotomicrografias dos estágios de desenvolvimento ovariano do camarão-branco *Litopenaeus schmitti*. (A) Imaturo: ocorrência de oogônias (OO) e ovócitos pré-vitelogênicos (OPVT), catálogo PANTONE: cor aplinil transparente; (B) Em maturação inicial: apresenta OO, OPVT e ovócitos em vitelogenese inicial (OVI), catálogo PANTONE: cor 600 PC; (C) Em maturação avançada: apresenta OO, OPVT e ovócitos em vitelogenese avançada (OVA), catálogo PANTONE: cor 603 PC; (D) Maduro: presença de ovócitos maduros (OM) apresentando corpos periféricos (CP), catálogo PANTONE: cor 604 PC; (E) Desovado: apresenta folículos vazios e ovócitos atrésicos (OA), catálogo PANTONE: cor aplinil transparente.

Quanto à distribuição das células germinativas, as oogônias encontraram-se presentes em todos os estágios de desenvolvimento gonadal, assim como os ovócitos pré-vitelogênicos, apresentando uma frequência maior nos estágios imaturo e desovado. À medida que se iniciou o desenvolvimento das células, a concentração de oogônia e ovócitos pré-vitelogênicos reduziu, cedendo espaço para ovócitos vitelogênicos. O citoplasma sofreu um aumento ao longo do seu desenvolvimento das células germinativas. As oogônias (OO) apresentam os menores diâmetros, seguida dos ovócitos pré-vitelogênico, ovócitos em vitelogênese inicial (OVI), ovócitos em vitelogênese avançada (OVA) e ovócitos maduros (OM).

Quanto às medidas de comprimento e peso (CT, CC e PT), os indivíduos do estágio I foram significativamente menores do que os demais estágios de desenvolvimento ovariano (tabela 1). Em relação ao peso do ovário, o estágio I não apresentou diferença significativa em relação ao estágio V. Já os demais estágios de desenvolvimento (III, IV e V) diferiram entre si, significativamente, nesta análise. Os valores do IGS dos estágios II, III e IV diferiram significativamente entre si, onde o maior percentual correspondeu ao estágio IV. Já os estágios I e V não apresentaram diferenças significativas nesta análise.

Tabela 1. Média (\pm DP) do comprimento total (CT), comprimento de cefalotórax (CC), peso total (PT), peso do ovário (PO) e índice gonadossomático (IGS) nos cinco estágios de maturação ovariana do camarão branco *Litopenaeus schmitti*, capturado no período de dezembro de 2016 a novembro de 2017, em Lucena-Paraíba, nordeste do Brasil.

	Estágio I	Estágio II	Estágio III	Estágio IV	Estágio V
CT (cm)	10,25 \pm 1,06 ^c	13,60 \pm 1,69 ^{ab}	14,69 \pm 1,90 ^b	14,22 \pm 2,00 ^{ab}	13,23 \pm 1,35 ^a
CC (cm)	2,13 \pm 0,30 ^c	2,81 \pm 0,55 ^{ab}	3,09 \pm 0,49 ^b	3,01 \pm 0,57 ^{ab}	2,77 \pm 0,41 ^a
PT (g)	8,63 \pm 3,43 ^c	20,46 \pm 9,02 ^{ab}	25,72 \pm 9,63 ^b	24,70 \pm 10,79 ^{ab}	19,32 \pm 6,93 ^a
PO (g)	0,01 \pm 0,01 ^a	0,26 \pm 0,43 ^b	0,82 \pm 0,49 ^c	1,64 \pm 1,01 ^d	0,08 \pm 0,13 ^a
IGS (%)	0,15 \pm 0,13 ^a	1,08 \pm 1,02 ^b	3,09 \pm 1,06 ^c	6,21 \pm 2,07 ^d	0,39 \pm 0,48 ^a

Letras distintas na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Em relação aos parâmetros ambientais, a temperatura variou de 26,33 a 30,57 °C e a salinidade de 37,34 a 42,52 ao longo dos 12 meses. As temperaturas e as salinidades foram mais elevadas nos meses de outubro e janeiro. A pluviosidade foi mais elevada durante o outono e inverno, com maior intensidade de abril a julho, o que refletiu

diretamente na diminuição das temperaturas, salinidades e quantidade de indivíduos maduros durante este período (Figura 4).

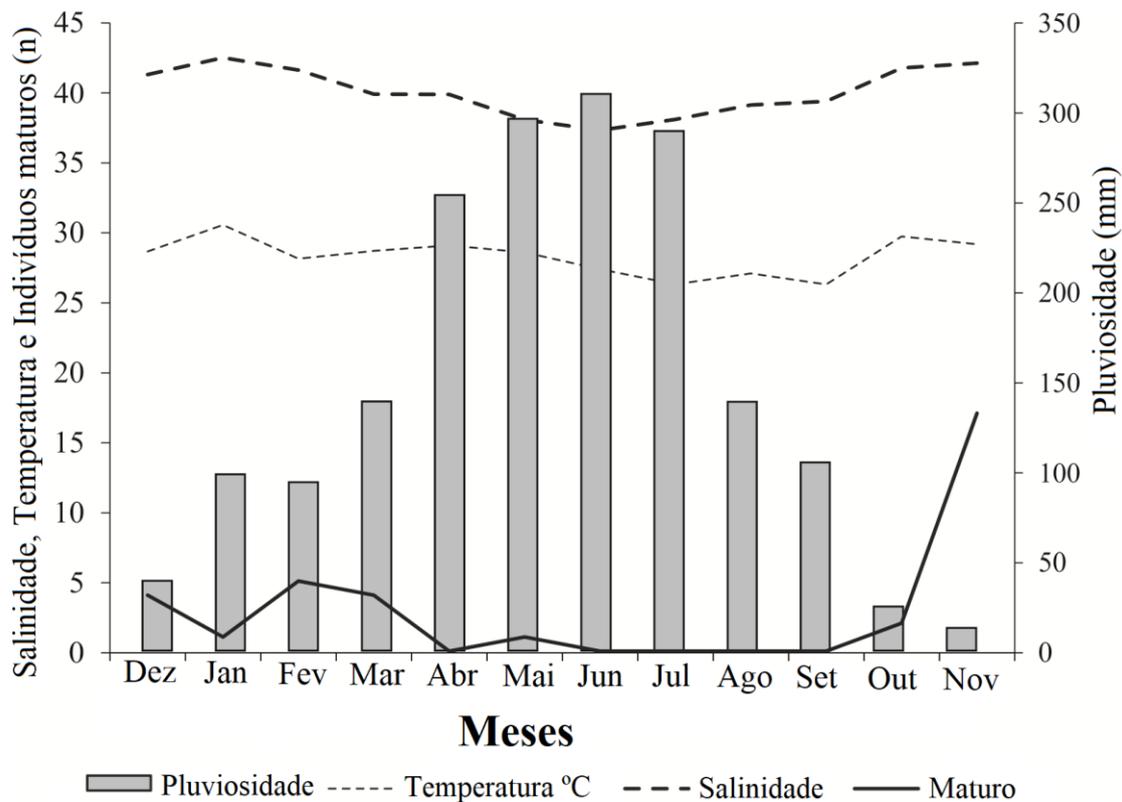


Figura 4. Variáveis físico-químicas (salinidade e temperatura) e médias dos últimos 10 anos da pluviosidade e número de indivíduos maduros obtidos ao longo do ano nos pontos de amostragens de dezembro de 2016 a novembro de 2017, na pesca de arrasto de praia do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* no município de Lucena, litoral norte da Paraíba.

Dinâmica reprodutiva

Os machos capturados se encontraram maduros, apresentando petasma unido e presença de espermatóforo nas ampolas terminais. Em relação às fêmeas, 22,51% encontravam-se imaturas, 12,55% em maturação inicial, 13,38% em maturação avançada, 3,54% maduras e 48,02% desovadas.

Em relação à distribuição dos estágios de maturação gonadal, é possível observar que nos meses de julho e agosto não teve ocorrência de atividade reprodutiva. No entanto, a maior pico reprodutivo ocorreu nos meses de novembro e fevereiro. O tamanho médio de primeira maturação gonadal (CC_{50}) das fêmeas foi estimado em 2,20 cm (Fig. 6). O menor CC encontrado para fêmeas adultas foi de 2,1 cm, enquanto que acima de 2,7 cm todas as fêmeas se encontraram adultas.

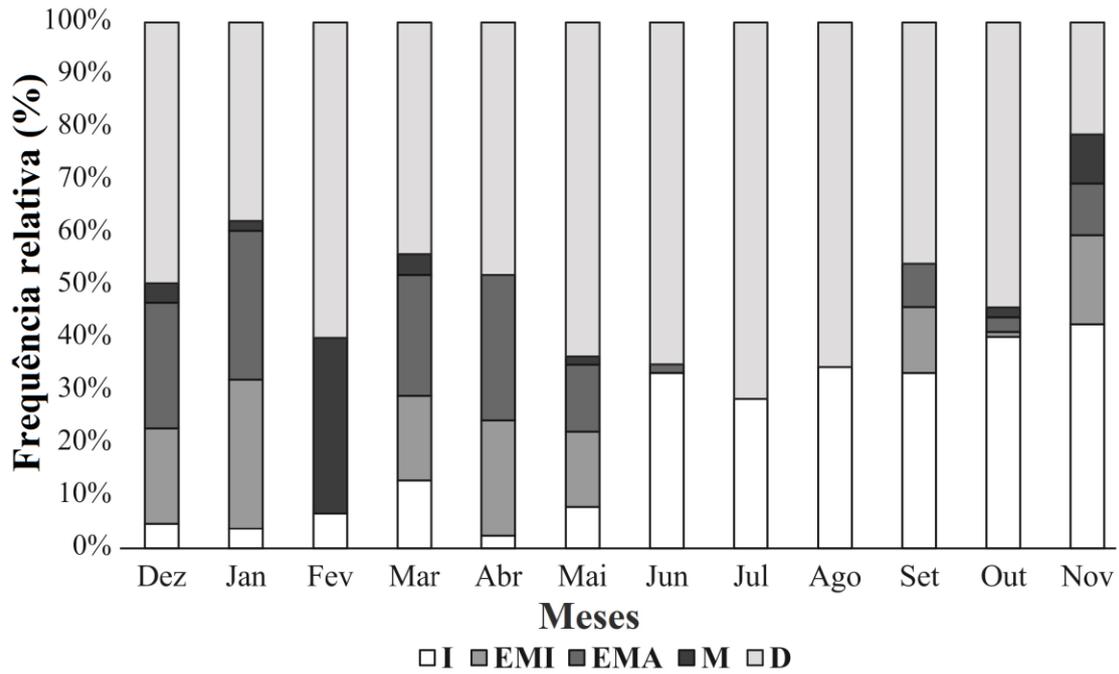


Figura 5. Frequência dos estágios de desenvolvimento ovariano de fêmeas do camarão branco *Litopenaeus schmitti*, capturados em Lucena, litoral norte da Paraíba, no período de Dezembro de 2016 a novembro de 2017. Legenda: imaturo (I), em maturação inicial (EMI), em maturação avançada (EMA), maturo (M), desovado (D).

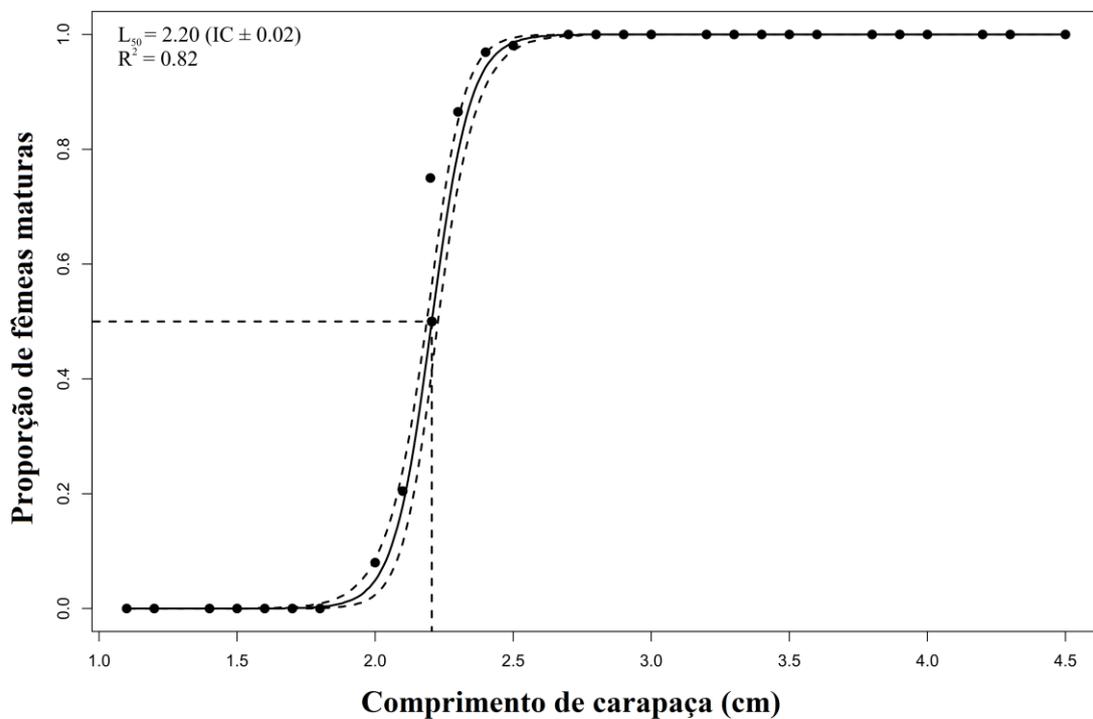


Figura 6. Comprimento de primeira maturidade sexual (CC, cm) de fêmeas do camarão

branco *Litopenaeus schmitti*, capturado em Lucena, litoral norte da Paraíba, no período de dezembro de 2016 a novembro de 2017.

Discussão

A proporção sexual de 1,3:1 (fêmea:macho) observada neste estudo corrobora com o relatado por Glenys et al. (1999) e Gassman e López-Rojas (2016) na costa da Venezuela, Santos et al. (2008) no sudeste do Brasil e Peixoto et al. (2018) no nordeste do Brasil, os quais observaram fêmeas de *L. schmitti* com proporção sexual superiores aos machos. Segundo Wenner (1972), estas mudanças nas proporções sexuais estão associadas a vários fatores como diferenças no padrão de migração, taxas de crescimento, mortalidade e longevidade.

Foi observado dimorfismo sexual em relação ao comprimento, sendo as fêmeas de *L. schmitti* maiores que os machos. Esta característica também foi observada por Peixoto et al. (2018) para fêmeas desta espécie. A superioridade dos comprimentos de fêmeas em relação aos machos parece ser comum para peneídeos, tendo em vista que o mesmo padrão foi relatado para outras espécies, tais como o *Farfantepenaeus subtilis* (SILVA et al. 2016) e *Xiphopenaeus kroyeri* (LOPES et al., 2014; LOPES et al. 2017). As fêmeas de peneídeos apresentam maior crescimento decorrente de modificações associadas aos processos reprodutivos, pois necessitam obter ganho corporal para desenvolver as gônadas (HARTNOLL, 1982; DALL et al., 1990; GAB-ALLA, 1990).

A análise macroscópica dos ovários permitiu classificá-los em cinco estágios de maturação, no entanto, não foi possível observar diferenças morfológicas entre os ovários imaturos e desovados, através do exoesqueleto. A mesma dificuldade também foi observada para *Farfantepenaeus paulensis* (PEIXOTO et al., 2003), *L. schmitti* (MACHADO et al., 2009), *F. subtilis* (SILVA et al., 2016), *X. kroyeri* (LOPES et al., 2017) e *L. schmitti* (PEIXOTO et al. 2018). Assim, para a distinção dos ovários imaturos e desovados, torna-se necessário realizar a análise histológica. Esta análise permite uma maior confiabilidade para a determinação do estágio de maturação, tendo em vista a precisão na identificação dos diferentes estágios de desenvolvimento (QUINTERO e GRACIA 1998; PEIXOTO et al. 2003; MACHADO et al., 2009).

Foi possível observar, no presente estudo, que o estágio em desenvolvimento inicial (estágio II) apresenta ovócitos em início de vitelogênese lipídica e no estágio em desenvolvimento avançado (estágio III) apresenta ovócitos em vitelogênese lipídica e protéica, como descrito para outras espécies de camarões (CHANG e SHIH, 1995;

ABRAHAN e MANISSERI, 2012). No entanto, os critérios de classificação de estágios maturacionais para *L. schmitti* adotados no presente estudo, diferiram de outros reportados para a espécie no sul (MACHADO et al., 2009) e no nordeste do Brasil (PEIXOTO et al. 2018), nos quais apenas um tipo de ovócito vitelogênico foi descrito. Este fato parece está associado a um maior detalhamento das características histológicas ao longo do desenvolvimento ovariano da espécie.

No presente estudo, não foram observados, ovócitos em vitelogênese inicial e em vitelogênese avançada em uma mesma gônada, o que indica que ocorre sincronia no desenvolvimento dos ovócitos, bem como, não foram observados ovócitos maduros no estágio desovado, sugerindo-se que a espécie apresenta desova total. Este resultado difere do padrão observado por Peixoto et al. (2018), que indicaram a presença de ovócitos vitelogênicos em uma gônada desovada de *L. schmitti*. Assim como Machado et al. (2009), que observaram ovócitos maduros e ovócitos vitelogênicos nas gônadas que se encontravam em estágio desovado e associou que a espécie poderia apresentar desova parcelada, porém no presente estudo não foi encontrada nenhuma evidência deste padrão. Este fato pode está associado à metodologia aplicada no presente estudo quanto à classificação de cinco estágios de desenvolvimento gonadal, enquanto que Machado et al. (2009) e Peixoto et al. (2018) classificaram em quatro estágios de desenvolvimento gonadal, o que pode levar a diferentes interpretações.

Além da classificação dos estágios de desenvolvimento maturacional da gônada, o índice gonadossomático (IGS) é outro método utilizado para estimar o período reprodutivo. O IGS foi significativamente diferente entre os estágios II, III e IV (EMI, EMA e M), porém os tamanhos (CC e CT) e peso (PT) dos indivíduos foram semelhantes. Em estudos realizados com *F. paulensis* (PEIXOTO et al., 2003), *F. subtilis* (SILVA et al., 2016), *X. kroyeri* (LOPES et al., 2017) e *L. schmitti* (PEIXOTO et al. 2018), foram observadas diferenças significativas no IGS apenas para indivíduos classificados como maduros. De acordo com Peixoto et al. (2003), a classificação macroscópica com base no IGS apresenta uma relação direta com o desenvolvimento dos ovários, o que corrobora com os resultados observados no presente estudo, no qual à medida que a gônada iniciou seu desenvolvimento, ocorreu um aumento percentual significativo do IGS nos estágios II, III e IV.

O ciclo reprodutivo do *L. schmitti*, no presente estudo, se estende de setembro até junho, não ocorrendo fêmeas com gônadas em maturação (inicial e avançada) e nem gônadas maduras durante os meses de julho e agosto. Peixoto et al. (2018) observaram

que ocorre um ciclo reprodutivo contínuo para o *L. schmitti* em Pernambuco, nordeste do Brasil. Porém, Hines (1989) relatou que a maturidade em crustáceos decápodos pode variar dentro de uma mesma espécie quando submetidos a diferentes fatores ambientais como salinidade, temperatura e luminosidade. A maior frequência de fêmeas maduras, no presente estudo, ocorreu nos meses de novembro e fevereiro. Resultados semelhantes foram obtidos por Gassman e López-Rojas (2016) na Venezuela, no qual ocorreu a maior percentual de machos e fêmeas de *L. schmitti* maduros no mês de fevereiro.

Quanto aos parâmetros ambientais, a salinidade se mostrou elevada no local, em relação ao padrão observado ao longo da costa brasileira, com média anual de $40,24 \pm 1,76$. Ao longo do estudo as temperaturas também se apresentaram elevadas, com média anual de $28,33 \pm 1,31$. As temperaturas mais elevadas favorecem a reprodução de peneídeos, como foi observado para outras espécies de peneídeos: *Farfantepenaeus californiensis* (ARAGÓN-NORIEGA e ALCÁNTARA-RAZO, 2005) no golfo da Califórnia no México, *F. subtilis* (SILVA et al. 2016) e *X. kroyeri* (LOPES et al. 2017) no nordeste do Brasil, *Melicertus kerathurus* (KEVREKIDIS e THESSALOU-LEGAKI, 2013) no golfo Termaico. O aumento da temperatura e da salinidade nos meses de outubro e janeiro, no presente estudo, demonstra serem os possíveis gatilhos para o aumento de indivíduos maduros nos meses de novembro e fevereiro. Estudos apontam que a dinâmica reprodutiva de peneídeos está diretamente associada a fatores ambientais incluindo a temperatura, a salinidade e a disponibilidade de alimento, sendo estas variações responsáveis pelas mudanças na época do período reprodutivo (CROCOS e VAN DER VELDE, 1995; ARAGÓN-NORIEGA e ALCÁNTARA-RAZO, 2005; KEVREKIDIS e THESSALOU-LEGAKI, 2013). Em relação à pluviosidade, a tendência observada de redução da atividade reprodutiva à medida que aumentou a pluviosidade, sugerem que a reprodução ocorre em períodos mais secos, sendo a intensificação das chuvas considerada um fator determinante para a diminuição da atividade reprodutiva de *L. schmitti* na região de estudo.

Os machos amostrados no presente estudo se apresentaram maduros, apresentando petasma unido e espermatóforo na ampola terminal. De acordo com Boschi (1963), os machos de peneídeos atingem a maturidade sexual com tamanhos de comprimento menores do que as fêmeas. O mesmo padrão foi observado por Silva et al. (2016) para machos de *L. schmitti* no nordeste do Brasil.

A estimativa do tamanho mínimo em que os crustáceos atingem a maturidade sexual pode ser considerada um dos parâmetros fundamentais para descrever a estrutura

e a dinâmica populacional das espécies (PINHEIRO e FRANSOZO, 1998). Estudos que utilizaram a medida do cefalotórax como comprimento de primeira maturação de *L. schmitti*, reportaram valores de 1,58 cm (SANTOS et al. 2008) a 1,77 cm (SANTOS et al. 2004) na costa da região Nordeste do Brasil. De acordo com Sparre e Venema, (1992), as variações no tamanho de primeira maturidade entre regiões distintas podem estar diretamente associado a diferenças na pressão da pesca no estoque, o que pode provocar uma maturidade sexual precoce. Neste caso, o valor superior de CC50 (2,20 cm) no presente estudo em comparação aos previamente relatados, pode estar associado à implementação da portaria do IBAMA nº 833, criada em 07 de junho de 1990, que proíbe da pesca de arrasto utilizando embarcação motorizada em todo o estado da Paraíba. Este fator pode ter contribuído para a redução da pressão sobre o estoque de *L. schmitti*, uma vez que a sua pescaria é realizada através do arrasto em áreas mais próximas à costa, o que pode promover maior proteção ao estoque reprodutor e preservar o habitat em áreas mais profundas.

Conclusão

O *L. schmitti* capturado em Lucena, litoral norte da Paraíba, apresenta ciclo reprodutivo que se estende de setembro até junho, não ocorrendo fêmeas com gônadas em maturação (inicial e avançada) e nem gônadas maduras durante os meses de julho e agosto. A maior frequência de fêmeas maduras ocorrem nos meses de novembro e fevereiro. O aumento da temperatura e da salinidade nos meses de outubro e janeiro parece ser o gatilho para o aumento de indivíduos maduros nos meses de novembro e fevereiro. A redução da atividade reprodutiva à medida que aumenta a pluviosidade, sugerem que a intensificação das chuvas é um fator determinante para a diminuição da atividade reprodutiva. O valor obtido do tamanho médio de primeira maturação gonadal (CC₅₀= 2,20 cm) pode indicar que a proibição da pesca de arrasto motorizado no local, está contribuindo para uma exploração mais sustentável deste recurso.

Referências

ABRAHAN, J.; MANISSERI, M. K. Histological and morphological changes associated with ovarian development of speckled shrimp *Metapenaeus monóceros* (Fabricius, 1798). **Indian Journal Fish.**, Índia, v. 59, n. 1, p. 119-124, 2012.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

ARAGÓN- NORIEGA, E. E; ALCANTARA-RAZO. E. 2005. Influence of sea surface temperature on reproductive period and size at maturity of brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) in the Gulf of California. **Marine Biology** 146: 373–379, 2005.

ALMEIDA, A.C.; BAEZA, J.A.; FRANSOZO, V.; CASTILHO, A.L., FRANSOZO, A., 2012. Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. **Aquat. Biol.** v. 17, p. 57-69, 2012.

AYUB, Z.; AHMED, M. A. Description of the ovarian development stages of penaeid shrimp from the coast of Pakistan. **Aquaculture Research**, v. 33, p.767-776, 2002.

BOLOGNINI, L.; DONATO F., LUCCHETTI A.; OLIVOTTO, I., TRUZZI, C., RANDAZZO, B.; ANTONUCCI, M.; ILLUMINATI, S.; GRATI, F. A multidisciplinary approach to study the reproductive biology of wild prawns. **Scientific Reports nature**, v. 7, 2017.

BOSCHI, E. E. Los camaronescomerciales de la familia Penaeidae de la costa Atlántica de America Del Sur. **Bol. Inst. Biol. Mar.** v. 3, p. 1-39, 1963.

CARBONELL, A.; GRAU, A.;LAURENCE, V.; GOMEZ, C. Ovary development of the red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) from the Northwestern Mediterranean Sea. **Crustaceana.** v. 79, p. 727-743, 2006.

CHANG, C.F. e SHIH, T.W. Productive cycle of ovarian development and vitellogenin profiles in the freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*. **Invertebrate Reproduction & Development**, v.27, n. 1, p. 11-20, 1995.

CROCOS, P. J.; VAN DER VELDE, T. D. Seasonal, spatial and interannual variability in the reproductive dynamics of the grooved tiger prawn *Penaeus semisulcatus* in Albatross Bay, Gulf of Carpentaria, Australia: the concept of effective spawning. **Marine Biology**, v. 122, p. 557-570, 1995.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reproductivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

DALL, W.; HILL, B.J.; ROTH LISBERG, P.C.; STAPLES, D.J. 1990. **The Biology of the Penaeidae**. Advances in Marine Biology. Academic Express, London, 1990, 489 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 1980. **Species Catalogue - shrimps and prawns of the world**. An annotated catalog of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis, Rome, 125 pp.

GAB-ALLA, A.A.F.A.; HARTNOLL, R.G. GHOBASHY, A.F.; MOHAMMED, S.Z. Biology of penaeid prawns in the Suez Canal lakes. **Mar. Biol.** v. 107, p. 417-426, 1990.

GASSMAN, J.; López Rojas, H. Biología y pesquería del camarón *Litopenaeus schmitti* en la Laguna de Tacarigua, Venezuela. **Revista de Biol. Mar. y Oceanografía**. v. 51, n. 3, p. 655-663, 2016.

GLENYS, J.A.P.; WOLFGANG, B.S.U. Crecimiento y mortalidade del camaron blanco (*Penaeus schmitti*) en el Lago de Maracaibo, Venezuela. **Zootec. Trop.** v. 17, p. 63-89, 1999.

HARTNOLL, R.G. Growth. In: D. Bliss (ed.). **The biology of Crustacea: embryology, morphology, and ecology**. Academic Press, New York, v. 2, p. 111-185, 1982.

HECKLER, G.S.; SIMÕES, S.M.; SANTOS, A.P.F.; FRANSOZO, A.; COSTA, R.C. Population dynamics of the seabob shrimp *xiphopenaeus kroyeri* (dendrobranchiata, penaeidae) in south-eastern brazil. **Afr. J. marine sci.** v. 35, p. 17-2, 2013.

HINES, A. H. Geographic variation in size at maturity in brachyurans crabs. **Bulletin of Marine Science**, Miami, v.45(2), p. 356-368, 1989.

KELLEHER, K. (2005) Discards in the world's fisheries an update. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, FAO.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

KEVREKIDIS, K.,THESSALOU-LEGAKI, M. Reproductive biology of the prawn *Melicertus kerathurus* (Decapoda: Penaeidae) in Thermaikos Gulf (N. Aegean Sea). **Helgol. Mar. Res.** v. 67, p. 17-31, 2013.

KING, M., 1995. Fisheries Biology. In: Assessment and Management. Oxford Press, London, 1995, 342 p.

LOPES, D.F.C.; PEIXOTO, S.; FRÉDOU, F.L. Population biology of seabob-shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) captured on the south coast of Pernambuco State, northeastern Brazil. **Braz. J. Oceanogr.**, v. 62 , p. 331-340, 2014.

LOPES, D.; FRÉDOU, F. L.; SILVA, E.; CALAZANS, N.; PEIXOTO, S. Reproductive cycle of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeidea) from the northeast coast of Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 61, p. 1-5, 2017.

MACHADO, I.F.; DUMONT, L.F.C.; D'INCAO,F. Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti* - Decapoda, Penaeidae) in Southern Brazil. **Atlântica**, v. 31, p. 169-175, 2009.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2012. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília, 2012, p. 129.

PANTONE. **Pantone Professional Color System**. 14th ed. New Jersey, Carlstad. 260, 1999.

PEIXOTO, S.; CAVALLI, R. O.; D'INCAO, F.; WASIELESKY, W.; MILACH, A. M. A comparative study of the ovarian histology of eyestalk ablated and unablated *Farfantepenaeus paulensis* after spawning. **Bol. Inst. de Pesca S. Paulo**, v. 28, p. 71-76, 2002.

PEIXOTO, S.;CAVALLI, R. O.; D'INCAO, F.; MILACH, A. M.; WASIELESKY, W.; Ovarian maturation of wild *Farfantepenaeus paulensis* in relation to histological and visual changes. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 1255-1260, 2003.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

PEIXOTO, S.; CALAZANS, N.; SILVA, E. F.; NOLE, L.; SOARES, R.; FREDOU, F. L. Reproductive cycle and size at first sexual maturity of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) in northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, 2018.

PERDICHIZZI, A.; PIRRERA, L.; MICALE, V.; MUGLIA, U.; RINELLI, P. A Histological Study of Ovarian Development in the Giant Red Shrimp *Aristaeomorpha foliacea* (Crustacea: Decapoda: Aristeidae) from the Southern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). **Sci. World J.** p. 1–9, 2012.

PINHEIRO, M. A. A.; FRANSOZO, A. Sexual maturity of speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) in the Ubatuba Littoral, São Paulo State, Brazil. **Crustaceana**, v. 71, n. 4, p. 434-452, 1998.

QUINTERO, M. E. S; GARCIA, A. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18, p. 680-685, 1998.

SANTOS, M. C. F; PEREIRA, J. A.; IVO, C. T. C. Sinópsese sobre informações sobre a biologia e pesca do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustácea, Decapoda), no nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico, CEPENE**, v. 12, p. 149-185, 2004.

SANTOS, J. L., SEVERINO-RODRIGUES, E., VAZ-DOS-SANTOS, A.M. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da baixada santista, São Paulo, Brasil. **B. Inst. Pesca, São Paulo**. v. 34, p. 375-389, 2008.

SILVA, E.F.; CALAZANS, N.; NOLÉ, L.; CASTELO- BRANCO,T.; SOARES, R ; GUERRA, M.M.P.;FRÉDOU, F.L.; PEIXOTO, S. Reproductive dynamics of the southern pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* in northeastern Brazil. **Aquatic Biology (Print)**, v. 25, p. 29-35, 2016.

SIMPSON, A. W.; WATLING, L. An investigation of the cumulative impacts of shrimp trawling on mud-bottom fishing grounds in the Gulf of Maine: effects on habitat and

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

macrofaunal community structure. **Journal of Marine Science**, v. 63, p. 1616-1630, 2006.

SPARRE, P., VENEMA, S.C., 1997. **Introduction to tropical fish stock assessment**. Parte 1 - manual. FAO Fish. Paper, 376 pp.

WENNER, A.M. Sex ratio as a function of size in marine **Crustacea**. **Am.Nat.** 106, 321-350, 1972.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Upper Saddle River, Prentice-Hall Intern. INC, p. 994, 2009.

4. Considerações finais

Os camarões *F. subtilis* e *L. schmitti* apresentam cinco estágios de desenvolvimento gonadal. Além do desenvolvimento das células germinativas, as células foliculares se mostraram estruturas importantes para auxiliar na identificação dos estágios de desenvolvimento ovariano de camarões peneídeos.

O *L. schmitti* capturado em Lucena, litoral norte da Paraíba, apresenta ciclo reprodutivo que se estende de setembro até junho, não ocorrendo fêmeas com gônadas em maturação (inicial e avançada) e nem gônadas maduras durante os meses de julho e agosto.

A maior frequência de fêmeas maduras ocorrem nos meses de novembro e fevereiro. O aumento da temperatura e da salinidade nos meses de outubro e janeiro parece ser o gatilho para o aumento de indivíduos maduros nos meses de novembro e fevereiro. A redução da atividade reprodutiva à medida que aumenta a pluviosidade, sugerem que a intensificação das chuvas é um fator determinante para a diminuição da atividade reprodutiva.

O valor obtido do tamanho médio de primeira maturação gonadal ($CC_{50} = 2,20$ cm) pode indicar que a proibição da pesca de arrasto motorizado no local, está contribuindo para uma exploração mais sustentável deste recurso.

5. Referências

ADIYODI, K.G.; ADIYODI, R.G. Endocrine control of reproduction in decapod crustacea. **Biological Reviews Cambridge Philosophical Society**. v. 45, p. 121-165, 1970.

ALMEIDA, A.C.; BAEZA, J.A.; FRANSOZO, V.; CASTILHO, A.L., FRANSOZO, A. Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. **Aquat. Biol**, v. 17, p. 57-69, 2012.

AYUB, Z.; AHMED, M. A. Description of the ovarian development stages of penaeid shrimp from the coast of Pakistan. **Aquaculture Research**, v. 33, p.767-776, 2002.

BARBIERI-JÚNIOR, R. C.; NETO, A. O. **Camarões marinhos: reprodução, maturação e larvicultura**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 254p.

BOLOGNINI, L.;DONATO F., LUCCHETTI A.;OLIVOTTO, I., TRUZZI, C., RANDAZZO, B.; ANTONUCCI, M.; ILLUMINATI, S.; GRATI,F. A multidisciplinary approach to study the reproductive biology of wild prawns. **Scientific Reports nature**, v.7, 2017.

BRANCO, J.O. Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustácea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil, **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, p.1050-1062. 2005.

BROWDY, C. L. A review of the reproductive biology of *Penaeus* species: perspectives on controlled shrimp maturation system for high quality nauplii production. Proc. Of The Special Session On Shrimp Farm. **World Aquaculture Society**, p. 22-50, 1992.

CASTILLE, F. L.; LAWRENCE, A. L. Reproductive studies concerning natural shrimp populations: a description of changes in size and biochemical compositions of the gonads and digestive glands in penaeid shrimps. In de Loach, P. F.; Dougherty, W. J. and Davidson, M. A. (eds.). **Frontiers of shrimp research**. Elsevier, Amsterdam, 1991. p. 17-32.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

CARBONELL, A.; GRAU, A.; LAURENCE, V.; GOMEZ, C. Ovary development of the red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) from the Northwestern Mediterranean Sea. **Crustaceana**, v. 79, p. 727-743, 2006.

COELHO, P.A.; SANTOS, M.C.F. Época da reprodução do camarão rosa, *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), na região de Tamandaré, PE. B. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 1, p. 57-72, 1993.

COELHO, P.A.; SANTOS, M.C.F. Ciclo biológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad, em Pernambuco (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 2, p.35-50, 1994.

COELHO, P.A.; SANTOS, M.C.F. Época da reprodução dos camarões *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 e *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), na região da foz do Rio São Francisco. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 3, p. 122-140, 1995.

COSTA, R.C.; FRANZOZO, A. Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (decapoda, penaeidae) in the Ubatuba region of Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 24, p. 274-281, 2004.

DALL, W.; HILL, B.J.; ROTH LISBERG, P.C.; STAPLES, D.J. 1990. **The Biology of the Penaeidae**. Advances in Marine Biology. Academic Express, London, 1990. 489p.

DIAS NETO J. **Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de camarões marinhos do Brasil**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2011.

DUMONT, L. F. C.; D'INCAO, F.; SANTOS, R. A.; MALUCHE, S.; RODRIGUES, L.F. Ovarian development of wild pink prawn (*Farfantepenaeus paulensis*) females in northern coast of Santa Catarina State, Brazil, **Náuplius**, v. 15, p. 65-71, 2007.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

D'INCAO, F. **Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos de Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do litoral brasileiro.** 1995. 365p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR.

FAO. **Código de conduta para a pesca responsável (Code of Conduct for Responsible Fisheries).** FAO, Rome, 1995.

FAO. **The world state of fisheries and aquaculture** - 2014. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome, 2016, p.204.

FERNANDES, L. J.; SASSI, R.; LIMA, E. R. V. Gestão costeira e desenvolvimento urbano do município de Lucena (PB-Brasil): Uma proposta de planejamento ambiental usando o processo Analítico Hierárquico. **Revista da gestão costeira integrada**, 2011.

GARCIA, J. R. ; WOLF, M. R. ; COSTA, R. C.; CASTILHOS, A. L.; Growth and reproduction of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda: Penaeidae) from the southeastern coast of Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 6, p.1-9, 2016.

GILLETT, R. **Global study of shrimp fisheries.** FAO . Document technique sur les peches. n°. 475. Rome: FAO. 2008. P. 331.

GONÇALVES, S.M.;SANTOS,J.L.;RODRIGUES, E.S. Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), capturadas na região marinha da Baixada Santista, São Paulo. **Revista Ceciliana**, v. 1, 96-100, 2009.

HARRISON, K. E. The Role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustacean: a review. **J. Shellfish. Res.**, v. 9, p.1-28, 1990.

HECKLER, G.S.; SIMÕES, S.M.; SANTOS, A.P.F.; FRANSOZO, A.; COSTA, R.C. Population dynamics of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (dendrobranchiata, penaeidae) in south-eastern brazil. **African Journal marine science**, v. 35, p. 17-2, 2013.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE 2011. <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Lucena - PB, 2012. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel.php?codmun=250860>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

KEVREKIDIS, K.,THESSALOU-LEGAKI, M. Reproductive biology of the prawn *Melicertus kerathurus* (Decapoda: Penaeidae) in Thermaikos Gulf (N. Aegean Sea). **Helgol. Mar. Res.**, v. 67, p. 17-31, 2013.

KING, J. E. a study on the reproductive organ of the common marine shrimp, *Penaeus setiferus* (linnaeus). **biol. bull**, v. 94, p. 244-262, 1948.

KING, M., **Fisheries Biology**. In: Assessment and Management. Oxford Press, London, 1995. p. 342.

LAWRENCE, A. L.; MCVEY, J. P.; HUNER, J. V. **Penaeid shrimp culture**. In: HUNER, J. V.; BROWN, E. E. Crustacean and mollusk aquaculture in the United States. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985. p. 127-157.

LI, H. Y.; CHENG, J. H.; LI, S. F. Reproductive biology and growth of the deep-water shrimp *Solenocera melantho* in the east china sea. **Journal of Shellfish Research**. v. 31, p. 841–846 , 2012.

LOPES, D.; FRÉDOU, F. L.; SILVA, E.; CALAZANS, N.; PEIXOTO, S. Reproductive cycle of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeidea) from the northeast coast of Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 61, p. 1-5, 2017.

MACHADO, I.F.; DUMONT, L.F.C.; D'INCAO,F. Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti* - Decapoda, Penaeidae) in Southern Brazil. **Atlântica**, v. 31, p.169-175, 2009.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

MEDINA, A., VILA, Y., Mourente, G.e Rodríguez, A. A comparative study of the ovarian development in wild and pond-reared shrimp, *Penaeus kerathurus* (Förskal, 1775). **Aquaculture**, v.148, p.63-75, 1996.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**, 2011. p. 60.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**, 2012. p.129.

NEIVA, G.S., WORSMANN, T.U; OLIVEIRA, M.T., VALENTI, H. Contribuição ao estudo da maturação da gônada feminina do “camarão rosa” (*Penaeus paulensis*, Pérez Farfante, 1967). **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v. 1, p. 23-38, 1971.

PALACIOS, E.; RODRIGUES-JARAMILLO, C.; RACOTTA, I. S. Comparison of ovary histology between different-sized wild and pond-reared shrimp *Litopenaeus vannamei* (*Penaeus vannamei*). **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 35, p. 251-259, 1999.

PÉREZ-FARFANTE, I. Western Atlantic Shrimps of the genus *Penaeus*. **Fish. Bull**, v. 67, p. 515-562, 1969.

PÉREZ-FARFANTE, I. Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. **FAO Fish. Rep**, v.57, p.1417-1433, 1970.

PÉREZ-FARFANTE, I. Spermatophores and Thelyca of the American White shrimp, genus *Penaeus*, subgenus *Litopenaeus*. **Fish. Bull**, v. 73, p.463-486, 1975.

PEIXOTO, S.; CAVALLI, R. O.; D'INCAO, F.; WASIELESKY, W.; MILACH, A. M. A comparative study of the ovarian histology of eyestalk ablated and unablated *Farfantepenaeus paulensis* after spawning. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v. 28, p. 71-76, 2002.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

PEIXOTO, S.;CAVALLI, R. O.; D'INCAO, F.; MILACH, A. M.; WASIELESKY, W.; Ovarian maturation of wild *Farfantepenaeus paulensis* in relation to histological and visual changes. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 1255-1260, 2003.

PEIXOTO, S.; CALAZANS, N.; SILVA, E. F.; NOLE, L.; SOARES, R.; FREDOU, F. L. Reproductive cycle and size at first sexual maturity of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) in northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 46, 2018.

QUINTERO, M. E. S; GARCIA, A. Stages of gonadal developent in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. **Journal of Crustacean Biology**, v. 18, p. 680-685, 1998.

SANTOS, M. J. M.; PINHEIRO, M. A. A. Ablação ocular no camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crsutacea, decapoda, Palaemonidae): Efeitos sobre a reprodução, pigmentação epidermica e atividade alimentar. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 667-680, 2000.

SANTOS, M. C. F.; PEREIRA J.A, IVO C.T.C. Dinâmica reprodutiva do camarão branco, *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), no Nordeste do Brasil. **Boletim técnico-científico do CEPENE**, Brasil, v. 13, p. 27-45, 2005.

SANTOS, M.C.F., PEREIRA, J.A.; IVO, C.T.C. A pesca do camarão branco, *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), no Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico CEPENE**, v.14, p.33-58. 2006.

SANTOS, J. L., SEVERINO-RODRIGUES, E., VAZ-DOS-SANTOS, A.M. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da baixada santista, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, p. 375-389, 2008.

SILVA, E.F.; CALAZANS, N.; NOLÉ, L.; CASTELO-BRANCO,T.; SOARES, R ; GUERRA, M.M.P.;FRÉDOU, F.L.; PEIXOTO, S. Reproductive dynamics of the southern pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* in northeastern Brazil. **Aquatic Biology** (Print), v. 25, p. 29-35, 2016.

CRAVEIRO, C.F.C. Aspectos reprodutivos de camarões peneídeos capturados em Lucena...

SIMÕES, S.M. **Estrutura da comunidade e biologia reprodutiva dos camarões marinhos (Penaeidea e Caridea), no Complexo Baía-Estuário de Santos e São Vicente/SP, Brasil. 2012.** 149 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

TAN-FERMIN, J. D. Effects of unilateral eyestalk ablation on ovarian histology and oocyte size frequency of wild and pond-reared *Penaeus monodon* (Fabricius) broodstock. **Aquaculture**, v. 93, p. 77-86, 1991.

TAN-FERMIN, J. D.; PUDADERA, R. A. (1989) Ovarian maturation stages of the wild giant tiger prawn, *Penaeus monodon* Fabricius. **Aquaculture**, 77: 229-242, 1989.

VOGT, G.; QUINTIO, E. T.; PASCUAL, F. P. Interaction of the midgut gland and the ovary in vitellogenesis and consequences for the breeding success: a comparison of unablated and ablated spawners of *Penaeus monodon*. Pp. 581-592 In de Pauw, J. N.; Ackefors, H.; Wilkins, N. E. (eds.). Aquaculture: A biotechnology in progress. **European Aquaculture Society**, Bredene, 1989.

WORSMANN, T. U.; BARCELOS, S. R.; FERRI, A. C. Étude histologique de l'ovaire de *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. **Bol. Inst. oceanograf., S. Paulo**, p. 34-54, 1976.