

NATHALIA KAROLINNE FERREIRA CALAZANS

**DINÂMICA REPRODUTIVA DO CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus schmitti*
(BURKENROAD, 1936) (DECAPODA: PENAEIDAE) NO LITORAL SUL DE
PERNAMBUCO**

**RECIFE,
2013**



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

DINÂMICA REPRODUTIVA DO CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus schmitti*
(BURKENROAD, 1936) (DECAPODA: PENAEIDAE) NO LITORAL SUL DE
PERNAMBUCO

Nathalia Karolinne Ferreira Calazans

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Silvio Peixoto
Orientador

Profa. Dra. Flavia Lucena Frédou
Coorientadora

Profa. Dra. Roberta Soares
Coorientadora

Recife,
Agosto/2013

Ficha catalográfica

C143d Calazans, Nathalia Karolinne Ferreira
Dinâmica reprodutiva do camarão branco *Litopenaeus schmitti*
(Burkenroad, 1936) (Decapoda: Penaeidae) no litoral sul de
Pernambuco / Nathalia Karolinne Ferreira Calazans. -- Recife, 2013.
69 f. : il.

Orientador: Silvio Ricardo Maurano Peixoto.
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e
Aquicultura, Recife, 2013.
Referências.

1. Desenvolvimento ovariano 2. Época reprodutiva 3. Tamanho de
primeira maturação 4. Viabilidade espermática I. Peixoto, Silvio
Ricardo Maurano, orientador II. Título

CDD 639.4

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

DINÂMICA REPRODUTIVA DO CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus schmitti*
(BURKENROAD, 1936) (DECAPODA: PENAEIDAE) NO LITORAL SUL DE
PERNAMBUCO

Nathalia Karolinne Ferreira Calazans

Dissertação julgada adequada para obtenção do
título de mestre em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura. Defendida e aprovada em
22/08/2013 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Silvio Peixoto

(Orientador)

[Departamento de Pesca e Aquicultura]

[UFRPE]

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira

[Departamento de Pesca e Aquicultura]

[UFRPE]

Prof(a). Dr(a). Karina Annes Keunecke

[Departamento de Biologia Animal]

[UFRRJ]

Dr(a). Andréa Pontes Viana

[Departamento de Pesca e Aquicultura]

[UFRPE]

Dedicatória

Aos meus pais, Sandra Cristina e Arthur Calazans, pela ajuda e força dada durante o mestrado.

Agradecimentos

À Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Ao professor e orientador Dr. Silvio Peixoto, por ter me orientado durante boa parte da minha vida acadêmica pela paciência, atenção, conhecimento passados e pela confiança a mim depositada durante esse tempo.

A professora Dr.(a): Flavia Frédou, por aceitar ser minha coorientadora e por tirar minhas dúvidas sempre que elas surgiam.

A professora Dr.(a) Roberta Soares, pelos ensinamentos durante minha vida acadêmica.

Ao professor Dr. Joaquim Evêncio Neto, por nos ceder o laboratório de histologia.

A técnica em histologia Edna Maria e a doutoranda Ana Lízia, pela paciência e ensinamento sobre as técnicas histológicas.

Ao REUNI/CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado.

Emanuell Felipe Beserra da Silva (FI), pela confiança, paciência, companhia em todas as horas, por ter me ajudado sempre me dando aquela forcinha em todo.

Aos companheiros de embarque que durante um ano de pesquisa, me ajudaram com muita determinação e alegria na triagem das amostras.

A todos do Laboratório de tecnologia em Aquicultura, Bruna, Joana, Roberta, Thais, Camila, Tempestade, Vivian, Karin pela ajuda e distração.

A todos que fazem parte do Laboratório BIOIMPACT, em especial Leandro Nolé que sempre esteve disposto a ajudar no que fosse preciso.

Aos meus pais, Sandra Cristina e Arthur Calazans, com os quais eu tenho estímulo para conquistar todos os objetivos na vida.

À minha irmã e minha sobrinha por me proporcionar momentos de alegria.

Aos meus avós por todo apoio e parceria.

À Tia Lidia, Celso e Breno por ter me acolhido durante toda minha carreira acadêmica.

A todos meus outros tios e tias, pela ajuda.

Ao Edilson e Alineide meus pais postíços.

As minhas amigas de Virginia, Juliana, Otavia, Lucrécia e Rebeca pela compreensão.

A todos familiares, amigos, colegas, que mesmo eu não citando aqui contribuíram de alguma forma para minha formação.

Resumo

O camarão branco *Litopenaeus schmitti* tem um alto valor comercial, correspondendo a um dos principais recursos pesqueiros da região Nordeste do Brasil. O conhecimento da biologia reprodutiva dessa espécie pode servir de subsídio para a regulamentação da pesca, proporcionando o melhor uso desse recurso. Entretanto, a literatura disponível sobre o assunto para *L. schmitti* na região nordeste do Brasil é escassa e desatualizada. Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo investigar a biologia reprodutiva da espécie *Litopenaeus schmitti*, considerando as características histológicas dos ovários e análises quali-quantitativas dos espermatozóides. As coletas de exemplares foram realizadas entre os meses de agosto/2011 a julho/2012, utilizando embarcações de pesca artesanal na região costeira de Barra de Sirinhaém, litoral sul de Pernambuco, Brasil. Foram capturados um total de 1.169 camarões, correspondendo a proporção sexual de 1:1,38 (macho: fêmea). As relações biométricas apresentaram diferença estatística para machos e fêmeas para comprimento total e comprimento de carapaça, assim como para a relação comprimento total e peso corporal, apresentando alometria negativa. Foram observados microscopicamente quatro estágios maturacionais para fêmeas (imaturo, em maturação, maturo e desovado) com diâmetro médio de ovócitos variando de $38,46 \pm 11,32$ a $201,32 \pm 9,39$ μm ao longo destes estágios de desenvolvimento. Foram encontradas fêmeas maduras durante todo o ano, tendo duas épocas desova nos meses de agosto a novembro e fevereiro e março. Comprimento total de primeira maturação (L_{50}) de 13,96cm. Os machos estavam maduros e aptos a reprodução durante todo o ano, apresentado uma quantidade de espermatozoides mínima de $357 \times 10^4 \text{cél/mL}$ e a viabilidade espermática superior a 55%.

Palavras-chave: Desenvolvimento ovariano, época reprodutiva, tamanho de primeira maturação, viabilidade espermática.

Abstract

The white shrimp *Litopenaeus schmitti* has a high commercial value, corresponding to a major fish stocks in the Northeast of Brazil. Knowledge of the reproductive biology of this species can help as basis for the regulation of fishing, providing the best use of this resource. However, the available literatures on the subject to *L. schmitti* in northeastern Brazil are scarce and outdate. Thus, the present study aimed to investigate the reproductive biology of the species *Litopenaeus schmitti* considering the ovaries histological characteristics and sperm qualitative and quantitative analysis. The shrimps were collected between the months of August/2011 and July/2012 using fishing boats in the coastal region of Barra de Sirinhaém, southern coast of Pernambuco, Brazil. Were captured 1169 shrimps, with the sex ratio of 1:1.38 (male : female). The biometric relations between males and females were significantly different for total length and carapace length, as well as for the total body weight and length ratio, with negative allometry. Four maturational stages were microscopically observed for females (immature, developing, mature and spent) with an average diameter of oocytes ranging from 38.46 ± 11.32 to 201.32 ± 9.39 μm throughout these stages of development . Mature females were found throughout the whole year, with two spawning seasons, from August to November and February to March. Total length at first maturity (L50) was 13.96 cm. Males were mature and able to reproduce throughout the whole year, presenting a minimal amount of sperm of $357 \times 10^4 \text{cél/mL}$ and sperm viability greater than 55 %

Keywords: Ovarian development, reproductive season, size at first maturity, sperm viability.

Lista de figuras

Página

Figura 1: Localização geográfica da área de coleta na região costeira de Barra de Sirinhaém litoral Sul de Pernambuco.....	39
Figura 2: Distribuição da frequência relativa por classe de comprimento total para fêmeas, machos e sexos agrupados (CT em cm) de <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. *diferença significativa entre machos e fêmeas $p < 0,05$	40
Figura 3: Comprimento total das fêmeas e machos e sexos agrupados do <i>L. schmitti</i> durante os meses de agosto de 2011 a julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre os meses apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). *diferença significativa entre machos e fêmeas.....	41
Figura 4: Imagens de cortes histológicos dos estágios de desenvolvimento ovariano de <i>L. schmitti</i> . (a) Estágio I (imaturo), (b) Estágio II (em desenvolvimento), (c) Estágio III (maturo), (d) Estágio IV (desovado). Ovócitos basófilos (OB), Ovócitos Vitelogênicos (OV) Ovócitos maduros (OM) Ovócitos atresícos (OA); Escala= 100 μ m.....	42
Figura 5: Diâmetros medio ($\pm$ DP) dos ovócitos basófilos (OB), ovócitos vitelogenicos (OV) e ovócitos maduros (OM) nos ovários de <i>L. schmitti</i> durante os meses de agosto de 2011 a julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas.....	43
Figura 6: Frequência dos estágios de desenvolvimento ovariano (I = imaturo, II= em maturação, III= maturo e IV = desovado) de <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.....	44
Figura 7: Índice gonadossomático (%) ($\pm$ DP) para fêmeas de <i>L. schmitti</i> capturadas no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas.....	45
Figura 8: Idade de primeira maturação (CT, cm) das fêmeas do camarão branco <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.....	46
Figura 9: Quantidade media ($\pm$ DP) de espermatozoides ($\times 10^4$ cél/mL) do <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas.....	47
Figura 10: Quantidade media ($\pm$ DP) de espermatozoides ($\times 10^4$ cél/mL) do <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas.....	48

Figura 10: Quantidade media ($\pm$ DP) de espermatozoides ($\times 10^4$ cél/mL) em relação a classe de comprimento (cm) do <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas.....	48
Figura 11: Percentual de viabilidade espermática (morto ou vivo) do <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.....	49

Lista de tabelas

	Páginas
Tabela 1: Quantidade mensal de machos e fêmeas e proporção sexual do <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.....	50
Tabela 2: Estatística descritiva e parâmetros de relações biométricas (CT-CC e PC-CT) de <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.....	51
Tabela 3: Proporção e diâmetro (média±DP) dos ovócitos em cada estágio maturacional (Estágio I - imaturo, Estágio II – em maturação, Estágio III – maturo, Estágio IV - desovado) do <i>L. schmitti</i> capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.....	52

Sumário

	Página
Dedicatória	V
Agradecimento	VI
Resumo	VII
Abstract	VIII
Lista de figuras	IX
Lista de tabelas	XI
1- Introdução.....	1
2- Revisão de literatura.....	3
3- Referência bibliográfica.....	9
4- Artigo científico: Biologia reprodutiva do camarão branco <i>Litopenaeus schmitti</i> (Burkenroad, 1936) no litoral sul de Pernambuco, Brasil.....	15
4.1- Normas da Revista Marine and Freshwater Behaviour and Physiology.....	53

1- Introdução

Os camarões peneídeos apresentam grande importância na pesca de camarões (PEREZ-CASTANEDA e DEFEO, 2001), correspondendo a 42,2% do total das capturas entre 1970 e 2000 (FAO, 2009). A costa marítima do Brasil possui uma extensão de cerca de 8.400 km, onde existem centenas de áreas exploradas pela pesca camaroneira artesanal, a qual esta focada exclusivamente nas populações de espécies da família Penaeidae, como o camarão branco *Litopenaeus schmitti* e os camarões rosa *Farfantepenaeus subtilis* e *Farfantepenaeus brasiliensis* (MPA, 2012). No Brasil a pesca do camarão branco *Litopenaeus schmitti* representa 7,1% do total de peneídeos capturados (MPA, 2012).

O camarão branco *L. schmitti* se distribui desde o Atlântico Ocidental, das Antilhas, Ilhas Virgens e Cuba passando por Honduras, Costa Ocidental do Caribe, Venezuela e ao longo de toda costa atlântica da América do Sul, ate o Norte do Rio Grande do Sul, Brasil (PEREZ-FARFANTE,1970). O ciclo de vida desta espécie assim como na maioria dos peneídeos são denominado misto, ou seja, os jovens habitam os estuários, migrando para o oceano na fase adulta. As larvas são carregadas pelas correntes marítimas para o estuário onde alcançam o estágio de pós-larva. No estuário encontram proteção e alimento, chegando assim ao estágio juvenil. Nesta fase, ocorre a migração para o mar, onde ocorrerá a reprodução e a desova (PEREZ-FARFANTE, 1970; DALL et al., 1990; ISAAC et al., 1992).

Estudos sobre o camarão-branco *L. schmitti* no nordeste do Brasil são escassos e desatualizados, podendo citar os estudos sobre seu crescimento (SANTOS et. al., 2006), caracterização morfométrica (SANTOS et. al. 2004), ciclo biológico (COELHO e SANTOS, 1993; 1994 e 1995;), estrutura populacional (SANTOS e FREITAS 2004). O estudo do ciclo reprodutivo de espécies de camarões é importante para o melhor

conhecimento do seu ciclo de vida, como também subsidiar medidas de ordenamento (LIZARRA-CUBEDO et. al., 2008). A análise histológica dos ovários contribui para uma melhor visualização dos estágios gonadais, aumentando a confiabilidade na estimativa sobre a época reprodutiva (MACHADO et. al., 2009). Entretanto não existem estudos sobre a biologia reprodutiva do camarão branco *L. schmitti* conjugados com estudos gonadais, sendo este o objetivo do presente estudo para a população desta espécie no litoral sul de Pernambuco.

2- Revisão de literatura

Os peneídeos estão divididos em seis gêneros (*Farfantepenaeus*, *Fenneropenaeus*, *Litopenaeus*, *Marsupenaeus*, *Melicertus* e *Penaeus*) de acordo com a modificação taxonômicas proposta por Pérez-Farfante e Kensley (1997). Estes gêneros agrupam 60 espécies, das quais as espécies de camarão rosa (*F. brasiliensis* e *F. subtilis*), camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* e camarão branco *L. schmitti* são as principais espécies de peneídeos capturadas pela frota camaroneira do nordeste (SANTOS et al. 2004).

O *L. schmitti*, é conhecido popularmente como camarão branco, vila franca, camarão legítimo, ocorre no Atlântico Ocidental, das Antilhas, Ilhas Virgens e Cuba passando por Honduras, Costa Ocidental do Caribe, Venezuela e ao longo de toda costa atlântica da América do Sul, até o norte do Rio Grande do Sul no Brasil (PEREZ-FARFANTE, 1970). O *L. schmitti* possui características anatômicas típicas de um Peneídeo como um rostro bem desenvolvido e denteado, que ultrapassa o pedúnculo ocular, quarto e quinto pares de pereiópodos bem desenvolvidos, primeiro par de pleópodes dos machos transformado em um apêndice masculino (petasma), télson pontiagudo (CARPENTER, 2002). Sendo o único camarão do gênero *Litopenaeus* que ocorre em águas brasileiras (SANTOS, 2007).

Segundo PEREZ-FARFANTE (1970) o ciclo de vida completo dos camarões *L. schmitti* tem uma duração de aproximadamente 24 meses, sendo os adultos encontrados normalmente desde pequenas profundidades até 30 metros, embora já tenha sido registrada a sua ocorrência até 50 metros (D'INCAO, 1995), sendo os jovens, concentrando-se em pequenas e grandes enseadas, baías e estuários (PEREZ-FARFANTE, 1969; 1970). No Nordeste do Brasil essa espécie ocorre entre as salinidades de 10 e 40 ppm. Sua ocorrência parece estar associada a fundos areno-

lodosos, dada as condições de alimentação que esse tipo de substrato proporciona (SANTOS et al., 2004).

Na região Nordeste, a captura motorizada teve início em 1969 e, em 2005, a frota estimada foi de 1.560 embarcações (SANTOS et.al., 2006). Em Pernambuco essa frota é composta por 40 embarcações baseadas nos municípios de São José da Coroa Grande, Tamandaré, Barra de Sirinhaém, Porto de Galinhas, Cabo, Jaboatão e Recife, quase todas operando com arrasto simples (SANTOS et.al., 2006).

No litoral de Pernambuco essa pesca teve início na década de 70 no Município de Sirinhaém (COELHO e RAMOS, 1973). Sendo esse município o responsável pela maior e mais produtiva frota camaroneira entre os municípios costeiros do estado (TISCHER e SANTOS, 2003).

Em estudo sobre a pesca de camarões no litoral de Pernambuco, Coelho e Santos (1995) relatam que as espécies *F. subtilis* e *L. schmitti* apresentam maior importância econômica, não tanto pelo volume que são capturadas, mas por serem considerados camarões grandes pelos pescadores locais.

O *L. schmitti* apresenta dimorfismo sexual bem definido e a identificação de machos (petasma) e fêmeas (télico) é possível através da simples observação do lado ventral do animal, entre o último par de apêndices torácicos e o primeiro par de apêndices abdominais (PÉREZ-FARFANTE, 1970). De acordo com Pérez-Farfante e Kensley (1997), petasma é a área genital masculina que consiste num par de endopoditos aumentados do primeiro par de pleópodos. Esses mesmos autores relatam que o tipo de petasma está relacionado com o grau no qual uma face ventral de um endopodito se aproxima da outra.

A maturação gonadal dos machos tem sido associado principalmente com as mudanças na estrutura do petasma, podendo ser classificado como imaturo (desunido)

ou maturo (unido) (DALL et al., 1990; COSTA, 1992), além das alterações histológicas que ocorrem nos testículos e ampolas terminal do canal deferente (RO et al., 1990) e com o grau de desenvolvimento do espermatóforo (ALFARO , 1993).

Segundo Alfaro, (1993) a maturação do macho *Litopenaeus stylirostris* ocorre em três níveis: o primeiro é a maturação dos testículos, que produzem células imaturas; em segundo é a maturação dos vasos deferentes; finalizando com a maturação dos espermatozoides através da formação de espinho. Duffy e Thiel, (2007) relatam que após os machos estarem morfologicamente maduros (união do petasma) apresentam reservas espermáticas independentemente da época do ano.

As fêmeas de peneídeos podem apresentar diferenciação quanto ao tipo de télico onde, por exemplo, às espécies do gênero *Farfantepenaeus* apresentam o télico do tipo fechado, o qual está composto por placas laterais formando um receptáculo, onde o espermatóforo é depositado no momento da cópula (DALL et al., 1990). Nas espécies de télico fechado, a cópula é observada entre machos em intermuda e fêmeas recém mudadas, enquanto que nas espécies de télico aberto a cópula ocorre entre machos e fêmeas em intermuda. As fêmeas do gênero *Litopenaeus* apresentam o télico aberto e a cópula é realizada quando os indivíduos encontram-se na intermuda o que, eventualmente, pode ocasionar perda de espermatóforos, fixados por meio de uma substancia gelatinosa. A fertilização é externa e ocorre quando os óvulos expelidos da gônada são fertilizados pelos espermatozoides contidos nos espermatóforos (PEREZ-FARFANTE,1970).

A desova do *L. schmitti* ocorre em águas oceânicas de pequena profundidade e alta salinidade (PEREZ-FARFANTE, 1969 e 1970; COELHO e SANTOS, 1994), tendo sido observada no Golfo da Venezuela, entre 15 e 20m de profundidade (ANDRADE de

PASQUIER e PEREZ, 2004), em Cuba entre 8 e 12 m (PEREZ-FARFANTE, 1969) e ocorre segundo PINTO e EWALD (1974) de 15 e 25 dias após a copula.

Santos (2002) identificou a desova bimodal para *L. schmitti* no Nordeste Oriental do Brasil, com um pico em fevereiro e outro em novembro com o recrutamento ocorrendo de 3 a 6 meses após a desova. Emerenciano (1987) relata a ocorrência de desova entre os meses de maio a outubro no Maranhão. Em Pernambuco, na região costeira junto ao município de Tamandaré, Coelho e Santos (1993) destacam o inverno como a principal época de desova. No litoral de Alagoas também foi relatada essa mesma época do ano como o período de desova (SANTOS 2000; SANTOS e FREITAS 2000). Guitart et. al. (1988) citam que em águas cubanas existem dois períodos de desova: o primeiro na primavera e verão e o segundo no outono.

Em relação ao período reprodutivo, Neiva et. al. (1971) cita a ocorrência de apenas um ao ano na Baía de Santos (SP), observada no mês de agosto. Já Silva (1965) relata que a época de reprodução na Baía de Sepetiba (RJ), provavelmente ocorra de abril a junho. Na Venezuela esse período foi estimado entre abril e junho (EWALD, 1965). A espécie pode apresentar variações quanto à época de reprodução, pois como se sabe, a época reprodutiva de várias espécies de Peneídeos está associada a fatores ambientais, como precipitação pluviométrica ou vazão fluvial e esses fatores apresentam variação geográfica (STAPLES e ROTH LISBERG 1990).

Para determinar a época reprodutiva e os estágios maturacionais das fêmeas de peneídeos são tradicionalmente feitas observação externa dos ovários (MARCHIORI, 1996; CAVALLI et al., 1997; PEIXOTO et al., 2003). A escala macroscópica para a determinação do grau de desenvolvimento dos ovários de *L. schmitti*, no Sul do país, foi descrita por Machado et al. (2009), abrangendo quatro estágios, sendo: 1) Imaturo: as gônadas são translúcidas, com difícil visualização através da carapaça; 2) Em

desenvolvimento: as gônadas são beges e começam a ser visíveis; 3) Madura: as gônadas são verdes escuras como seu desenvolvimento completo; 4) Desovada: as gônadas são semelhantes ao estagio imaturo, sendo muito difícil de distinguir macroscopicamente os estágios imaturo e desovado.

O número de estágios de maturação propostos na classificação macroscópica de Machado et. al.(2009) é, entretanto, conflitante quando comparado com a descrição macroscópica do desenvolvimento ovariano de *F. paulensis* que contém seis estágios de desenvolvimento (MARCHIORI, 1996). Com a finalidade de estabelecer um padrão de classificação dos estágios de maturação dos ovários de *F. paulensis*, Peixoto et al. (2003) propôs uma nova escala relacionando as alterações visuais e histológicas que ocorrem durante o desenvolvimento ovariano. Esta utilização das técnicas histológicas resultou na identificação de apenas quatro estágios de maturação ovariana de *F. paulensis* capturados no litoral sul brasileiro, denominados: imaturo, em desenvolvimento, maturo e desovado.

A análise histológica dos ovários vem sendo aplicada para descrever com maior exatidão os estágios de maturação em peneídeos (TAN-FERMIN e PUDADERA, 1989; QUNITIO et al., 1993; MEDINA et al., 1996; PALACIOS et al., 1999; AYUB e AHMED, 2002). Todavia, a relação entre as características histológicas dos ovários e as respectivas modificações visuais em cada estágio de maturação, tem sido pouco explorada pela literatura (QUINTERO e GARCIA, 1998; PEIXOTO et al., 2003; 2005).

O conhecimento da biologia reprodutiva é de grande importância para subsidiar medidas de ordenamento para uma espécie, principalmente quando ela tem uma ampla distribuição, como no caso do *L. schmitti* no Nordeste do Brasil, podendo indicar a possibilidade de existir diferenças na dinâmica reprodutiva entre indivíduos de diversas localidades, as quais poderiam estar associadas a variações ambientais observadas ao

longo de sua área de distribuição (SANTOS, 2002). Estudos sobre a época reprodutiva da espécie na região Nordeste são antigos podendo citar os estudos de Coelho e Santos (1993, 1994, 1995), Santos (2002), Santos et al. (2005).

Nesse contexto, estudos sobre biologia reprodutiva do *L. schmitti* se fazem necessários, como ferramenta para gestão pesqueira desse recurso em função da ausência de uma época de defeso para a espécie no litoral de Pernambuco, já que o *L. schmitti* tem um grande valor no litoral pernambucano.

3- Referência bibliográfica

ALFARO, J. Reproductive quality evaluation of male *Penaeus stylirostris* from a grow-out pond. **Journal of the World Aquaculture Society**. n.24 p.6-11. 1993.

ANDRADE DE PASQUIER, G.; PÉREZ, E.P.E. Age and growth of the White shrimp *Litopenaeus schmitti* in western Venezuela. **INCI**, v.29, n.4, p.17. 2004.

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

CARPENTER, K. E. **The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras**". Rome, FAO. v.1. 2002. 600 p.

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

COELHO, P.A.; RAMOS, M.A. Contribuição ao conhecimento dos camarões comerciais do Norte e Nordeste do Brasil. In: **Resultados da XXXVIII Comissão Oceanográfica – N.Oc. Almirante Saldanha (15/11/68 a 20/12/68)**. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, p. 121-131, 1973.

COELHO, P. A.; SANTOS, M. C. F. Época da reprodução do camarão branco, *Penaeus schmitti* Burkenroad (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região de Tamandaré, PE. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, Rio Formoso. v.1 n.1 p.157-169. 1993.

COELHO, P.A.; SANTOS, M.C.F. Ciclo biológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 em Pernambuco (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v.2, n.1, p.35-50. 1994.

COELHO, P.A.; SANTOS, M.C.F. Época de 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, n.1, p.122-140. 1995.

COSTA, S.W. Aspectos da biologia da reprodução de machos do “Camarão-Rosa” *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) para o manejo de reprodutores em aquicultura. 1992. p.121. **Tese (Mestrado)** - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

D’INCAO, F. Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do Brasil e Atlântico Ocidental. 1995. p.365. **Tese (Doutorado)**- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

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

DUFFY J. E; THIEL, M. **Evolutionary Ecology of Social and Sexual Systems Crustaceans as Model Organisms**. Oxford University Press. 2007. 502p.

EMERENCIANO, I.A.A. A pesca no Maranhão; realizada e perspectiva. **Boletim Laboratório Hidrobiologia**, São Luís, v. 2, n. 1, p. 7-51, 1978.

EWALD, J. J. **Investigaciones sobre la biología del camarón comercial en el occidente de Venezuela. Segundo informe anual al Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias**. Caracas : Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, 1965.

FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008**. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.Roma, 2009. 196p.

GUITART, B.; GONZALEZ, E.; REYES, R.; FRAGA, I. Características de la reproducción de los camarones comerciales en aguas cubanas. **Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras**. v.13 (3/4), p.1-45. 1988.

ISAAC, V.J.; DIAS NETO, J.; DAMASCENO, F.G. **Camarão-rosa da Costa Norte: Biologia, dinâmica e administração pesqueira**. Série de estudos de Pesca, Coleção Meio Ambiente, Brasília, 1992.187p.

LIZARRAGA-CUBEDO, H.A.; PIERCE, G.J.; SANTOS, M.B. Reproduction of Crustaceans in Relation to Fisheries. In, E. Mente (ed.), **Reproductive Biology of Crustaceans**. Science Publishers, Enfield (NH), Jersey, Plymouth. p.170-222. 2008.

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**, Rio Grande, v.31, n.2, p.169-175. 2009.

MARCHIORI, M.A. **Guia ilustrado de maturação e larvicultura do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967**. Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul, 1996. 79p

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

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. p.129. 2012.

NEIVA, G.S.; SANTOS, E.P.; JANKAUSKIS, V. Análise preliminar da população de camarão legítimo *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, na Baía de Santos – Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, Santos, v.1, n. 2, p. 7-14, 1971.

PALACIOS, E.; RODRÍGUEZ-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.

.

PEIXOTO, S.; CAVALLI, R.O.; D'INCAO, F.; MILACH, Â.; 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.O.; WASIELESKY, W. Recent developments on broodstock maturation and reproduction of *Farfantepenaeus paulensis*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, p.997-1006, 2005.

PÉREZ-CASTAÑEDA, R.; DEFEO, O. Population variability of four sympatric penaeid shrimps (*Farfantepenaeus spp.*) in a tropical coastal lagoon of Mexico. **Estuar coast Shelf Science**, v.52, p. 631-641, 2001.

PEREZ-FARFANTE, I. Western Atlantic shrimp of the genus *Penaeus*. **Fisheries Bull.** v.67, n.3, p.461-591. 1969.

PÉREZ-FARFANTE, I. Sinopsis de dados biológicos sobre el camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. **FAO Fisheries Reports**, Roma, v.37, p. 1417-1438. 1970.

PÉREZ-FARFANTE, I.; KENSLEY, B. Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the world, keys and diagnoses for the species and genera. Mémoires Muséum National d'Histoire Naturelle, **Zoologie**, n.175, p.235, 1997.

PINTO, L.G.; EWALD, J.J. Desarrollo larval del camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. **Boletim Centro Investigation Biological**, Universidad del Zulia, v.12, p.61. 1974.

QUINITIO, E.T.; CABALLERO, R.M.; GUSTILO, L. Ovarian development in relation to changes in the external genitalia in captive *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, v.114, p.71-81. 1993.

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.

RO, S., TALBOT, P., LEUNG-TRUJILLO, J.R., LAWRENCE, A. L. Structure and function of the vas deferens in the shrimp *Penaeus setiferus*: segments 1-3. **Journal of Crustacean Biology** v.10, p.455-468. 1990.

SANTOS, J.L. DOS. Pesca e estrutura populacional do camarão-branco (*Litopenaeus schmitti* - Burkenroad, 1936) – na região marinha e estuarina da Baixada Santista, São Paulo, Brasil. 2007. p.104. **Dissertação (mestrado)** – Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento. - São Paulo.

SANTOS, M.C.F. Biologia e pesca de camarões marinhos ao largo de Maragogi (Alagoas – Brasil). **Boletim Técnico-Científico CEPENE, Tamandaré**, v.8, n.1, p.7-37. 2000.

SANTOS, M.C.F. Biologia populacional e manejo da pesca do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustácea: Decapoda: Penaeidae) no Nordeste Oriental do Brasil. 2002. p.200. **Tese (Doutorado)**, Universidade Federal de Pernambuco.

SANTOS, M.C.F.; FREITAS, A.E.T.S. Estrutura populacional e pesca do camarão branco, *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) capturado no estuário da Lagoa Papari, Município de Nísia Floresta (Rio Grande do Norte – Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, Tamandaré, v.12, n.1, p. 21-41. 2004.

SANTOS, M.C.F.; PEREIRA, J.A.; IVO, C.T.C. Caracterização morfológica do camarão-branco, *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustácea, Decápoda, Penaeidae), no Nordeste Oriental do Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v.12, n.1, p.51-72. 2004.

SANTOS, M.C.F.; PEREIRA, J.A.; IVO, C.T.C.; SOUZA, R.F. Crescimento do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAIDAE) no Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v.14, n.1, p.59-70. 2006.

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. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, v.14, n.1, p.33-58. 2006.

SILVA, O. Alguns peneídeos e palinurídeos do Atlântico Sul. Rio de Janeiro: **SUDEPE**, 1965.

STAPLES, D. J., ROTH LISBERG, P. C. Recruitment of penaeid prawns in the Indo-west Pacific. In: **The Proceedings of the second Asian Fisheries Forum**. Tokyo: Asian Fisheries Society, 1990.

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

TISCHER, M; SANTOS, M. C. F. Composição e diversidade da ictiofauna acompanhante de camarões peneídeos no litoral Sul de Pernambuco. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.36 p.105-118. 2003.

4- Artigo científico

4. 1 - Artigo científico

Artigo científico a ser encaminhado a Revista Marine and Freshwater Behaviour and Physiology

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

**Biologia reprodutiva do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936)
no litoral sul de Pernambuco, Brasil**

Nathalia Calazans^{1*}, Emanuell Felipe Silva^{1,2}, Leandro Nole³, Roberta Soares¹, Flávia
Lucena Frédou³, Silvio Peixoto¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura,
Laboratório de Tecnologia em Aquicultura, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

²Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias,
Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Bananeiras, PB, Brasil.

³Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura,
Laboratório de Estudos de Impactos Antrópicos na Biodiversidade Marinha e Estuarina
(BIOIMPACT), 52171-900, Recife, PE, Brasil

*Informação de contato:

Phone: +55 81 3320-6524

E-mail: nathicalazans@hotmail.com

Resumo

O presente estudo teve o objetivo de investigar a biologia reprodutiva da espécie *Litopenaeus schmitti*, considerando as características histológicas dos ovários e análises quali-quantitativas dos espermatozóides. As coletas de exemplares foram realizadas entre os meses de agosto/2011 a julho/2012, utilizando embarcações de pesca artesanal na região costeira de Barra de Sirinhaém, litoral sul de Pernambuco, Brasil. Foram capturados um total de 1.169 camarões, correspondendo a proporção sexual de 1:1,38 (macho: fêmea). As relações biométricas apresentaram diferença estatística para machos e fêmeas para comprimento total e comprimento de carapaça, assim como para a relação comprimento total e peso corporal, apresentando alometria negativa. Foram observados microscopicamente quatro estágios maturacionais para fêmeas (imaturo, em maturação, maturo e desovado) com diâmetro médio de ovócitos variando de $38,46 \pm 11,32$ a $201,32 \pm 9,39$ μm ao longo destes estágios de desenvolvimento. Foram encontradas fêmeas maduras durante todo o ano, tendo duas épocas desova nos meses de agosto a novembro e fevereiro e março. Comprimento total de primeira maturação (L_{50}) de 13,96cm. Os machos estavam maturos e aptos a reprodução durante todo o ano, apresentado uma quantidade de espermatozoides mínima de 357×10^4 cél/mL e a viabilidade espermática superior a 55%.

Palavras-chave: Desenvolvimento ovariano, época reprodutiva, tamanho de primeira maturação, viabilidade espermática.

1. Introdução

No Brasil, a captura de crustáceos em 2010 atingiu uma produção de 57.142t. Desse total, os camarões peneídeos correspondem ao grupo mais representativo (67,1%), onde o camarão branco *Litopenaeus schmitti* responde por 7,1% das capturas (MPA, 2012). Na costa Nordeste do Brasil, os camarões *L. schmitti*, *Farfantepenaeus subtilis*, *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Xiphopenaeus kroyeri* são as principais espécies desembarcadas (IBAMA, 2007). Nesta região, a frota camaroneira motorizada é constituída por barcos de 5 a 13 metros de comprimento que realizam arrasto simples ou duplo, em profundidades em torno de 20 metros (Santos, et al., 2006).

O camarão branco *L. schmitti* tem ampla distribuição geográfica, ocorre das Antilhas até o Sul do Brasil (Perez-Farfante, 1970). Esta espécie é encontrada em regiões marinhas desde pequenas profundidades até 30 metros, com registros de ocorrência ocasionais em profundidade de até 50 metros (D'Incao, 1995). O ciclo de vida desta espécie é denominado misto, ou seja, os indivíduos nascem em ambiente marinho, depois penetram nos estuários para crescerem e, finalmente, retornam para reproduzir em ambiente marinho (Perez-Farfante, 1970; Dall et al., 1990; Coelho e Santos 1993; Santos et al., 2006).

Camarões peneídeos podem apresentar reprodução contínua, com ou sem pulsos sazonais, podendo esses picos estarem ligados a fatores ambientais e variações geográficas (Staples e Rothlisberg 1990; Coelho e Santos, 1995). De acordo com Lizarra-Cubedo et al., (2008) a biologia reprodutiva de crustáceos tem um papel essencial em sua dinâmica populacional e estratégia de vida, particularmente para espécies de interesse comercial. Esse conhecimento é altamente relevante para manter uma gestão sustentável destes recursos pesqueiros.

Alguns trabalhos referentes ao ciclo reprodutivo do camarão *L. schmitti* foram realizados em águas cubanas (Guitart et al. 1988; Perez-Farfante, 1970), Venezuela (Ewald, 1965), na costa das regiões nordeste (Coelho e Santos, 1993; 1994; 1995; Santos et al., 2005) e sudeste brasileiro (Santos et al., 2008), assim como estudos referentes a análises de desenvolvimento ovariano dessa espécie nas regiões sudeste e sul (Machado et al., 2009; Gonçalves et al., 2009). Considerando esta carência de informações, o presente estudo objetivou avaliar a biologia reprodutiva de *L. schmitti* considerando as características histológicas dos ovários e análises quali-quantitativas dos espermatozóides, contribuindo assim com uma melhor precisão na determinação da maturidade destes indivíduos e ordenamento da atividade pesqueira.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

As coletas foram realizadas na área costeira de Barra de Sirinhaém, (08 ° 35 '57" S - 08 ° 36' 57" S e 034 ° 56 '58" W - 035 ° 00' 48" W), localizado no litoral sul de Pernambuco (Figura 1).

Inserir Figura 1

2.2. Coleta de dados

No período entre agosto de 2011 a julho de 2012 foram realizadas pescarias mensais durante a lua cheia, utilizando embarcações de pesca artesanal que operam com arrasto duplo. A coleta consistiu em três arrastos de aproximadamente duas horas cada, onde foram selecionados aleatoriamente 40 camarões por arrasto. Após a coleta, as amostras foram imediatamente colocadas em gelo até o momento da análise.

Os indivíduos capturados foram mensurados com paquímetro de (0,01cm) quanto ao comprimento de cefalotórax – CC (da base do rostro à margem posterior da carapaça) e comprimento total – CT (da ponta do rostro a extremidade do télson). Em seguida, foi obtido o peso total (PT) em balança eletrônica analítica (0,1g). Para identificação do sexo dos exemplares, foram analisados os caracteres externos: presença de télico nas fêmeas e de petasma nos machos.

2.3. Estrutura populacional

A análise da estrutura populacional do *L. schmitti* foi realizada através do comprimento total, considerando os meses e sexos. Para determinar diferenças significativas entre eles, foi realizada ANOVA (two-way) (dados transformados $\log_{10}(x + 1)$) (Sokal e Rohlf, 1987), seguindo os pressupostos necessários de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade (teste de Levene). Em seguida, o teste de Bonferroni foi utilizado para determinar diferenças significativas entre meses e sexos ($p < 0.05$).

A proporção sexual foi determinada para o período total, por mês e por classe de comprimento total (Vazzoler, 1996). O teste χ^2 (qui-quadrado) com correção de Yates (Snedecor e Cochran, 1980) foi aplicado a fim de avaliar possíveis diferenças na proporção sexual, considerando as diferentes classes de comprimento total.

2.4. Relações biométricas

Para a avaliação da relação biométrica foi usada a regressão linear e não linear, onde o comprimento total foi a variável independente e comprimento da carapaça e peso corporal foram as variáveis dependentes, respectivamente. Estas relações foram realizadas separadamente para ambos os sexos, bem como para os sexos agrupados. As

regressões foram ajustadas pelo método dos mínimos quadrados, com um nível de significância de 95% (Sokal e Rohlf, 1987). O coeficiente b das equações de regressão foi comparado entre machos e fêmeas através do teste t de Student (Zar, 2009).

A relação entre CT e CC foi realizada por meio de regressão linear ($CC = a + bCT$), onde a é o intercepto e b é o coeficiente de alometria (crescimento alométrico positivo quando $b > 1$, alométrico negativo quando $b < 1$ e isométrico quando $b = 1$). Para avaliar a relação entre CT e PC, a regressão potencial ($PC = aCT^b$) foi utilizada, em que a é o intercepto e b é o coeficiente de alometria (crescimento alométrico positivo quando $b > 3$, alométrico negativo quando $b < 3$, e isométrico quando $b = 3$). O coeficiente b da relação CT/CC foi comparado com 1 utilizando o teste t (Zar, 1996). Esse mesmo teste foi utilizado para a relação CT/PC e o coeficiente b foi comparado com 3.

2.5. Análise do desenvolvimento ovariano

A determinação do padrão macro e microscópico de desenvolvimento ovariano foi realizada após a dissecação completa das gônadas de 10 fêmeas por mês em diferentes estágios macroscópicos de desenvolvimento gonadal. A avaliação da coloração dos ovários frescos foi determinada pela comparação com um catálogo de escala cromática (Pantone, 1999). A porção mediana dos ovários foi fixada em solução Davidson por 24 h e transferidos para álcool 70%. Esses fragmentos foram posteriormente emblocados em parafina e seccionados em $5\mu m$, seguindo processos histológicos de rotina, e as lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina (Junqueira e Junqueira, 1983; Bell e Lightner, 1988). Para a classificação dos ovócitos, e respectivos estágios de desenvolvimento, foram utilizadas as características determinadas por Peixoto et al. (2003) e Machado et al. (2009). Foram capturadas imagens dos ovócitos através de microscópio (ALTION) munido de um sistema de captura digital de imagens (HDCE –

10C). Foram medidos os diâmetros de 30 ovócitos de cada estágio de desenvolvimento por fêmea, utilizando o software “ImageTool” (The University of Texas Health Science Center in San Antonio, TX, USA). Apenas ovócitos mostrando núcleos seccionados no plano equatorial foram medidos.

Os dados de frequência e tamanho dos ovócitos foram comparados entre os diferentes estágios de maturação gonadal, também foi realizada a comparação do tamanho dos ovócitos ao longo de tempo. Estes dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) ao nível de 95% de intervalo de confiança, considerando-se as premissas necessárias, seguido do teste Tukey ($P < 0,05$) para separação de médias em caso de diferenças significativas.

2.6. Dinâmica reprodutiva

Para as análises de ciclo reprodutivo e índice gonadossomático (IGS) (peso do ovário dissecado em relação ao peso do corpo), os dados foram agrupados bimensalmente para a obtenção de um número mais representativo de fêmeas.. Foi calculado o IGS dos indivíduos nos diferentes estágios maturacionais.

O tamanho de primeira maturidade sexual (L50) foi determinado pela proporção dos indivíduos adultos em relação ao número total de indivíduos em cada classe de comprimento. Para as fêmeas, foram considerados indivíduos adultos aquelas que apresentavam características de gônadas desenvolvidas ou desovadas. A dispersão entre o comprimento total e a porcentagem de fêmeas adultas foi ajustada pelo método iterativo não linear de mínimos quadrados, obtendo-se, a partir deste, o valor de L50 (King, 1995).

$$P = 1 / [1 + \exp (-r (CT-L50))],$$

Onde P é a percentagem de fêmeas maduras em uma classe de comprimento, r é a inclinação da curva logística, CT é o limite superior do intervalo de comprimento total e L_{50} é o comprimento médio na primeira maturidade.

Para os machos a identificação maturacional foi através da união do petasma (unido = maturo e desunido = imaturo) e presença de espermátóforo na ampola terminal (Dall et al., 1990; Costa, 1992).

2.7. Análise espermática quali-quantitativa.

A análise espermática foi realizada mensalmente em 10 animais, a partir da retirada do espermátóforo através de uma leve pressão na base do quinto par de pereiópodo (Peixoto, 2004). Os aspectos quantitativos dos espermatozoides seguiram a metodologia de contagem de células descrita por Leung-Trujillo e Lawrence (1987). A determinação da viabilidade dos espermatozoides foi realizada através da coloração com Iodeto de Propídio (IP) e Diacetato de Carboxifluoresceína (DCF), através do método modificado de Coletto et al. (2002). A porcentagem média para a viabilidade foi calculada através da contagem de células vivas e mortas, no mínimo de 100 células por lâmina, sendo 2 réplicas por amostra. Os espermatozoides foram classificados com membrana intacta, quando corados em verde, e membrana danificada, quando corados em vermelho.

Foi analisada a quantidade de espermatozoides por classe de comprimento dos indivíduos e ao longo dos meses. Estes dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) ao nível de 95% de intervalo de confiança, considerando-se as premissas necessárias, seguido do teste Tukey ($P < 0,05$) para separação de médias em caso de diferenças significativas.

3. Resultados

3.1. Estrutura da população

Foram analisados um total de 1.169 camarões durante o período de estudo, com exceção do mês de janeiro quando nenhum indivíduo foi capturado. A proporção sexual foi de 678 fêmeas e 491 machos (1:1,38), representando 58% e 42% do total amostrado, respectivamente (Tabela 1). As fêmeas apresentaram uma maior amplitude de CT (8,6 a 20,9cm) em relação aos machos que apresentaram uma variação de CT de 9,7 a 16,5cm.

A maior frequência relativa do comprimento total para machos e fêmeas ocorreu na classe de 12,5-13,5cm. As fêmeas dominaram nas maiores classes de comprimento, como observado a partir da classe 13,5-14,5cm. Enquanto que para os machos, houve apenas predominância significativa na classe 12,5-13,5cm (Figura 2).

Inserir Tabela 1

Inserir Figura 2

Os maiores animais foram encontrados no mês de fevereiro, com um comprimento total médio de $16,26 \pm 1,15$ cm, diferindo significativamente dos indivíduos capturados no período de agosto-dezembro de 2011 e abril-julho de 2012 (Figura 3). Em geral, as fêmeas apresentaram comprimento total ($14,10 \pm 1,96$ cm) significativamente maior que os machos ($12,93 \pm 1,07$ cm). Entretanto, o comprimento total de machos e fêmeas não diferiu significativamente nos meses de setembro, outubro, novembro, abril e maio (Figura 3).

Inserir Figura 3

3.2. Relações biométricas

A relação entre o comprimento total e carapaça foi positiva para machos, fêmeas e sexos agrupados, com crescimento alométrico negativo ($p < 0,01$). O coeficiente "b" desta equação, que representa o tipo de crescimento, mostrou uma diferença significativa entre machos e fêmeas ($p < 0,01$) (Tabela 2).

A relação entre o peso total e o comprimento total para machos, fêmeas e sexos agrupados foi positiva, mostrando um crescimento alométrico negativo ($p < 0,01$). Para esta equação, o coeficiente "b" apresentou diferença significativa entre machos e fêmeas ($p < 0,01$) (Tabela 2).

Inserir Tabela 2

3.3. Descrição macro e microscópica

Foram observados os seguintes estágios de maturação gonadal:

Estágio I (imaturo): ovócitos basófilos (OB) com formato arredondado ou angular, núcleo esférico e diâmetro médio de $38,46 \pm 11,32 \mu\text{m}$ (Figura 4a; Tabela 3). Visivelmente, as gônadas são estreitas, tendo o diâmetro menor que o intestino e não podem ser visualizadas através do cefalotórax. Sua coloração varia de translúcida a creme (587PC).

Estágio II (em maturação): ovócitos vitelogênicos (OV) com formato arredondado e diâmetro médio de $123,47 \pm 9,29 \mu\text{m}$ são encontrados na periferia dos lóbulos, enquanto que os OB ocupam a posição central dos lóbulos na proporção de 71,37% (Figura 4b, Tabela 3). Visivelmente, as gônadas, já começam a preencher o segmento abdominal e

cobrem parte do intestino na região do cefalotórax. Neste estágio os ovários apresentam coloração amarelo claro (393 PC).

Estágio III (maturo): os ovócitos maturos (OM) apresentam bastonetes corticais, indicando que atingiram o estágio final de maturação (Figura 4c). Os ovócitos maturos possuem diâmetro médio de $201,32 \pm 9,39 \mu\text{m}$, porém ainda são encontrados ovócitos basófilos (OB) na proporção de 64,95% (Tabela 3). Macroscopicamente o ovário preenche toda cavidade abdominal com seus lóbulos posteriores e no cefalotórax é visível o desenvolvimento dos lóbulos laterais. A coloração nessa fase é amarela (395-396 PC).

Estágio IV (desovado): este estágio distingui-se microscopicamente do estágio imaturo pela presença de ovócitos atrésicos (OA), que são ovócitos maturos em processo de reabsorção (Figura 4d). Além dos ovócitos atrésicos também é visível a presença de ovócitos basófilos (OB) e os vitelogênicos (OV), na proporção de 97,74% e 1,64%, respectivamente (Tabela 3). Macroscopicamente, a coloração deste estágio é semelhante ao estágio I.

Inserir Figura 4

Inserir Tabela 3

Os ovócitos basófilos foram encontrados em todos os estágios de desenvolvimento gonadal, sem variação significativa no seu diâmetro entre estes estágios. Esses ovócitos aparecem numa proporção maior nos estágios I e IV, diferindo significativamente dos estágios II e III (Tabela 3).

A presença dos ovócitos vitelogênicos ocorreu nos estágios II e IV, porém em proporção significativamente superior no estágio II. O tamanho destes ovócitos também diferiu significativamente entre estes estágios, apresentando diâmetro inferior no estágio IV (Tabela 3).

A presença de ovócitos maduros e atresícos foi exclusiva dos estágios de desenvolvimento gonadal III e IV, respectivamente (Tabela 3).

O diâmetro médio dos OB, OV e OM não sofreram variações significativas ao longo dos meses de coleta, como pode ser observado na Figura 5.

Inserir Figura 5

3.4. Dinâmica reprodutiva

Das 113 fêmeas que tiveram suas gônadas analisadas histologicamente, 20,4 % encontravam-se imaturas, 42,5% em maturação, 31,9% maduras e 5,3% desovadas. A distribuição dos estágios maturacionais, agrupados bimensalmente, indica que as fêmeas de *L. schmitti* apresentam gônadas maduras durante todo o ano, em maior proporção durante os meses de dezembro a maio. Pode-se observar duas épocas prováveis de desova nos meses de agosto a novembro e fevereiro a março (Figura 6). Os valores de IGS não diferiram estatisticamente ao longo dos meses (Figura 7).

Inserir Figura 6

Inserir Figura 7

A estimativa do tamanho de primeira maturação (L_{50}) das fêmeas foi de 13,69cm (Figura 8). O menor CT encontrado para fêmeas maduras foi de 11,16cm, enquanto que acima de 19cm todas as fêmeas se encontravam maduras.

Inserir Figura 8

Os machos do camarão branco apresentaram-se maturos durante todos os meses de coleta. Na análise quantitativa dos espermatozoides foi observada uma variação de 357×10^4 cél/mL a $722,5 \times 10^4$ cél/mL, que não diferindo significativamente ao longo dos meses (Figura 9). A quantidade de espermatozoides do *L. schmitti* não apresentou diferenças significativas em relação às diferentes classes de comprimento analisadas (Figura 10).

Inserir Figura 9

Inserir Figura 10

A porcentagem de espermatozoides com membranas intactas (vivos) foram superiores a 50%, variando de 55,4% a 97,8% (Figura 11).

Inserir Figura 11

4. Discussão

No presente estudo, a proporção sexual do camarão branco *L. schmitti* foi de 1:1,38 (macho: fêmea). Segundo Wenner (1972), proporções sexuais com razão diferente

de 1:1 são comuns entre os crustáceos. A maior proporção de fêmeas em relação aos machos nas capturas foi semelhante ao encontrado por Santos et. al. (2005), que estudaram a reprodução do *L. schmitti* em diversas localidades costeiras no nordeste do Brasil. Estes autores encontraram uma maior proporção de fêmeas em relação aos machos para as localidades de Baía Formosa (RN) (06°15'S-34°48'W), Lucena (PB) (06°51'S-34°52'W), Sirinhaém (PE) (08°38'S-35°03'W) e na área de influência do rio São Francisco (AL/SE) (10°26'S-36°17'W). Estudo realizado na costa sudeste brasileira também indicou uma maior proporção de fêmeas (72%) em relação a machos (28%) de *L. schmitti* (Santos et. al., 2008). Na costa da Venezuela, foi observada a proporção de 1: 1,2 (macho: fêmea) para esta mesma espécie (Glenys et. al., 1999). Entretanto, Coelho e Santos (1995) observaram maior proporção de machos (53,2%) em relação a fêmeas (46,8%) de *L. schmitti* na região da foz do São Francisco (AL/SE) (10°26'S-36°17'W).

A maior proporção de fêmeas observada no presente estudo é característica de áreas de postura de camarões peneídeos em mar aberto, porém quando esse percentual se aproxima de 1:1 pode indicar áreas de acasalamento (Coelho e Santos, 1993, 1995). Segundo Garcia e Le Reste, (1986) a proporção entre os sexos pode variar em relação as classes de tamanho para camarões peneídeos indivíduos, mostrando tendência das fêmeas serem maiores e mais numerosas que os machos nas classes de comprimento superiores. Essa mesma tendência foi observada no presente estudo, onde as fêmeas apresentaram uma maior amplitude no comprimento e uma maior quantidade de animais nas classes de comprimento maiores.

No presente estudo, o coeficiente *b* da relação CT/CC demonstrou um crescimento alométrico negativo para machos, fêmeas e sexos agrupados, com um crescimento menor do CC em relação ao CT. O crescimento alométrico negativo

também foi observado na relação PT/CT, com um aumento menor do PT em relação ao CT. Em contraste, outro estudo sobre a caracterização morfométrica do *L. schmitti* para a mesma região, resultou em crescimento alométrico positivo para fêmeas e machos na relação CT/CC (Santos et al., 2004). Isaac et al. (1992) em estudos com *F. subtilis* no Norte do Brasil também encontrou alometria positiva para a relação peso-comprimento para ambos os sexos. Já para uma população de *L. schmitti* no Sudeste do Brasil foi observado na relação peso-comprimento (CT) o crescimento alométrico negativo para as fêmeas e isométrico para os machos (Carvalho, 2013).

Para os estudos de biologia reprodutiva de crustáceos, a caracterização da maturação ovariana através de métodos histológicos pode trazer maior confiabilidade para estimativas sobre as épocas de reprodução, uma vez que determina com exatidão os diferentes estágios de desenvolvimento e sua relação com padrões estabelecidos macroscopicamente (Quintero e Garcia, 1998; Machado et. al., 2009). Esta abordagem permite, por exemplo, a detecção do estágio de maturidade do ovário pela presença de bastonetes corticais na parte periférica do citoplasma dos ovócitos, encontrados na maioria das espécies de camarões peneídeos, além da observação dos ovócitos atrésicos que diferenciam com precisão ovários no estágio desovado do imaturo (Bell e Lightner, 1988; Peixoto et. al., 2003; Machado et. al., 2009).

Estudos mais recentes sobre o desenvolvimento ovariano de camarões peneídeos, adotam quatro estágios maturacionais (imaturo, em desenvolvimento, maturo e desovado), que são utilizados tanto para fins de gestão pesqueira quanto para práticas de aquicultura (Peixoto et al, 2003; Dumont et al, 2007; Machado et al., 2009; Gonçalves et. al., 2009). Machado et al., (2009) estudando o desenvolvimento ovariano do *L. schmitti* no sul do Brasil, encontraram diâmetros dos ovócitos bem próximos aos encontrados no presente estudo em relação aos diferentes estágios gonadais. Entretanto no estágio

desovado, esses mesmos autores observaram alguns ovócitos maduros e vitelogênicos no folículo ovariano, além dos atrésicos e basófilos, indicando que a desova poderia ocorrer de forma parcial para esta espécie. Porém no presente estudo essa configuração celular não foi observada no estágio desovado, pois apenas ovócitos atrésicos, basófilos e vitelogênicos foram encontrados. Este fato sugere que as desovas ocorram de forma total para *L. schmitti* na região de estudo, e que um novo ciclo maturacional tenha início após a postura dos ovos.

O camarão *L. schmitti* apresentou reprodução contínua, com duas épocas de desova nos meses agosto a novembro e fevereiro e março, que foram confirmadas por análises histologias através da observação dos ovócitos atrésicos, indicador de desova. Os picos reprodutivos são rotineiramente relatados para essa espécie, na região Nordeste. Em Tamandaré, PE, fêmeas maduras foram encontradas em maiores proporções nos meses de junho, agosto e em menores nos meses de dezembro-janeiro, sendo encontradas fêmeas desovadas entre fevereiro-maio (Coelho e Santos, 1993). Coelho e Santos, (1995) na foz do rio São Francisco relatou um maior número de fêmeas, nos meses de julho e agosto e outro, secundário, entre os meses de dezembro-fevereiro. Em Alagoas, Santos (2000) observou, picos reprodutivos principalmente entre os meses de agosto-outubro. Na região de presente estudo (Sirinhaém, PE) Santos et.al., (2005) sugerem que as desovas da espécie sigam um padrão bimodal (fevereiro e outubro).

O tamanho de primeira maturação pode variar de acordo com a distribuição geográfica da população (Burggren e McMahon, 1988). Machado et. al. (2009) estudando o desenvolvimento gonadal do *L. schmitti* no Sul do Brasil estimou uma idade de primeira maturação de fêmeas em 15,2cm, sendo superior a estimativa feita no presente estudo para uma população costeira do nordeste (13,6cm). Essa diferença nas

estimativas pode estar relacionada ao fato da região nordeste apresentar temperaturas de águas costeiras mais elevadas do que na região sul, provavelmente favorecendo o crescimento e maturidade prematura da espécie.

O ciclo reprodutivo de camarões está atrelado principalmente ao ciclo maturacional das fêmeas, uma vez que os machos após estarem morfológicamente maduros (petasma unido) apresentam reservas espermáticas independentemente da época do ano (Duffy e Thiel 2007). No presente estudo, os machos amostrados em todos os meses apresentavam espermátóforos na ampola terminal e espermatozoides viáveis. Santos et al., (2008) estudando a população de *L. schmitti* na região costeira de Santos (SP) observou que todos os machos amostrados estavam maduros, baseada na união do petasma, durante um ciclo anual. Entretanto, Simões (2012) encontrou machos de *L. schmitti* aptos a reprodução apenas em períodos restritos do ano no litoral Sul de São Paulo.

O número de espermatozoides encontrados nos espermátóforos de *L. schmitti* variaram bastante durante o estudo de 357×10^4 cél/mL a $722,5 \times 10^4$ cél/mL. Nakayama et.al., (2008) estudando tipos de extrusão de espermátóforo do *F. paulensis*, no sul do Brasil, observou uma quantidade de espermátóforo 146 e 357×10^4 cél./mL, que foi inferior ao encontrado, mas segundo Alfaro (1993) o número de espermatozóides de peneídeos pode variar conforme a espécie, idade, tamanho e estágio de vida. Entretanto, independentemente do número de células espermáticas, o percentual de viabilidade celular esteve acima de 55% ao longo do período amostral. Castelo-Branco, (2010) estudado criopreservação dos espermatozoides do camarão *L. schmitti*, observou uma sobrevivência superior a 80%, após a criopreservação dos espermátóforos. Este é o primeiro estudo que utiliza técnicas de análise da quantidade e qualidade de células espermáticas para avaliação da biologia reprodutiva de estoques selvagens de peneídeos.

Esta ferramenta representa uma alternativa mais precisa do estágio maturacional dos machos, normalmente baseado em características morfológicas relacionadas ao grau de união do petasma e presença de espermatóforos nas ampolas terminais.

Os resultados do presente estudo podem auxiliar no desenvolvimento de uma gestão pesqueira adequada para *L. schmitti* no litoral sul de Pernambuco, já que não existe época de defeso para a espécie nessa região.

5. Referências bibliográficas

- Alfaro J. 1993. Reproductive quality evaluation of male *Penaeus stylirostris* from a grow-out pond. Journal of the World Aquaculture Society. 24: 6-11.
- Bell TA, Lightner DV. 1988. A Handbook of Normal Penaeid Shrimp Histology (Special Publication), World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA. 114.
- Burggren WW, McMahon BR. 1988. Biology of the land crabs. Cambridge University Press. United States of America. 479.
- Carvalho C. 2013. Crescimento e mortalidade do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) em ambiente natural e em confinamento. Dissertação de Mestrado– Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 77.
- Castelo-Branco T. 2010. Avaliação de técnicas de criopreservação de sêmen do camarão branco, *Litopenaeus schmitti* (Crustacea, Dendrobranchiata, Penaeidae). Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 36.
- Coelho PA, Santos MCF. 1993. Época da reprodução do camarão branco, *Penaeus schmitti* Burkenroad (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região de Tamandaré, PE. Boletim Técnico-Científico do CEPENE, Rio Formoso. 1(1): 157-169.
- Coelho PA, Santos MCF. 1994. Ciclo biológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 em Pernambuco (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Boletim Técnico-Científico do CEPENE, 2 (1): 35-50.
- Coelho PA, Santos MCF. 1995. Época de 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, 3(1): 122-140.
- Coletto Z.F, Guerra MMP, Batista AM. 2002. Avaliação do sêmen congelado de caprinos com drogas fluorescentes. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 24: 101-104.

- Costa SW. 1992. Aspectos da biologia da reprodução de machos do “Camarão-Rosa” *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) para o manejo de reprodutores em aquicultura. Tese de mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. 121.
- D’Incao F. 1995. Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos de Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do litoral brasileiro. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Parana- Curitiba- PR. 365.
- Dall, W, Hill BJ, Rothlisberg PC, Staples DL. 1990. The Biology of the Penaeidae. Advances in Marine Biology. Academic Express, London.489.
- Duffy JE, Thiel M. 2007. Evolutionary Ecology of Social and Sexual Systems – Crustaceans as Model Organisms. Oxford University Press. 502.
- Dumont LFC, D’Incao F, Santos RA, Maluche S, Rodrigues LF. 2007. Ovarian development of wild pink prawn (*Farfantepenaeus paulensis*) females in northern coast of Santa Catarina State, Brazil. Nauplius15(2): 65-71.
- Ewald JJ. 1965. Investigaciones sobre la biologia del camarón comercial en el occidente de Venezuela. Segundo informe anual al Fundo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas: Instituto Venezuelano de Investigaciones Científicas.
- Garcia S, Le Reste L. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Doc. Téc. Pesca. 203:180.
- Glenys JAP, Wolfgang BSU. 1999. Crecimiento y mortalidade del camaron blanco (*Penaeus schmitti*) em el Lago De Maracaibo, Venezuela. Zootecnia Tropical, 17(1):63-89.
- Gonçalves SM, Santos JL, Rodrigues ES. 2009. Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), capturadas na região marinha da Baixada Santista, São Paulo. Revista Ceciliana 1(2): 96-100.

- Guitart, B, Gonzalez E, Reyes R, Fraga I. 1988. Características de la reproducción de los camarones comerciales en aguas cubanas. Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras. 13 (3/4): 1-45.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. 2007. Estatística de Pesca Brasil. Grandes Regiões e Unidade da Federação. 151.
- Isaac VJ, Dias Neto J, Damasceno FG. 1992. Camarão - rosa da Costa Norte; biologia, dinâmica e administração pesqueiras. Brasília, IBAMA.191.
- Junqueira LC, Junqueira LMMS. 1983. Técnicas básicas de citologia e histologia. São Paulo: Livraria e Editora Santos, 123.
- King M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Oxford: Fishing Books News 346.
- Leung-Trujillo JR, Lawrence AL. 1987. Observations on the decline in sperm quality of *Penaeus setiferus* under laboratory conditions. Aquaculture, 65: 363-370.
- Lizarraga-Cubedo HA, Pierce GJ, Santos MB. 2008. Reproduction of Crustaceans in Relation to Fisheries. In, E. Mente (ed.), Reproductive Biology of Crustaceans. Science Publishers, Enfield (NH), Jersey, Plymouth. 170-222.
- Machado I F, Dumont LFC, D’Incao F. 2009. Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti* – Decapoda, Penaeidae) in Southern Brazil. Atlântica, Rio Grande, 31(2): 169-175.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. 2012. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. 129.
- Nakayama C, Peixoto S, Lopes D, Vita G, Krummenauer D, Foes G, Cavalli R, Wasielesky W. 2008. Métodos de extrusão manual e elétrica dos espermatóforos de reprodutores selvagens do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Decapoda: Penaeidae). Ciência Rural, 38(7): 2018-2022.
- Pantone. 1999. Pantone Professional Color System. 14th ed. New Jersey, Carlstad. 260.

- Peixoto S, Cavalli RO, D'Icao F, Milach AM, Wasielesky W. 2003. Ovarian maturation on wild *Farfantepenaeus paulensis* relation to histological and visual changes. *Aquaculture Research*. 34: 1255-1260.
- Peixoto SRM. 2004. Avanços nas técnicas de reprodução do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea: Decapoda) em cativeiro. Tese de Doutorado- Universidade Federal do rio Grande, Rio Grande do Sul. 142.
- Perez-Farfante, I. 1970. Sinopsis de dados biológicos sobre el camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. *FAO Fisheries Reports*, Roma, 37: 1417-1438.
- Quintero MÊS, Garcia A. 1998. Stages of gonadal development in the spotted pink shrimp *Penaeus brasiliensis*. *Journal of Crustacean Biology*, 18: 680-685.
- Santos JL, Severino-Rodrigues E, Vaz-Dos-Santos AM. 2008. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da baixada santista, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, 34(3): 375-389.
- Santos MCF. 2000. Biologia e pesca de camarões marinhos ao largo de Maragogi (Alagoas – Brasil). *Boletim Técnico-Científico CEPENE*, Tamandaré, 8(1): 7-37.
- Santos MCF, Pereira, JA, Ivo, CTC. 2004. Caracterização morfométrica do camarão-branco, *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), no Nordeste Oriental do Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*, 12(1): 51-72,
- Santos MCF, Pereira JA, Ivo CTC. 2005. Dinâmica reprodutiva do camarão branco, *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), no Nordeste do Brasil. *Boletim técnico-científico do CEPENE*, Brasil, 13(2): 27-45.

- Santos, M.CF, Pereira JA, Ivo, CTC, Souza RF. 2006. Crescimento do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no Nordeste do Brasil. Boletim Técnico-Científico do CEPENE, 14:(1), 59-70.
- Simões SM. 2012. Estrutura da comunidade e biologia reprodutiva de camarões marinhos (Penaeidea e Caridea), no Complexo Baía-Estuario de Santos e São Vicente/SP, Brasil. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.149
- Snedecor GW, Cochran EG. 1980. Statistical Methods.7th ed. Iowa State Univ.Press. IA. 359-364.
- Sokal RR, Rohlf FJ. 1987. Introduction to biostatistics. New York, Freeman Publication, 887.
- Staples DJ, Rothlisberg PC. 1990. Recruitment of penaeid prawns in the Indo- west Pacific. In: The proceedings of the Second Asian Fisheries Forum. Tokyo: Asian Fisheries Society.
- Vazzoler AEA de M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Sao Paulo: SBI/EDUEM. 169.
- Wenner AM. 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. The American Naturalist, 106 (949): 215-229.
- Zar JH. 2009. Biostatistical analysis. Upper Saddle River, Prentice-Hall International INC, 994.
- Zar JH. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Upper Saddle River.

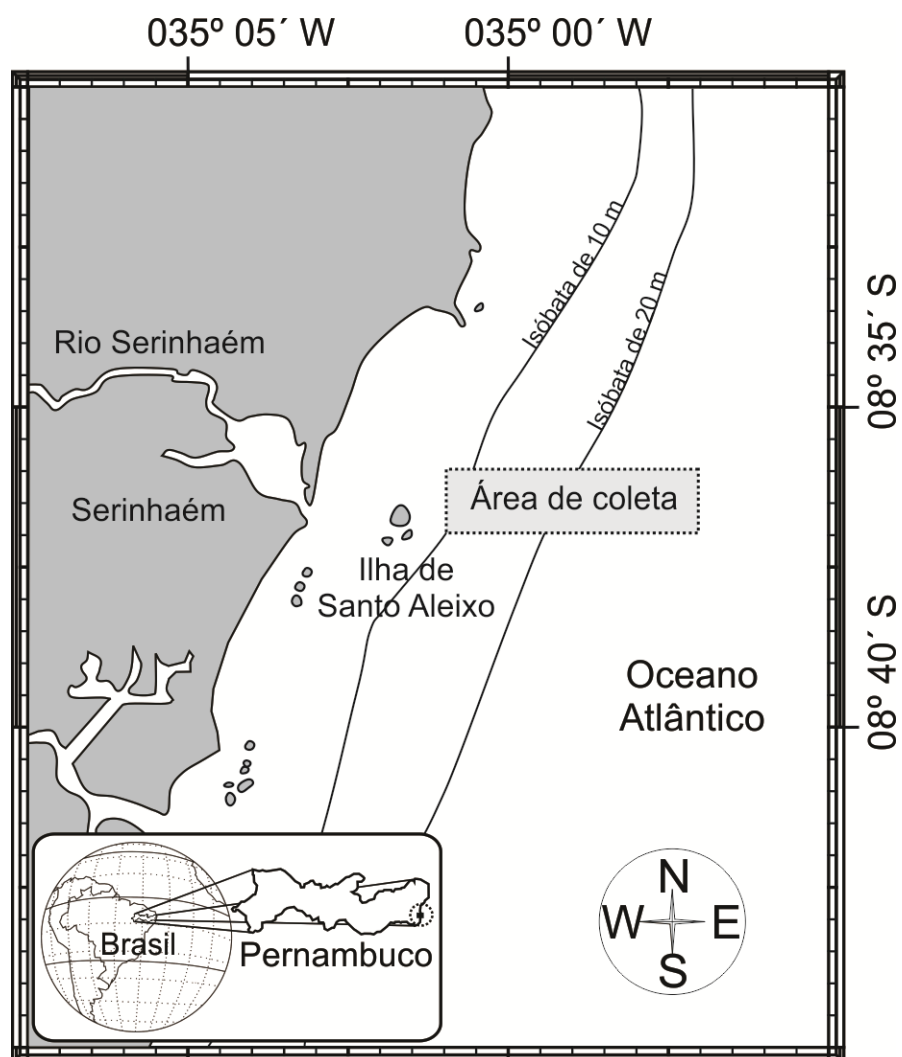


Figura 1: Localização geográfica da área de coleta na região costeira de Barra de Sirinhaém litoral Sul de Pernambuco.

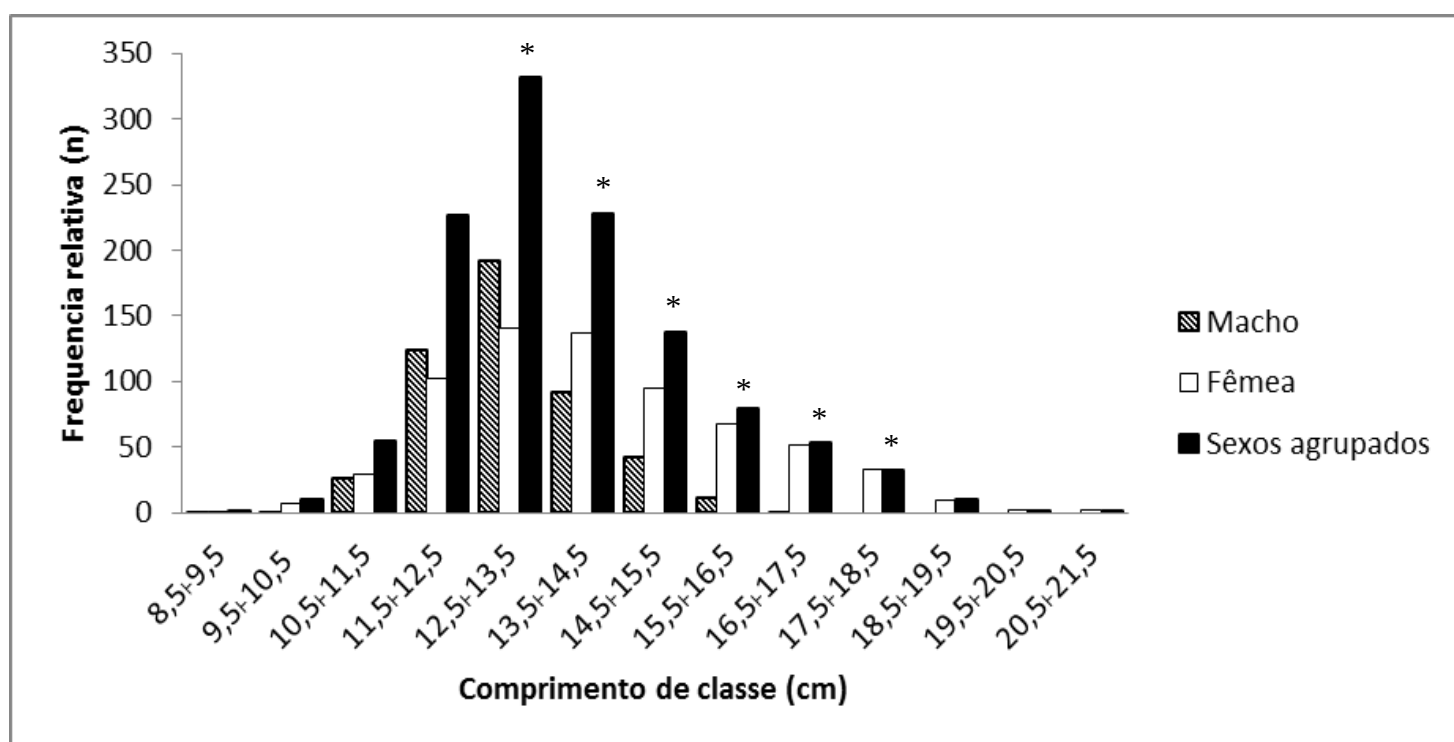


Figura 2: Distribuição da frequência relativa por classe de comprimento total para fêmeas, machos e sexos agrupados (CT em cm) de *L. schmitti* capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. *diferença significativa entre machos e fêmeas $p < 0,05$.

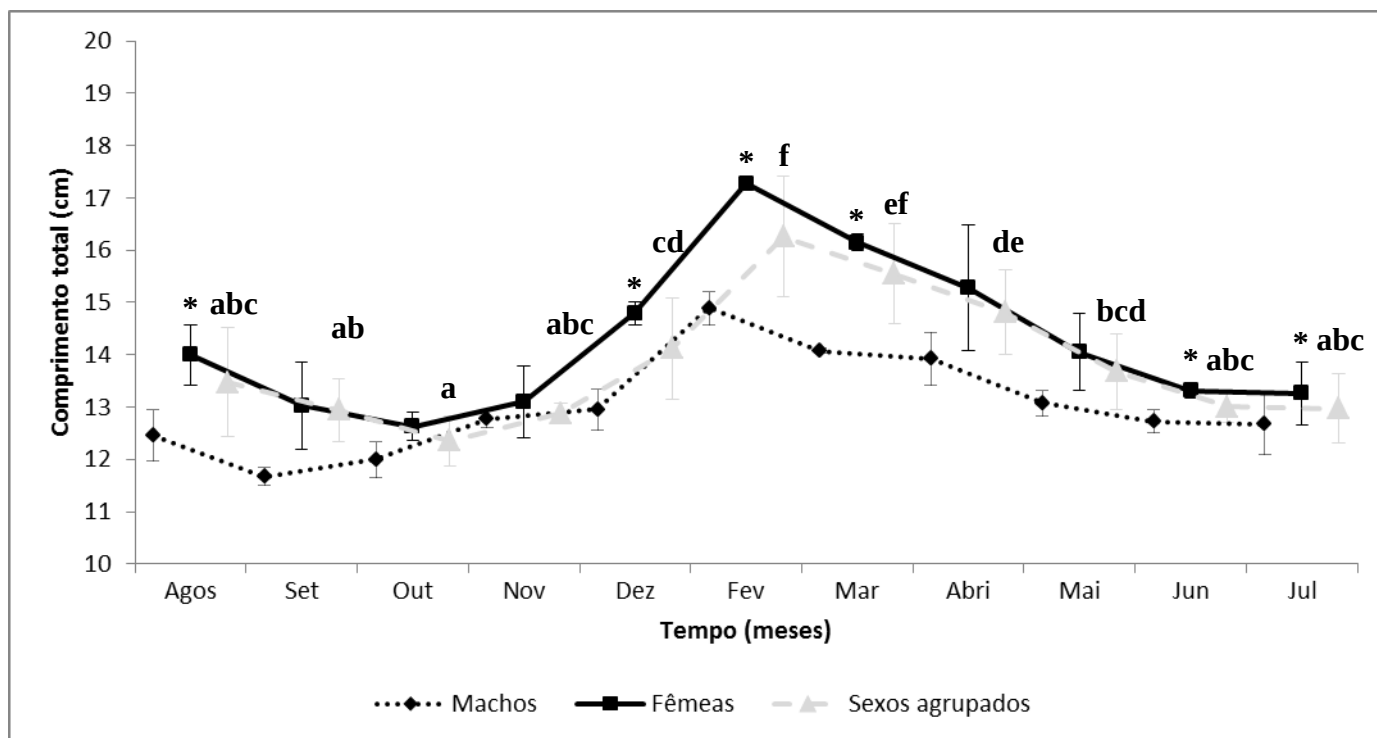


Figura 3: Comprimento total das fêmeas e machos e sexos agrupados do *L. schmitti* durante os meses de agosto de 2011 a julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre os meses apresentam diferença significativa ($p < 0,05$). *diferença significativa entre machos e fêmeas.

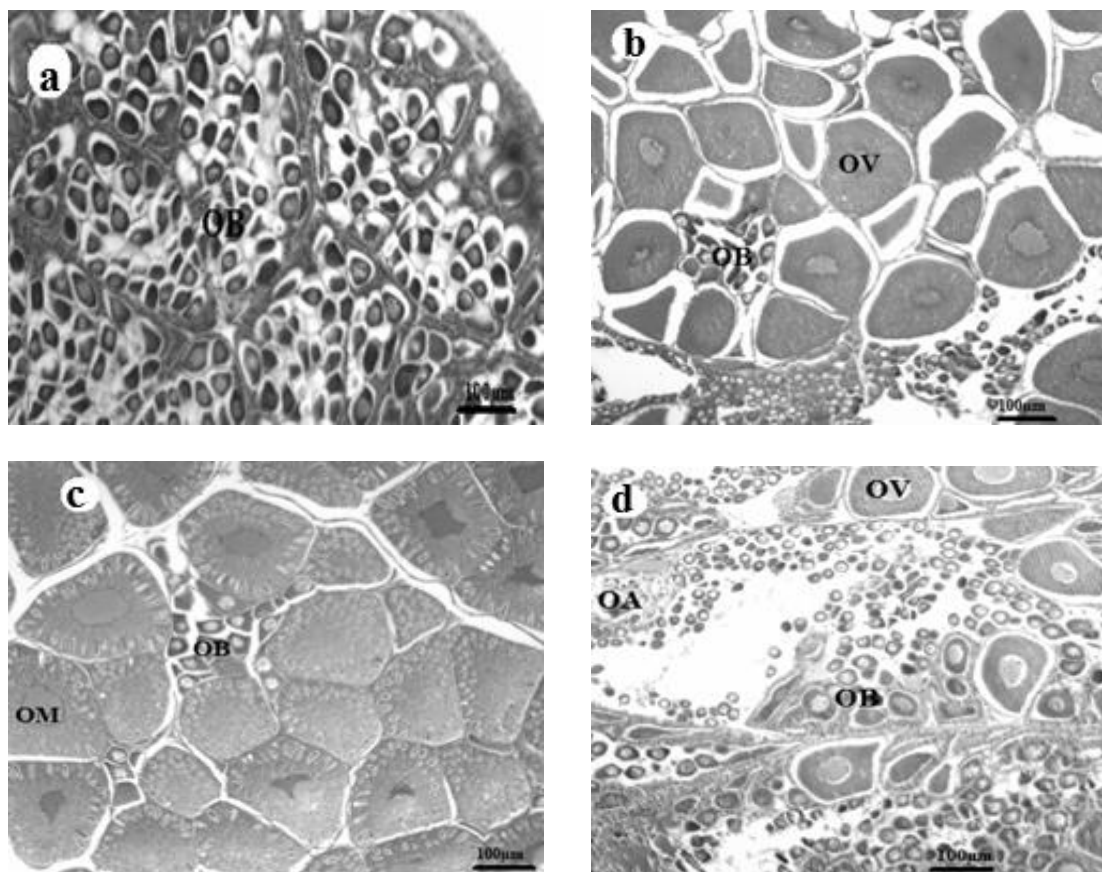


Figura 4: Imagens de cortes histológicos dos estágios de desenvolvimento ovariano de *L. schmitti*. (a) Estágio I (imaturo), (b) Estágio II (em desenvolvimento), (c) Estágio III (maturo), (d) Estágio IV (desovado). Ovócitos basófilos (OB), Ovócitos Vitelogênicos (OV) Ovócitos maduros (OM) Ovócitos atresícos (OA); Escala= 100µm

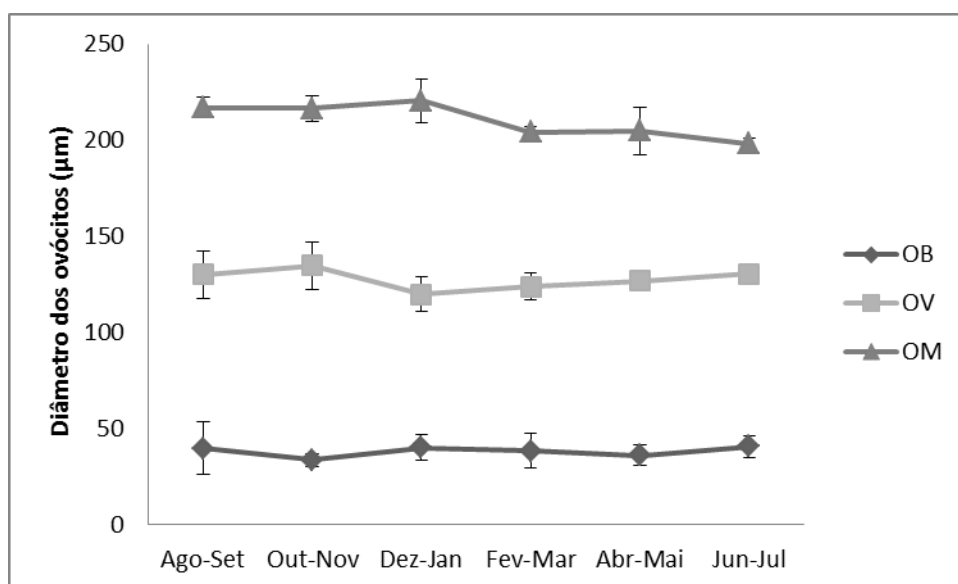


Figura 5: Diâmetros medio ($\pm$ DP) dos ovócitos basófilos (OB), ovócitos vitelogenicos (OV) e ovócitos maduros (OM) nos ovários de *L. schmitti* durante os meses de agosto de 2011 a julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas

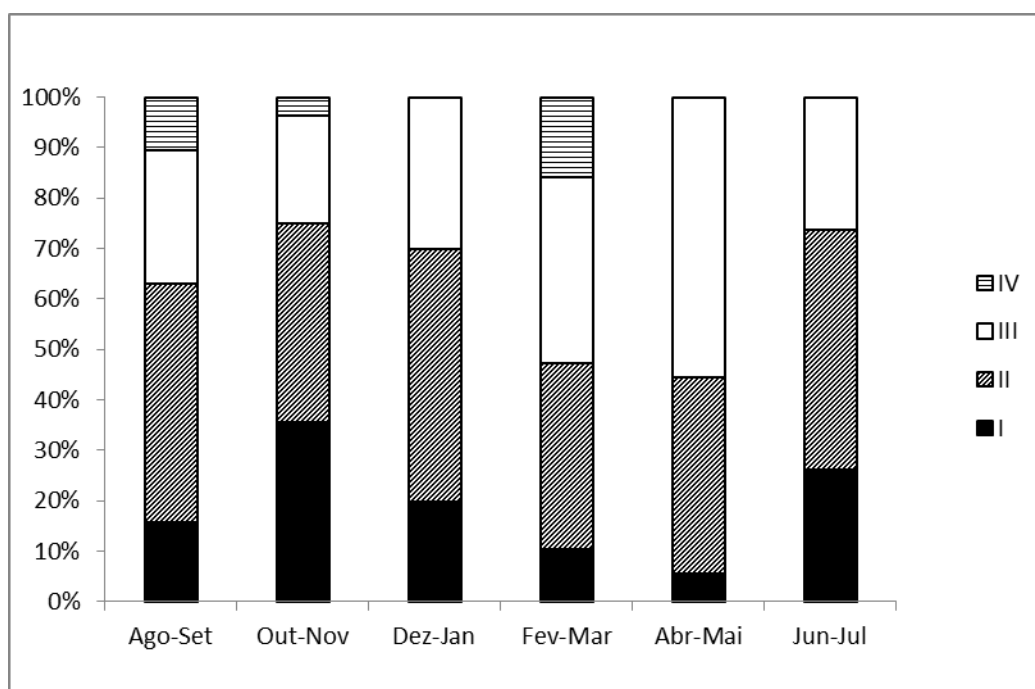


Figura 6: Frequência dos estágios de desenvolvimento ovariano (I = imaturo, II= em maturação, III= maduro e IV = desovado) de *L. schmitti* capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.

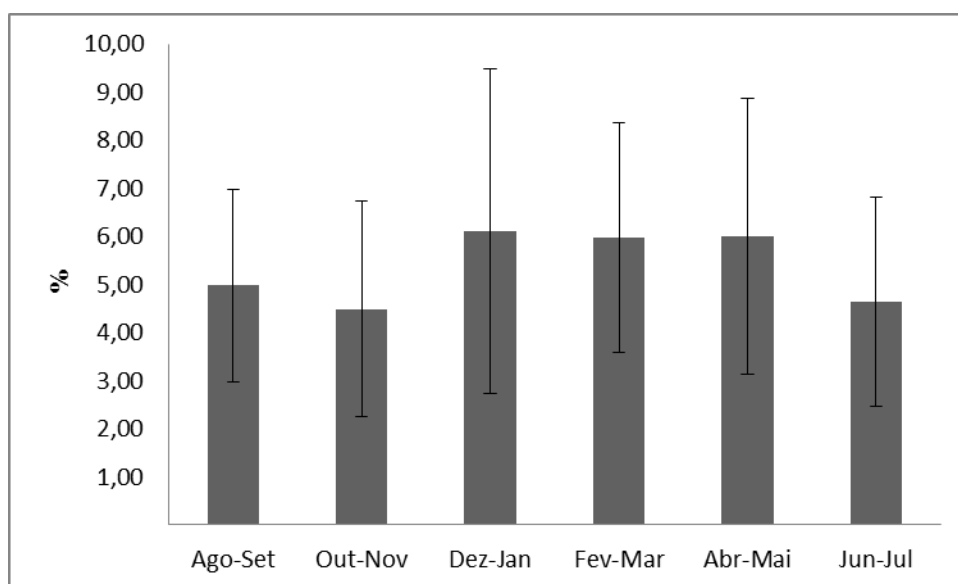


Figura 7: Índice gonadosomático (%) ($\pm$ DP) para fêmeas de *L. schmitti* capturadas no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas.

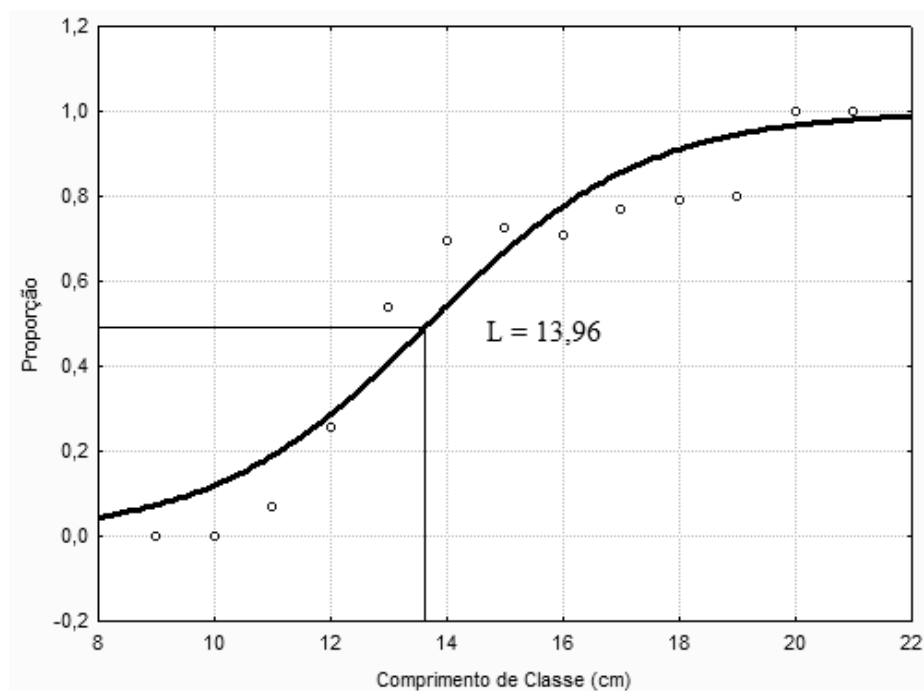


Figura 8: Idade de primeira maturação (CT, cm) das fêmeas do camarão branco *L. schmitti* capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.

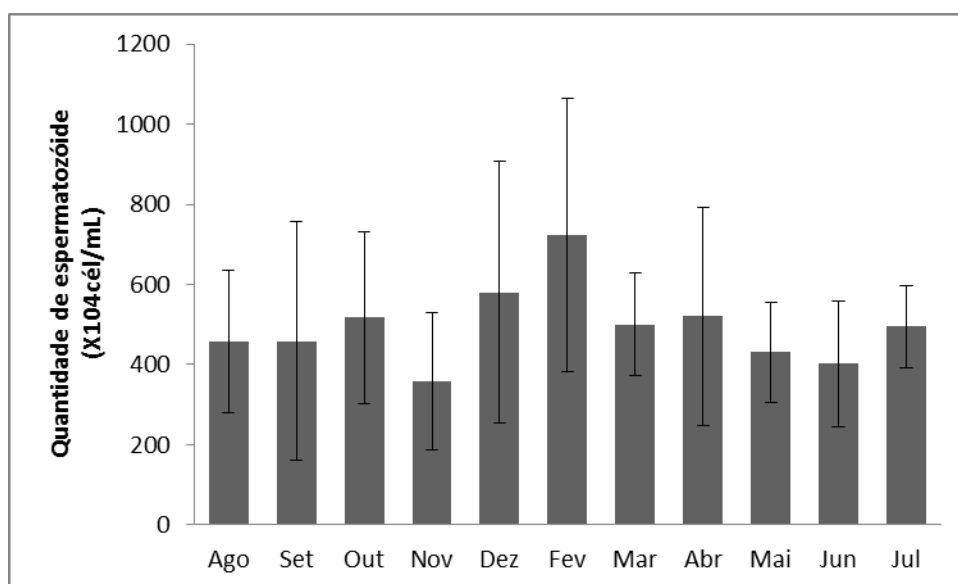


Figura 9: Quantidade média ($\pm$ DP) de espermatozoides ($X10^4$ cél/mL) do *L. schmitti* capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas

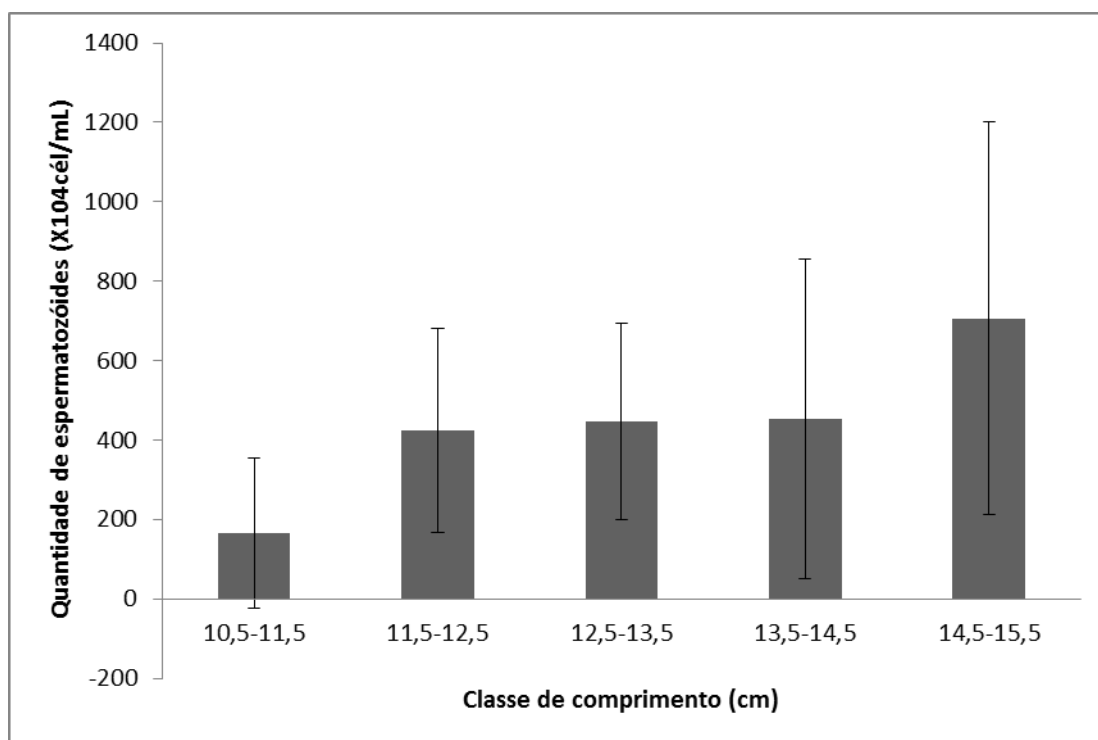


Figura 10: Quantidade média ($\pm$ DP) de espermatozoides ($\times 10^4$ cél/mL) em relação a classe de comprimento (cm) do *L. schmitti* capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco. Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas

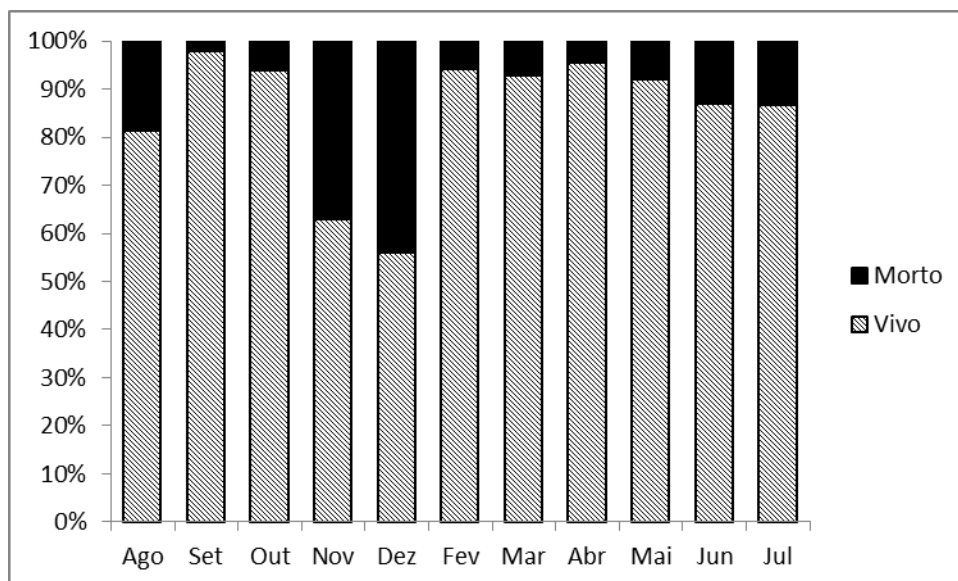


Figura 11: Percentual de viabilidade espermática (morto ou vivo) do *L. schmitti* capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.

Tabela 1: Quantidade mensal de machos e fêmeas e proporção sexual do *L. schmitti* capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.

Meses	Macho	Fêmea	Total	Proporção	p < 0,05
Agosto	39	73	112	1 : 1,87	0,001*
Setembro	35	86	121	1 : 2,46	0,000*
Outubro	49	58	107	1 : 1,18	0,384
Novembro	45	19	64	1 : 0,42	0,001*
Dezembro	43	75	118	1 : 1,74	0,003*
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	32	45	77	1 : 1,41	0,138
Março	22	49	71	1 : 2,23	0,001*
Abril	20	44	64	1 : 2,20	0,003*
Maio	36	59	95	1 : 1,64	0,019*
Junho	104	97	201	1 : 0,93	0,621
Julho	66	73	139	1 : 1,11	0,553
Total	491	678	1169	1 : 1,38	0,000*

*diferença significativa p < 0,05

Tabela 2: Estatística descritiva e parâmetros de relações biométricas (CT-CC e PC-CT) de *L. schmitti* capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012 em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.

	Machos	Fêmeas	Sexos agrupados
Características de comprimento (cm)			
CT, média±D.P. ($CT_{\min}$ – $CT_{\max}$)	12,93±1,07 (9,7–16,5)	14,10±1,96 (8,6–20,9)	13,61±1,74 (8,6–20,9)
CC, média±D.P. ($CC_{\min}$ – $CC_{\max}$)	2,68±0,25 (1,87–3,4)	3,07±0,51 (1,73–4,9)	2,91±0,46 (1,73–4,9)
Equação CT-CC	$CC = 0,2098CT + 0,0244$	$CC = 0,2362CT + 0,2544$	$CC = 0,2426CT + 0,3874$
Determinação do coeficiente (r^2)	0,80	0,81	0,83
Teste t (Coeficiente b)	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,01$
Tipo de crescimento	Alométrico (-) ^a	Alométrico (-) ^b	Alométrico (-)
Características de peso (g)			
PT, média±D.P. ($PT_{\min}$ – $PT_{\max}$)	17,49±4,45 (6,7–31,73)	23,73±10,42 (4,9–65,98)	21,12±8,98 (4,9–65,98)
Equação PT-CT	$PT = 0,014CT^{2,7774}$	$PT = 0,0089CT^{2,9594}$	$PT = 0,0092CT^{2,9417}$
Determinação do coeficiente (r^2)	0,81	0,94	0,92
Teste t (Coeficiente b)	$p < 0,01$	$p < 0,01$	$p < 0,01$
Tipo de crescimento	Alométrico (-) ^a	Alométrico (-) ^b	Alométrico (-)

Diferentes letras sobrescritas indicam diferenças significativas entre machos e fêmeas.
 CT: comprimento total (cm); DP: desvio padrão; min: mínimo; max: máximo; CC: comprimento de carapaça (cm); PT: peso total

Tabela 3: Proporção e diâmetro (média±DP) dos ovócitos em cada estágio maturacional (Estágio I - imaturo, Estágio II – em maturação, Estágio III – maturo, Estágio IV - desovado) do *L. schmitti* capturado no período de Agosto de 2011 a Julho de 2012, em Barra de Sirinhaém, Pernambuco.

	Estágio I	Estágio II	Estágio III	Estágio IV
OB (%)	100 ^a	71,37±3,43 ^c	64,95±4,49 ^b	97,74±0,86 ^a
OV(%)	0 ^a	28,63±3,43 ^b	0 ^a	1,64±0,75 ^a
OM (%)	0 ^a	0 ^a	35,05±4,49 ^b	0 ^a
OA (%)	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0,62±0,13 ^b
OB diâmetro (µm)	38,46±11,32 ^a	36,51±5,71 ^a	37,07±6,79 ^a	32,45±4,44 ^a
OV diâmetro (µm)	NP	123,47±9,29 ^a	NP	95,9±4,98 ^b
OM diâmetro (µm)	NP	NP	201,32±9,39	NP

Letras diferentes entre as médias apresentam diferenças significativas, (p < 0,05). NP = Não presente.

4. 1.- Normas da Revista The Journal of Crustacean Biology

Use these instructions if you are preparing a manuscript to submit to Marine and Freshwater Behaviour and Physiology. To explore our journals portfolio, visit Taylor & Francis Online , and for more author resources, visit our Author Services website.

Marine and Freshwater Behaviour and Physiology considers all manuscripts on the strict condition that

- the manuscript is your own original work, and does not duplicate any other previously published work, including your own previously published work.
- the manuscript has been submitted only to *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* ; it is not under consideration or peer review or accepted for publication or in press or published elsewhere.
- the manuscript contains nothing that is abusive, defamatory, libellous, obscene, fraudulent, or illegal.

Contributions to *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* must report original research and will be subjected to review by referees at the discretion of the Editorial Office.

Please note that *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* uses CrossCheck™ software to screen manuscript for unoriginal material. By submitting your manuscript to *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* you are agreeing to any necessary originality checks your manuscript may have to undergo during the peer-review and production processes.

Marine and Freshwater Behaviour and Physiology accepts original research reports, short communications, reviews and mini-reviews and book reviews for publication. All submissions will be subject to review by referees under the direction of the Editorial Office.

Any author who fails to adhere to the above conditions will be charged with costs which *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* incurs for their manuscript at the discretion of the *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 's Editors and Taylor & Francis, and their manuscript will be rejected.

This journal is compliant with the Research Councils UK OA policy. Please see the licence options and embargo periods here .

Contents List

Manuscript preparation

1. General guidelines
2. Style guidelines
3. Figures
4. Multimedia

5. Colour

6. Reproduction of copyright material

7. Supplemental online material

Manuscript submission

Copyright and authors' rights

Free article access

Reprints and journal copies

Open access

Manuscript preparation

1. General guidelines

- Papers are accepted in British or American English but the style must be accurate and consistent throughout. Please use double quotation marks.
- Authors should include a word count with their manuscript.
- Full research papers should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text; acknowledgements; appendices (as appropriate); references; table(s) with caption(s) (on individual pages); figure caption(s) (as a list). All section headings except Abstract should be omitted in Short Communications.
- Abstracts of 100-150 words are required for all papers submitted.
- Each paper should have three to six keywords .
- Section headings should be in bold type and sub-headings in italics. Authors wishing to use further nesting of sub-headings should contact the Editor. All pages should be numbered consecutively through the document.
- All the authors of a paper should include their full names and institutional affiliations on the cover page of the manuscript. One author should be identified as the Corresponding Author and supply their Full Name and Title, postal address, phone, fax and email addresses at the bottom of the cover page.
- Biographical notes on contributors are not required for this journal.
- For all manuscripts non-discriminatory language is mandatory. Sexist or racist terms should not be used.
- Authors must adhere to SI units . Units are not italicised.
- When using a word which is or is asserted to be a proprietary term or trade mark, authors must use the symbol ® or ™.
- **Please supply all details required by any funding and grant-awarding bodies as an Acknowledgement in a separate paragraph as follows:**

For *single* **agency** **grants**
This work was supported by the <Funding Agency> under Grant <number xxxx>.

For *multiple* **agency** **grants**
This work was supported by the <Funding Agency #1> under Grant <number xxxx>; <Funding Agency #2> under Grant <number xxxx>; and <Funding Agency #3> under Grant <number xxxx>.

This Acknowledgement should appear on the title page of the manuscript.

Authors must also incorporate a Disclosure Statement which will acknowledge any financial interest or benefit they have arising from the direct applications of their research.

2. Style guidelines

- Description of the Journal's article style , Quick guide
- Description of the Journal's reference styles
- Guide to using mathematical symbols and equations
- Word templates are available for this journal. If you are not able to use the template via the links or if you have any other queries, please contact authortemplate@tandf.co.uk

3. Table and figures

Artwork submitted for publication will not be returned and will be destroyed after publication, unless requested otherwise. Whilst every care is taken of artwork, neither Editor nor Taylor & Francis shall bear any responsibility or liability for its non-return, loss or damage, nor for any associated costs or compensation. Authors are strongly advised to insure appropriately.

- It is in the author's interest to provide the highest quality figure format possible. **Please be sure that all imported scanned material is scanned at the appropriate resolution: 1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour and halftones (photographs).**
- Tables and figures must be saved separate to text. Please do not embed tables or figures in the paper file.
- Files should be saved as one of the following formats: TIFF (tagged image file format), or JPEG. If you wish to use other formats please contact the Editor before submitting.
- All tables and figures must be numbered with consecutive Arabic numbers in the order in which they appear in the paper (e.g. Table 1, Table 2, Figure 1, Figure 2). In multi-part figures, each part should be labelled (e.g. Table 1(a), Table 2(b), Figure 1(a), Figure 2(b)).
- Table and figure captions must be saved separately, as part of the file containing the complete text of the paper, and numbered correspondingly.
- The filename for a graphic should be descriptive of the graphic, e.g. Figure1, Figure2a.
- Authors do not need to indicate a preferred position for figures and tables in the text as these are placed as close to the first referral in the text subject to other layout and editorial values.

4. Multimedia

Marine and Freshwater Behaviour and Physiology is happy for authors to supply Video clips along with their papers.

A. We will be embedding the videos into the HTML version of the paper. There are two things to note here:

- in order to do this effectively we need to anchor the videos to 'something'. **Along with the videos please supply a still image from each video**

which will be put into the paper at the relevant point . In the HTML version the reader will be able to click on the image and play the video.

- the default player for embedded videos on our site is Flash so these will not play on Apple products.
... which is why we'll also:

B. Add the videos to the supplemental material tab on our website, here the videos will be loaded in the format in which they are supplied so readers will be able to view them regardless of platform.

5. Colour

Authors should restrict their use of colour to situations where it is necessary on scientific, and not merely cosmetic, grounds. Colour figures will be reproduced in colour in the online edition of the journal free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply. Charges for colour pages are £250 per figure (\$395 US Dollars; \$385 Australian Dollars; 315 Euros). If you wish to have more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$80 US Dollars; \$75 Australian Dollars; 63 Euros). Waivers may apply for some papers – please consult the Production Editor regarding waivers. Depending on your location, these charges may be subject to Value Added Tax .

6. Reproduction of copyright material

If you wish to include any material in your manuscript in which you do not hold copyright, you must obtain written permission from the copyright owner, prior to submission. Such material may be in the form of text, data, table, illustration, photograph, line drawing, audio clip, video clip, film still, and screenshot, and any supplemental material you propose to include. This applies to direct (verbatim or facsimile) reproduction as well as “derivative reproduction” (where you have created a new figure or table which derives substantially from a copyrighted source).

You must ensure appropriate acknowledgement is given to the permission granted to you for reuse by the copyright holder in each figure or table caption. You are solely responsible for any fees which the copyright holder may charge for reuse.

The reproduction of short extracts of text, excluding poetry and song lyrics, for the purposes of criticism may be possible without formal permission on the basis that the quotation is reproduced accurately and full attribution is given.

For further information and FAQs on the reproduction of copyright material, please consult our Guide .Copyright permission letter template

7. Supplemental online material

Many behavioural reports are significantly enhanced by supplementary animations, movie files or video sequences. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* welcomes such material. Please read the general information in the below link and, if contemplating linking sequences to a report please contact the Editor to discuss the options before submission.

- Information about supplementary online material

Manuscript submission

Papers for consideration should be sent to the Editor-in-Chief, Professor David L. Macmillan:

Department of Zoology University of Melbourne 3052 Victoria Australia
Email:dlmacm@unimelb.edu.au

Authors are encouraged to submit manuscripts electronically. Electronic submissions should be sent as email attachments using a standard word processing program. If email submission is not possible, please send an electronic version on disk along with three paper copies together with one set of high-quality figures for reproduction. Please note that authors will be required to sign a Warranty form after acceptance and prior to publication.

This journal does not accept Microsoft Word 2007 documents. Please use Word's "Save As" option to save your document as an older (.doc) file type.

Copyright and authors' rights

To assure the integrity, dissemination, and protection against copyright infringement of published articles, you will be asked to assign us, via a Publishing Agreement, the copyright in your article. Your Article is defined as the final, definitive, and citable Version of Record, and includes: (a) the accepted manuscript in its final form, including the abstract, text, bibliography, and all accompanying tables, illustrations, data; and (b) any supplemental material hosted by Taylor & Francis. Our Publishing Agreement with you will constitute the entire agreement and the sole understanding between you and us; no amendment, addendum, or other communication will be taken into account when interpreting your and our rights and obligations under this Agreement.

Copyright policy is explained in detail here .

Free article access

As an author, you will receive free access to your article on Taylor & Francis Online. You will be given access to the *My authored works* section of Taylor & Francis Online, which shows you all your published articles. You can easily view, read, and download your published articles from there. In addition, if someone has cited your article, you will be able to see this information. We are committed to promoting and increasing the visibility of your article and have provided guidance on how you can help . Also within *My authored works* , author eprints allow you as an author to quickly and easily give anyone free access to the electronic version of your article so that your friends and contacts can read and download your published article for free. This applies to all authors (not just the corresponding author).

Reprints and journal copies

Article reprints can be ordered through Rightslink® when you receive your proofs. If you have any queries about reprints, please contact the Taylor & Francis Author Services team atreprints@tandf.co.uk . To order a copy of the issue containing your article, please contact our Customer Services team at subscriptions@tandf.co.uk .

Open access

Taylor & Francis Open Select provides authors or their research sponsors and funders with the option of paying a publishing fee and thereby making an article permanently available for free online access – *open access* – immediately on publication to anyone, anywhere, at any time. This option is made available once an article has been accepted in peer review.

Full details of our Open Access programmer