

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

VARIAÇÃO DAS DESCARGAS DE CAMARÃO-BRANCO *Litopenaeus schmitti*
NA COSTA CENTRAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Sarah Raquel Ferlin de Deus

Orientador: Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA -
SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Aquicultura e Pesca.

Santos

Dezembro – 2016

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

VARIAÇÃO DAS DESCARGAS DE CAMARÃO-BRANCO *Litopenaeus schmitti*
NA COSTA CENTRAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Sarah Raquel Ferlin de Deus

Orientador: Acácio Ribeiro Gomes Tomás

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA -
SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Aquicultura e Pesca.

Santos

Dezembro – 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

D486v

Deus, Sarah Raquel Ferlin de

Variação das descargas de camarão-branco *Litopenaeus schmitti* na Costa Central do Estado de São Paulo, Brasil. / Sarah Raquel Ferlin de Deus – São Paulo, 2016.

iv, 40f. ; il. ; graf.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Acácio Ribeiro Gomes Tomás

1. Série temporal. 2. Parâmetros ambientais. 3. *Penaeidae*. I. Tomás, Acácio Ribeiro Gomes. II. Título.

CDD 639.512

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

VARIAÇÃO DAS DESCARGAS DE CAMARÃO-BRANCO
Litopenaeus schmitti NA COSTA CENTRAL DO ESTADO DE SÃO
PAULO, BRASIL

SARAH RAQUEL FERLIN DE DEUS

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção
do título de MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de
Concentração em Pesca, para a Comissão Examinadora:

APROVADA EM 09/12/2016 POR:



Prof. Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás
Presidente da Comissão Examinadora



Prof. Dr. Bruno Leite Mourato



Prof. Dr. Antônio Olinto Avila da Silva

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”.
(Charles Chaplin)*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Acácio Ribeiro Gomes Tomás pela oportunidade, pelos ensinamentos e pela confiança depositada em mim. Obrigada por contribuir com meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Pesquisador Científico Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva (URLPPM-CAPTAPM-IP) pela imensa ajuda e paciência e pelas conversas que renderam muito aprendizado e grandes ideias.

Ao Prof. Dr. Teodoro Vaske Junior (Unesp-CLP) pela contribuição no artigo de qualificação.

Ao Prof. Dr. Bruno Leite Mourato (Unifesp-ICM) pela contribuição na elaboração desta dissertação.

Ao pessoal do laboratório de estatística pesqueira (URLPPM-CAPTA-IP) pela disponibilidade dos dados.

A todos os professores e alunos que tive a oportunidade de conhecer e pelo conhecimento que souberam compartilhar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Pesca e Aquicultura do Instituto de Pesca de Santos.

À CAPES pela bolsa de mestrado.

À minha família por me apoiar (psicológica e financeiramente) e me incentivar nessa caminhada. Às minhas amigas sorocabanas por entenderem minha ausência e sempre me apoiarem, apesar da distância. Às amigas santistas pela ajuda e principalmente pelas comemorações. Ao Gustavo, meu fiel companheiro, pelo interesse no meu trabalho, por me estimular e treinar repetidamente minhas apresentações, além de me impulsionar em momentos de desânimo.

A todas as outras pessoas que não citei aqui, mas de alguma forma contribuíram com a minha caminhada.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
SUMÁRIO	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUÇÃO GERAL	1
Distribuição da espécie <i>Litopenaeus schmitti</i>	1
Descrição local de estudo	3
Caracterização da pesca	5
Impactos ambientais	7
OBJETIVOS	8
REFERÊNCIAS	8
CAPÍTULO 1: Variação das descargas de camarão-branco <i>Litopenaeus schmitti</i> na costa central do Estado de São Paulo, Brasil.....	13
Resumo.....	13
Abstract.....	14
Introdução.....	15
Material e métodos	16
a. Área de estudo	16
b. Dados.....	17
c. Descrição das operações e parâmetros ambientais.....	17
d. Análise dos dados.....	18
Resultados	19
a. Características das operações.....	19
b. Padrões sazonais	21
Discussão	25
Conclusão	31
Agradecimentos	32
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

RESUMO

Os camarões peneídeos são um dos recursos mais explorados pela frota pesqueira nas regiões costeiras tropicais em todo o mundo e a partir da década de 50 a exploração desse grupo se intensificou. Este crescimento acelerado aliado ao aumento da exploração de berçários naturais e à degradação ambiental tem evidenciado acentuado declínio dos estoques de camarão ao longo da costa brasileira. O camarão-branco *Litopenaeus schmitti* está entre as espécies de peneídeos de maior interesse econômico no Estado de São Paulo, e considerando a sua importância o objetivo deste estudo foi investigar as variações na CPUE da espécie e sua relação com alguns fatores ambientais que já demonstraram potencial para influenciar na captura de outras espécies marinhas, através de funções de auto-correlação e correlação cruzada entre os dados de produção pesqueira e as variáveis ambientais (temperatura superficial do mar em °C, concentração de clorofila na superfície do mar em mg/m³ e precipitação pluviométrica total em mm) da região. Foram analisadas 1.681 viagens, das quais 890 descarregaram em Bertioga e 791 em Santos/Guarujá. A série temporal dos valores de CPUE, assim como o peso descarregado (kg), demonstrou que a época de maior captura sofre grande variação anual, de maneira geral ocorrendo entre o inverno e a primavera, com maior pico em novembro de 2009. A decomposição da série ainda revelou uma tendência de queda nos valores de CPUE. A concentração de clorofila na superfície do mar apresentou correlação inversa, com defasagem de três meses e sem uma clara sazonalidade em relação às capturas de camarão-branco, justificado pelo tempo necessário para que a produtividade primária se torne disponível a espécie. A precipitação pluviométrica se correlacionou negativamente com defasagem de cinco meses e sazonalidade anual variável entre os anos estudados. Provavelmente o volume precipitado nos meses anteriores aos picos seria responsável por suavizar a diferença de salinidade entre mar aberto e estuário e incentivar a migração progressiva das pós-larvas e juvenis, resultando em maior abundância do estoque nos meses seguintes. A temperatura foi a mais significativa das variáveis explicativas com correlação negativa, evidenciando sazonalidade anual e defasagem de quatro meses. Esse parâmetro, além de influenciar os outros, é responsável pelo crescimento de adultos e, desenvolvimento e sobrevivência das pós-larvas. Portanto, flutuações nos parâmetros ambientais aliadas à sobrexplotação dos estoques podem resultar em uma grave diminuição da abundância, por isso é imprescindível para a conservação da espécie entender sua relação com o habitat para desenvolver modelos de previsão em um cenário de mudanças climáticas.

Palavras-chave: série temporal, parâmetros ambientais, Penaeidae.

ABSTRACT

Penaeid shrimps are one of the most exploited fisheries resources in the tropical coastal regions around the world. Since the 1950s those exploitation has been intensified. This high growth coupled with the increase in the exploitation of natural nurseries and environmental degradation has evidenced a strong decline in the shrimp stocks along the Brazilian coast. The white shrimp *Litopenaeus schmitti* is among the most economically interesting species of penaeid shrimp in the State of São Paulo, and considering its economic importance, this study aims to investigate CPUE variations of the species and its relation with some environmental factors, that have already demonstrated potential to influence the capture of other marine species by using autocorrelation and cross-correlation functions between fishery production data and environmental variables (sea surface temperature in °C, sea chlorophyll concentration in mg / m³ and total rainfall in mm) of the region. A total of 1,681 trips were analyzed, of which 890 were landed at Bertioga and 791 at Santos / Guarujá. The time series of CPUE, as well as the landed weight (kg), showed that a season of greater capture undergoes great annual variation, generally occurring between winter and spring, with a higher peak in November 2009. The decomposition of CPUE series showed a downward trend in values. The chlorophyll concentration on the sea surface shows an inverse correlation, with a three-month lag and without a clear seasonality in relation to the white shrimp catches, justified by the time required for a primary production to become available to specie. Rainfall correlated negatively with shrimp CPUE with five - month lag and variable annual seasonality between the years studied. Probably the volume precipitated in the months prior to the serial peaks is responsible for smoothing a salinity difference between open sea and estuary and encourage a progressive migration of harvests and juveniles, resulting in large stock abundance in the following months. The temperature was the most significant of the explanatory variables with negative correlation, evidencing annual seasonality and four-month lag. This parameter, in addition to influencing others, is responsible for adult growth and development and survival of post-larvae. Therefore, fluctuation on environmental aspects allied to overexploitation can result in a severe decrease in abundance, so it is imperative for the conservation of the species to understand its relationship with habitat for predictive models in a climate change scenario.

Key-words: temporal series, environmental parameters, Penaeidae.

INTRODUÇÃO GERAL

1. DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

O camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) está inserido no Subfilo Crustacea, representado por seis classes, treze subclasses e quarenta e sete ordens. Na Classe Malacostraca, a Ordem Decapoda vem sendo amplamente estudada por possuir grande parte das espécies economicamente importantes (MARTIN and DAVIS, 2001) e subdivide-se em duas subordens: os Pleocyemata e Dendrobranchiata.

Esta última é representada em sua maioria pela Família Penaeidae (Superfamília Penaeoidea), que abrange, além de *L. schmitti*, outras espécies de interesse econômico como o camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) e os camarões-rosa, *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) e *F. brasiliensis* (Latreille, 1817), ocorrentes na região deste estudo.

A espécie *Litopenaeus schmitti* (Figura 1), popularmente conhecido como camarão-branco, camarão-legítimo ou vila-franca, distribui-se pelo Atlântico Ocidental, das Antilhas (23°O 30°N) ao longo de toda costa do Brasil até o Rio Grande do Sul (29°O 45°S) (PEREZ-FARFANTE 1970) e é a única espécie do gênero que ocorre em águas brasileiras. Constitui um dos recursos mais explorados pela frota pesqueira nas regiões costeiras e tropicais (VALENTINI *et al.* 1991; D'INCAO 1991), e dentre as espécies de camarões peneídeos do Estado de São Paulo é uma das de maior importância econômica, superado apenas pelas espécies de camarões-rosa e pelo camarão sete-barbas (INSTITUTO DE PESCA 2016).



FAO

Figura 1 – Exemplar de camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Fonte: www.fao.org)

Os membros da Família Penaeidae têm ciclo de vida semelhante e complexo. O do camarão-branco baseia-se na entrada e saída do estuário, iniciando a desova em águas costeiras de até 40m de profundidade e após, a migração das larvas em direção à costa e aos estuários, passando por diversas fases de desenvolvimento (PEREZ-FARFANTE 1970). No estágio larval, na forma planctônica que perdura por até duas semanas, são transportadas pelas correntes oceânicas e alcançam grandes distâncias de dispersão (SCHELTEMA 1986). No estuário se desenvolvem e crescem até atingirem a fase juvenil, quando retornam para mar aberto (PEREZ-FARFANTE 1970; NEIVA *et al.* 1971).

Na região deste estudo o recrutamento para o estoque parental inicia-se no começo do outono (SANTOS *et al.* 2008) pela ligação estuário e mar, também utilizados para a entrada das formas juvenis (pós-larvas) a partir do verão. Todo o ciclo de vida dos camarões peneídeos tem duração em torno de dois anos (PEREZ-FARFANTE 1970; DALL *et al.* 1990; SANTOS 2010) e pode ser influenciado por fatores bióticos e abióticos da região em que habita (DALL *et al.* 1990).

Os efeitos dos parâmetros ambientais sobre os padrões de distribuição de organismos aquáticos têm sido amplamente estudados pela ciência pesqueira (LEE and BRODZIAK 2011).

Segundo FURLAN *et al.* (2013) a distribuição e abundância de espécies bentônicas marinhas são limitadas principalmente pela salinidade, profundidade, textura do sedimento e temperatura, sendo esta última

determinante na distribuição da maioria dos camarões peneídeos (DALL *et al.* 1990; COSTA e FRANSOZO 2004).

A temperatura já foi investigada por diversos autores quanto à influencia na abundância dos camarões (WILLIAMS 1969; BRANCO *et al.* 1999; COSTA *et al.* 2004; 2005; 2007; SANTOS *et al.* 2008; LUGO *et al.* 2013; PANTALEÃO *et al.* 2015; TWEDDLE *et al.* 2016) e demonstrou potencial tanto para incrementar como para diminuir a produtividade desse grupo, além de induzir o crescimento pela aceleração do metabolismo.

Outro parâmetro importante na distribuição de camarões é a precipitação pluviométrica (SANTOS *et al.* 2008; LUGO *et al.* 2013; BOCHINI *et al.* 2014; COSTA *et al.* 2016), responsável principalmente por auxiliar no recrutamento, crescimento e sobrevivência dos juvenis no estuário (RUELLO 1973), além de aumentar a produtividade primária local (LONEREGAN 1999).

A concentração de clorofila no mar, diretamente relacionada à produtividade primária, também demonstrou ser um importante parâmetro na distribuição de camarões marinhos (MUNGA *et al.* 2013; COLLOCOTT *et al.* 2014; SANTOS *et al.* 2015; CASTILHO *et al.* 2015). De maneira geral, o aumento desse fator está associado à maior disponibilidade de matéria orgânica para os produtores primários, afetando positivamente os camarões, que se alimentam principalmente do fitoplâncton e algas bentônicas, mesmo sendo detritívoros (GUTIÉRREZ *et al.* 2016).

Estudos sobre como os estoques pesqueiros respondem a mudanças nos parâmetros físicos em seu habitat são essenciais para entender seus padrões de distribuição, principalmente em uma realidade de mudanças climáticas (KENNEDY *et al.* 2002), com capacidade para auxiliar o desenvolvimento de ações de manejo aplicáveis e que detectem de forma efetiva a situação de exploração do camarão-branco, especialmente considerando a sua importância econômica.

2. BREVE DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Segundo PONÇANO *et al.* (1999) a costa paulista é formada por cinco grandes compartimentos, classificados de acordo com o estudo das praias e considerando os indicativos de tendências resultantes de deriva litorânea, que representam a somatória de processos sedimentares ao longo de dezenas de anos nesta costa. São esses compartimentos: Cananéia a Praia Grande,

Santos a Bertioga, Bertioga a Toque-Toque, Toque-Toque a Tabatinga e Tabatinga a Picinguaba.

Em relação ao clima, Monteiro *apud* SANT'ANNA-NETO (1990) classificou o litoral paulista como tropical e subtropical úmido, subdividindo-o em: Litoral Norte (Ubatuba a São Sebastião), Litoral Central (Bertioga a Peruíbe) e Litoral Sul (Juréia a ilha do Cardoso).

No litoral central encontra-se a região metropolitana da Baixada Santista, que está localizada entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico e estende-se sobre oito municípios que estão em contato direto com o mar (Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Santos, Guarujá e Bertioga) e Cubatão (este último não é limítrofe com mar e possui importante pólo siderúrgico e petroquímico em escala regional) (IBGE 2005).

A área estuarina é formada por três compartimentos distintos: Santos, São Vicente e Bertioga, denominada de Complexo Estuarino de Santos e São Vicente que está situado entre a latitude 23° 90'S e 24° 00'S e as longitudes 46° 30'W e 46° 50'W, abrangendo os municípios de Praia Grande, São Vicente, Cubatão, Santos, Guarujá e Bertioga.

A região é constituída pelas ilhas de São Vicente e Santo Amaro separadas entre si e do continente por três vias de conexão (oeste, central e leste) com o mar e dois tombos de maré (Ilha Pompeba e Largo do Candinho), de modo que organismos de pouco poder natatório (como os camarões) não conseguem se locomover de um a outro.

A vegetação é formada por extensos manguezais muito importantes para manutenção da vida marinha, abrigando organismos que passam todo ou parte do ciclo de vida nesse ambiente, procurando por locais com salinidade e temperatura adequadas para desova e crescimento (AFONSO 2006).

Apesar da importância como berçário da vida marinha e como fornecedor de alimento e habitat para diversas espécies, essa região sofre grande impacto devido à urbanização das regiões estuarinas e de manguezais, e à presença em seu entorno do Porto de Santos, o maior da América Latina e do complexo industrial de Cubatão, onde predominam indústrias petroquímicas, de fertilizantes e produção de aço, que são responsáveis pela contínua deposição de contaminantes no sistema hídrico e, que ameaçam a sobrevivência e manutenção no meio.

3. CARACTERIZAÇÃO DA PESCA

No Brasil a pesca é responsável por grande parte da fonte de proteína animal e outros nutrientes essenciais disponíveis ao consumo humano e, como atividade extrativa gera emprego e renda para a população litorânea (FAO 2007). Pode ser dividida segundo categoria econômica em pesca industrial, pesca amadora, pesca de subsistência e pesca artesanal ou de pequena escala (GEOBRASIL 2012).

A produção nacional de pescado apresentou tendência de crescimento até 1986, quando atingiu o máximo de 940.869 t, e atualmente encontra-se estabilizada em torno de 700 mil toneladas, onde 71% (500 mil toneladas) são de origem marinha (MMA 2002).

A pesca extrativa representa cerca de 85% da produção de pescado marinho brasileiro e segundo PAIVA (1997) entre 1980 e 1994 a pesca artesanal foi responsável por 40% da produção extrativa média anual de pescado estuarino e marinho e a pesca industrial por 60% sendo esta última mais atuante nas regiões Sudeste e Sul e a artesanal, no Norte e Nordeste.

Segundo VASCONCELLOS *et al.* (2007), dados de produção pesqueira de 2002 demonstraram que a pesca artesanal é atualmente responsável por 52,5% das 535.403 toneladas de recursos pesqueiros estuarinos e marinhos desembarcados no Brasil. Segundo o mesmo autor, o aumento da contribuição da pescaria artesanal para a produção pesqueira nacional pode ser explicado em parte pela sobrexploração e colapso de importantes estoques pesqueiros, como a da sardinha verdadeira, durante as últimas duas décadas.

Por ser constituída de embarcações de pequeno porte, que operam sem recursos de conservação da produção a bordo e com mobilidade reduzida (GEOBRASIL 2012; DIAS-NETO 2016), a pesca artesanal é a mais prejudicada pela diminuição dos recursos pesqueiros locais, já que não tem autonomia para explorar outras áreas de pesca.

A atividade pesqueira sobre o camarão-branco é realizada em duas fases distintas do ciclo de vida (D'INCAO 1991). Os adultos são importantes para a pesca semindustrial em mar aberto, capturados principalmente pela frota de arrasto, que pode ser dividida em de popa simples e duplo de portas (com tangones), ainda que possam ser capturados com emalhe e parelha (SANTOS *et al.* 2008).

Os juvenis, capturados no estuário pelo gerival (arte de pesca artesanal

desenvolvida na costa sul de São Paulo, do Paraná e norte de Santa Catarina, segundo CHAVES e ROBERT 2003), são importantes para a pesca esportiva como isca-viva. No Sudeste do Brasil é capturado até as isóbatas de 25 e 30 m (COSTA *et al.* 2003), principalmente pela frota direcionada ao camarão-sete-barbas.

O camarão-branco exerce papel importante na pesca artesanal das comunidades litorâneas em todas as regiões do Brasil. Mesmo com pequena participação nas frotas camaroeiras a sua produção média é estimada em 12.000 t para a região Norte, 15.239 t para o Nordeste e 18.000 t para o Sudeste/Sul (IBAMA 1997; 2000).

Nesta última região, segundo DIAS-NETO (2016) a produção de camarão-branco foi crescente até 1969 (1.251 t) quando passou a decrescer até 1975 (705 t). Em 1995 a produção foi de apenas 110 t e as produções dos últimos anos até 2009 ficaram em torno de 450 toneladas.

Na Baixada Santista *L. schmitti* é explorado por todos os municípios limítrofes com o mar, com as maiores descargas em Santos/Guarujá, Bertioga, Itanhaém e Peruíbe, respectivamente. Nessa região a produção da espécie registrou uma suave queda, decrescendo de 53.849,55 kg no ano de 2008 para 48.254,86 kg em 2015 (INSTITUTO DE PESCA 2016).

A intensa exploração desordenada sobre os camarões alvo têm levado ao acentuado declínio das populações, e como consequência grande parte dos estoques de camarões no mundo encontram-se parcial ou completamente explorados, com algumas espécies consideradas sobreexploradas (FAO 2002).

No Brasil a intensificação da atividade pesqueira resultou na queda da produção de camarões peneídeos desde 1990 (D'INCAO *et al.* 2002) e em virtude da importância comercial dessas espécies de camarões para o Sudeste e Sul do Brasil, o IBAMA/CEPSUL pela Portaria Normativa nº 189/2008 estipulou o período de defeso, proibindo a pesca de arrasto com tração motorizada para *Farfantepenaeus paulensis*, *F. brasiliensis* e *F. subtilis*, *X. kroyeri*, *L. schmitti*, *P. muelleri* e *A. longinaris*, anualmente, nas áreas marinhas compreendidas entre os paralelos 21°18'04,00" S (divisa dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro) e 33°40'33" S (Arroio Chuí, Estado do Rio Grande do Sul), entre 1º de março e 31 de maio.

Apesar dessas medidas, a produção vem diminuindo progressivamente, evidenciando a importância dos estudos sobre a dinâmica e capacidade de

pesca para o desenvolvimento em curto prazo de estratégias para a administração pesqueira (BATISTA 2003), assim como sobre os padrões de distribuição da espécie e a influencia de fatores ambientais sobre sua produtividade.

4. IMPACTOS AMBIENTAIS

Além da pesca, outros impactos antrópicos constituem ameaças aos estoques na Baixada Santista podendo causar grandes alterações no recrutamento larval em espécies dependentes desses ambientes resultando em uma baixa densidade de organismos (SILVA *et al.* 2004) e consequente redução de comunidades zooplancônicas, ocasionando desequilíbrio ecológico no estuário e região costeira, com reflexos principalmente sobre recursos pesqueiros estuarino-dependentes.

Das três ligações presentes no Complexo Baía-Estuário de Santos-São Vicente (CBESSV), o Canal do Estuário, onde se situa o Porto de Santos e terminais correlatos, é o mais propenso a sofrer impactos relacionadas de forma direta ou indiretamente às atividades portuárias.

Dessa maneira, esse compartimento deve ser considerado como a maior área de risco potencial para as espécies que o utilizam como acesso às partes mais internas do estuário, podendo impactar negativamente na pesca artesanal no estuário e na dita (semi) industrial na região costeira.

A movimentação de substâncias químicas, nocivas e perigosas, é considerada uma atividade de risco, com potencial para gerar impactos socioambientais negativos, como os recentes incêndios registrados entre 2013 e 2015 (em dois terminais açucareiros e em um de combustíveis) no estuário de Santos (SP) que culminaram com danos de proporções diversas.

Considerando que a economia de muitas dessas áreas é baseada principalmente em sua integridade, e que rupturas possam levar os recursos existentes a riscos comprometendo também a subsistência das pessoas que deles dependem, é fundamental monitorar os possíveis distúrbios antes que sejam atingidos níveis que não possam ser restaurados facilmente (BACH *et al.* 1997).

Apesar dos frequentes acidentes ocorridos com armazenamento, transporte, colisão de navios entre outros na região do Porto de Santos, não

existem estudos que relacionem à perda da biomassa de estoques pesqueiros a ocorrência de incidentes ambientais.

OBJETIVOS

O objetivo dessa dissertação foi investigar a variação das descargas de camarão-branco *Litopenaeus schmitti* e sua relação com fatores ambientais na costa central do Estado de São Paulo, utilizando funções de auto-correlação e correlação cruzada para detectar padrões sazonais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, C.M. 2006. *A paisagem da Baixada Santista: urbanização, transformação e conservação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 306p.

BACH H.K., JENSEN K., LYNGBY J.E. 1997. Management of marine construction works using ecological modelling. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 44, p.3-14.

BATISTA, V.S. 2002. Caracterização da frota pesqueira de Parintins, Itacoatiara e Manacapuru, Estado do Amazonas. *Acta Amazônica*, v. 33, p. 291-302.

BOCHINI, G.L.; FRANZOZO, A.; CASTILHO, A.L.; HIROSE, G.L.; COSTA, R.C. 2014. Temporal and spatial distribution of the commercial shrimp *Litopenaeus schmitti* (Dendrobranchiata: Penaeidae) in the south-eastern Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 94, p. 1001-1008.

BRANCO, J.O.; LUNARDON-BRANCO, M.J.; SOUTO, F.X. e GUERRA, C.R. 1999. Estrutura Populacional do Camarão Sete-Barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na Foz do Rio Itajaí- Açú, Itajaí, SC, Brasil. *Brazilian archives of Biology and Technology*, v. 42, p. 115-126.

CASTILHO, A.L., GRABOWSKI, R.C., SIMÕES, S.M., SANTOS, A.P.F., COSTA, R. C. and FRANZOZO, A. 2015. Lifespan and population dynamics of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Crustacea: Penaeidae) in southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 87, p. 2123-2138.

CHAVES, P.T C.; ROBERT, M.C. 2003. Embarcações, artes e procedimentos da pesca artesanal no litoral sul do Estado do Paraná, Brasil. *Atlântica*, v. 25, p. 53-59.

COLLOCOTT, S. J.; VIVIER, L.; CYRUS, D.P. 2014. Prawn community structure in the subtropical Mfolozi–Msunduzi estuarine system, KwaZulu- Natal, South Africa. *African Journal of Aquatic Science*, v. 39, p. 127–140.

COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; MELO, G.A.S.; FREIRE, F.A.M. 2003. An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo state, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 3, p. 1-12.

COSTA R.C.; FRANSOZO, A. and PINHEIRO, A.P. 2004. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1988) (Decapoda:Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, v. 529, p. 195-203.

COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L and FREIRE, F.A.M. 2005. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda; Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association UK*, v.85, p. 107-112.

COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F.A. and CASTILHO, A.L. 2007. Abundance and Ecological Distribution of the "Sete-Barbas" Shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in Three Bays of the Ubatuba Region, Southeastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, v. 19, p. 33-41.

COSTA, R.C.; BOCHINI, G.L.; SIMÕES, S.M.; LOPES, M.; SANCINETT, G.S.; CASTILHO, A.L. and FRANSOZO, A. 2016. Distribution pattern of juveniles of the pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) and *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) on the southeastern Brazilian coast. *Nauplios*, v. 24, p. 1-11.

DALL, W.; HILL, B.J.; RODHLISBERG, P.C.; SHARPLES, D.J. 1990. The biology of Penaeidae. *Advances in Marine Biology*, v. 27, p. 1-484.

DIAS-NETO, J.; DIAS, J. de F. O. 2015. O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca. Brasília: Ibama, 2015. 288 p.

D'INCAO, F. 1991. Pesca e biologia de *Penaeuspaulensis* na Lagoa dos Patos,RS. *Atlântica*, v.13, p. 159-169.

D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L.F. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, v. 24, p. 103-116.

FAO 2002. *The state of the world fisheries and aquaculture*.SOFIA.Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations. [online] <www.fao.org/docrep/005/y7300e/y7300e00.HTM>.

FAO 2007. *The state of world fisheries and aquaculture (SOFIA)*.Rome. 180p.

FURLAN, M.; CASTILHO, A. L.; FERNANDES-GOES, L. C.; FRANSOZO, V.; BERTINI, G. AND COSTA, R. C. 2013. Effect of environmental factors on the abundance of decapod crustaceans from soft bottoms off southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 85, p. 1345–1356.

GEOBRASIL 2002. *Perspectivas Do Meio Ambiente No Brasil: O estado dos recursos pesqueiros: pesca extrativa e aquicultura*. [online] <www.ibama.gov.br/sophia/cnia/site_cnia/geo_brasil_2002.pdf>.

GUTIÉRREZ, J.C.S., PONCE-PALAFOX, J.T., PINEDA-JAIMES, N.B., ARENAS-FUENTES, V., ARREDONDO-FIGUEROA, J.L and CIFUENTES-LEMUS, J. L. 2016. The feeding ecology of penaeid shrimp in tropical lagoon-estuarine systems. *Gayana*, v. 80, p. 16-28.

IBAMA 1997. Camarões do Sudeste e Sul (relatório da IX reunião do Grupo Permanente de Estudos – GPE). Coleção do meio ambiente , Série Estudos Pesca, n 5, 63 p.

IBAMA 2000. Relatório da reunião técnica sobre o estado da arte da pesquisa e ordenamento da pesca de camarões peneídeos da região Nordeste do Brasil. 67p.

IBAMA 2008. *Instrução Normativa Nº 189, de 23 de setembro de 2008*. Reunião final com representações das regiões sudeste e sul. Processo IBAMA/SC no 2026.001828/ 2005-35.

IBGE 2005. *Cidades*. [online] <www.cidades.ibge.gov.br>.

INSTITUTO DE PESCA 2016. *Estatística Pesqueira*. [online] <www.pesca.sp.gov.br/estatistica>

KENNEDY, V. S.; TWILLEY, R. R.; KLEYPAS, J. A.; COWAN, J. H.; HARE, S. R. 2002 Costal and Marine ecosystems & Global climate change, Potential effects on U.S. Resources. 52 p.

LEE, H.H. and BRODZIAK, J. 2011. Investigation of the association between Hawaii Deep Slope bottomfish CPUE and environmental variables. *PIFSC Internal Report IR-11-019*.

LONERAGAN, N.R. 1999. River flows and estuarine ecosystems: implications for coastal fisheries from a review and a case study of the Logan River, southeast Queensland. *Australian Journal of Ecology*, v. 24, p. 431–440.

LUGO, A. A. D.; MONTAÑO, O. J. F.; ÁLVAREZ, R.; GONZÁLEZ, L.; MÉNDEZ, J. AND CORONA, M. 2013. Catch per unit effort-environmental variables relations in the fishery of white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) from the Gulf of Venezuela. *Agricultural Sciences*, v.4, p. 83-90.

MARTIN, J.W; DAVIS, G.E. 2001. *An Updated Classification of the recent Crustacea*. Science Series 39º. Natural History Museum of Los Angeles Country. 124 p.

MMA 2002 Agenda 21 Brasileira – Gestão dos Recursos Naturais. 184 p.

MUNGA, C.N.; MWANGI, S.; ONG'ANDA, H.; RUWA, R.; MANYALA, J.; GROENEVELD, J.C.; KIMANI, E. and VANREUSEL, A. 2013. Species

composition, distribution patterns and population structure of penaeid shrimps in Malindi-Ungwana Bay, Kenya, based on experimental bottom trawl surveys. *Fisheries Research*, v. 147, p. 93–102.

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

PAIVA, M.P. 1997. *Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil*.287p.

PEREZ-FARFANTE, I. 1970. Sinopsis de datosbiologicos sobre El camaron Blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. *FAO Fisheries Report*, v. 57, p. 1417- 1438.

PONÇANO, W.L.; TESSLER, M.G., FREITAS, C.G.L. e MAHIQUES, M.M. 1999. Tendências regionais de transporte de sedimentos arenoso ao longo das praias paulistas. *Revista UNG. Geociências*, v. 6, p. 102 120.

RUELLO, N.V. 1973. Burrowing, feeding, and spatial distribution of the school prawn *Metapenaeus macleayi* (Haswell) in the Hunter River region, Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 13, p. 189–206.

SANT´ANNA NATO, J.L. 1990. Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia. 156p.

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

SANTOS, M.C.F. 2010. Ordenamento da pesca de camarões no nordeste do Brasil. *Boletim Técnico Científico CEPENE*, v. 18, p. 91-98.

SANTOS, A.P.F.; SIMÕES, S.M.; BOCHINI, G.L.; COSTA, C.H. and COSTA, R. C. 2015. Population parameters and the relationships between environmental factors and abundance of the *Acetes americanus* shrimp (Dendrobranchiata: Sergestidae) near a coastal upwelling region of Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 63, p. 229-238.

SCHELTEMA, R.S. 1986. On Dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of the problems. *Bulletin of Marine Science*, v. 39, p. 290-322.

SILVA, A.P.; NEUMAN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L.M.O.; SILVA, T.L. 2004. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 47, p.485-493.

TWEDDLE, G.P; CYRUS, D. P & VIVIER, L. 2016. Penaeid and carid community changes in the St Lucia estuarine lake system, South Africa, under

low water level, extended closed periods and marine reconnection conditions. *African Journal of Aquatic Science*, p. 1–16.

VALENTINI, H.; D'INCAO, F.; RODRIGUES, L.F.; REBELO NETO, J.E.; RAHN, E. 1991. Análise da pesca do camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica*, v. 13, p. 143-157.

VASCONCELOS, M.; DIEGUES, A.C.; SALES, R.R. 2007. Alguns aspectos relevantes relacionados à pesca artesanal costeira nacional. [online]. URL: <<http://www.usp.br/nupaub/SEAPRelatorio.pdf>>.

WILLIAMS, A.B. 1969. Penaeid shrimp catch and heat summation, an apparent relationship. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) *Fisheries Reports*, v. 57, p. 643–656.

CAPÍTULO 1: VARIAÇÃO DA CPUE DO CAMARÃO-BRANCO *LITOPENAEUS SCHMITTI* ASSOCIADA A PARÂMETROS AMBIENTAIS NA COSTA CENTRAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

RESUMO

O camarão-branco *Litopenaeus schmitti* está entre as espécies de peneídeos de maior interesse econômico no Estado de São Paulo, e considerando a sua importância o objetivo deste estudo foi investigar as variações na CPUE da espécie e sua relação com alguns fatores ambientais que já demonstraram potencial para influenciar na captura de outras espécies marinhas, através de funções de auto-correlação e correlação cruzada entre os dados de produção pesqueira e as variáveis ambientais (temperatura superficial do mar em °C, concentração de clorofila na superfície do mar em mg/m³ e precipitação pluviométrica total em mm) da região. Foram analisadas 1.681 viagens, das quais 890 descarregaram em Bertioga e 791 em Santos/Guarujá. A série temporal dos valores de CPUE, assim como o peso descarregado (kg), demonstrou que a época de maior captura sofre grande variação anual, de maneira geral ocorrendo entre o inverno e a primavera, com maior pico em novembro de 2009. A decomposição da série ainda revelou uma tendência de queda nos valores de CPUE. A concentração de clorofila na superfície do mar apresentou correlação inversa, com defasagem de três meses e sem uma clara sazonalidade em relação às capturas de camarão-branco, justificado pelo tempo necessário para que a produtividade primária se torne disponível a espécie. A precipitação pluviométrica se correlacionou negativamente com defasagem de cinco meses e sazonalidade anual variável entre os anos estudados. Provavelmente o volume precipitado nos meses anteriores aos picos seria responsável por suavizar a diferença de salinidade entre mar aberto e estuário e incentivar a migração progressiva das pós-larvas e juvenis, resultando em maior abundância do estoque nos meses seguintes. A temperatura foi a mais significativa das variáveis explicativas com correlação negativa, evidenciando sazonalidade anual e defasagem de quatro meses. Esse parâmetro além de influenciar os outros, é responsável pelo crescimento de adultos e, desenvolvimento e sobrevivência das pós-larvas. Portanto flutuações nos parâmetros ambientais aliadas à sobrexplotação dos estoques podem resultar em uma grave diminuição da abundância, por isso é imprescindível para a conservação da espécie entender sua relação com o habitat para desenvolver modelos de previsão em um cenário de mudanças climáticas.

Palavras-chave: série temporal, parâmetros ambientais, Penaeidae.

ABSTRACT

The white shrimp *Litopenaeus schmitti* is among the most economically interesting species of penaeid shrimp in the State of São Paulo, and considering its economic importance, this study aims to investigate CPUE variations of the specie and its relation with some environmental factors, that have already demonstrated potential to influence the capture of other marine species by using autocorrelation and cross-correlation functions between fishery production data and environmental variables (sea surface temperature in °C, sea chlorophyll concentration in mg / m³ and total rainfall in mm) of the region. A total of 1,681 trips were analyzed, of which 890 were landed at Bertioga and 791 at Santos / Guarujá. The time series of CPUE, as well as the landed weight (kg), showed that a season of greater capture undergoes great annual variation, generally occurring between winter and spring, with a higher peak in November 2009. The decomposition of CPUE series showed a downward trend in values. The chlorophyll concentration on the sea surface shows an inverse correlation, with a three-month lag and without a clear seasonality in relation to the white shrimp catches, justified by the time required for a primary production to become available to specie. Rainfall correlated negatively with shrimp CPUE with five - month lag and variable annual seasonality between the years studied. Probably the volume precipitated in the months prior to the serial peaks is responsible for smoothing a salinity difference between open sea and estuary and encourage a progressive migration of harvests and juveniles, resulting in large stock abundance in the following months. The temperature was the most significant of the explanatory variables with negative correlation, evidencing annual seasonality and four-month lag. This parameter, in addition to influencing others, is responsible for adult growth and development and survival of post-larvae. Therefore, fluctuation on environmental aspects allied to overexploitation can result in a severe decrease in abundance, so it is imperative for the conservation of the species to understand its relationship with habitat for predictive models in a climate change scenario.

Key-words: temporal series, environmental parameters, Penaeidae.

INTRODUÇÃO

Os camarões peneídeos são um dos recursos mais explorados pela frota pesqueira nas regiões costeiras tropicais em todo o mundo e a partir da década de 50 a exploração desse grupo se intensificou devido ao desenvolvimento de uma pesca industrial cada vez mais especializada (GARCIA y LE RESTE 1987).

Este crescimento acelerado aliado ao aumento da exploração de berçários naturais e à degradação ambiental tem evidenciado acentuado declínio dos estoques de camarão ao longo da costa brasileira (GUSMÃO *et al.* 2005; DIAS-NETO 2015).

Segundo DIAS-NETO (2015) a produção de camarões nas regiões Sudeste/Sul foi crescente até 1969 (1.251 t), quando passou a decrescer pelos 6 anos consecutivos. Nos anos posteriores houve flutuações, mas de maneira geral com tendência decrescente.

O camarão-branco ou legítimo *Litopenaeus schmitti* está entre as principais espécies de peneídeos com importância comercial no Brasil (NETO 1991; VALENTINI *et al.* 1991) e no Complexo Baía-estuário de Santos e São Vicente é a quarta espécie mais importante dentre esse grupo, superado apenas pelas duas espécies de camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*) e pelo camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), segundo INSTITUTO DE PESCA (2016).

Apesar de ocorrer em menor abundância do que outras espécies de peneídeos no Estado de São Paulo (INSTITUTO DE PESCA 2016), *L. schmitti* é preferido pelos pescadores, pois atinge maior valor de mercado.

Os indivíduos dessa espécie sofrem pressão pesqueira em duas fases do ciclo de vida: os juvenis são importantes na pesca esportiva (como isca-viva) capturado nas regiões estuarinas pelo gerival (CHAVES e ROBERT 2003) e quando adultos são capturados em mar aberto pela pesca de arrasto-de-portas até as isóbatas de 30 m (COSTA *et al.* 2003), de forma sazonal (SANTOS *et al.* 2008), como alvo secundário da pesca dirigida a *X. kroyeri*, de limite de distribuição batimétrica assemelhado (D'INCAO *et al.* 2002).

Na Baixada Santista *L. schmitti* é explorado por todos os municípios limítrofes com o mar, com as maiores descargas em Santos/Guarujá, Bertioga, Itanhaém e Peruíbe, respectivamente. Nessa região a produção da espécie

registrou uma suave queda de 53.849,55 kg no ano de 2008 para 48.254,86 kg em 2015 (INSTITUTO DE PESCA 2016).

Segundo DALL (1990) os camarões peneídeos são muito influenciados por fatores ambientais e, variações na descarga de camarão-branco podem ser atribuídas a diversos parâmetros ambientais como temperatura (SANTOS *et al.* 2008; LUGO *et al.* 2013; PANTALEÃO *et al.* 2015; TWEDDLE *et al.* 2016), precipitação pluviométrica (SANTOS *et al.* 2008; LUGO *et al.* 2013; BOCHINI *et al.* 2014; COSTA *et al.* 2016), concentração de clorofila (MUNGA *et al.* 2013; COLLOCOTT *et al.* 2014; SANTOS *et al.* 2015; CASTILHO *et al.* 2015), entre outros (GUNTER and HILDEBRANDT 1954; CASTELLO and MÖLLER 1978; LE RESTE 1980; FRANSOZO *et al.* 2002; IWATA *et al.* 2003; COSTA and FRANSOZO 2004; LUCHMANN *et al.* 2008).

Compreender as variações nas taxas de captura em resposta às variações nas condições ambientais é componente fundamental para melhorar modelos de avaliação de estoques e auxiliar a gestão pesqueira no desenvolvimento de estratégias para recuperar os estoques de camarão-branco que já registraram queda em escala nacional e regional (DIAS-NETO e DORNELLES 1996; D'INCAO *et al.* 2002; IBAMA 2006; SANTOS *et al.* 2008; DIAS-NETO 2015) e está classificado como espécie sobrepescada ou ameaçada de sobreexploração, conforme definido na IN MMA n° 5/2004.

Considerando a importância econômica do camarão-branco no Estado de São Paulo, o objetivo deste estudo foi investigar a variação da CPUE do camarão-branco e sua relação com fatores ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

a. Área de estudo

A área de estudo está localizada ao largo da costa do Estado de São Paulo entre os municípios de Bertioga e Praia Grande, no Complexo Baía-estuário de Santos-São Vicente (Figura 1).

Essa região é caracterizada como pólos portuário, pois abriga no estuário o Porto de Santos, o mais importante do Brasil pelo seu tamanho e capacidade de transporte (AB'SABER 2003) e industrial (proximidade com Cubatão, cujas

indústrias são responsáveis por grande parte da inserção de diversos tipos de nutrientes e poluentes no sistema hídrico, BRAGA *et al.* 2000).

Cerca de 600 mil habitantes vivem nas cidades circunvizinhas, que registram cenários de baixa e alta densidade populacional, caracterizando Santos como a 15^o região metropolitana mais populosa do Brasil (IBGE 2005).

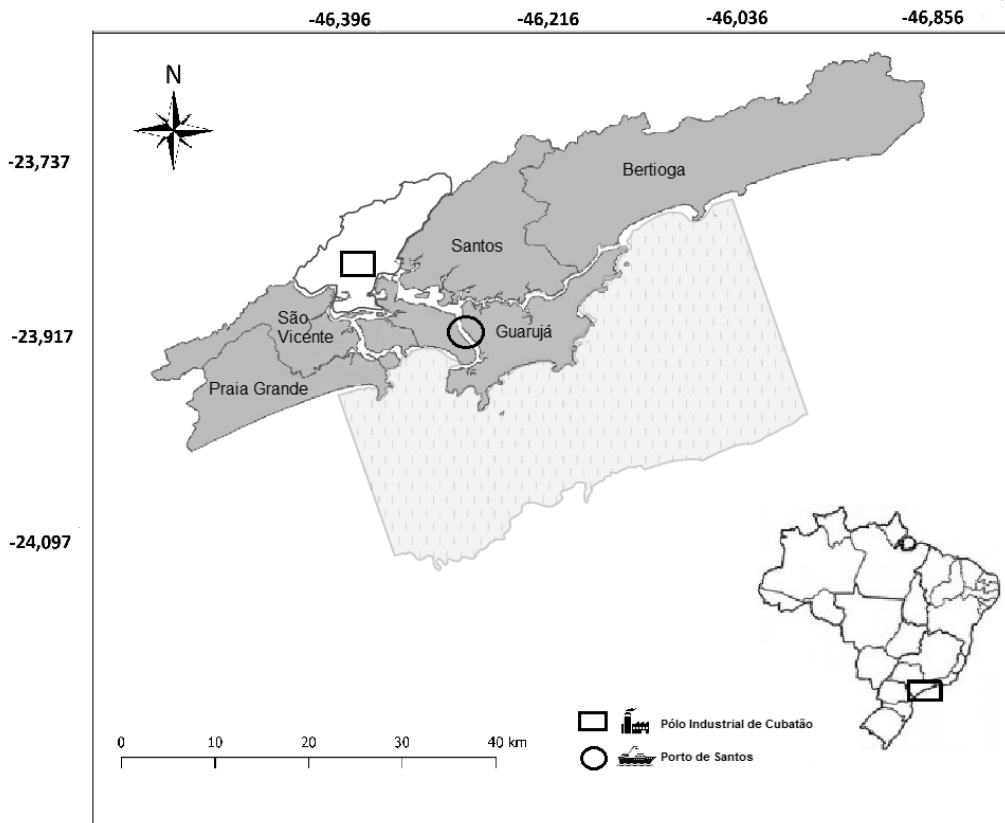


Figura 1 – Mapa do Complexo Baía-Estuário de Santos e São Vicente, evidenciando a região de estudo entre as profundidades de 5 e 30m de atuação da frota pesqueira na região.

b. Dados

Os dados de produção pesqueira registrados entre 2008 e 2015 foram provenientes do Banco de Dados Propesq, mantido pela Unidade de Referência Laboratorial de Produção Pesqueira Marinha do Centro APTA do Pescado Marinho do Instituto de Pesca (URLCEPPM/IP).

Foram utilizadas informações sobre a captura total de camarão-branco (em kg) entre as profundidades de 5 e 30m, o número de viagens por dia e local de origem e/ou de desembarque das frotas de arrasto duplo que capturam camarão-branco.

A partir destas informações foi calculada a CPUE em kg/viagem do camarão-branco por ano, mês e município.

c. Descrição das operações e parâmetros ambientais

A partir de análises explanatórias e após depuração dos dados de produção da espécie alvo foram investigadas variações nas características das operações que capturaram camarão-branco na área de estudo, como número de dias de pesca, número de viagens e de unidades produtivas, por mês, ano e município.

Os dados das variáveis ambientais são compostos pela média mensal das temperaturas superficiais (TSM) em °C, obtidas pelo *Physical Oceanography Distributed Active Archive Center* (PO.DAAC) da NASA com resolução de 9 km, medidas no período diurno por meio do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) com o satélite AQUA e pelas médias mensais de concentração de clorofila na superfície do mar (CSM) em mg/m³, obtidos a partir da base de imagens *Ocean Color Web* da NASA; com resolução de 9 km, também através do sensor MODIS com o satélite AQUA, num quadrante da costa central do Estado de São Paulo, entre as latitudes 24°13'S e 23°48'S e longitudes 46°27'W e 45°55'W, além da precipitação pluviométrica total (PPT) obtida no *site* do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO - <http://www.ciiagro.sp.gov.br>), com base no balanço hídrico semanal da região de Santos, correspondendo ao período janeiro de 2008 a dezembro de 2015.

d. Análise dos dados

Pelo Método de Biseau que tem por objetivo determinar o direcionamento da captura de uma pescaria, foram selecionados conjuntos de viagens com diferentes porcentagens de camarão-branco na descarga (viagens que descarregaram pelo menos 15%, 30% , 50% e 80% de camarão-branco).

Cada conjunto de dados foi testado na análise de série temporal e verificou-se que viagens que descarregaram pelo menos 15% de camarão-branco em relação às outras espécies apresentaram os melhores resultados para investigar os padrões de distribuição da espécie.

As séries temporais de CPUE e das variáveis ambientais foram analisadas pela aplicação de funções de auto-correlação com o objetivo de detectar

sazonalidade, verificando os padrões de variação. Além disso, foram aplicadas funções de correlação cruzada entre as variáveis ambientais e da CPUE com as variáveis ambientais, com o objetivo de verificar a relação entre esses fatores no período, considerando defasagens de tempo de até dois anos. Essas funções se basearam no coeficiente de correlação de Pearson (r^2), medindo a força da relação linear entre duas variáveis (ZUUR *et al.* 2007).

Todas as análises foram realizadas com as funções já existentes no pacote estatístico R (v. 3.3.1), acrescentando os pacotes *ncdf4* e *reshape2* para obtenção das variáveis ambientais.

RESULTADOS

a. Característica das operações

Foram analisadas 1.681 viagens, o que correspondeu a 44% do total de viagens no período, realizadas por 243 unidades produtivas em todo período de estudo. Do total de viagens, 890 descarregaram em Bertioga e 791 em Santos/Guarujá.

O município de Bertioga recebeu maior volume do recurso do que Santos/Guarujá, porém ambos apresentaram o mesmo padrão de variação de 2008 a 2011, a partir de 2012 as descargas em Santos/Guarujá apresentaram crescimento enquanto em Bertioga decresceram (Figura 2).

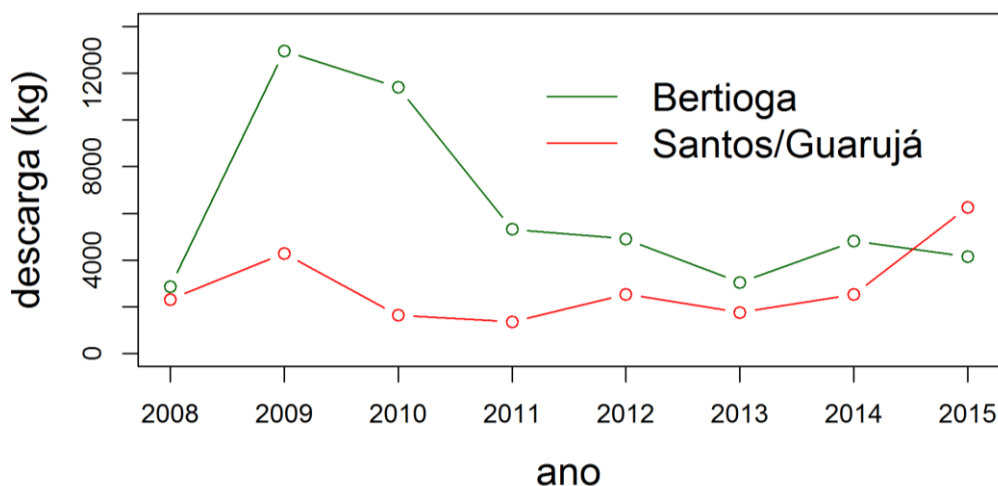


Figura 2- Variação anual da descarga com pelo menos 15% de camarão-branco entre os municípios de Bertioga e Santos/Guarujá no período e região de estudo.

O número de viagens e o peso das descargas por ano, independentes do local, parecem seguir o mesmo padrão variação (Figura 3), com crescimento em

2008 e 2009, seguido de decréscimo nos valores em 2011 e 2012, exceto para o ano de 2013, em que ocorreu quebra nesse padrão, pois mesmo com o aumento no número de viagens a descarga continuou decrescente, se recuperando apenas em 2014.

O mês de junho registrou o maior pico de descarga de camarão-branco, seguido por outubro e fevereiro. Em relação ao número de viagens, o mês de junho também apresentou os maiores valores. O mês de fevereiro não atingiu maior valor de descarga do que outubro mesmo registrando maior número de viagens.

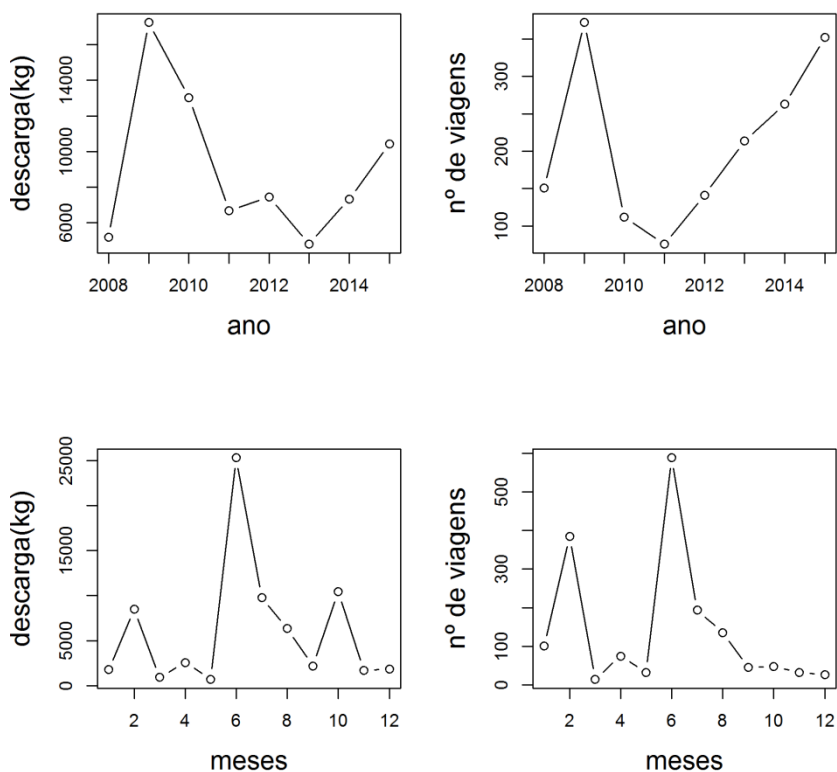


Figura 3- Descarga de camarão-branco e número de viagens (independente do município) por mês e ano no Complexo baía-estuário de Santos e São Vicente.

O número de embarcações que atuou na captura do camarão-branco no período de estudo variou muito entre os anos (Figura 4). Entre 2008 e 2011 o município de Bertioga recebia a descarga de mais embarcações do que Santos/Guarujá, mas a partir de 2011 (com exceção de 2013) essa situação se inverteu e permaneceu a mesma até o ano de 2015.

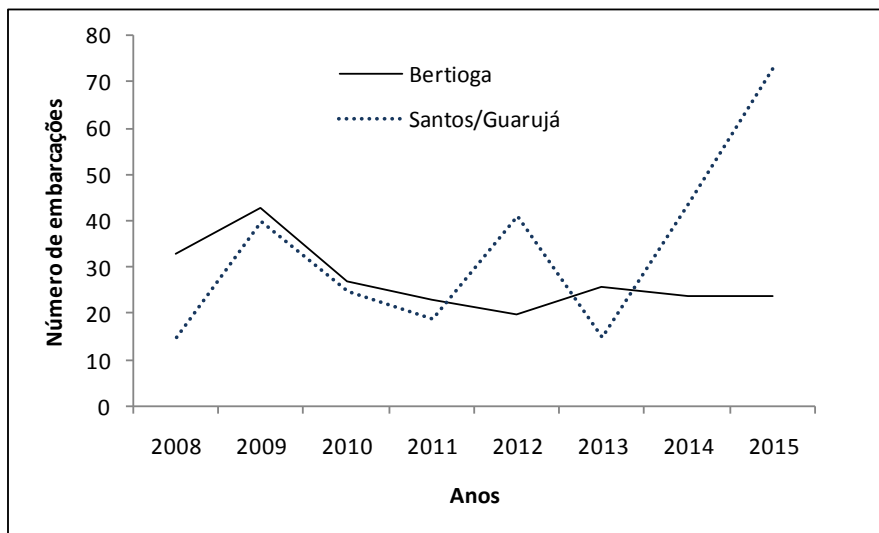


Figura 4- Número de embarcações por localidade que descarregaram camarão-branco no período de estudo.

b. Padrões sazonais

A série temporal dos valores de CPUE e das variáveis ambientais (Figura 5) demonstrou que a época de maior captura sofre grande variação entre os anos, mas de maneira geral ocorreram entre o inverno e a primavera (maiores valores em novembro, outubro e junho respectivamente), com maior pico em novembro de 2009.

A temperatura de superfície do mar apresentou os maiores valores no verão (máximo de 30,9°C em fevereiro) e os menores no inverno (mínima de 19,3°C em agosto). A precipitação pluviométrica também registrou os maiores valores no verão (máximo de 530 mm em dezembro) e os menores no inverno (mínimo de 11mm em agosto), exceto para o ano de 2009, em que a maior precipitação foi registrada no mês de julho.

Já a clorofila exibiu menores concentrações no final da primavera (mínima de 0,12 mg m⁻³ em novembro) e maiores no inverno (máxima de 4 mg m⁻³).

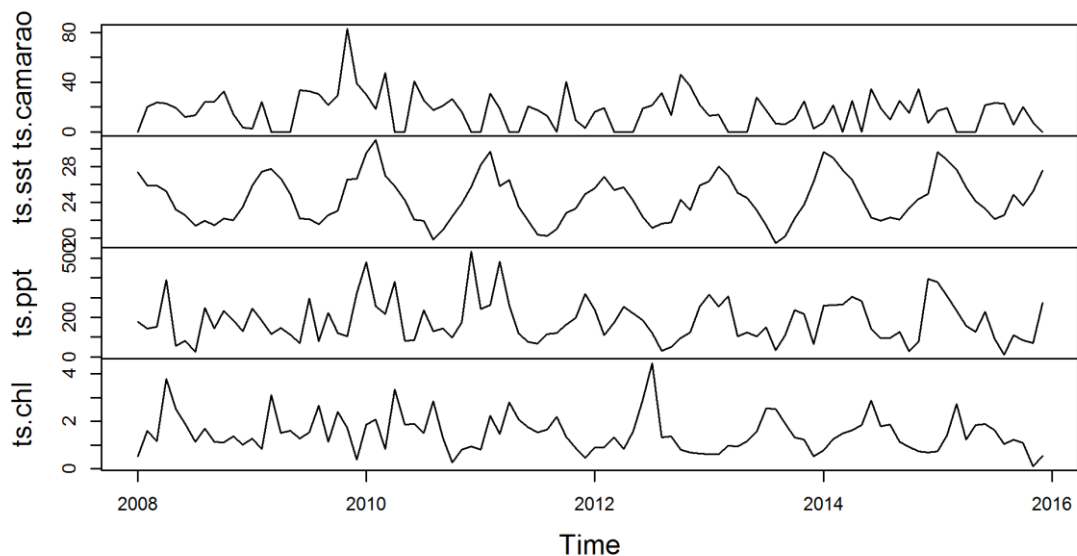


Figura 5 - Variação mensal e anual dos valores de CPUE (KG/viagem) do camarão-branco e das variáveis ambientais temperatura e clorofila médias e precipitação pluviométrica total.

A decomposição da série (Figura 6) ainda revelou uma tendência de queda nos valores der CPUE a partir de 2015.

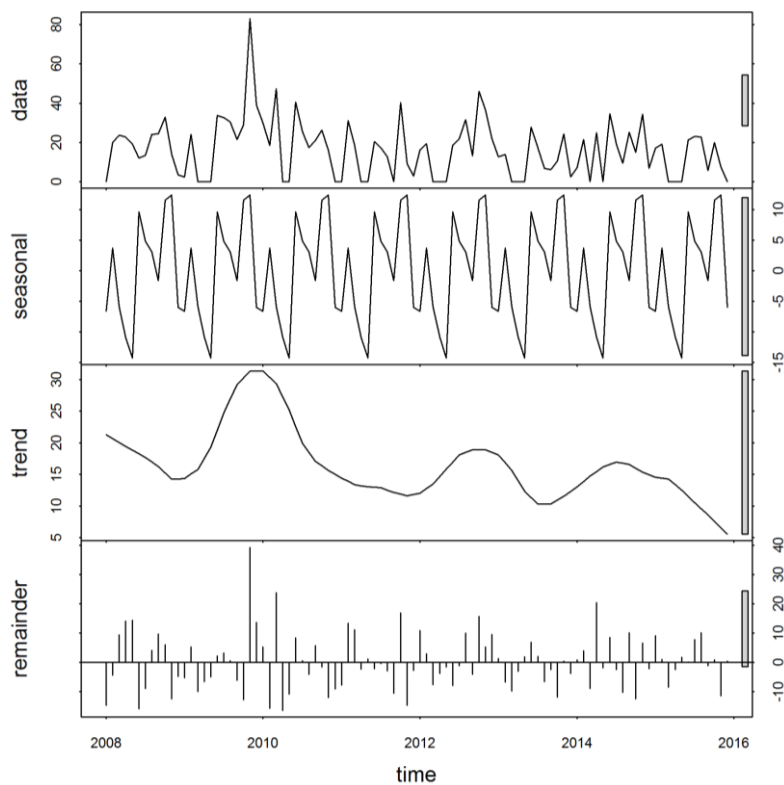


Figura 6 – Decomposição da série temporal da CPUE (KG/viagem) do camarão-branco, demonstrando a variação dos dados, sazonalidade, tendência e ruídos dos dados.

A análise de sazonalidade (Figura 7) do camarão-branco demonstrou uma auto-correlação pouco significativa com padrão sazonal anual com alta variabilidade entre os anos.

Entre os parâmetros ambientais analisados a temperatura média foi a que apresentou a auto-correlação mais forte, com padrão sazonal anual bem evidente. A clorofila média e a precipitação total apresentaram auto-correlações mais fracas, porém com sazonalidade anual.

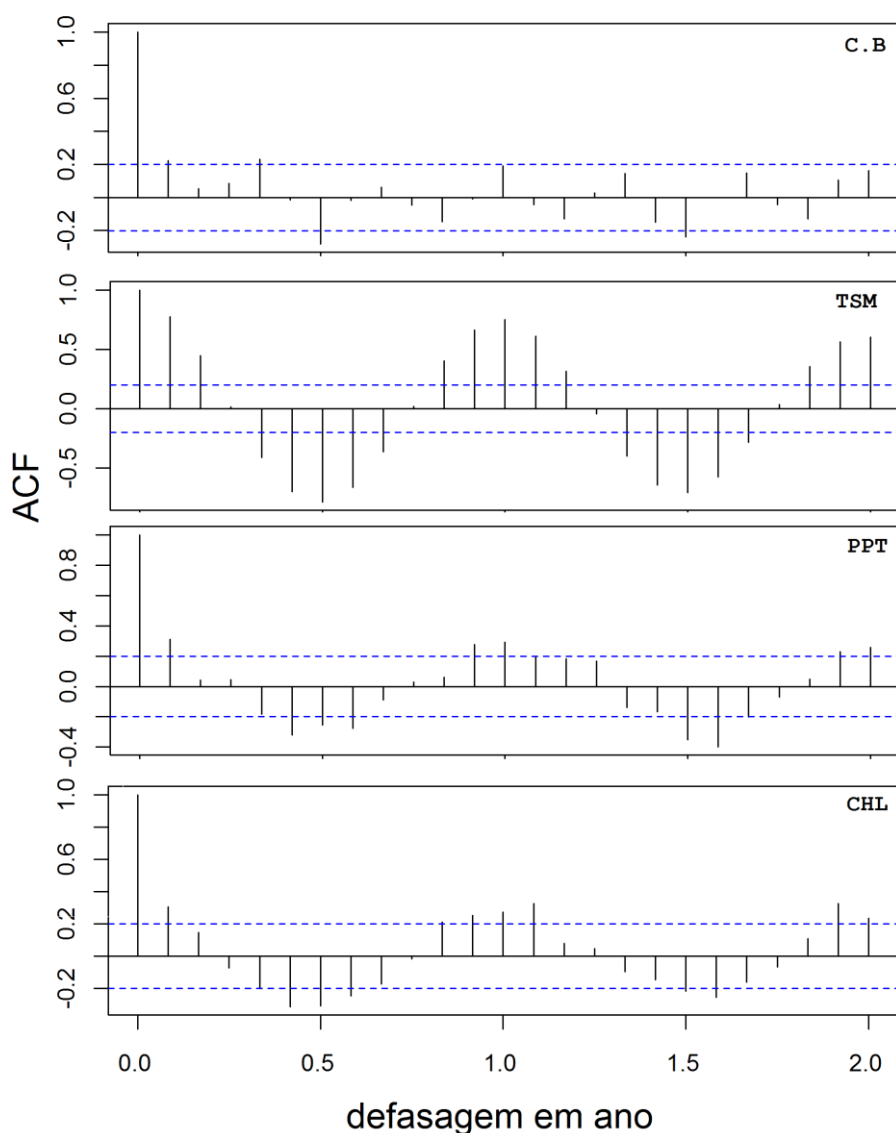


Figura 7 - Funções de auto-correlação (ACF) do C.B (CPUE do camarão-branco em KG/viagem) e das variáveis ambientais TSM (média da temperatura da superfície do mar em °C), CHL (média da concentração de clorofila na superfície do mar em mg/m^3) e PPT (precipitação pluviométrica total em mm). As linhas horizontais representam intervalo de confiança de 95%.

A precipitação pluviométrica e a TSM apresentaram correlações negativas com a clorofila, com um e dois meses de defasagem, respectivamente, porém a temperatura evidenciou correlação mais forte do que a precipitação, ambas com uma sazonalidade anual. Já a TSM e a precipitação apresentaram uma correlação positiva e muito significativa sem nenhum mês de defasagem, ou seja, no mês em que a temperatura se eleva também se intensificam as chuvas (Figura 9).

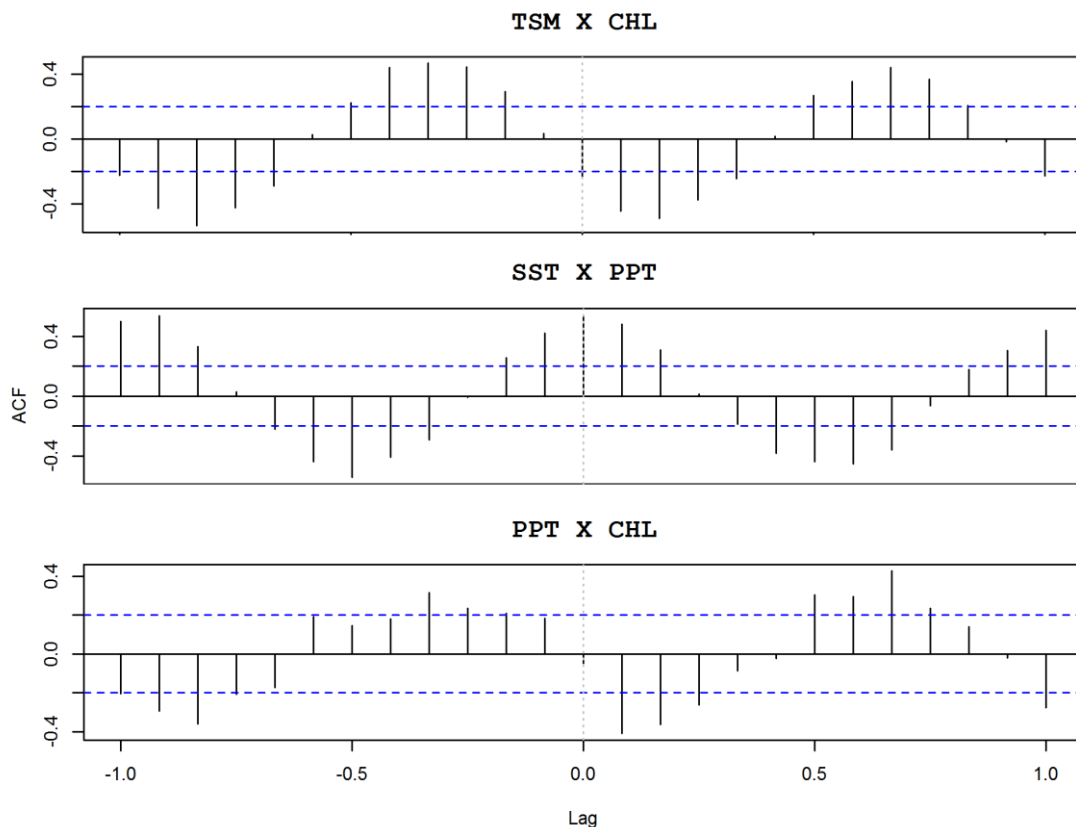


Figura 9 – Correlação cruzada entre as variáveis ambientais TSM/SST (temperatura da superfície do mar) média (°C), concentração de clorofila média CHL (mg m^{-3}) e precipitação pluviométrica total PPT (mm). As linhas horizontais representam intervalo de confiança de 95%.

A temperatura foi a mais significativa entre as variáveis (Figura 10), e apresentou correlação negativa com o camarão branco, com evidente sazonalidade anual e defasagem de quatro meses. A precipitação pluviométrica se correlacionou negativamente com o camarão e apresentou

defasagem de cinco meses com uma sazonalidade anual que varia muito entre os anos. A concentração de clorofila na superfície do mar apresentou correlação negativa com o camarão-branco e defasagem de três meses, porém sem uma clara sazonalidade.

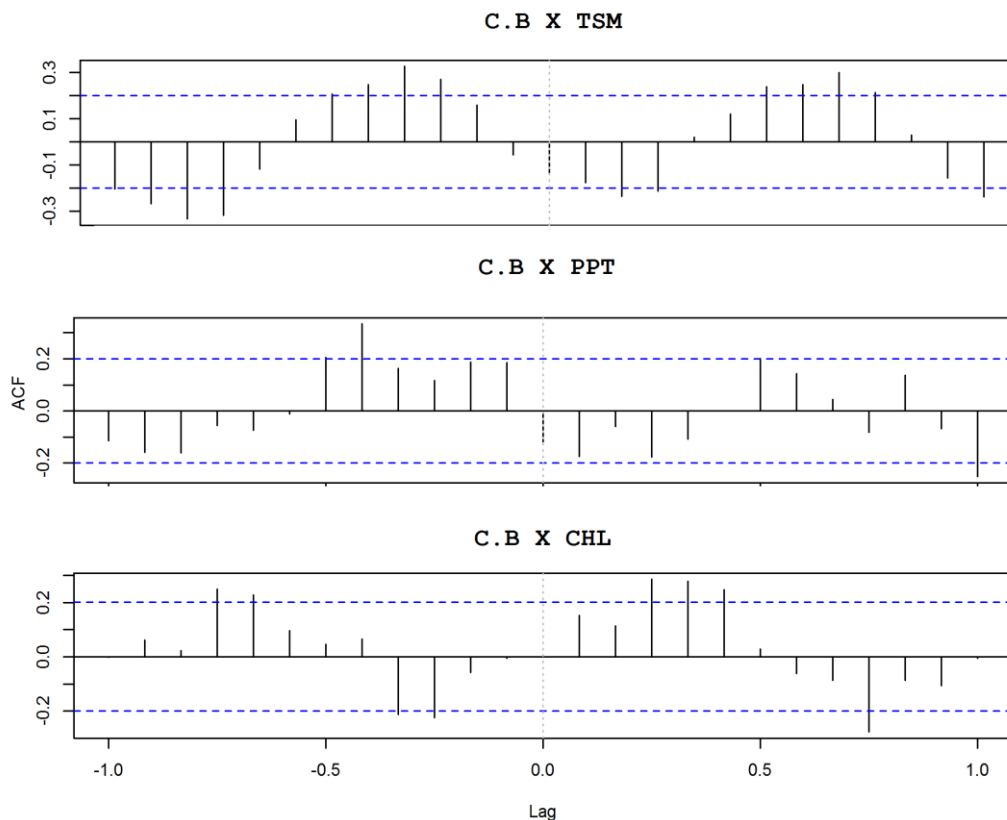


Figura 10- Correlação cruzada entre as variáveis ambientais TSM (média da temperatura da superfície do mar em °C), CHL (média da concentração de clorofila em mg m^{-3}) e PPT (precipitação pluviométrica total em mm) e C.B (CPUE em KG/viagem do camarão-branco). As linhas horizontais representam intervalo de confiança de 95%.

DISCUSSÃO

No Estado de São Paulo o camarão-branco é capturado principalmente pelo arrasto-de-fundo com portas duplas de diferentes dimensões, podendo ser realizado através de embarcações e aparelhos menos sofisticados como arrasto-simples, tarrafa, gerival e malhe (SANTOS *et al.* 2008; INSTITUTO DE PESCA 2016).

Com relação as descargas em peso, o município de Bertioga apresentou maiores valores em quase todos os anos do estudo, exceto em 2015 quando foi maior em Santos/Guarujá. O que se explica pelas características

operacionais do município de Bertioga que utilizam principalmente o arrasto-de-portas, resultando numa captura elevada de camarão-branco (além de camarão sete-barbas). Em Santos/Guarujá, onde a frota industrial tem maiores descargas, o arrasto-de-portas situa-se em terceiro lugar (INSTITUTO DE PESCA 2016).

O maior valor em 2015 para Santos/Guarujá, mesmo sem alteração das principais espécies-alvos de sua pescaria (INSTITUTO DE PESCA 2016), está mais relacionada ao acréscimo de 29 unidades produtivas em relação o ano anterior nessa região, com Bertioga com as mesmas 24 unidades produtivas.

A queda no valor das descargas em 2013, mesmo com o aumento do número de viagens, pode indicar que o esforço de pesca possa ter atingido valores muito elevados, ou ainda indicar uma variação natural do recurso, sugerido por BLANKENSTEYN *et al.* (2001) e VIANA *et al.* (2015), consequência do ciclo de vida curto dos camarões peneídeos, em torno de dois anos (PEREZ-FARFANTE 1970) sendo esperadas flutuações temporais nos parâmetros populacionais devido ao crescimento rápido e elevada mortalidade natural (SANTOS 2010).

Essas variações já foram relacionadas à disponibilidade de alimento, mudanças na distribuição da espécie e às características ambientais que influenciariam na sobrevivência dos ovos e no comportamento dos camarões (GARCIA 1983; YE and MOHAMMED 1998; OUELLET *et al.* 2010; CABRERA-JIMÉNEZ and SOTO 2011), além de variações na época de início de recrutamento e do período de defeso (KOLLING and ÁVILA-DA-SILVA 2014) ao analisarem a variabilidade das capturas de *Xiphopenaeus kroyeri* ao longo dos anos.

Entretanto a variação anual da biomassa de espécies estuarino-dependentes pode estar ligada ao sucesso do recrutamento das pós-larvas nesse ambiente (MÖLLER *et al.* 2009), processo que pode ser influenciado por diversos fatores (DALL *et al.* 1990; BROWDER *et al.* 1999; COSTA *et al.* 2008; CHAZARO-OLVERA *et al.* 2009).

As maiores CPUEs registradas em outubro e novembro estariam justamente relacionadas a esse sucesso no recrutamento, que segundo SANTOS *et al.* (2008) ocorre quatro meses antes do recrutamento para o estoque parental.

Provavelmente os valores moderados de precipitação pluviométrica e temperatura da superfície do mar encontrados em junho e julho, aliados a maior disponibilidade de alimento (conseqüência do aumento de clorofila) proporcionaram condições favoráveis para o desenvolvimento e crescimento das pós-larvas no estuário resultando em maior abundância em mar aberto nos meses posteriores, como já sugerido por OUELLET *et al.* (2010) ao relacionar o sucesso do recrutamento de *Pandalus borealis* no Atlântico com a temperatura da superfície do mar e a produtividade primária.

As maiores descargas em quilogramas foram registradas para o mês de junho em todos os anos do estudo por ser o primeiro mês de liberação da pesca após a época de defeso, período em que ocorre o direcionamento mais intenso da frota camaroeira sobre *L. schmitti*, ratificado por outros autores (D'INCAO *et al.* 2002; SANTOS *et al.* 2008).

A dimensão da área estuarina local poderia influenciar no período de maior rendimento da espécie já que CHAGAS-SOARES *et al.* (1995) observaram maior produção de *L. schmitti* entre março e junho em Cananéia, onde existe um complexo estuarino de grandes dimensões, enquanto em Ubatuba, sem expressivas áreas estuarinas, COSTA *et al.* (2007) identificou o inverno (julho a setembro) como época de maior biomassa. SANTOS *et al.* (2008) cita para toda Baixada Santista maior captura entre maio e julho.

Alguns camarões peneídeos podem apresentar reprodução contínua (COELHO e SANTOS 1995) e apesar disso, as menores descargas entre dezembro e fevereiro (SANTOS *et al.* 2008; BOCHINI *et al.* 2014) estariam mais relacionadas à época de reprodução da espécie, com pico na primavera-verão (SANTOS *et al.* 2008) do que com o sucesso do recrutamento das pós-larvas, pois nesse período os indivíduos adultos migram para áreas mais profundas para reprodução (DALL *et al.* 1990), com registros entre 25 e 45 m na primavera (SANTOS *et al.* 2008), profundidade fora do limite de atuação da maior parte das frotas de características artesanais.

Embora não se tenha considerado a possível influência dos estuários ao sul da região de estudo (Itanhaém e Cananéia-Iguape), é possível que a direção da corrente marítima costeira favoreceria a uma possível contribuição destes estuários na formação do estoque adulto do camarão-branco disponível na região central do Estado de São Paulo.

Situação semelhante foi proposta por D'INCAO (1991) quanto à origem das pós-larvas de *Farfantepenaeus paulensis* nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul e Uruguai que contribuiriam na pesca de adultos no litoral de Santa Catarina. Para confirmar a hipótese proposta no presente estudo é necessário o desenvolvimento de pesquisas moleculares com o objetivo de caracterizar a estrutura genética de *L. schmitti* ao longo dos estuários citados.

A menor temperatura da superfície do mar no inverno e maior no verão corroboram ao encontrado para a plataforma continental sudeste brasileira (CASTRO *et al.* 2006), pois é influenciada por três massas de água: a Água Costeira (AC) e a Água Tropical (AT) com temperaturas maiores que 15°C e pela a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), uma massa de água mais fria, que ocorre normalmente no final da primavera e início do verão e causa a diminuição da temperatura em áreas mais profundas, podendo também afetar a água de fundo de áreas mais costeiras (MIRANDA 1982; COSTA *et al.* 2005).

Embora não se tenha analisado a variável temperatura de fundo, em regiões em que a coluna d'água não é grande, como é a da região de estudo, as temperaturas de fundo e superfície não diferem significativamente, além disso, a penetração dessa massa ocorre na subsuperfície e não atinge a região costeira abaixo dos 25 m de profundidade (CASTRO *et al.* 2006).

A variação da concentração de clorofila e a temperatura na superfície do mar estão fortemente relacionadas, pois a diminuição desse parâmetro indica o afloramento de águas frias e ricas em nutrientes, que promovem um aumento da biomassa fitoplânctonica (SALDANHA-CORRÊA e GIANESELLA 2004), corroborado por este estudo, que registrou correlação inversa muito significativa entre as duas variáveis.

A relação entre precipitação pluviométrica e a temperatura da superfície do mar já foi estudada por diversos autores (MOURA 1981; WARD and FOLLAND 1991; TING and WANG 1997) que observaram que a variação interanual da temperatura da superfície do mar tem forte influência sobre a distribuição da precipitação pluviométrica na América tropical e pode até ser utilizada para prever alterações no regime de chuvas.

Já a concentração de clorofila na superfície do mar demonstrou relação inversa com a precipitação pluviométrica e com a biomassa de camarão-branco. Para o primeiro caso, o aumento das chuvas poderia influenciar positivamente a reposição de nutrientes no ecossistema (LONERAGAN 1999),

resultando no acréscimo da produtividade primária nos meses posteriores. Para o segundo, a correlação muito fraca no momento zero ocorreu provavelmente devido ao tempo necessário para a produtividade primária se converter em produtividade secundária e tornar-se disponível para o estrato adulto da população.

A correlação inversa entre o camarão-branco e a temperatura de superfície do mar foi a mais forte dentre as variáveis e evidenciou picos nos valores da CPUE após quatro meses da diminuição da TSM, em meados de abril. A temperatura do mar parece ser um parâmetro determinante na distribuição de organismos marinhos, principalmente de camarões peneídeos (COSTA e FRANZOZO 2004), influenciando na taxa de crescimento e sobrevivência desse grupo (DALL *et al.* 1990).

Segundo SANTOS *et al.* (2008) o *Litopenaeus schmitti* na Baixada Santista é fortemente influenciado pela temperatura da água, já que os juvenis têm preferência pelas águas mais quentes do estuário, enquanto os adultos pelas mais frias, devido a profundidade maior em que se distribuem.

Para outras regiões como Golfo da Venezuela, o *L. schmitti* foi estudado por LUGO *et al.* (2013) e mostrou preferência por águas de temperatura médias, com o máximo de CPUE registrado entre 24-26°C. Na Califórnia do Sul, FOWLER *et al.* (2016) também registraram que baixas temperaturas médias da água no inverno estão associadas com baixa CPUE média do camarão-branco *Litopenaeus setiferus*. Em contrapartida, para essa mesma espécie, DIOP *et al.* (2007) encontraram decréscimo na abundância de adultos conforme o aumento da temperatura, e relacionaram à susceptibilidade de serem capturados conforme crescem e emigram de área protegidas para o mar aberto.

Apesar de o camarão-branco ser euritérmico (GARCIA e LE RESTE 1987) a variação da temperatura causada pelas mudanças climáticas atuais, poderia interferir de forma negativa em seu ciclo de vida. De acordo com a literatura (FIELDS *et al.* 1993; LUBCHENCO *et al.* 1993) com o aumento da temperatura no futuro, a abundância e distribuição das espécies marinhas tenderá a mudar de acordo com sua tolerância termal e habilidade de adaptação.

A mudança climática é um termo que designa uma tendência de alteração da média da temperatura no tempo (ANGELOCCI *et al.* 2007). Como

consequência as médias de temperatura no verão tendem a ser maiores ao passo que as média do inverno também tendem a ser menores.

Para o camarão-branco o aumento da temperatura deve favorecer o crescimento de adultos, além de ser determinante no recrutamento, crescimento e desenvolvimento das pós-larvas nos estuários (DALL 1990; LESTER and PANTE 1992; ZACHARIA and KAKATI 2004), porém as menores médias de temperaturas podem gerar o efeito inverso, além de aumentar os riscos de a espécie viver fora da sua tolerância térmica (MORGAN *et al.* 2001).

Além disso, por estar intimamente relacionada à produtividade primária, o aumento da temperatura tende a gerar diminuição desse fator, como já observado por GREGG *et al.* (2003). Essa variabilidade no tempo e na distribuição do zooplâncton tem conseqüências significativas para a sobrevivência das larvas e posterior recrutamento (HINRICHSEN *et al.* 2002; KÖSTER *et al.* 2003).

Assim como com a temperatura, a relação entre a precipitação pluviométrica e abundância de organismos marinhos pode ser positiva ou negativa. Segundo MARENGO *et al.* (2009) no Brasil são esperados índices extremos de precipitação, com aumento na frequência e na intensidade das chuvas no Sul e no Sudeste do Brasil.

Essa mudança de cenário poderia interferir de maneira negativa no recrutamento das pós-larvas de camarão-branco, pois a precipitação excessiva pode reduzir o recrutamento e a sobrevivência nos estuários (GARCIA *et al.* 2001; MÖLLER *et al.* 2009), além das áreas de berçário disponíveis (Garcia and Lestelle *apud* SILVA 2012), resultando na diminuição da biomassa do estoque adulto.

No presente estudo a precipitação pluviométrica demonstrou correlação negativa com *L. schmitti*, com pico de CPUE cinco meses após época mais chuvosa (verão). Provavelmente o volume precipitado nos meses anteriores aos picos foi responsável por suavizar a diferença de salinidade entre mar aberto e estuário e incentivar a migração progressiva das pós-larvas e juvenis, resultando em maior abundância do estoque nos meses seguintes, ratificando estudos anteriores (SANTOS e FREITAS 2004; SANTOS *et al.* 2008), que registraram aumento do recrutamento de camarões após o período de maior pluviometria, também referido sobre a abundância de espécies assemelhadas (D'CROZ *et al.* 1978; SILVA 2012).

No Golfo da Califórnia, *L. vannamei* apresentou correlação positiva (CASTRO-ORTIZ and LLUCH-BELDA 2008) com intervalo de um ano para que o efeito do volume precipitado se tornasse evidente na captura em áreas de pesca no Pacífico (DÍAZ-OCHOA and QUIÑONES 2008).

Em 2009 o deslocamento do pico de precipitação pluviométrica de janeiro para junho, que pode estar relacionado ao fenômeno El Niño (GRIMM *et al.* 2000; GARCIA *et al.* 2001; PENALBA and RIVERA 2016), provocando precipitação intensa no sul e sudeste (segundo CPTEC), influenciaria positivamente a captura de camarões num intervalo de cinco meses, justificando o pico de CPUE em novembro de 2009.

Mudanças climáticas e fenômenos ambientais como o El Niño têm grande potencial para afetar distribuição de camarões peneídeos, pois geram flutuações nos parâmetros ambientais, e aliados à sobreexploração dos estoques pode resultar em uma grave diminuição da abundância.

Apesar de estar incluído como espécie sobrepescada ou ameaçada de sobre-exploração pelo MMA, para o Livro Vermelho de Crustáceos no Brasil, que analisou os estoques de camarão-branco de 2010 a 2014, os dados de captura por unidade de esforço específicos do camarão-branco não estão disponíveis, dificultando a avaliação correta da espécie no país, resultando na categorização como DD (*Data Deficient*), pelo critério de avaliação da IUCN, reforçando a importância do desenvolvimento de estratégias para o monitoramento específico das descargas regionais de *L. schmitti*, visando detectar prontamente quaisquer riscos à sobrevivência da espécie, além da possibilidade de desenvolver modelos para prever a situação do estoque num futuro de mudanças climáticas, levando em consideração sua relação com fatores bióticos e abióticos.

CONCLUSÃO

O número de unidades produtivas (entendida como uma medida de esforço) que capturam camarão-branco mostrou-se muito variável entre todos os anos, com registro de crescimento a partir de 2013, o que caracteriza a sua captura como alvo secundário, com maior rendimento (CPUE) no inverno e na primavera.

Todas as variáveis ambientais analisadas influenciaram no rendimento da espécie, sendo TSM a mais significativa.

O aumento da TSM gera o incremento imediato da precipitação e posterior aumento da clorofila na superfície do mar.

Em um cenário de mudanças climáticas as variáveis analisadas poderiam gerar diminuição da população regional de camarão-branco.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Unidade de Referência Laboratorial de Controle Estatístico da Produção Pesqueira Marinha do Centro APTA do Pescado Marinho do Instituto de Pesca (URLCEPPM/IP) por disponibilizar os dados utilizados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo proposto neste trabalho foi alcançado de maneira satisfatória, contribuindo para o diagnóstico da pesca de *L. schmitti* no Estado de São Paulo.

Com o auxílio da análise de dados temporais de produção pesqueira extrativa, que tem grande potencial para descrever a magnitude da exploração de um determinado recurso e suas variações ao longo do tempo, foi possível apontar mudanças no tamanho do estoque e fornecer indicações sobre os fatores que interferem na distribuição do camarão-branco.

Assim como na maioria dos peneídeos, e como esperado, o camarão-branco parece ser muito influenciado por características do ambiente em que vive. A temperatura foi a variável que melhor se correlacionou com a espécie, porém era esperado que o valor dessa correlação fosse maior, já que SANTOS *et al.* (2008) registraram para a mesma espécie e região uma forte relação com a temperatura. Possivelmente os camarões juvenis, cujas CPUEs não foram reportadas neste estudo, evidenciem melhor essa interação, pois vivem em ambiente estuarino onde a oscilação dos parâmetros físicos pode ser mais expressiva.

Sendo assim, o estudo com organismos de outras faixas etárias e a inclusão de outros parâmetros não mensurados aqui, como granulometria, salinidade, luminosidade, profundidade entre outros, enriqueceriam o entendimento sobre a distribuição da espécie e sua relação com o ambiente.

Vale ressaltar que alguns aspectos sociais e culturais não registrados aqui, cujos dados são ainda mais escassos e raramente incluídos nas considerações em modelos de dinâmica de frotas, podem influenciar na variação da CPUE, pois descrevem as características dos tomadores de decisões, como aversão ao risco, limitações em interpretar/repassar informações, dificuldades de adaptação a novas tecnologias, entre outras que ditam o comportamento da frota e o sucesso da captura (PUTTEN *et al.* 2012).

Dito isso, recomenda-se o desenvolvimento de programas que visem monitorar a pesca de espécies secundárias ou de menor abundância, que são fundamentais para o equilíbrio da vida marinha e exercem papel importantíssimo na vida de pescadores artesanais, além de levar em

considerações as características comportamentais desses tomadores de decisões.

A partir daí, podem ser gerados modelos preditivos de rendimento (na forma de CPUE) a partir de variações de esforço (em unidades produtivas), acidentes ambientais que possam influenciar negativamente o recrutamento para o estoque parental, e os dados ambientais aqui trabalhados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELOCCI, L.R. e SENTELHAS, P.C. 2007. Variabilidade, anomalia e mudança climática. [online] URL: www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/variabilidade.pdf
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; FAGUNDES, L. 1999. Sistema Gerenciador de Banco de Dados de Controle Estatístico de Produção Pesqueira Marítima - ProPesq. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 11 e Congresso Latino-Americano de Engenharia de Pesca*. p. 824-832.
- AB'SÁBER, A.N. 2005. *Litoral do Brasil / Brazilian coast*. Tradução Charles Holmquist. São Paulo: Metalivros. 281 p.
- BLANKENSTEYN, A.; BAPTISTA, C. RICKLI, A.; FEHLAUER-ALE, K.H. 2001. A pesca do camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) nas praias do litoral norte paranaense. *Notas Técnicas da FACIMAR*, v. 5, p. 35-38.
- BOCHINI, G.L.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L.; HIROSE, G.L.; COSTA, R.C. 2014. Temporal and spatial distribution of the commercial shrimp *Litopenaeus schmitti* (Dendrobranchiata: Penaeidae) in the south-eastern Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v.94, p. 1001-1008.
- BOOS, H.; COSTA, R.C.; SANTOS, R.A.; NETO, J.D.; RODRIGUES, E.S.; RODRIGUES, L.F.; D'INCAO, F.; IVO, C.T.C.; COELHO, P.A. 2016. Avaliação dos Camarões Peneídeos (Decapoda: Penaeidae). IN: PINHEIRO, M. e BOSS, H. *Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014*. 466p. [online] <http://www.crustacea.org.br/?page_id=1808>
- BRAGA, E.S.; BONETTI, C.V.D.H.; BURONE, L.; BONETTI-FILHO, J. 2000. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System – Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v.40, p. 165-173.
- BROWDER, J.A., RESTREPO, V.R., RICE, J.K; ROBBLEE, M.B.; ZEIN-ELDIN, Z. 1999. Environmental influences on potential recruitment of pink shrimp, *Farfantepenaeus duorarum*, from Florida Bay nursery grounds. *Estuaries*, v.22, p. 484-499.
- CABRERA-JIMÉNEZ, J.A.; SOTO, L.A. 2011. Interannual fluctuation in density of wild shrimp postlarvae in a tropical inlet in the eastern Pacific Ocean. *Crustaceana*, v. 84, p. 81-91.

- CASTELLO, J.P.; MOLLER, O.O. 1978. On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brazil). *Atlântica*, v.3, p. 67-74.
- CASTILHO, A.L., GRABOWSKI, R.C., SIMÕES, S.M., SANTOS, A.P.F., COSTA, R. C. and FRANSOZO, A. 2015. Lifespan and population dynamics of the endemic South American shrimp *Artemesia longinaris* (Crustacea: Penaeidae) in southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 87, p. 2123-2138.
- CASTRO, B.M.; LORENZZETTI, J.A.; SILVEIRA, I.C.A.; MIRANDA, L.B. 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B; MADUREIRA, L.S.P. *O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p.11-120.
- CASTRO-ORTIZ, J.L.; LLUCH-BELDA, D. 2008. Impacts of interannual environmental variation on the shrimp fishery off the Gulf of California. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*, v.49, p. 183-190.
- CHAGAS-SOARES, F.; PEREIRA, O.M.; SANTOS, E.P. 1995. Contribuição ao ciclo biológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, *Penaeus brasiliensis*, Latreille, 1817 e *Penaeus paulensis* Perez-Farfante, 1967, na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.22, p. 49-59.
- CHAVES, P.T.C.; ROBERT, M.C. 2003. Embarcações, artes e procedimentos da pesca artesanal no litoral sul do Estado do Paraná, Brasil. *Atlântica*, v. 25, p. 53-59.
- CHÁZARO-OLVERA, S.; IGNACIO WINFIELD, I.; CORIA-OLVERA, V. 2009. Transport of *Farfantepenaeus aztecus* postlarvae in three lagoon-system inlets in the southwestern Gulf of Mexico. *Crustaceana*, v. 82, p. 425-437.
- COELHO, P.A.; SANTOS, M.C.F. 1994. Ciclo biológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad em Pernambuco (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Boletim Técnico Científico CEPENE*, v. 2, p. 35 – 50.
- COLLOCOTT, S. J.; VIVIER, L.; CYRUS, D.P. 2014. Prawn community structure in the subtropical Mfolozi–Msunduzi estuarine system, KwaZulu- Natal, South Africa. *African Journal of Aquatic Science*, v. 39, p. 127–140.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; MELO, G.A.S.; FREIRE, F.A.M. 2003. Na illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo state, Brazil. *Biota Neotropica*, v.3, p. 1-12.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A.L.; FREIRE, F.A.M. 2005. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 85,p. 107-112.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F.A.M.; CASTILHO, A.L. 2007. Abundance and ecological distribution of the ‘sete-barbas’ shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, South-eastern Brazil. *Gulfand Caribbean Research*, v. 19, p. 33–41.

- COSTA, R.C.; LOPES, M.; CASTILHO, A.L.; FRANSOZO, A.; SIMOES, S.M. 2008. Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus* spp. in a mangrove estuary and adjacent bay on the northern shore of São Paulo State, southeastern Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development*, v.52, p. 51–58.
- COSTA, R.C.; BOCHINI, G.L.; SIMÕES, S.M.; LOPES, M.; SANCINETT, G.S.; CASTILHO, A.L. and FRANSOZO, A. 2016. Distribution pattern of juveniles of the pink shrimps *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) and *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) on the southeastern Brazilian coast. *Nauplios*, v. 24, p. 1-11.
- DALL, W.; HILL, B.J.; RODHLISBERG, P.C.; SHARPLES, D.J. 1990. The biology of Penaeidae. *Advances in Marine Biology*, v. 27, p. 1-484.
- D'CROZ, L.; CHÉRIGO, F.; ESQUIVEL, N. 1978. Observaciones sobre la biología y pesca del camarón blanco (*Penaeus* spp) en el Pacífico de Panamá. *Anales del centro de ciencias del mar y limnología*. [online] <<http://www.biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1979-2/articulo69.html>>
- DIAS-NETO, J.D.; DORNELLES, L.D.C. 1996. *Diagnóstico da pesca marítima do Brasil*. 1º ed. Brasília: Edições IBAMA, 165 p.
- DÍAZ-OCHOA, J.A.; QUIÑONES, R.A. 2008. Relationship of precipitation, freshwater input, and sea level height with the abundance of the white shrimp (*Litopenaeus occidentalis*; Street, 1871) off Buenaventura, eastern tropical Pacific. *Fisheries Research*, v. 92, p.148–161.
- D'INCAO, F. 1991. Pesca e biologia de *Penaeuspaulensis* na Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica*, v. 13, p. 159-169.
- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L.F. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, v. 24, p. 103-116.
- DIOP, H.; KEITHLY, W.R.; KAZMIERCZAK, R.F. and SHAW, R. F. 2007. Predicting the abundance of white shrimp (*Litopenaeus setiferus*) from environmental parameters and previous life stages. *Fisheries Research* v.86, p. 31–41.
- FERREIRA, N.C.; FREIRE, A.S. 2009. Spatio-temporal variation of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) associated to the seasonal overture of the sandbar in a subtropical lagoon. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 99, p. 390-396.
- FIELDS, P.A., GRAHAM, J.B., ROSENBLATT, R.H. & SOMERO, G.N. 1993. Effects of expected global climate change on marine faunas. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 8, p. 361–367.
- FOWLER, A.E.; LEFFLER, J.W.; JOHNSON, S.P ; DELANCEY, L.B and SANGER, D.M 2016. Relationships Between Meteorological and Water Quality Variables and Fisheries-Independent White Shrimp (*Litopenaeus setiferus*) Catch in the ACE Basin NERR, South Carolina. *Estuaries and Coasts*, v. 39
- FRANSOZO, A.; COSTA, R.C.; MANTELATTO, F.L.M.; PINHEIRO, M.A.A.; SANTOS, S. 2002. Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, Sao Paulo, Brazil. *Modern Approaches to the Study of Crustacea*, v.1, p.117–125.

- GARCIA, S. 1983. The stock-recruitment relationship in shrimps : reality or artefacts and misinterpretations ? *Oceanografia tropical*, v. 18, p. 25-48.
- GARCÍA, S. e Le RESTE, L. 1987. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO Série Documento Técnico de Pesca, 203: 180 p.
- GARCIA, A.M.; VIEIRA, J.P.; WINEMILLER, K.O. 2001. Dynamics of the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil) during cold and warm ENSO episodes. *Journal of Fish Biology*, v. 59, p.1218–1238.
- GRIMM, A.M.; BARROS, V.R.; DOYLE, M.E. 2000. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, v.13, p. 35–58.
- GUNTER, G.; HILDEBRAND, H.H. 1954. The Relation of Total Rainfall of the State and Catch of the Marine Shrimp (*Penaeus setiferus*) in Texas Waters. *Bulletin of Marine Science*, v. 4, p.95-103.
- GUSMÃO, J.; LAZOSKI, C.; SOLÉ-CAVA, A.M. 2005. Population genetic structure of Brazilian shrimp species (*Farfantepenaeus* sp., *F. brasiliensis*, *F. paulensis* and *Litopenaeus schmitti*: Decapoda: Penaeidae). *Genetics and Molecular Biology*, v. 28, p. 165-171.
- HINRICHSSEN, H.H.; MÖLLMANN, C.; VOSS, R.; KÖSTER, F.W. and KORNILOVS, G. 2002. Bio-physical modelling of larval Baltic cod (*Gadus morhua*) survival and growth. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 59, p. 1858–1873.
- IBAMA 2006. *Estatística da pesca 2006 Brasil: Grandes regiões e unidades da federação*. 174 p. [online] <<http://www.ibama.gov.br/documentos-recursos-pesqueiros/estatistica-pesqueira>>.
- IBAMA 2008. *Instrução Normativa Nº 189, de 23 de setembro de 2008. Reunião final com representações das regiões sudeste e sul*. Processo IBAMA/SC no 2026.001828/ 2005-35.
- IBGE 2005. *Cidades*. [online] <www.cidades.ibge.gov.br>.
- INSTITUTO DE PESCA 2016. *Estatística Pesqueira*. [online] <www.pesca.sp.gov.br/estatistica>.
- IWATA, T.; INOUE, M.; NAKANO, S.; MIYASAKA, H.; DOI, A.; COVICH, A.P. 2003. Shrimp abundance and habitat relationships in tropical rain-forest streams, Sarawak, Borneo. *Journal of Tropical Ecology*, v. 19, p. 387-395.
- KOLLING, J.A.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O. 2014. Evaluation of determinants of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) catch abundance along a Southwest Atlantic subtropical shelf. *ICES Journal of Marine Science*, v. 71, p. 1793–1804.
- KÖSTER, F.W.; NEUENFELDT, S.; MÖLLMANN, C.; VINTHER, M.; ST. JOHN, M.A.; TOMKIEWICZ, J.; VOSS, R.; KRAUS, G. and SCHNACK, D. 2003. Fish stock development in the Central Baltic Sea (1976–2000) in relation to variability in the physical environment. *ICES Marine Science Symposia*, v. 219, p. 294–306.
- LE RESTE, L. 1980. The Relation of Rainfall to the Production of Penaeid Shrimp (*Penaeus duorarum*) in the Casamance Estuary (Senegal). *Proceedings of the Fifth International Symposium on tropical ecology*. International Society of Tropical Ecology, p.1169-1174.

- LESTER, L.J. and PANTE, M.J.R. 1992. Penaeid temperature and salinity responses. In: FAST, AW & JL LESTER (Eds.). *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices*. Elsevier, v 24, p. 515-534.
- LONERAGAN, N.R. 1999. River flows and estuarine ecosystems: implications for coastal fisheries from a review and a case study of the Logan River, southeast Queensland. *Australian Journal of Ecology*, v. 24, p. 431–440.
- LUBCHENCO, J.; NAVARRETE, S.A.; TISSOT, B.N. and CASTILLA, J.C. 1993. Possible ecological responses to global climate change: nearshore benthic biota of Northeastern Pacific coastal ecosystems. In: *Earth System Responses to Global Climate Change: Contrasts between North and South America* (eds Mooney, H.A., Fuentes, E.R. & Kronberg, B.I.). Academic Press, San Diego, CA, p. 147–166.
- LÜCHMANN, K. H.; FREIRE, A. S.; FERREIRA, N. C.; DAURA-JORGE, F. G.; MARQUES, M.R.F. 2008. Spatial and temporal variations in abundance and biomass of penaeid shrimps in the subtropical Conceição Lagoon, southern Brazil. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, v. 88, p. 293-299.
- LUGO, A. A. D.; MONTAÑO, O. J. F.; ÁLVAREZ, R.; GONZÁLEZ, L.; MÉNDEZ, J. AND CORONA, M. 2013. Catch per unit effort-environmental variables relations in the fishery of white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) from the Gulf of Venezuela. *Agricultural Sciences*, v.4, p. 83-90.
- MARENCO, J. A.; SCHAEFFER, R.; PINTO, H. S.; ZEE, D. M. W. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Rio de Janeiro: FBDS, 2009. 76 p.
- MÖLLER, O.O.; CASTELLO, J.P.; VAZ, A.C. 2009. The effect of river discharge and winds on the interannual variability of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* production in Patos Lagoon. *Estuaries and Coasts*, v. 32, p. 787-796.
- MORGAN, I.; MCDONALD, D.G.; WOOD, C.M. 2001. The cost of living for freshwater fish in a warmer, more polluted world. *Global Change Biology*, v. 7, 345–355.
- MOURA, D.A.; SHUKLA, J. 1981. On the dynamics of droughts in Northeast Brazil: Observation, theory and numerical experiments with General Circulation Model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 38, p 2653-2675.
- MUNGA, C.N.; MWANGI, S.; ONG'ANDA, H.; RUWA, R.; MANYALA, J.; GROENEVELD, J.C.; KIMANI, E. and VANREUSEL, A. 2013. Species composition, distribution patterns and population structure of penaeid shrimps in Malindi-Ungwana Bay, Kenya, based on experimental bottom trawl surveys. *Fisheries Research*, v. 147, p. 93–102.
- NETO, J.D. 1991. Pesca de camarões na costa norte do Brasil. *Atlântica*, v.13, p. 21-28.
- OUELLET, P.; FUENTES-YACO, C.; SAVARD, L.; PLATT, T.; SATHYENDRANATH, S.; KOELLER, P.; ORR, D.; SIEGSTAD, H. 2010. Ocean surface characteristics influence recruitment variability of populations of northern shrimp (*Pandalus borealis*) in the Northwest Atlantic. *Journal of Marine Science*, v. 68, p. 737-744.
- PENALBA, O.C.; RIVERA, J.A. 2016. Precipitation response to El Niño / La Niña events in Southern South America – emphasis in regional drought occurrences. *Advances in Geosciences*, v. 42, p. 1–14.

- PEREZ-FARFANTE, I. 1970. Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. *FAO Fisheries Synopsis*, v. 100. [online] URL: < <http://www.fao.org/docrep/005/ac765t/AC765T12.htm> >
- PUTTEN, I.E.; KULMALA, S.; THÉBAUD, O.; DOWLING, N.; HAMON, K.G.; HUTTON, T.; PASCOE, S. 2012. Theories and behavioural drivers underlying fleet dynamics models. *Fish and Fisheries*, v. 13, p. 216–235.
- SALDANHA-CORRÊA, F.M.P.; GIANESELLA, M.F. 2004. A microcosm approach on the potential effects of the vertical mixing of water masses over the primary productivity and phytoplankton biomass in the Southern Brazilian Coastal region. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 52, p.167-182.
- SANTOS, M.C.F.; FREITAS, A.E.T.S. 2004. Estrutura populacional e pesca do camarão-branco *Penaeus schmitti* Burkenroad (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na Lagoa Papari, Município de Nisia Floresta (Rio Grande do Norte – Brasil). *Boletim Técnico Científico CEPENE*, v. 12, p. 23-42.
- SANTOS, J.L.; SEVERINO-RODRIGUES, E.; VAZ-DOS-SANTOS, A.M. 2008. 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.
- SANTOS, M.C.F. 2010. Ordenamento da pesca de camarões no nordeste do Brasil. *Boletim Técnico Científico CEPENE*, v. 18, p. 91-98.
- SANTOS, A.P.F.; SIMÕES, S.M.; BOCHINI, G.L.; COSTA, C.H. and COSTA, R. C. 2015. Population parameters and the relationships between environmental factors and abundance of the *Acetes americanus* shrimp (Dendrobranchiata: Sergestidae) near a coastal upwelling region of Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 63, p. 229-238.
- SHELTEMA, R.S. 1986. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of problems. *Bulletin of Marine Science*, v. 39, p. 290-322.
- SILVA, F.E. 2012. *Efeito de variáveis climáticas, hidrológicas e físico-químicas nas capturas do camarão sete-barbas (Xiphopenaeus kroyeri), na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. Itajaí. 61f. Dissertação de Mestrado em Ciência e tecnologia ambiental. UNIVALI). [online] <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FIM5SmHgMMJ:www.avesmarinhas.com.br/Mestrado%2520Fabricio.pdf+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=br>> Acesso em: 23 mai. 2016.*
- TING, M.; WANG, H. 1997. Summertime U.S. precipitation variability and its relation to Pacific sea surface temperature. *American Meteorological Society*, v.10, p. 1853-1872.
- TWEDDLE, G.P; CYRUS, D. P & VIVIER, L. 2016. Penaeid and carid community changes in the St Lucia estuarine lake system, South Africa, under low water level, extended closed periods and marine reconnection conditions. *African Journal of Aquatic Science*, p. 1–16.
- VALENTINI H.; D'INCAO, F.; RODRIGUES, L. F.; NETO, J. E.R.; RAHN, E. 1991. Análise da pesca do camarão-rosa (*Penaeus brasiliensis* e *Penaeuspaulensis*) nas regiões sudeste e suldo Brasil. *Atlântica*, v.13, p.143-157.

VIANA, D.F.; CAMARGO, E.; DUTRA, G.F. 2015. Avaliação econômica da pesca do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862), no município de Caravelas – BA, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 41, p. 419-428.

WARD, M.N.; FOLLAND C.K. 1991. Prediction of seasonal rainfall in the Northnordeste of Brazil using eigenvectors of sea-surface temperature. *International Journal of Climatology*, v. 11, p. 711-743.

YE, Y.; MOHAMMED, H.M.A. 1998. Analysis of variation in catchability of *Penaeus semisulcatus* in waters off Kuwait. *Fishery Bulletin*, v. 97, p. 702-712.

ZACHARIA, S. and KAKATI, V.S. 2004. Optimal salinity and temperature for early developmental stages of *Penaeus merguensis* De man. *Aquaculture*, v. 232, p. 373-382.

ZUUR, A.F.; IENO, E.N.; SMITH, G.M. 2007. *Analysing Ecological Data. Statistics for biology and health*. Heidelberg, Germany: Springer. 672p.