



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPAQ- DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA

MATHEUS LOURENÇO SOARES DA SILVA

**Avaliação da situação dos estoques de camarões capturados comercialmente  
no nordeste do Brasil com métodos para dados limitados**

MONOGRAFIA

Recife  
2019

MATHEUS LOURENÇO SOARES DA SILVA

**Avaliação da situação dos estoques de camarões capturados comercialmente  
no nordeste do Brasil com métodos para dados limitados**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Humber Agrelli Andrade

Recife  
2019

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

S586a Silva, Matheus Lourenço Soares da  
Avaliação da situação dos estoques de camarões capturados  
comercialmente no nordeste do Brasil com métodos para dados  
limitados / Matheus Lourenço Soares da Silva. – 2019.  
36 f. : il.

Orientador(a): Humber Agreli Andrade.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura,  
Recife, BR-PE, 2019.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Camarão – Pesca 2. Controle de estoque 3. Recursos  
pesqueiros I. Andrade, Humber Agreli, orient. II. Título

CDD 639

MATHEUS LOURENÇO SOARES DA SILVA

**Avaliação da situação dos estoques de camarões capturados comercialmente  
no nordeste do Brasil com métodos para dados limitados**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
curso de Engenharia de Pesca da Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, como parte dos  
requisitos necessários à obtenção do título de  
Egenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Humber Agrelli Andrade

Recife, de Junho de 2019

Trabalho aprovado. Recife , data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

**Nome do Orientador**

---

**Membro titular**

---

**Membro titular**

---

**Membro Suplente**

Recife

2019

## Agradecimentos

A Deus por ter me proporcionado valiosos momentos de aprendizagem, entusiasmo e força de vontade. Aos meus pais Gelcino Loureço e Maria José por sempre darem todo apoio e suporte aos meus estudos e minha vida acadêmica. Ao professor orientador Prof. Dr. Humber Agreli Andrade meu agradecimento especial, pelos valiosos ensinamentos, orientações e apoio, tornando possível a realização desta pesquisa.

Agradeço a todos os docentes do Curso de Engenharia de Pesca da UFRPE/SEDE que através de suas disciplinas me passaram vários ensinamentos que auxiliaram na minha caminhada. Aos companheiros de trabalho do laboratório de modelagem estatística aplicada- MOE, aos amigos que me acompanharam durante a jornada do curso de graduação e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

## Resumo

O objetivo do trabalho foi analisar os dados disponíveis sobre a pesca de camarões na região Nordeste para avaliar as situações do estoque das principais espécies capturadas na região. Para isso foram analisados dados disponíveis sobre captura e crescimento dessas espécies. Foi analisado inicialmente a captura geral ao longo dos anos e feita utilização de modelos para avaliar o estado das pescarias. Os resultados demonstraram que a pesca de camarões no Nordeste é uma atividade crescente ao longo dos anos e dentre as espécies capturadas, o camarão rosa (*Penaeus Subtilis*) se apresentou com comprimento de primeira captura  $L_c = 9$  cm, rendimento por recruta de  $Y/R = 1,08$  g, mortalidade por pesca  $F_{\text{máx.}} = 4,9$ , com capturas abaixo do tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ), gerando um Rendimento Máximo Sustentável de 532 t. Para o camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus Kroery*) que é mais abundante que os demais, observou-se uma situação com  $L_c = 8$  cm, um  $Y/R = 0,16$  g,  $F_{\text{máx.}} = 12$ , sendo capturado acima do  $L_{50}$  para espécie, e gerou-se um Rendimento Máximo Sustentável próximo de 7525 t para a espécie. E para o camarão branco (*Penaeus Schimitt*) observou-se  $L_c = 10$  cm,  $Y/R = 1,30$  g,  $F_{\text{máx.}} = 6,2$ , com capturas abaixo do  $L_{50}$  e com um Rendimento Máximo Sustentável estimado de 3300 t para a espécie. Em geral essas pescarias são realizadas sem estabelecimento de quotas de captura, abaixo do comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) e em altos coeficientes de mortalidade por pesca, porém não observou-se sinais de declínios nos rendimentos, ou de sobrepesca de acordo com as combinações de  $F$  e  $L_c$  observadas para a região. O conhecimento sobre o rendimento máximo sustentável e rendimento por recruta podem servir de ferramentas úteis para propor medidas de gestão desses recursos.

**Palavras-chave:** Pesca de camarão. Avaliação de estoque. Casos pobres de dados.

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the stocks situation of the most *penaeidae* species caught and propose management measures for Northeast region stocks. For this, available data about catch and growth were analyzed for these species. First of all, the overall catch was analyzed over the years and state of the fisheries assessed using data poor models. The results showed that Northeast shrimp fishing growing over the years and about caught species, pink shrimp (*Penaeus Subtilis*) have a first catch length around  $L_c = 9$  cm, giving yield per recruit of  $Y / R = 1,08$  g, fishing mortality  $F_{msy} = 4,9$ , with catches below first maturation length ( $L_{50}$ ), giving a Maximum Sustainable Yield around 532 t. For sea-bob shrimp (*Xiphopenaeus Kroery*) which is more abundant than others, was observed with  $L_c = 8$  cm, a  $Y/R = 0,16$  g,  $F_{msy}=12$ , being caught above first maturation length ( $L_{50}$ ), showing Maximum Sustainable Yield around 7525 t. For white shrimp (*Penaeus Schimitt*)  $L_c = 10$  cm,  $Y/R = 1,30$  g,  $F_{msy} = 6,2$ , with catches below the  $L_{50}$  and an estimated Maximum Sustainable Yield around 3300 t. In general, these fisheries are carried out without catch quotas, below first maturation length ( $L_{50}$ ) and high fishing mortality coefficients, but according to  $F$  and  $L_c$  combinations there have been no signs of declining yields or overfishing. Knowledge about maximum sustainable yield and yield per recruit can be useful for management decisions about these resources.

**Keywords:** Shrimp fishing. Stock assessment. Data poor.

## Lista de figuras

Figura 1- Série temporal das capturas gerais de camarões no Nordeste.....	16
Figura 2- Série temporal das capturas da categoria o camarão rosa ( <i>Penaeus Subtilis</i> , <i>Penaeus Brasiliensis</i> e <i>Penaeus Paulensis</i> ).....	17
Figura 3- Série temporal das capturas do <i>Xiphopenaeus Kroyeri</i> .....	18
Figura 4- Série temporal das capturas do <i>Penaeus schmitti</i> .....	19
Figura 5- Rendimentos por recruta para o <i>Penaeus subtilis</i> .....	22
Figura 6- Rendimentos por recruta para o <i>Xiphopenaeus Kroyeri</i> .....	23
Figura 7- Rendimentos por recruta para o <i>Penaeus schmitti</i> .....	24
Figura 8. Intervalos de biomassa para o camarão rosa ( <i>Penaeus Subtilis</i> , <i>Penaeus Brasiliensis</i> e <i>Penaeus Paulensis</i> ).....	25
Figura 9. Intervalos de biomassa para o <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> e para o <i>Penaeus schmitti</i> .....	26
Figura 10- Análise de redução de estoque para o camarão rosa ( <i>Penaeus Subtilis</i> , <i>Penaeus Brasiliensis</i> e <i>Penaeus Paulensis</i> ).....	27
Figura 11- Análise de redução de estoque para o <i>Xiphopenaeus Kroyeri</i> .....	28
Figura 12- Análise de redução de estoque para o <i>Penaeus schmitti</i> .....	29

## **Lista de tabelas**

Tabela 1- Dados de capturas registrados para todas as espécies.....	14
Tabela 2- Parâmetros populacionais de cada espécie.....	19

## Sumário

<b>1 Introdução.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Material e Métodos.....</b>	<b>12</b>
2.1 Banco de dados.....	12
2.2 Análise exploratória .....	12
2.3 Parâmetros de modelos de dinâmica populacional e de seletividade.....	12
2.4 Rendimento por recruta ( <i>Yield per Recruit</i> - Y/R) .....	13
2.5 Análise de Redução de Estoque ( <i>Stock Reduction Analysis</i> -SRA).....	14
<b>3 Resultados .....</b>	<b>15</b>
3.1 Visão geral.....	15
3.2 Dinâmica populacional.....	20
3.3 Rendimento por recruta (Y/R).....	23
3.4 Análise de redução de estoque (SRA).....	25
<b>4 Discussão.....</b>	<b>30</b>
<b>5 Considerações finais.....</b>	<b>33</b>
<b>Referências.....</b>	<b>34</b>

## 1. Introdução

A pesca de camarões peneídeos é uma antiga e importante atividade executada tanto artesanalmente quanto industrialmente em regiões tropicais e subtropicais do mundo. A partir da década de 1950, houve grande expansão em escala industrial, que se iniciou no México e se estendeu rapidamente para a América do Sul (Garcia; Le Reste, 1987; Gillett, 2008). No Brasil, a atividade é realizada ao longo de todo o litoral, com grande relevância histórica, cultural, social e econômica (Branco, 2005). Apesar dessa importância, as estatísticas pesqueiras para o camarão no Brasil, a exemplo do que ocorre para as demais espécies de pescado, são bastante defasadas e remetem a 2011. Para aquele ano estima-se que foi desembarcado 38.729 t de camarões peneídeos, correspondendo a 67,4% do total de crustáceos capturados. Na região Nordeste, o camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) é o mais frequentemente capturado e o predominante em peso, seguido do camarão branco (*Penaeus schmitti*) e do grupo de espécies que compõe a categoria denominada de camarão-rosa (*Penaeus subtilis*, *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) (IBAMA, 1994; MPA, 2012). No caso do camarão-rosa o *P.subtilis* é a espécie predominante no Nordeste enquanto que as capturas das demais espécies do mesmo gênero são muito pequenas.

Na Lei do Mar, de 1982 (UNCLOS, 1982) as nações do mundo acordaram em manter os níveis de exploração dos estoques de forma que pudessem produzir o Rendimento Máximo Sustentável (RMS). Com isso, sistemas de monitoramento e controle foram introduzidos na Austrália, Nova Zelândia (MFNZ, 2008), Estados Unidos (MSA, 2006) e Europa (EC, 2001). Para gerar informações necessárias para o manejo adequado dos estoques de camarão, frequentemente são utilizados modelos de excedente de produção, como os de Fox (1970), Schaefer (1954), Pella-Tomlinson (1969), ou o modelo de rendimento por recruta Beverton e Holt (1957) (Watari, 2011; Mohsin, 2017). Entretanto, para a grande maioria dos estoques explorados atualmente, incluindo os de camarão, não se dispõem de uma grande quantidade de estimativas de RMS por conta da limitação de dados disponíveis para a aplicação de modelos de avaliação de estoques mais detalhados (Martell & Froese, 2013; Berkson & Thorson, 2015). Com isso, para gerar estimativas de RMS e outros pontos de referência para a gestão de pescarias pobres de dados, foram desenvolvidos diversos métodos mais simples (Dick, 2011; Martell e Froese, 2013).

A falta de séries temporais de dados de qualidade dificulta a obtenção de estimativas para os camarões do nordeste a partir de modelos de avaliação de estoques detalhados, nesse trabalho foram utilizadas abordagens para casos pobres de dados. Optou-se pela aplicação da Análise de Redução de Estoque (*Stock Reduction Analysis-SRA*), que foi proposta inicialmente por Kimura e Tagart (1982), e popularizada depois de Martell e Froese (2013). A SRA permite a estimativa do RMS a partir de dados de captura somente e de alguma informação sobre os atributos biológicos da espécie. Essa seria uma alternativa visto que há séries temporais de capturas em boletins estatísticos. A

segunda opção considerada foi a utilização de modelos que não demandam séries temporais de dados de pesca (e.g. captura), e que dependem basicamente de informações sobre a dinâmica populacional, como por exemplo o modelo de rendimento por recruta (*Yield per Recruit* - Y/R) desenvolvido inicialmente por Beverton e Holt (1957). Neste caso podem ser estimados o valor máximo de Y/R ( $Y/R_{\text{máx}}$ ), o coeficiente de mortalidade por pesca associado a esse máximo ( $F_{\text{máx}}$ ), e outros pontos de referência como o  $F_{0,1}$ . As estimativas obtidas com estas análises mais simples tem utilidade direta para a gestão das pescarias e estoques de camarões, mas podem também ser comparados com estimativas derivadas de modelos mais detalhados na busca por tomadas de decisão de gestão bem fundamentadas.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Banco de dados

As informações sobre as capturas foram extraídas de boletins estatísticos pesqueiros que contém dados de diversas fontes, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), Ministério da Agricultura (MA), Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). Nesse processo foram obtidas informações sobre as quantidades capturadas em peso por espécie para os diferentes estados da região Nordeste entre 1956 a 2007, as quais em alguns anos são discriminadas por espécies e em outros são colocadas na categorial geral de “camarões”.

### 2.2- Análise exploratória

Inicialmente, foram realizadas análises estatísticas exploratórias (e.g. tabelas, gráficos descritivos) com a finalidade de observar e analisar a composição dos dados para descrever as variações anuais de captura e os parâmetros de crescimento, maturação, mortalidade e seletividade.

### 2.3- Parâmetros de modelos de dinâmica populacional e de seletividade

Parâmetros de modelos de crescimento, maturação, mortalidade e de seletividade foram levantados e extraídos de publicações científicas para as principais espécies de camarões capturadas, o sete-barbas (*X. Kroyeri*), rosa (*P. subtilis*) e o branco (*P. schmitti*). Foram extraídos o coeficiente de crescimento do modelo de von Bertalanffy (K), Intercepto do modelo de crescimento de von Bertalanffy no eixo das abcissas que corresponde à idade ( $T_0$ ), Idade de primeira captura que corresponde à idade para a qual há uma probabilidade de 0,5 de retenção no aparelho de pesca se houver contato com o mesmo ( $T_c$ ), Idade de recrutamento para a pesca que corresponde a idade em que os indivíduos se deslocam para as áreas de pesca onde os adultos se localizam ( $T_r$ ), Assíntota do modelo de crescimento de peso em função de idade na qual representa

o momento em que os incrementos de peso passam a ser mínimos para a espécie ( $W_{\infty}$ ), Coeficiente de mortalidade por pesca que representa a fração da abundância que é capturada pela pesca ( $F$ ), Coeficiente de mortalidade natural que representa as perdas de biomassa por causas naturais como predação, morte por velhice, doenças e inanição. Nos casos em que mais de um parâmetro foi encontrado para a espécie, calculou-se a média entre eles priorizando os que foram encontrados para a região Nordeste e foram realizadas análises de sensibilidade para verificar a influência das diferentes estimativas na construção de pontos de referência para a gestão.

#### 2.4- Rendimento por recruta (*Yield per Recruit* - Y/R)

Os parâmetros populacionais de crescimento, maturação, mortalidade e seletividade obtidos foram utilizados para o modelo de rendimento por recruta (*Yield per Recruit* - Y/R) na sua versão mais clássica (Beverton e Holt, 1957). Para o caso do camarão rosa que é considerado uma categoria de espécies, foi focado na espécie *Penaeus subtilis* por maior disponibilidade de parâmetros para a região Nordeste. Com este modelo foram feitas simulações de Y/R para diferentes combinações de mortalidade por pesca e de idade de primeira captura. Como o modelo é para dados limitados e há várias pressuposições acerca de que o recrutamento do estoque é constante ao longo do tempo e a mortalidade natural e por pesca são constantes desde que se inicia a fase explorada, então normalmente se faz uso de seus resultados de forma precautória, com a adoção do  $F_{0,1}$  originalmente proposto por Gulland e Boerema (1973), ao invés da mortalidade por pesca que levaria ao máximo rendimento ( $F_{\text{máx}}$ ). Assim, é de utilidade estimar valores de  $F_{0,1}$  para diferentes alternativas de comprimento de primeira captura.

Formulação original:

$$\frac{Y}{R} = F \times e^{[-M \times (T_c - T_r)]} \times W_{\infty} \times \left[ \frac{1}{Z} - \frac{3H}{Z + K} + \frac{3H^2}{Z + 2K} - \frac{H^3}{Z + 3K} \right]$$

em que:

$$H = e^{[-K(T_c - T_0)]}$$

$K$  = coeficiente de crescimento do modelo de von Bertalanffy

$T_0$  = Intercepto do modelo de crescimento de von Bertalanffy no eixo das abcissas que corresponde à idade

$T_c$  = Idade de primeira captura que corresponde à idade para a qual há uma probabilidade de 0,5 de retenção no aparelho de pesca se houver contato com o mesmo

$T_r$  = Idade de recrutamento para a pesca

$W_{\infty}$  = Assíntota do modelo de crescimento de peso em função de idade

$F$  = Coeficiente de mortalidade por pesca

$M$  = Coeficiente de mortalidade natural

$Z = F + M$  = Coeficiente de mortalidade total

## 2.5- Análise de Redução de Estoque (*Stock Reduction Analysis*-SRA)

Inicialmente foram construídas séries temporais de capturas por espécie para região que servem como ponto de referência para as estimativas iniciais de intervalos de redução da biomassa ( $B/K$ ) como sendo uma fração da capacidade de suporte ( $K$ ), baseados no pressuposto de que se a primeira captura equivaler a menos de 50% da máxima captura seria provável que o nível da biomassa no início da série ainda se mantinha alto e próximo da capacidade de suporte ( $K$ ) então é classificado num intervalo entre 0,5-0,9, caso contrário é classificado num intervalo entre 0,3-0,6. Os limites de redução da biomassa ( $B/K$ ) para o fim da série, foram estimados baseado no pressuposto de que se a última captura observada equivaler a mais de 50% da máxima captura da série temporal e seria provável que o nível da biomassa se mantém alto pela manutenção de recentes capturas em relação as maiores capturas observadas, então é determinado um intervalo entre 0,3-0,7, caso contrário fica entre 0,01-0,4. As séries temporais também foram utilizadas para pressuposições acerca da inicial capacidade de suporte ( $K$ ), como sendo um intervalo entre a máxima captura observada e cinquenta vezes essa máxima captura. A partir disso, foi conduzida a Análise de Redução de Estoque (SRA) como disposto em Martell e Froese (2013) que gerou estimativas de Rendimento Máximo Sustentável (RMS) determinando inicialmente prévias distribuições de  $r$  e  $k$  e de limites da relativa redução da biomassa no início e no fim da série, a partir disso, utiliza-se o modelo de Schaefer (1954) para calcular a trajetória da biomassa de forma que sempre que um par de  $r$  e  $k$  gerava uma trajetória que caia dentro dos limites assumidos de redução da biomassa, esses pares eram guardados e utilizados para o cálculo do RMS.

Formulação:

$$\{r, k\}$$

$$B_{n+1} = \left[ B_t + rB_t \left( 1 - \frac{B_t}{k} \right) - c_t \right]$$

$$\lambda_1 \leq \frac{B_{n+1}}{k} \leq \lambda_2 = 1 \quad \& \quad \lambda_1 > \frac{B_{n+1}}{k} > \lambda_2 = 0$$

$$RMS = \frac{1}{4}rk$$

Onde:

$r$ = Taxa intrínseca de crescimento

$K$ = Capacidade de suporte

$B$ = Biomassa da população

$\lambda_1, \lambda_2$ = Limites inferior e superior para o nível de depleção

RMS= Rendimento Máximo Sustentável

### 3. Resultados

#### 3.1 Visão geral

As capturas de todas as espécies agregadas foi observada entre 1956 e 2007 com uma lacuna no ano de 1961. Em relação a discriminação, se observa uma clara melhoria no sistema de identificação das espécies ao longo dos anos não havendo discriminação no início da série, apenas sendo observada a partir do ano de 1978 para o camarão sete-barbas (*X. kroyeri*), para o camarão branco (*P. schmitti*) só são observadas a partir do ano de 1980 e para o grupo de espécies que compõem o camarão rosa (*Penaeus subtilis*, *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) a partir de 1986. Dentre os órgãos o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) inicia na publicação dos dados de capturas, a partir de 1961 a 1970 a responsabilidade passa também para o Ministério da Agricultura (MA). De 1971 a 1979 o Ministério da Agricultura (MA) e a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) ficaram responsáveis por essa tarefa até que no ano de 1980 volta a ser novamente responsabilidade do IBGE até o ano de 1989 quando as capturas começam a ser mais discriminadas entre as espécies. A partir de 1990 a 2007 os boletins são publicados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) nos quais se observa uma constância nas capturas registradas entre os anos de 1990 a 1994 com posterior normalização dos montantes registrados (**Tabela 1**).

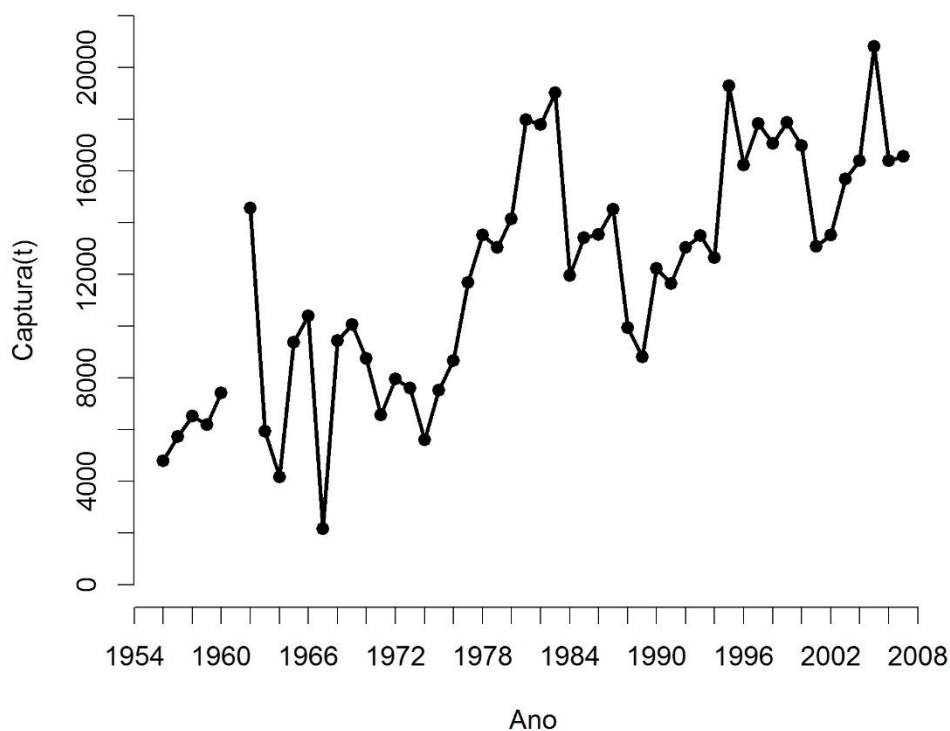
**Tabela 1.** Dados de capturas registrados para todas as espécies, para o camarão rosa (*Penaeus subtilis*, *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*), camarão branco (*Penaeus schmitti*) e camarão sete-barbas (*X. kroyeri*) expressas em toneladas (t), separados por órgão responsável pelos levantamentos dos dados de captura entre os anos de 1956 a 2007.

Ano	Total(t)	Camarão rosa(t)	Camarão branco(t)	Camarão sete-barbas(t)	Órgão
1956	4800				IBGE
1957	5726				IBGE
1958	6527				IBGE
1959	6177				IBGE
1960	7408				IBGE
1961					MA
1962	14569				MA
1963	5929				IBGE
1964	4168				IBGE
1965	9375				IBGE
1966	10390				MA
1967	2172				MA

1968	9434				MA
1969	10056				MA
1970	8739				MA
1971	6556				MA/SUDEPE
1972	7963				MA/SUDEPE
1973	7599				MA/SUDEPE
1974	5605				MA/SUDEPE
1975	7517				MA/SUDEPE
1976	8666				MA/SUDEPE
1977	11692				MA/SUDEPE
1978	13519			20	MA/SUDEPE
1979	13039			121	MA/SUDEPE
1980	14150		53	223	IBGE
1981	17976		155	92	IBGE
1982	17791		128	1243	IBGE
1983	19011		88	568	IBGE
1984	11948		1304	3652	IBGE
1985	13413		1320	4677	IBGE
1986	13544	1	1538	3190	IBGE
1987	14515	20	2303	2618	IBGE
1988	9942	12	3430	3209	IBGE
1989	8808	8	2172	3453	IBGE
1990	12225	5	2082	1888	MMA/IBAMA
1991	11652	5	2082	1888	MMA/IBAMA
1992	13033	5	2082	1888	MMA/IBAMA
1993	13493	5	2082	1888	MMA/IBAMA
1994	12650	5	2082	1888	MMA/IBAMA
1995	19295	63	2857	3349	MMA/IBAMA
1996	16233	121	3632	4811	MMA/IBAMA
1997	17833	684	3153	8137	MMA/IBAMA
1998	17055	667	3305	6569	MMA/IBAMA
1999	17869	2679	3851	5847	MMA/IBAMA
2000	16971	908	3653	7683	MMA/IBAMA
2001	13084	331	2841	6568	MMA/IBAMA
2002	13510	316	2851	6781	MMA/IBAMA
2003	15678	291	3378	7877	MMA/IBAMA
2004	16396	249	3600	7749	MMA/IBAMA
2005	20806	557	3560	10699	MMA/IBAMA
2006	16390	907	3399	8113	MMA/IBAMA
2007	16553	636	3612	8606	MMA/IBAMA

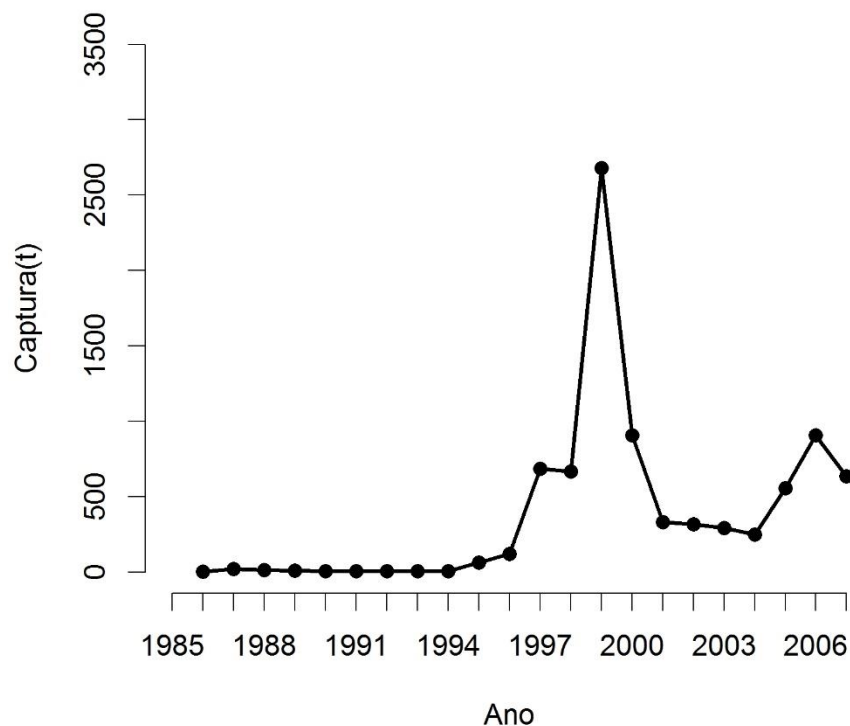
A captura de todas as espécies de camarões agregadas apresentou tendência geral de crescimento ao longo do tempo (**Figura 1**). No início da série houve grandes oscilações picos e quedas acentuadas entre 1956 e 1975, apresentando lacuna nos dados no ano de 1961 e logo após destaque para o pico de 1400 t de 1962 e uma mínima de 2000 t em 1967. A partir de 1974 houve um incremento consistente das capturas que atingem um patamar mais elevado. Em 1983 há um

pico de quase 20000 t, com posterior queda de captura, atingindo menos de 10000 t em 1989. Do final da década de 1980 a meados da década de 1990 há novo crescimento consistente das capturas, que a partir de 1995 se mantém no geral superior a 15000 t até final da série temporal em 2007. A exceção neste período são os anos de 2001 e 2002 com valores mais baixos. O máximo histórico da série aparece em 2005 com 22000 t.



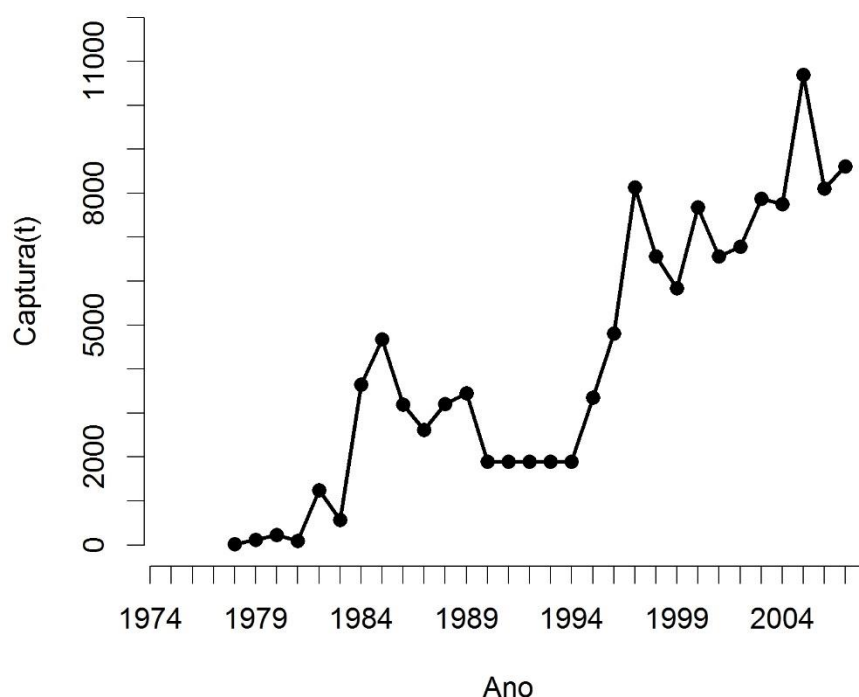
**Figura 1.** Série temporal das capturas de todas as espécies de camarões agregadas, para a região Nordeste no período de 1956 a 2007.

Dentre as espécies, a categoria camarão rosa (*Penaeus subtilis*, *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) em geral, as capturas se mostraram relativamente baixas se comparado com as demais espécies. A série inicia no ano de 1986 em baixas quantidades, sendo inferiores a 100 t até o ano de 1995 quando se observa um aumento das capturas e é registrado o maior pico de 2679 t no ano de 1999. Após isso, as capturas voltam a se estabilizar em valores abaixo de 500 t com destaque para um pico no fim da série de 907 t (**Figura 2**).



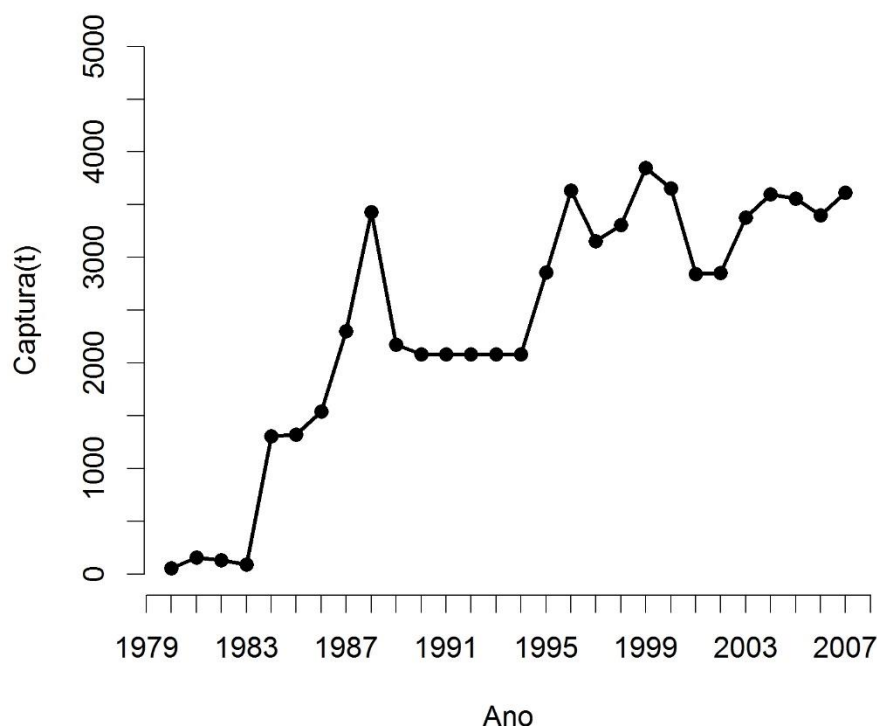
**Figura 2.** Série temporal das capturas da categoria camarão rosa (*Penaeus subtilis*, *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*) para a região Nordeste no período de 1986 a 2007.

Para o camarão sete-barbas (*X. kroyeri*), de um modo geral, apresentou uma tendência de crescimento ao longo dos anos. Iniciando os reportes em 1978 em quantidades inferiores a 2000 t, com destaque para o pico de 4677 t em 1985. Após a estabilização das capturas entre os anos de 1990 a 1994 os incrementos passam a ser maiores e picos cada vez maiores são atingidos de 8137 t em 1997 e 10699 t em 2005 próximo ao fim da série (**Figura 3**).



**Figura 3.** Série temporal das capturas do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) para a região Nordeste no período de 1978 a 2007.

Para o camarão branco (*Penaeus schmitti*), em geral as capturas se mostraram em uma tendência de alta seguida de uma estabilização. A série inicia no ano de 1980 com valores inferiores a 200 t e após isso há um aumento das capturas chegando a atingir um pico de 3430 t em 1988. Após a estabilização de 1990 a 1994 as capturas voltam a crescer atingindo o maior pico de 3851 t em 1999. A partir disso é observada uma leve diminuição nas capturas apresentando pico levemente inferior de 3600 t em 2004 e de 3612 t no último ano da série (**Figura 4**).



**Figura 4.** Série temporal das capturas do camarão branco (*Penaeus schmitti*) para a região Nordeste no período de 1980 a 2007.

### 3.2 Dinâmica populacional

Para a espécie que compõe a categoria de camarão rosa (*Penaeus subtilis*, *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis*), e para o camarão sete-barbas (*X. Kroyeri*) e branco (*P. schmitti*) foram encontradas na literatura estimativas de comprimento assintótico ( $L_{\infty}$ ), peso assintótico ( $W_{\infty}$ ), coeficiente de crescimento do modelo de von Bertalanffy ( $K$ ), tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ), tamanho de recrutamento ( $L_r$ ), tamanho de primeira captura ( $L_c$ ), associado ao local onde foi realizado a pesquisa e seu respectivo autor. Para as espécies *Penaeus brasiliensis* e *Penaeus paulensis* houve maior disponibilidade das estimativas de  $L_{\infty}$  e  $K$ , enquanto que para o *Penaeus subtilis* houve uma maior quantidade de dados disponíveis principalmente acerca do  $L_{50}$ ,  $L_r$  e  $L_c$ . Para o *Xiphopenaeus Kroyeri* há uma grande quantidade de estudos feitos em várias localidades, e observou-se uma discrepância entre o  $L_{\infty}$  e o  $K$  sendo aparentemente maiores na região Nordeste e menores nas regiões Sul e Sudeste (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Parâmetros populacionais de cada espécie utilizados para o modelo de rendimento por recruta (Y/R), na qual o comprimento assintótico ( $L_{\infty}$ ), peso assintótico ( $W_{\infty}$ ), coeficiente de crescimento do modelo de von Bertalanffy ( $K$ ), tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ), tamanho de recrutamento ( $L_r$ ), tamanho de primeira captura ( $L_c$ ), estão representados em milímetros (mm), divididos pelo comprimento total (TL) ou pelo comprimento de carapaça (CL).

Espécie	$L_{\infty}$ (TL)	$L_{\infty}$ (CL)	$W_{\infty}$ (g)	K(ano)	$L_{50}$ (CL)	$L_{50}$ (TL)	$L_r$ (TL)	$L_r$ (CL)	$L_c$ (CL)	$L_c$ (TL)	Local	Autor
<i>P.subtilis</i>					22	97,68	124,13	28	13	58	Pará/Norte	CARVALHO
<i>P.subtilis</i>	201,73	45,6	63,4	1,28					20	88,86	Nordeste	SILVA
<i>P.subtilis</i>	209,67	47,4	70,8	1,19					20	88,86	Nordeste	SILVA

<i>P.subtilis</i>	191,15	43,2	39,8	1,1							Nordeste	ISAAC
<i>P.subtilis</i>					25,4	112,67					Pernambuco/Nordeste	SILVA
<i>P.subtilis</i>					23,4	103,85					Pernambuco/Nordeste	COELHO
<i>P.subtilis</i>					25,6	113,55					Nordeste	ISAAC
<i>P.subtilis</i>				1,2							Nordeste	SILVA
<i>P.subtilis</i>				1,24							Norte	ISAAC
<i>P.subtilis</i>					29,1	128,98					Norte	CINTRA
<i>P.subtilis</i>					16	71,22					Pitimbu/NE	SANTOS
<i>P.subtilis</i>					23,7	105,17					Tamandaré/NE	COELHO
<i>P.subtilis</i>					15,5	69,02					Alagoas/ NE	SANTOS
<i>P.paulensis</i>	211,43	47,8		1,96			60,2	13,5			Baía de santos/SE	LOPES
<i>P.brasiliensis</i>	232,16	52,5		1,6							Baía de santos/SE	LOPES
<i>P.paulensis</i>	124,13	28									Santa Catarina/SUL	BRANCO
<i>P.brasiliensis</i>	248,47	56,2		0,87							Sudeste	LEITE & PETRERE
<i>P.paulensis</i>	221,13	50		0,96							Sudeste	LEITE & PETRERE
<i>X.kroyeri</i>					16	79,2	130,52	26	13	63,8	Pará/Norte	CARVALHO
<i>X.kroyeri</i>	148,49	29,5	14,2	2,85							Sul	GRABOWSKI
<i>X.kroyeri</i>	164,4	32,6	18,4	0,87							Bahia/NE	SANTOS E IVO
<i>X.kroyeri</i>	142,84	28,4	12,9	2,73							São Paulo/SE	HECKLER
<i>X.kroyeri</i>	148,49	29,5	14,2	2,83							Santa Catarina/SUL	CAMPOS
<i>X.kroyeri</i>	132,06	26,3	10,6	1,75	18,6	92,55			17,5	86,9	Pernambuco/NE	LOPES
<i>X.kroyeri</i>	153,62	30,5	14,9	1,75	18,6	92,55			17,5	86,9	Pernambuco/NE	LOPES
<i>X.kroyeri</i>	145,92	29	13,6	1,75	18,6	92,55			17,5	86,9	Pernambuco/NE	LOPES
<i>X.kroyeri</i>	152,59	30,3	15,2	1,75	18,6	92,55			17,5	86,9	Pernambuco/NE	LOPES
<i>X.kroyeri</i>	69,97	14,2	14,5	0,57							Paraná/Sul	BRANCO
<i>X.kroyeri</i>	75,61	15,3		0,35							Baía de santos/SE	SANTOS
<i>X.kroyeri</i>	66,37	13,5		0,58							Paraná/SUL	AMADO
<i>X.kroyeri</i>	79,2	16		0,22							Baía de tijucas/SUL	NASCIMENTO
<i>X.kroyeri</i>	69,97	14,2		0,57							Praia de matinhos/SUL	BRANCO
<i>X.kroyeri</i>					12,6	61,76					Espírito santo/SE	EUTRÓPIO
<i>X.kroyeri</i>	142,33	28,3	16,3	0,28	16,8	83,31					Santa Catarina/SUL	BRANCO
<i>X.kroyeri</i>	124,88	24,9	11,8		15,5	76,64					Itajaí/SUL	BRANCO
<i>X.kroyeri</i>	162,86	32,3			15,5	76,64					Ubatuba/SE	CASTILHO
<i>X.kroyeri</i>					14,5	71,51	53,54	11	17,5	86,9	BAHIA/NE	SANTOS
<i>X.kroyeri</i>	162,86	32,3	17,9	0,35							São Paulo/SE	SANTOS
<i>X.kroyeri</i>	141,81	28,2	12,7	0,58							Paraná/SUL	AMADO
<i>X.kroyeri</i>	170,55	33,8	20,1	1,16			63,81	13			Nordeste	SANTOS
<i>X.kroyeri</i>					14,2	69,97					Piaçabuçu/ NE	SANTOS

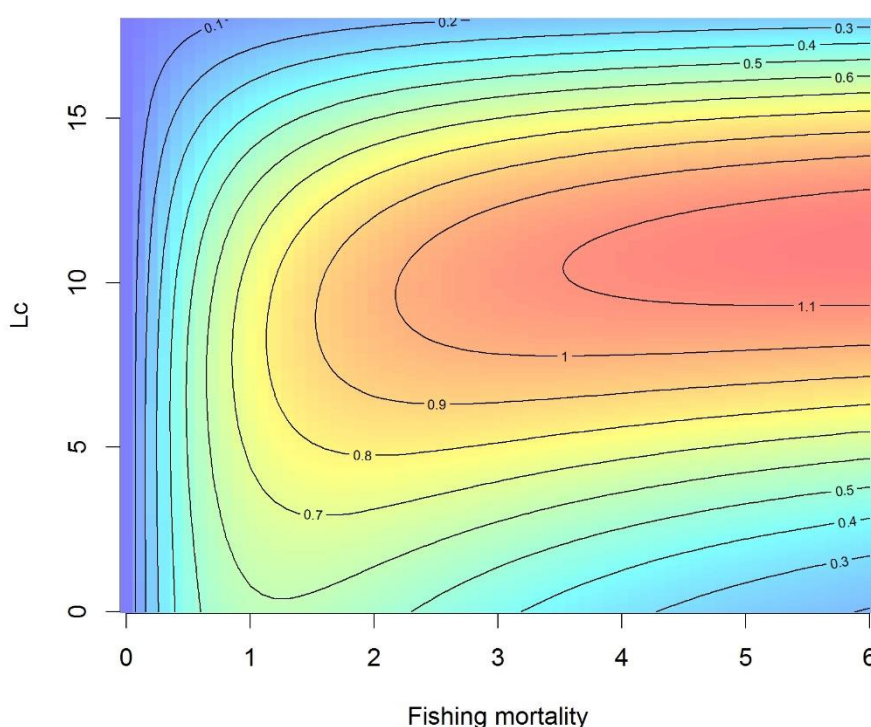
<i>X.kroyeri</i>	159,78	31,7	18,3	1,16						Nordeste	RODRIGUES & BRANCO
<i>X.kroyeri</i>						63,81	13			Pernambuco/NE	OLIVEIRA & SANTOS
<i>X.kroyeri</i>						63,81	13			Alagoas/NE	OLIVEIRA & SANTOS
<i>X.kroyeri</i>					17	84,34				Rio de Janeiro/SE	FERNANDES
<i>X.kroyeri</i>					19,8	98,71				Tamandaré/ NE	COELHO
<i>X.kroyeri</i>					12,5	61,24				Alagoas/ NE	SANTOS
<i>X.kroyeri</i>	164,4	32,6	18,41	0,87	13,8	67,91	43,28	9		Caravelas/NE	SANTOS
<i>X.kroyeri</i>							92,03	18,5		Santos/SE	NEIVA & WISE
<i>X.kroyeri</i>					13,6	66,89				Pitimbu/NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>					15,8					São Paulo/SE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>					27			31	13	Pará/N	CARVALHO
<i>P.schmitti</i>					17,3					Pitimbu/NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>					17,4					Bahia Formosa/NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>					17,3					Lucena/NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>					17,7					Sirinhaém /NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>								17		Lagoa Papari/ NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>								20		Nordeste	SANTOS
<i>P.schmitti</i>		44,7	56	1,36						Bahia Formosa/NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>		43,8	53,7	1,43						Lucena/NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>		45,8	59,3	1,36						Sirinhaém /NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>		46,3	60,8	1,52						Alagoas/ NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>		48,8	68,4	1,5						Tamandaré/ NE	COELHO & SANTOS
<i>P.schmitti</i>					15,8					São Paulo/SE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>					17,7					Baía Formosa/NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>					17,3					Tamandaré/ NE	COELHO
<i>P.schmitti</i>					17,7					Sirinhaém /NE	SANTOS
<i>P.schmitti</i>		44,1	54,25	2,15				15		Baía de Santos/SE	LOPES
<i>P.schmitti</i>					20,3					Tamandaré/ NE	COELHO
<i>P.schmitti</i>						77,6				Sul	MACHADO

### 3.3 Rendimento por recruta (Y/R)

Os rendimentos por recruta gerados para o camarão rosa (*P.subtilis*) estão representados na **Figura 5**. Em geral, maiores rendimentos por recruta (1,1 g/recruta) seriam alcançados com comprimentos de primeira captura entre 8 e 12 cm, associados a mortalidades por pesca entre 3,7 e 6. Comprimentos de primeira captura inferiores a 8 cm implicariam numa sobrepesca de

crescimento. Por outro lado, comprimentos de primeira captura superiores a 12 cm implicaria em perda de biomassa para mortalidade natural.

Com comprimento de primeira captura de 8 cm, observou-se um rendimento por recruta máximo  $Y/R_{\text{máx}} = 1,01$  g, associado a uma mortalidade por pesca  $F_{\text{máx}} = 3,7$  e um coeficiente de mortalidade mais precautório de  $F_{0,1} = 2,9$ . Utilizando-se de um comprimento de primeira captura de 9 cm, foi encontrado o máximo rendimento por recruta  $Y/R_{\text{máx}} = 1,08$  g com  $F_{\text{máx}} = 4,9$ , mas seria sugerido  $F_{0,1} = 3,6$ . Para o comprimento de primeira captura de 10 cm, o máximo rendimento por recruta é  $Y/R_{\text{máx}} = 1,13$  g para uma mortalidade  $F_{\text{máx}} = 7,1$ , com sugestão de  $F_{0,1} = 4,9$ . Com o comprimentos de primeira captura entre 11-12 cm, os máximos rendimentos são inferiores a 1 g/recruta e somente são atingidos para mortalidades extremamente elevadas ( $>12$ ).

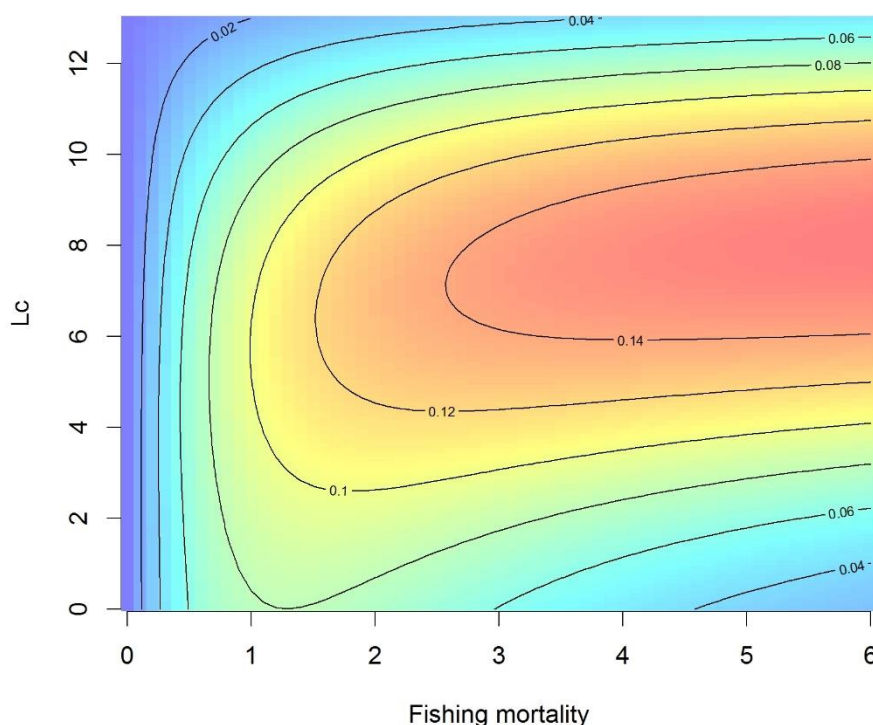


**Figura 5.** Rendimentos por recruta para o *Penaeus subtilis*, gerados para as diferentes combinações de mortalidade por pesca (*Fishing mortality*) e comprimentos de primeira captura, representados por (*Lc*).

Os rendimentos por recruta gerados para o camarão sete-barbas (*X. Kroyeri*) estão representados na **Figura 6**. Em geral, maiores rendimentos por recruta (0,14 g/recruta) seriam alcançados com comprimentos de primeira captura entre 5 e 10 cm, associados a mortalidades por pesca entre 3 e 6. Comprimentos de primeira captura inferiores a 5 cm implicariam numa sobrepesca de crescimento. Por outro lado, comprimentos de primeira captura superiores a 10 cm implicaria em perda de biomassa para mortalidade natural.

Com comprimento de primeira captura de 5 cm, observou-se um rendimento por recruta máximo  $Y/R_{\text{máx}} = 0,12$  g, associado a uma mortalidade por pesca  $F_{\text{máx}} = 3,1$  e um coeficiente de mortalidade mais precautório de  $F_{0,1} = 2,4$ . Utilizando-se comprimento de primeira captura de 6 cm,

foi encontrado o máximo rendimento por recruta  $Y/R_{\text{máx}} = 0,14$  g com  $F_{\text{máx.}} = 4,2$ , mas seria sugerido  $F_{0,1} = 3,2$ . Para o comprimento de primeira captura de 7 cm, o máximo rendimento por recruta é  $Y/R_{\text{máx.}} = 0,15$  g para uma mortalidade  $F_{\text{máx.}} = 6,5$ , com sugestão de  $F_{0,1} = 4,6$ . Com o comprimento de primeira captura de 8 cm, o máximo rendimento por recruta é  $Y/R_{\text{máx.}} = 0,16$  g com  $F_{\text{máx.}} = 12$ , com sugestão de  $F_{0,1} = 7,5$ . Com comprimentos de primeira captura entre 9 e 10 cm, os máximos rendimentos são inferiores a 0,15 g/recruta e somente são atingidos para mortalidades extremamente elevadas ( $>12$ ).

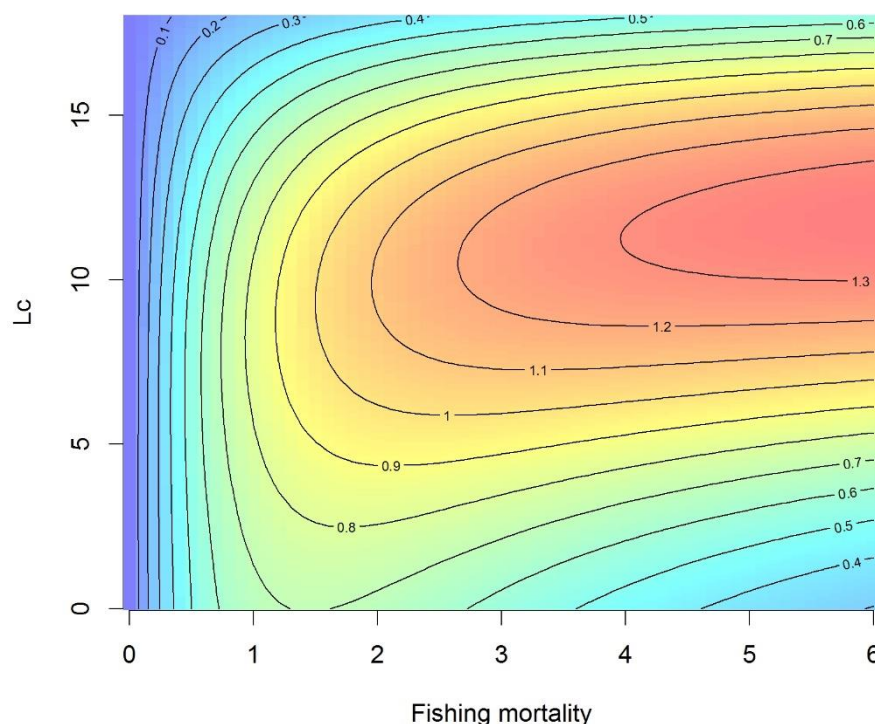


**Figura 6.** Rendimentos por recruta para o *Xiphopenaeus Kroyeri*, gerados para as diferentes combinações de mortalidade por pesca (*Fishing mortality*) e comprimentos de primeira captura, representados por ( $L_c$ ).

Os rendimentos por recruta gerados para o camarão branco (*P. schmitti*) estão representados na **Figura 7**. Em geral, maiores rendimentos por recruta (1,3 g/recruta) seriam alcançados com comprimentos de primeira captura entre 9 e 14 cm, associados a mortalidades por pesca entre 4,7 e 6. Comprimentos de primeira captura inferiores a 9 cm implicariam numa sobrepesca de crescimento. Por outro lado, comprimentos de primeira captura superiores a 14 cm implicaria em perda de biomassa para mortalidade natural.

Com comprimento de primeira captura de 9 cm, observou-se um rendimento por recruta máximo  $Y/R_{\text{máx}} = 1,23$  g, associado a uma mortalidade por pesca  $F_{\text{máx}} = 4,7$  e um coeficiente de mortalidade mais precautório de  $F_{0,1} = 3,6$ . Utilizando-se comprimento de primeira captura de 10 cm, foi encontrado o máximo rendimento por recruta  $Y/R_{\text{máx}} = 1,30$  g com  $F_{\text{máx.}} = 6,2$ , mas seria sugerido  $F_{0,1} = 4,6$ . Para o comprimento de primeira captura de 11 cm, o máximo rendimento por recruta é  $Y/R_{\text{máx.}} = 1,36$  g para uma mortalidade  $F_{\text{máx.}} = 8,9$ , com sugestão de  $F_{0,1} = 6,1$ . Com

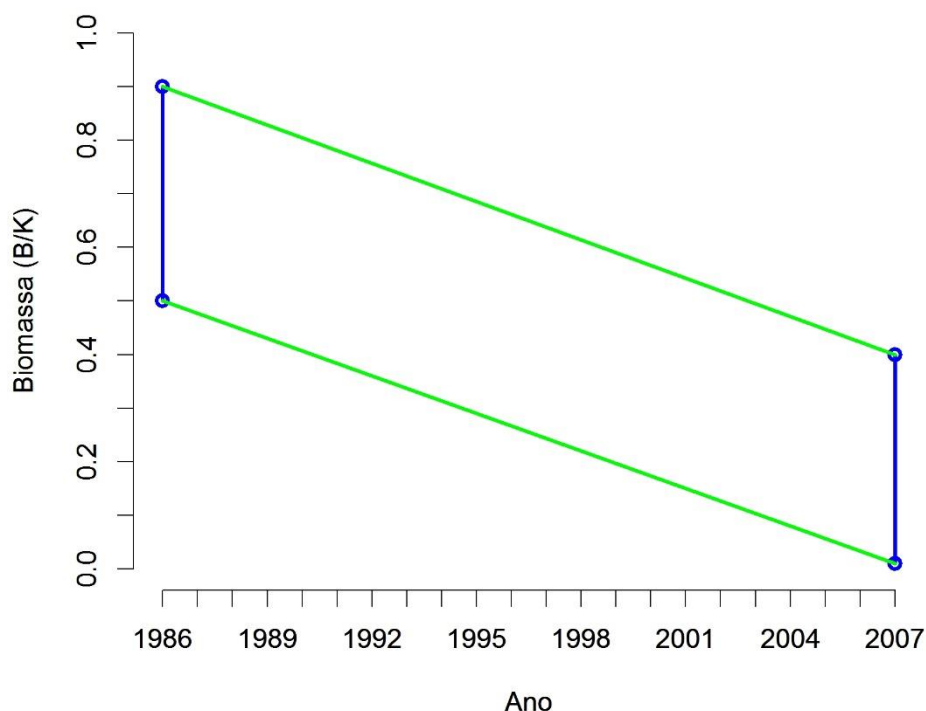
comprimentos de primeira captura entre 12 e 14 cm, os máximos rendimentos são inferiores a 1,30 g/recruta e somente são atingidos para mortalidades extremamente elevadas ( $>12$ ).



**Figura 7.** Rendimentos por recruta para o *Penaeus schmitti*, gerados para as diferentes combinações de mortalidade por pesca (*Fishing mortality*) e comprimentos de primeira captura, representados por (*Lc*).

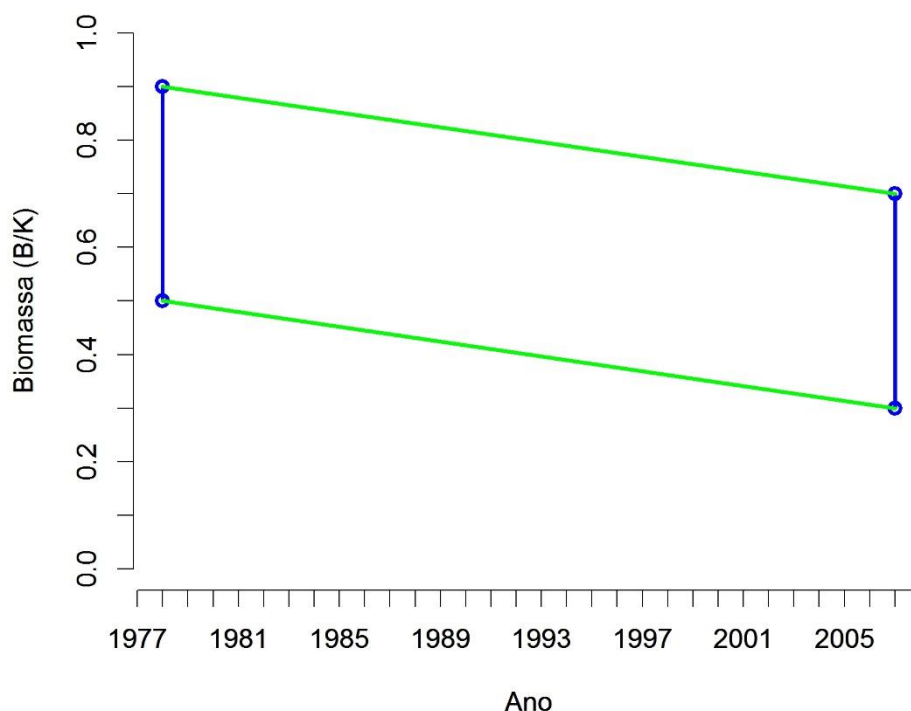
### 3.4 Análise de Redução de Estoque (SRA)

Os limites de redução da biomassa gerado para o grupo de espécies do camarão rosa (*Penaeus Subtilis*, *Penaeus Brasiliensis* e *Penaeus Paulensis*) está representado na **Figura 8**. Os limites de redução da biomassa ( $B/K$ ) foram estimados para o início da série temporal num intervalo entre 0,5-0,9, já que as primeiras capturas se mostraram baixas em relação as maiores capturas observadas, supondo que o nível da biomassa do estoque ainda se mantinha alto e próximos da capacidade de suporte ( $K$ ). Os limites de redução biomassa ( $B/K$ ) para o fim da série foram estimados entre 0,01-0,4, supondo que o nível da biomassa do estoque estava baixo por conta da diminuição das recentes capturas em relação as maiores capturas observadas.



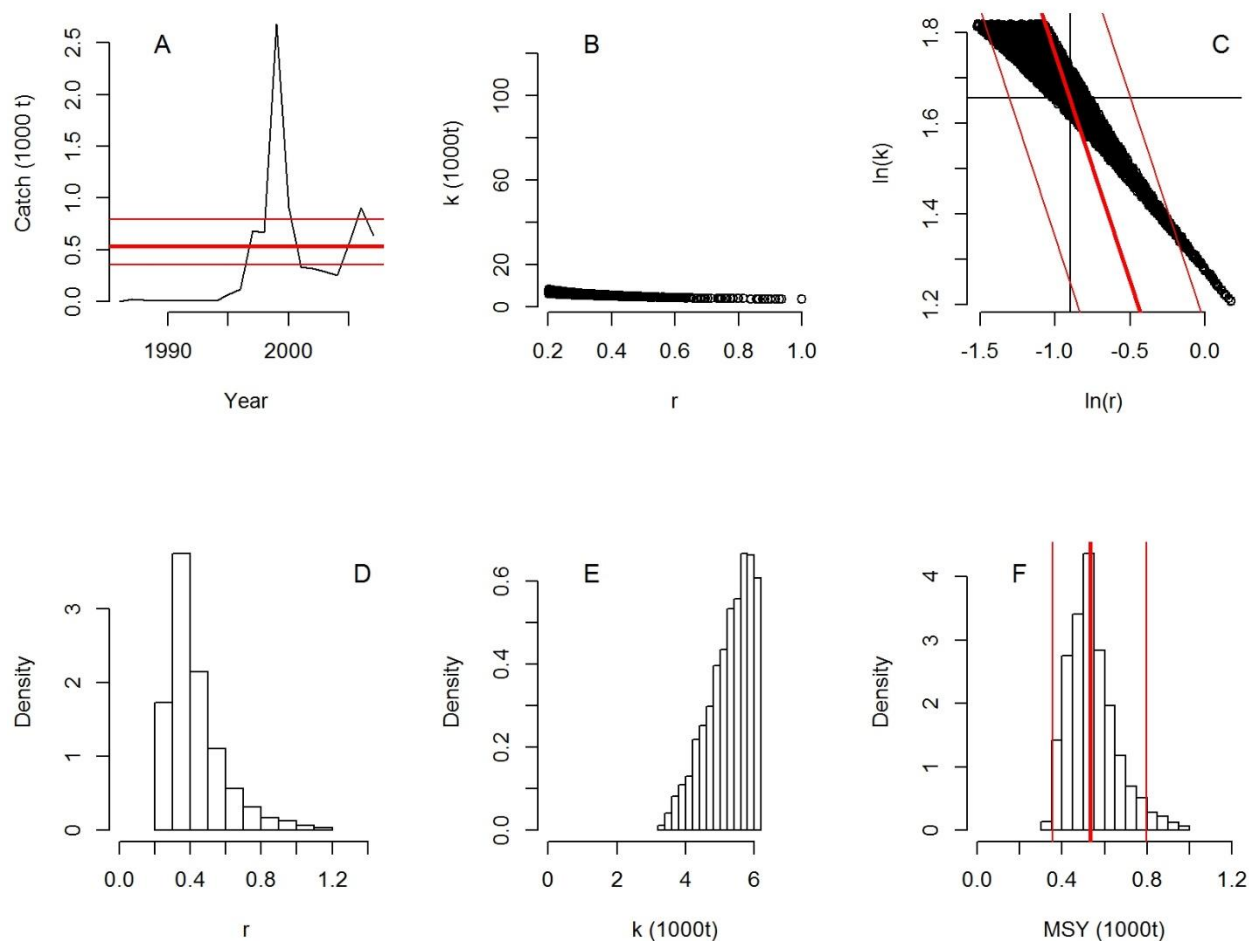
**Figura 8.** Intervalos de redução relativa da biomassa (B/K) no início e no fim da série temporal para o grupo de espécies que compõem o camarão rosa (*Penaeus Subtilis*, *Penaeus Brasiliensis* e *Penaeus Paulensis*).

Os limites de redução da biomassa (B/K) gerados para o camarão sete-barbas (*X. kroyeri*) e para o camarão branco (*P. schmitti*) foram semelhantes e são representados na **Figura 9**. Para o início da série temporal foi determinado num intervalo entre 0,5-0,9, já que as primeiras capturas se mostraram baixas em relação as maiores capturas observadas, supondo que o nível da biomassa do estoque ainda se mantinha alto e próximos da capacidade de suporte (K). Os limites de redução biomassa (B/K) para o fim da série foram estimados entre 0,3-0,7, supondo que o nível da biomassa do estoque estava baixo por conta da diminuição das recentes capturas em relação a maior captura observada.



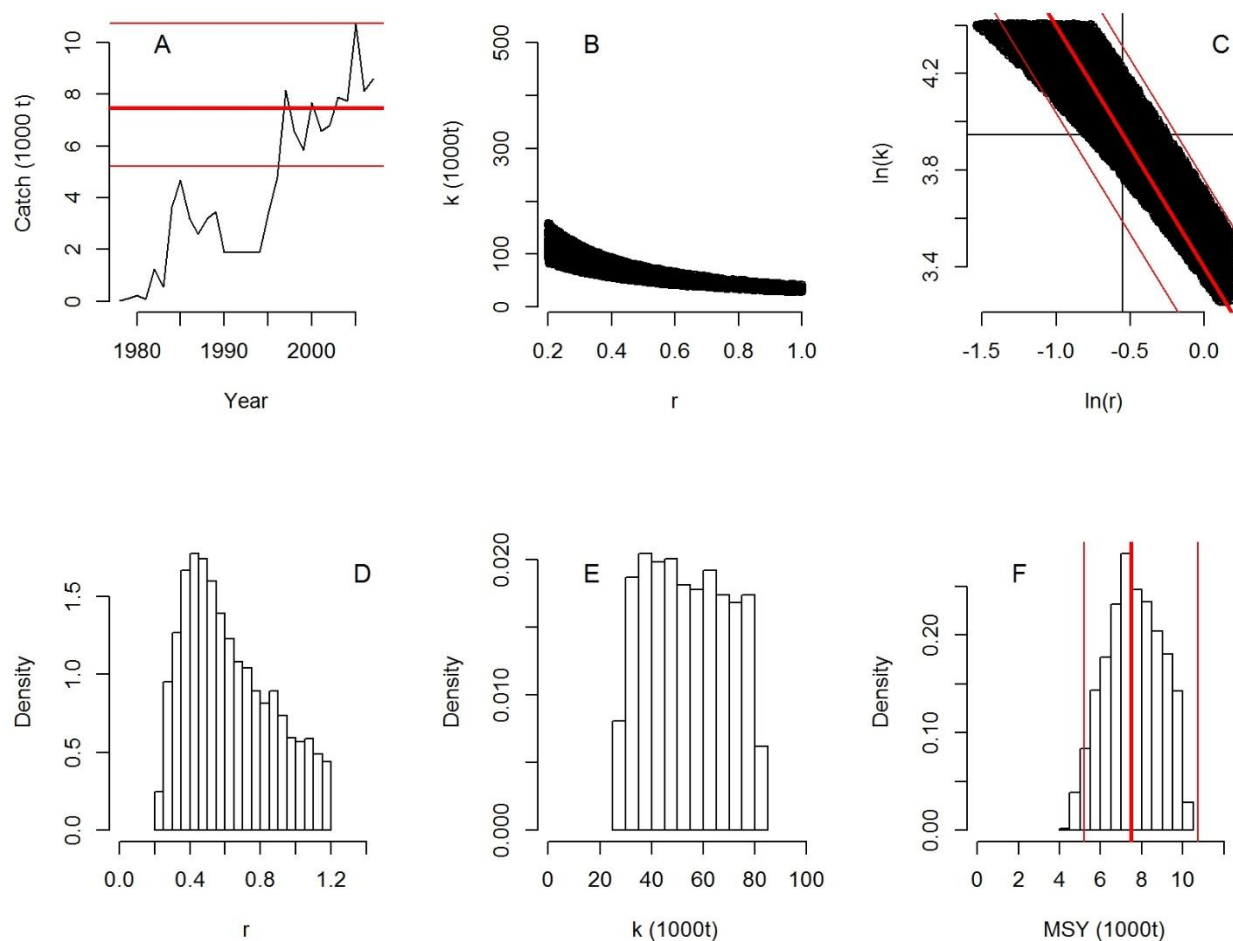
**Figura 9.** Intervalos de redução relativa da biomassa (B/K) no início e no fim da série temporal para o *Xiphopenaeus kroyeri* e para o *Penaeus schmitti*.

A análise de redução de estoque proposta por Martell e Froese aplicada para o grupo de espécies que compõem o camarão rosa (*Penaeus Subtilis*, *Penaeus Brasiliensis* e *Penaeus Paulensis*) está representada na **Figura 10**. O primeiro gráfico (A) mostra a série temporal das capturas indicando o rendimento máximo sustentável (RMS) gerado que foi de 532 t e seus limites entre 357 e 793 t. O gráfico (B) mostra as distribuições anteriores da primeira iteração de  $r = 0.2-1.0$  e  $k = 2679-133950$  t que são compatíveis com a série temporal das capturas. O gráfico (C) é uma ampliação dos pares de  $r$  e  $k$  após a segunda iteração em uma escala logarítmica, com as linhas vermelhas das extremidades delimitando os pares que gerariam o rendimento máximo sustentável (RMS). Os gráficos (D), (E) e (F) mostram as densidades após a segunda iteração de  $r = 0.2-1.2$  com uma média de 0,4,  $k = 4040-6779$  t com uma de 5233 t, e RMS= 532 t com limites variando de 357-793 t.



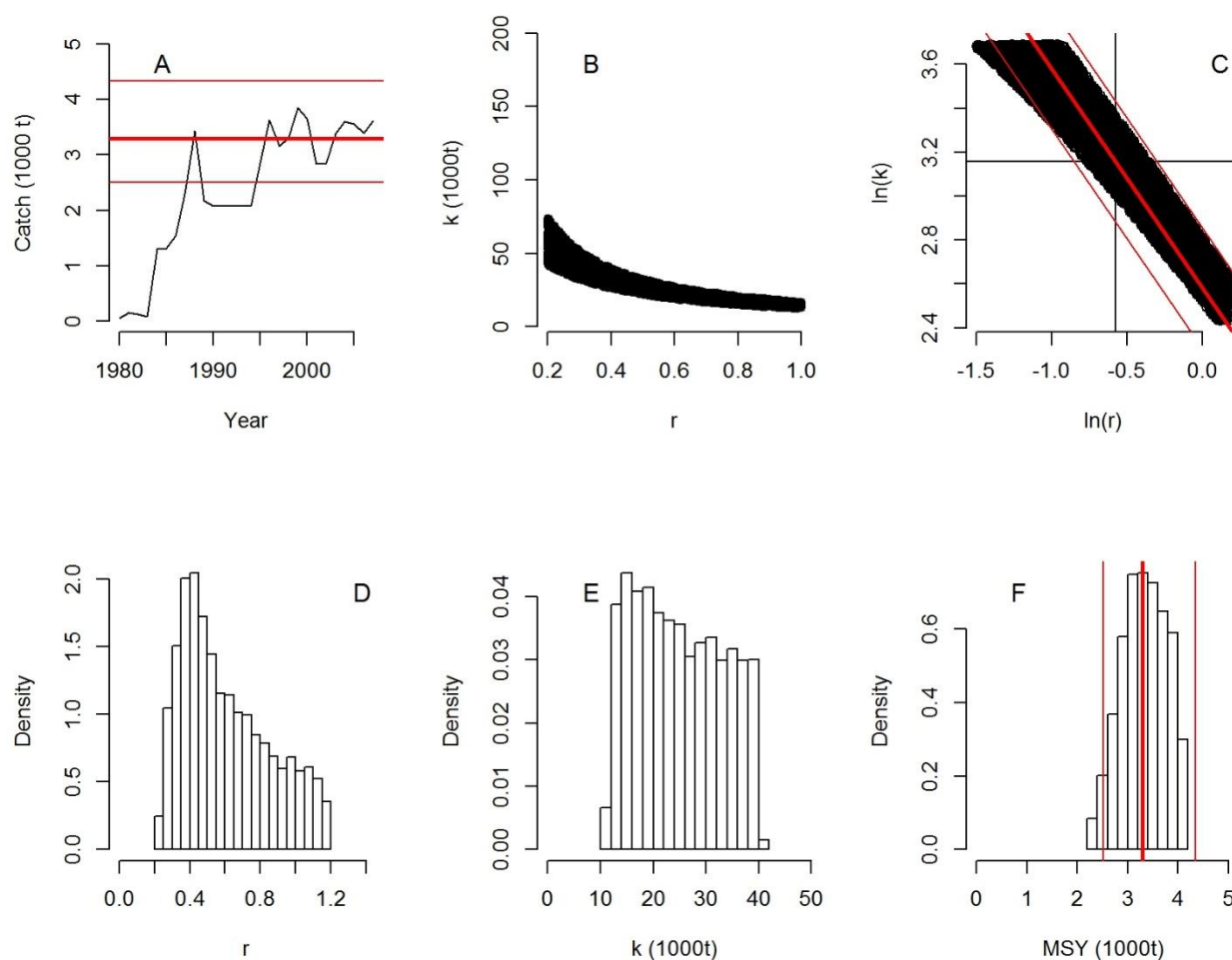
**Figura 10.** Gráfico de saída gerado pelo método Catch-MSY de Martell e Froese para o grupo de espécies do camarão rosa (*Penaeus Subtilis*, *Penaeus Brasiliensis* e *Penaeus Paulensis*). O gráfico (A) mostra a série temporal das capturas com o RMS estimado e seus respectivos limites, que contem cerca de 95% das estimativas. O gráfico (B) mostra distribuições anteriores de  $r$  e  $k$  que são compatíveis com a série temporal de capturas. O gráfico (C) mostra viáveis pares de  $r$  e  $k$  numa escala logarítmica com o RMS representado pela reta vermelha espessa e  $\pm 2$  desvios padrões representado pela vermelha menos espessa. Os gráficos (D), (E) e (F) mostram as posteriores densidades estimadas de  $r$ ,  $k$  e RMS, respectivamente. No (F) são indicadas a média geométrica para o RMS representada pela reta vermelha mais espessa, e  $\pm 2$  desvios padrões representados pela linha vermelha menos espessa.

Os resultados obtidos para o camarão sete-barbas (*X. kroyeri*) estão representados na **Figura 11**, na qual o gráfico (A) representa a série temporal das capturas com seus devidos limites. O rendimento máximo sustentável (RMS) gerado foi de 7525 t com seus limites variando entre 5268-10749 t. O gráfico (B) mostra as distribuições anteriores da primeira iteração de  $r = 0.2-1.0$  e  $k = 10699-534950$  t compatíveis com a série temporal das capturas do sete-barbas (*X. kroyeri*). O gráfico (C) mostra os pares de  $r$  e  $k$  após a segunda iteração em uma escala logarítmica, com as linhas vermelhas das extremidades delimitando os pares que gerariam o Rendimento Máximo Sustentável (RMS). Os gráficos (D), (E) e (F) mostram as densidades após a segunda iteração, nos quais o  $r = 0.2-1.2$  com média de 0,58 e  $k = 28027-94132$  t com uma média de 51364 t, e RMS = 7525 t com limites variando de 5268-10749 t.



**Figura 11.** Gráfico de saída gerado pelo método Catch-MSY de Martell e Froese para o *Xiphopenaeus Kroyeri*. O gráfico (A) mostra a série temporal das capturas com o RMS estimado e seus respectivos limites, que contem cerca de 95% das estimativas. O gráfico (B) mostra distribuições anteriores de  $r$  e  $k$  que são compatíveis com a série temporal de capturas. O gráfico (C) mostra viáveis pares de  $r$  e  $k$  numa escala logarítmica com o RMS representado pela reta vermelha espessa e  $\pm 2$  desvios padrões representado pela vermelha menos espessa. Os gráficos (D), (E) e (F) mostram as posteriores densidades estimadas de  $r$ ,  $k$  e RMS, respectivamente. No (F) são indicadas a média geométrica para o RMS representada pela reta vermelha mais espessa, e  $\pm 2$  desvios padrões representados pela linha vermelha menos espessa.

Para o camarão branco (*P. schmitti*), os resultados são representados na **Figura 12**, na qual o gráfico (A) representa a série temporal das capturas com seus devidos limites. O Rendimento Máximo Sustentável (RMS) gerado de 3300 t, com limites variando entre 2508-4342 t. O gráfico (B) mostra as primeiras distribuições de  $r = 0.2-1.2$  e  $k = 3851-192550$  t usadas para a primeira iteração que são compatíveis com a série temporal das capturas do camarão branco (*P. schmitti*). O gráfico (C) mostra os pares de  $r$  e  $k$  após a segunda iteração em escala logarítmica delimitados pelas linhas vermelhas, indicando os pares que gerariam o Rendimento Máximo Sustentável (RMS). Os gráficos (D), (E) e (F) representam as densidades de  $r$ ,  $k$  e RMS após a segunda iteração, nos quais o  $r = 0.2-1.2$  com uma média de 0,56, o  $k = 11784-47008$  t e o RMS= 3300 t com limites variando de 2508-4342 t.



**Figura 12.** Gráfico de saída gerado pelo método Catch-MSY de Martell e Froese para o *Penaeus schmitti*. O gráfico (A) mostra a série temporal das capturas com o RMS estimado e seus respectivos limites, que contem cerca de 95% das estimativas. O gráfico (B) mostra distribuições anteriores de  $r$  e  $k$  que são compatíveis com a série temporal de capturas. O gráfico (C) mostra viáveis pares de  $r$  e  $k$  numa escala logarítmica com o RMS representado pela reta vermelha espessa e  $\pm 2$  desvios padrões representado pela vermelha menos espessa. Os gráficos (D), (E) e (F) mostram as posteriores densidades estimadas de  $r$ ,  $k$  e RMS, respectivamente. No (F) são indicadas a média geométrica para o RMS representada pela reta vermelha mais espessa, e  $\pm 2$  desvios padrões representados pela linha vermelha menos espessa.

#### 4. Discussão

A pesca de camarões na região Nordeste é uma atividade crescente ao longo do tempo, e a preocupação sobre os níveis de exploração e determinação de rendimentos máximos de captura também tem aumentado (Unclos, 1982; Martell & Froese, 2013). Com isso, os modelos de avaliação são utilizados para gerar essas respostas, que no presente trabalho o modelo de Rendimento por Recruta (Y/R), gerou para o camarão rosa (*P. subtilis*) Em geral, maiores rendimentos por recruta (1,1 g/recruta) com comprimentos de primeira captura entre 8 e 12 cm, associados a mortalidades por pesca entre 3,7 e 6, o que coincide com o que é praticado em alguns locais do Nordeste, onde a mortalidade por pesca varia entre 3 e 4,7 no estado de Pernambuco, (Silva, 2015), No Golfo de Pária, Venezuela foi observada mortalidade por pesca de 3,42 para a

espécie (FAO, 2004) e para outros estoques de camarão rosa na região Sul do país observou-se elevadas mortalidades próximas de 5 (Leite & Petrere, 2006). Porém, em geral as capturas são feitas em comprimentos próximos 9 cm, no qual seu rendimento máximo está atrelado a uma alta mortalidade por pesca  $F_{\text{máx}} = 4,9$ , mostrando que os coeficientes de mortalidade encontrados para a região se mostraram um pouco abaixo da mortalidade que geraria o máximo rendimento, porém próximos a mortalidade  $F_{0,1} = 3,6$ . Além disso, as capturas são feitas abaixo do comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ), que é de 10 cm de comprimento total para a espécie (Coelho & Santos, 1993; Carvalho, 2015; Silva, 2016). Podendo ocasionar em capturas sem que o indivíduo tenha contribuído para a manutenção do estoque. Porém, com as combinações observadas de mortalidade por pesca e tamanho de primeira captura praticadas na região, não se observou sinais claros de diminuição nos rendimentos nem situações de sobrepesca. Comprimentos de primeira captura inferiores a 8 cm mostram combinações de  $F$  e  $L_c$  que não são observadas nessas pescarias implicando em sobrepesca de crescimento com desperdício do potencial de crescimento somático por conta da retenção de parcelas importantes da coorte em classes de tamanho reduzidas. Os comprimentos de primeira captura superiores a 12 cm também demonstram combinações de  $F_{\text{máx}}$  e  $L_c$  que não são observadas, implicando em perda de biomassa para a mortalidade natural visto que a parte do estoque exposta seria composta de uma fração pouco numerosa de exemplares já de idade avançada (Sparre & Venema, 1997).

Para o camarão sete-barbas (*X. Kroyeri*) o Rendimento por Recruta ( $Y/R$ ) gerou os maiores rendimentos por recruta (0,14 g/recruta) com comprimentos de primeira captura entre 5 e 10 cm, associados a mortalidades por pesca entre 3 e 12, de acordo com o que é observado na região, onde os estoques da região Nordeste possuíam mortalidade por pesca de 2,9 (Gayanilo, 1994), porém estudos mais recentes mostram um coeficiente mais elevado para alguns estados da região, chegando a atingir uma  $F \approx 5$  em Pernambuco (Lopes, 2014), já no estado do Rio de Janeiro, essa pesca demonstrava coeficientes de mortalidade entre de 3,8 e 4,5 (Fernandes, 2014). Para a maioria dessas pescarias os indivíduos são capturados com aproximadamente  $L_c = 8$  cm, no qual seu rendimento máximo se mostrou atrelado a uma alta mortalidade por pesca  $F_{\text{máx}} = 12$ , acompanhado também de uma alta mortalidade precautória para esse caso  $F_{0,1} = 7,5$ . Mostrando assim, que os coeficientes de mortalidade encontrados para a região foram elevados em comparação com as outras espécies, e se mostraram abaixo do  $F_{\text{máx}}$ . Além disso, essas pescarias são feitas com comprimentos de primeira captura ( $L_c$ ) levemente acima do comprimento de primeira maturação para a espécie que é de aproximadamente  $L_{50} = 7,92$  cm (Coelho & Santos, 1993; Lopes, 2014; Branco, 2005), podendo ocasionar em capturas de indivíduos que já contribuíram para manutenção do estoque. Dessa forma, as combinações de mortalidade por pesca ( $F$ ) e tamanho de primeira captura ( $L_c$ ) comumente utilizados nas capturas do *Xiphopenaeus kroyeri* não demonstraram sinais de declínio nos rendimentos ou situações de sobrepesca para esse estoque. Comprimentos de

primeira captura inferiores a 5 cm geraram combinações de  $F_{\text{máx.}}$  e  $L_c$  que geralmente não são observadas nessas pescarias e implicaram numa sobrepesca de crescimento para o estoque. Os comprimentos de primeira captura superiores a 10 cm também demonstraram combinações de  $F_{\text{máx.}}$  e  $L_c$  não observadas nessas pescarias além de implicarem em perda de biomassa para mortalidade natural.

Para o camarão branco (*P. schmitti*), o modelo de Rendimento por Recruta (Y/R) gerou os maiores rendimentos por recruta (1,3 g/recruta) com comprimentos de primeira captura entre 9 e 14 cm, associados a mortalidades por pesca entre 4,7 e 6. Como é observado em locais como no Golfo da Venezuela, onde a atividade é desenvolvida com coeficientes de mortalidade por pesca de 4,14 (Díaz, 2014) e de 2,5-3,8 (Gassman, 2016). Geralmente praticada com um comprimento de primeira captura de 10 cm, como é observado na costa Sul do Caribe (Colindres, 2006). Para  $L_c=10$  cm seu rendimento máximo por recruta está atrelado a uma alta mortalidade de  $F_{\text{máx.}}=6,2$  e os coeficientes de mortalidade encontrados na região se mostraram abaixo da mortalidade que geraria o máximo rendimento mas próximos a mortalidade precautória  $F_{0,1}=4,6$ . Essas capturas também são feitas abaixo do comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ), que para o (*P. schmitti*) está próximo de 12 cm (Machado, 2009), podendo ocasionar em capturas sem que o indivíduo tenha contribuído para a manutenção do estoque. Porém, com a combinação de mortalidade por pesca e comprimento de primeira captura geralmente empregados nessa pescaria, não se observou sinais claros de declínio nos rendimentos ou situações de sobrepesca. Comprimentos de primeira captura inferiores a 9 cm geram combinações de  $F_{\text{máx.}}$  e  $L_c$  não comum nessas pescarias, além de implicar numa sobrepesca de crescimento. Comprimentos de primeira captura superiores a 14 cm também geraram combinações de  $F_{\text{máx.}}$  e  $L_c$  não observadas nessa pescaria, implicando também em perda de biomassa para mortalidade natural.

O modelo Catch-MSY (Martell e Froese) gerou para o camarão rosa (*Penaeus Subtilis*, *Penaeus Brasiliensis* e *Penaeus Paulensis*) um rendimento máximo sustentável (RMS) de 532 t e com limites variando entre 357 e 793 t, que foi excedido pelas capturas ocorridas após o ano de 1980, seguido de um grande incremento nas capturas e posterior declínio nos anos 2000 se estabilizando novamente próximo do Rendimento Máximo Sustentável (RMS) gerado. Também gerou-se distribuições de  $r$  com maiores densidades entre 0,2-0,6, onde situações parecidas foram encontradas por exemplo no Golfo de Pária, Venezuela, com distribuições de  $r=0,2-0,8$  gerou-se um rendimento máximo sustentável entre 1000-1200 t (FAO, 2004). No Maranhão e em outros estados da região Norte, onde há uma maior produção de camarão rosa (*P. subtilis*), foi observado uma estimativa do Rendimento Máximo Sustentável (RMS) num intervalo entre 7300-9000 t (Aragão, 2015). Para estoques de camarão-rosa (*P. brasiliensis* e *P. paulensis*) da região Sul do país, foi encontrado Rendimento Máximo Sustentável (RMS) de 1963 t (D’Incao, 2002).

Para o camarão sete-barbas (*X.kroyeri*) o modelo Catch-MSY (Martell e Froese) gerou um rendimento máximo sustentável (RMS) de 7525 t com seus limites variando entre 5268-10749 t , sendo maior que as capturas praticadas desde o início da série até o ano de 1995, quando as capturas começam a se equiparar e logo então exceder o Rendimento Máximo Sustentável (RMS) até o fim da série, não demonstrando sinais de declínio nas capturas até os anos analisados. De acordo com avaliações de estoque feitas para a espécie, situações parecidas foram encontradas com rendimento chegando a atingir 6986 t no estado de São Paulo, apesar do *X. Kroyeri* não ser o alvo principal dessas pescarias (Lopes, 2007). Para as regiões Sul e Sudeste também se observou situação semelhante, onde foi encontrado Rendimento Máximo Sustentável (RMS) de 7341 t (D' Incao, 2002).

De acordo com o modelo Catch-MSY (Martell e Froese), foi gerado para o camarão branco (*P. schmitti*) um Rendimento Máximo Sustentável (RMS) de 3300 t, com limites variando entre 2508-4342 t , que de acordo com a série temporal fica próximo as capturas praticadas após o ano de 1995, havendo também excedido o Rendimento Máximo Sustentável (RMS) no final da década de 1990 e no ano de 2005, porém não demonstrando sinais de declínio nas capturas até o ano de 2007 no qual se encerra a série temporal. Poucas informações sobre a avaliação do estoque do *P. schmitti* estão disponíveis, porém produções controladas eram feitas na região Sul e Sudeste do Brasil no período entre 1969-1986, variando entre 700-1350 t, algo próximo ao Rendimento Máximo Sustentável (RMS) de 1100 t proposto para a espécie (D'Incao, 2002).

## 5. Considerações finais

A pesca de camarões na região Nordeste para o período analisado se mostrou em tendências de crescimento para as espécies mais capturadas, porém com a utilização dos modelos pôde-se avaliar que essas pescarias estão sendo exercidas altas pressões pesqueiras e com comprimentos de primeira captura geralmente abaixo do comprimento de primeira maturação para as espécies, com exceção na pesca do sete-barbas (*X. kroyeri*). Porém, não causando diminuição nos rendimentos, nem colocando os estoques em situações de sobrepesca.

Os Rendimentos Máximos Sustentáveis (RMS) gerados para as espécies se aproximaram dos rendimentos encontrados por outros autores servindo como pontos de referência para a gestão pesqueira. Porém, a falta de informações recentes sobre a captura impede a avaliação do cenário atual dos estoques.

Os resultados obtidos acerca da avaliação dos estoques podem servir como pontos de referência para gerar estratégias e determinação de medidas de manejo além da determinação do período de defeso, que é bastante utilizado para essas pescarias. Já que, a mortalidade por pesca é proporcional ao esforço, o tamanho de primeira captura é uma função da seletividade da arte (Sparre & Venema,

1997) e os montantes capturados podem ser controlados através de quotas de captura. Dessa forma, novas alternativas podem ser geradas para gestão desses recursos.

## Referências

- ARAGÃO, J, A, N.; SILVA, K, C, A.; CINTRA, I, H, A. Pesca Industrial do camarão rosa na plataforma continental Amazônica: Aspectos da dinâmica da população, avaliação do estoque e influência dos parâmetros ambientais. *Acta. Fish. Aquat. Res.* v. 3, p. 77-90, 2015.
- BERKSON, J; THORSON, J, T. The determination of data-poor catch limits in the United States: is there a better way?. *ICES Journal of Marine Science.* v. 72, p. 237-242, 2015.
- BRANCO, J, O. Biologia e pesca do camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia.* v. 22. p. 1050-1062, 2005.
- BEVERTON, R, J, H.; HOLT, S, J. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food.* 533 p, 1957.
- BRANCO, J, O. Biologia e pesca do camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia.* v. 22. p. 1050-1062, 2005.
- COLINDRES, C, O, G. Description and analysis of the white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) fisheries in Pearl Lagoon, Atlantic Coast of Nicaragua, with focus on the gear selectivity in the artisanal fleets. 2006. Tese de doutorado- Science in International Fisheries Management, The Department of Aquatic Biosciences, The Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø.
- CARVALHO, A, S, S.; LEMOS, J, M, M.; NEVIS, A, B.; ISAAC, V. Populational biology of three penaeidae shrimps (Decapoda) in the curuçá estuary on the Northern Coast of Brazil. *Bol. Inst. Pesca.* v. 41, p. 975-986, 2015.
- COELHO, P, A.; SANTOS, M, C, F. Época da reprodução do camarão rosa, *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), na região de Tamandaré, PE. *Bol Técn Cient CEPENE.* v. 1, p. 57-72, 1993.
- COELHO, P, A.; SANTOS, M, C, F. Época da reprodução do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus Kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, decapoda, penaeidae) na região de Tamandaré, PE. *Boletim Técnico científico CEPENE.* v. 1. p. 171-186, 1993.
- DÍAZ, A.; FERRER, O.; ÁLVAREZ, R.; GONZÁLEZ, L.; MÉNDEZ, J.; CORONA, M. Mortality, recruitment pattern and growth of the white shrimp (*Litopenaeus schmitti*- Crustacea, Penaeidae) from the Gulf of Venezuela. *Ciencia,* v. 22. p. 187-196, 2014.
- DICK, E, J.; MACALL, A, D. Depletion-Based Stock Reduction Analysis: A catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks. *Fisheries Research.* v. 110, p. 331-341, 2011.
- DIE, D, L.; ALIÓ, J.; FERREIRA, L.; MARCANO, L.; SOOMAI, S. Assessment of demersal stocks shared by Trinidad and Tobago and Venezuela. *FAO/FishCode Review.* n. 3. Rome, 2004.
- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L, F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica, Rio Grande.* v. 24, p. 103-116, 2002.

EC. Proposal for a regulation of the European parliament and of the council on the Common Fisheries Policy. EC, Brussels. Disponível em: <<http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0425:FIN:EN:PDF>> Acesso em: 20 dez. 2018.

FERNANDES, L. P.; KEUNECKE, K. A.; BENEDITTO, A. P. M. Analysis of mortality and exploitation of a stock of shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* in the Southwestern Atlantic Ocean. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. v. 2, p. 57-63, 2014.

GARCIA, S.; LE RESTE, L. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de Las poblaciones de camarones penéidos costeros. FAO Doc.Téc. Pesca, Roma, n. 203, p.1-180, 1987.

GILLET, R. Global study of shrimp fisheries. FAO Fisheries Technical Paper, Rome, n. 475, 2008.

GAYANILO, J. R.; SORIANO, F.C.; PAULY, M. Stock assessment tools (FISAT). Reference manual. FAO Comp. Inf. Ser. p. 1-128, 1994.

GASSMAN, J.; ROJAS, H. L. Biología y pesquería del camarón *Litopenaeus schmitti* en la Laguna de Tacarigua, Venezuela. Revista de Biología Marina y Oceanografía. v. 51, p.655-663, 2016.

KIMURA, D. K; TAGART, J. V. Stock Reduction Analysis, Another Solution to the Catch Equations. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. v. 39, p. 1467-1472, 1982.

LEITE, J. N. O.; PETRERE, M. J. Growth and mortalities of the pinkshrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1970) and *F. paulensis* (Pérez-Farfante 1967) in Southeast Brazil. Brazilian Journal of Biology. v. 66, p. 523-536, 2006.

LOPES, D. F. C.; SILVA, E. F. B.; PEIXOTO, S. R. M.; FRÉDOU, F. L. Population biology of Seabob-Shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) captured on the South Coast of Pernambuco state, Northeastern, Brazil. Brazilian journal of oceanography. v. 62. p. 331-340, 2014.

LOPES, R. G.; SANTOS, E. D.; RODRIGUES, E. S.; BRAGA, F. M. S.; PUZZI, A. Aportes ao conhecimento da biologia e da pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862) no litoral do estado de São Paulo, Brasil. B. inst. Pesca, São Paulo. V.33, p. 63-84, 2007.

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, p. 169-175, 2009.

MARTELL, S.; FROESE, R. A simple method for estimating MSY from catch and Resilience. Fish and Fisheries, v. 14, p. 504-514, 2013.

MFNZ. Harvest Strategy Standard for New Zealand Fisheries. Ministry of Fisheries, Wellington, New Zealand. Disponível em: <<http://www.fish.govt.nz>> Acesso em: 20 dez. 2018.

MOHSIN, M; MU, Y; MEMON, A. M; KALHORO, M. T, SHAH, S. B, H. Fishery stock assessment of Kiddi shrimp (*Parapenaeopsis stylifera*) in the Northern Arabian Sea Coast of Pakistan by using surplus production models. Chinese Journal of Oceanology and Limnology. v. 35. p. 936-946, 2017.

MPA.2012. Boletim estatístico da pesca e aquicultura. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, 60 p.

MSA. Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Reauthorized Act, Public Law

109–479. Disponível em:  
 <[http://www.nero.noaa.gov/sfd/MSA\\_amended\\_20070112\\_FINAL.pdf](http://www.nero.noaa.gov/sfd/MSA_amended_20070112_FINAL.pdf)> Acesso em: 20 dez. 2018.

SILVA, E, F.; CALAZANS, N. NOLÉ, L.; BRANCO, T, C.; SOARES, R.; GUERRA, M, M, P.; FRÉDOU, F, L.; PEIXOTO, S. Reproductive dynamics of the southern pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* in northeastern Brazil. AQUATIC BIOLOGY, v. 25, p. 29–35, 2016.

SILVA, E, F, S.; CALAZANS, N.; NOLÉ, L.; VIANA, A.; SOARES, R.; PEIXOTO, S.; FRÉDOU, F, L. Population dynamics of the pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* (PÉREZ-FARFANTE, 1967) in northeastern, Brazil. Journal of crustacean biology. v. 35, p. 132-139, 2015.

SPARRE, P.; VENEMA, S, C. Introduction to tropical fish stock assessment. Manual, FAO Fisheries Paper, Rome, 1997.

UNCLOS. United Nations Convention on the Law of the Sea. 1833 UNTS 3. Disponível em:  
 <[http://www.un.org/Depts/los/convention\\_agreements/texts/unclos/unclos\\_e.pdf](http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf)> Acesso em: 20 dez. 2018

WATARI, S; ISHITANI, M; ODA, S. Stock assessment and stock status of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* in the Buzen sea, seto inland sea, Japan. Nippon suisan gakkaiishi. v. 77, p. 799-808, 2011.