

**UFRRJ
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
ANIMAL**

DISSERTAÇÃO

**Crescimento e Mortalidade do camarão branco
Litopenaeus schmitti (Burkenroad, 1936) (Crustacea:
Decapoda: Penaeidae) em ambiente natural e em
confinamento.**

**Cássia de Carvalho
2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**CRESCIMENTO E MORTALIDADE DO CAMARÃO BRANCO
Litopenaeus schmitti (BURKENROAD, 1936) (CRUSTACEA:
DECAPODA: PENAEIDAE) EM AMBIENTE NATURAL E EM
CONFINAMENTO.**

CÁSSIA DE CARVALHO

Sob a Orientação da Professora
Karina Annes Keunecke

]

e Co-orientação do Professora
Lídia Miyako Yoshii Oshiro

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestre em Ciências**, no
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Animal.

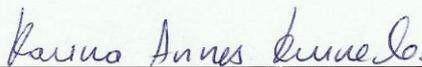
**Seropédica, RJ
Fevereiro de 2013**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

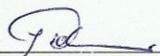
CÁSSIA DE CARVALHO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, área de Concentração em Ecologia de Crustáceos e Ecologia Pesqueira.

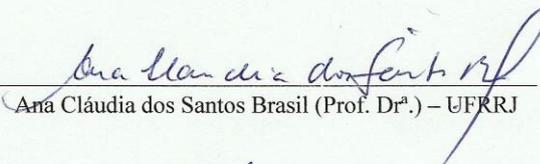
DISSERTAÇÃO APROVADA EM . 28/02/2013....



Karina Annes Keunecke (Prof. Dr^a) – UFRRJ
(Orientador)



Lídia Miyako Yoshii Oshiro (Prof. Dr^a) – UFRRJ
(Coorientadora)



Ana Cláudia dos Santos Brasil (Prof. Dr^a) – UFRRJ



Sílvio Ricardo Maurano Peixoto (Prof. Dr.) - UFRPE

595.388

C331c

T

Carvalho, Cássia de, 1989-

Crescimento e mortalidade do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) em ambiente natural e em confinamento / Cássia de Carvalho - 2013.

77 f.: il.

Orientador: Karina Annes Keunecke.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal.

Inclui bibliografia.

1. Camarão - Crescimento - Teses. 2. Camarão - Mortalidade - Teses. 3. Camarão - Sepetiba, Baía de (RJ) - Crescimento - Teses. 4. Camarão - Sepetiba, Baía de (RJ) - Mortalidade - Teses. 5. Camarão - Criação - Teses. 6. *Penaeus schmitti* - Teses. I. Keunecke, Karina Annes, 1973-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu forças e saúde para realização deste trabalho.

Aos meus pais, Marco Antonio e Mônica, e irmãos, Tiago e Caroline, por mais que estivessem tão distantes durante grande parte durante o mestrado, estavam sempre perto em meus pensamentos. Acreditaram no meu potencial, me deram atenção, amor, apoio e incentivo, me fazendo nunca desistir.

À professora Dr^a Lídia Miyako Yoshii Oshiro, orientadora durante toda a minha vida acadêmica, orientadora por um ano no mestrado e atual coorientadora, por me acolher, me ajudar nos momentos que precisei, pelo incentivo e por ter me apresentado à professora Karina Annes Keunecke.

À professora e orientadora Karina Annes Keunecke, pela oportunidade cedida, pelos momentos de paciência, conselhos, pela amizade e pelo todo conhecimento transmitido.

Ao professor Marcelo Vianna, por me ensinar a usar o programa FISAT.

À FAPERJ pelo financiamento do projeto.

À CAPES pela bolsa durante o mestrado.

À todos da Estação de Biologia Marinha da UFRRJ, os funcionários Casemiro e Cristiane; as mestrandas Fernanda, Cataline; aos doutorandos, Helaine, Michelle, Andrea e Tiago e aos estagiários Renata, José Ricardo e Felipe, pessoas que me ajudaram durante o experimento, foram ótimas companhias e motivadoras durante os 120 dias que vivi em Itacuruçá. Além das estagiárias, Daniele, Luciene e Lumi, e a mestranda Aline, companheiras de triagem, das coletas e de muitas risadas.

A todos meus amigos, principalmente Izabella, Annelise e Natália, além de todos os colegas de disciplinas durante o mestrado que me fizeram crescer e amadurecer.

Ao Alexandre Carneiro da Silva, amigo e companheiro, pela paciência nos momentos de estresse, visitas em Itacuruçá e todo amor e atenção.

Enfim, a todos que puderam tornar esse projeto concretizado. Muito obrigada!!

RESUMO

CARVALHO, Cássia. **Crescimento e mortalidade do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) em ambiente natural e em confinamento.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Biologia Animal). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

O presente trabalho analisou o crescimento e a mortalidade do camarão *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), na Baía de Sepetiba, RJ, de set/2011 a ago/2012 e indivíduos juvenis em condições de confinamento nas densidades de estocagem de 8 (tratamento A), 16 (tratamento B) e 24 (tratamento C) camarões/m² durante 110 dias. A análise do crescimento foi baseada na análise de deslocamento modal através da ferramenta Solver (Excel) e na rotina ELEFAN (FISAT), segundo o modelo de von Bertalanffy. A longevidade foi calculada através da sua fórmula inversa. Os coeficientes de mortalidade total foram estimados pela curva de captura convertida e a mortalidade natural pelas estimativas dos parâmetros de crescimento. Para o ambiente natural encontrou-se uma proporção sexual de 1:1. Através da ferramenta Solver os parâmetros de crescimento utilizando o comprimento total para machos foram: $Ct_{\infty} = 206,8$ mm, $k = 1,84 \text{ ano}^{-1}$, e longevidade de 2,5 anos; fêmeas: $Ct_{\infty} = 231,5$ mm, $k = 1,99 \text{ ano}^{-1}$ e 2,3 anos. Pelo ELEFAN, machos: $Ct_{\infty} = 206,8$ mm, $k = 1,6 \text{ ano}^{-1}$ e 2,87 anos e fêmeas: $Ct_{\infty} = 235,3$ mm, $k = 1,65 \text{ ano}^{-1}$ e 2,79 anos. Os parâmetros de crescimento diferiram significativamente entre os sexos. Os coeficientes de mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e a taxa de exploração (E) foram semelhantes para machos e fêmeas e os valores médios entre os sexos foram: 6,0 (Z), 1,92 (M), 4,09 (F) e 0,68 (E). As altas taxas de exploração revelaram níveis acima do aceitável. Em confinamento foi considerado o comprimento do cefalotórax, Cc_{∞} , fixo (média da soma do maior macho e da maior fêmea encontrados nas coletas). Também analisou-se o Cc_{∞} não fixo e o crescimento em peso, P_{∞} . Os parâmetros de crescimento k e a longevidade estimados pelo Solver utilizando Cc_{∞} fixo (47,5 mm) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos A, B e C e os valores médios do parâmetro k e da longevidade foram $1,63 \text{ ano}^{-1}$ e 2,84 anos. Da mesma forma, também não observou-se diferenças nos parâmetros de crescimento não fixados Cc_{∞} , k e longevidade entre os tratamentos A, B e C utilizando ambas metodologias (Solver e ELEFAN). Os valores médios dos parâmetros (Solver) entre os tratamentos foram: $Cc_{\infty} = 16,53$ mm, $k = 10,34 \text{ ano}^{-1}$ e longevidade de 0,45 ano (163 dias). Os valores médios dos parâmetros (ELEFAN) entre os tratamentos foram: $Cc_{\infty} = 16,77$ mm, $k = 9,31 \text{ ano}^{-1}$ e longevidade de 0,49 ano (181 dias). Para o crescimento em peso as médias dos valores dos parâmetros entre os tratamentos A, B e C foram: $P_{\infty} = 4,95$ g, $k = 10,25 \text{ ano}^{-1}$ e longevidade de 0,46 ano (166 dias). Esses resultados indicaram que a densidade de estocagem não influenciou as estimativas dos parâmetros de crescimento e nem os coeficientes de mortalidade natural sugerindo que maiores densidades sejam testadas.

Palavras-chave: dinâmica populacional, pesca, Baía de Sepetiba, cultivo, Dendrobranchiata.

ABSTRACT

CARVALHO, Cassia. **Growth and mortality of white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in natural environmental and confinement.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Biologia Animal). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

The present study examined growth and mortality rates of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), in Sepetiba Bay RJ, from sep/2011 to ago/2012 and also juveniles in captivity at stocking densities of 8 (treatment A), 16 (treatment B) and 24 (treatment C) shrimps/m² for 110 days. Growth was based on modal analysis by Solver (Excel) and at ELEFAN (FISAT) routine, according to the von Bertalanffy growth model. Longevity was calculated by its inverse formula. The overall mortality rates were estimated by the converted catch curve and natural mortality rates were estimated from the growth parameters. In the wild it was found a sex ratio of 1:1. Considering total length, growth parameters estimated by tool Solver for males were: $L_{t_{\infty}} = 206,8$ mm, $k = 1,84$ year⁻¹ and longevity of 2,5 years; females: $L_{t_{\infty}} = 231,5$ mm, $k = 1,99$ year⁻¹ and longevity 2,3 years. At ELEFAN, males were: $L_{t_{\infty}} = 206,8$ mm, $k = 1,6$ year⁻¹ and longevity 2,87 years; females: $L_{t_{\infty}} = 235,3$ mm, $k = 1,65$ year⁻¹ and longevity 2,79 years. Growth parameters compared between sexes differed significantly. Total (Z), natural (M), fishing mortality (F) and the exploitation rate (E) were similar for males and females and the mean values between sexes were: 6,00 (Z), 1,92 (M), 4,09 (F) and 0,68 (E). The high rates of exploitation revealed levels above acceptable. In captivity it was considered the carapace length, $L_{c_{\infty}}$, with fixed values (average of the sum of the largest male and female found in most collections). It was also analyzed the $L_{c_{\infty}}$ with unfixed values and growth in weight, W_{∞} . The parameter k and the longevity were estimated by Solver using $L_{c_{\infty}}$ fixed (47,5 mm) and showed no significant differences among treatments. The average values of the parameter k and longevity were 1,63 years⁻¹ and 2,84 years. Also, no differences among treatments were observed in growth parameters, $L_{c_{\infty}}$, k and longevity, considering unfixed $L_{c_{\infty}}$ and both methods (Solver and ELEFAN). The mean values of the parameters (Solver) among treatments were: $L_{c_{\infty}} = 16,53$ mm, $k = 10,34$ years⁻¹ and longevity of 0,45 years (163 days). The mean values of the parameters (ELEFAN) among treatments were: $L_{c_{\infty}} = 16,77$ mm, $k = 9,31$ years⁻¹ and longevity of 0,49 years (181 days). For the weight growth the mean parameters among treatments were: $W_{\infty} = 4,95$ g, $k = 10,25$ years⁻¹ and longevity of 0,46 years (166 days). These results indicated that such stocking density did not influenced growth parameters and the mortality rates suggesting that higher densities should be further analyzed.

Key words: population dynamics, fisheries, Sepetiba bay, captivity, Dendrobranchiata

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Exemplar de indivíduo adulto de <i>Litopenaeus schmitti</i> (Burkenroad, 1936).	2
Figura 2.	Produção total (toneladas) de camarão branco provenientes da pesca industrial e pesca artesanal, desembarcados no estado do Rio de Janeiro no período de 1981 a 2010.	5
CAPÍTULO I		
Figura 1.	Baía de Sepetiba com a indicação das três áreas que foram amostradas durante o projeto (área interna, intermediária e externa); a - Ilha de Itacuruçá, b – Ilha de Jaguanum e c – Ilha da Marambaia. (Modificado de COSTA & ARAÚJO, 2003).	24
Figura 2.	Frequência absoluta de fêmeas e machos de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.	26
Figura 3.	Relação biométrica entre peso e comprimento total (Ct) pelo modelo de regressão não linear $W = a (Lc)^b$ para fêmeas de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 (n = 308).	27
Figura 4.	Relação biométrica entre peso e comprimento de cefalotórax (Cc) pelo modelo de regressão não linear $W = a (Lc)^b$ para machos de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 (n = 385). ..	27
Figura 5.	Dispersão de modas e coortes selecionadas das fêmeas de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.	29
Figura 6.	Dispersão de modas e coortes selecionadas dos machos de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.	29
Figura 7.	Curva de crescimento para as fêmeas de <i>Litopenaeus schmitti</i> ($r^2=0,93$) na Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 (intervalo de 99% de confiança).	31
Figura 8.	Curva de crescimento para os machos de <i>Litopenaeus schmitti</i> ($r^2=0,91$) na Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 (intervalo de 99% de confiança).	31
Figura 9.	Distribuição de frequências normais (colunas pretas) e reestruturadas (colunas brancas) de comprimento de cefalotórax de fêmeas de <i>Litopenaeus schmitti</i> . $Cc_t = 55 (1 - e^{-1,65t})$	33
Figura 10.	Distribuição de frequências normais (colunas pretas) e reestruturadas (colunas brancas) de comprimento de cefalotórax de machos de <i>Litopenaeus schmitti</i> . $Cc_t = 46 (1 - e^{-1,6t})$	33
Figura 11.	Curva de captura convertida (PAULY, 1980) para fêmeas (A) e machos (B) de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012. ($R^2=1$).	34
CAPÍTULO II		
Figura 1.	Indivíduo juvenil de <i>Litopenaeus schmitti</i> (peso=1,63g).	53

Figura 2.	Caixas de polietileno de 500l onde os camarões foram mantidos durante 115 dias (fase de aclimatação + fase experimental) na Estação de Biologia Marinha da UFRRJ.	54
Figura 3.	Dispersão de modas e coortes selecionadas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento A (8 camarões/m ²).	57
Figura 4.	Dispersão de modas e coortes selecionadas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento B (16 camarões/m ²).	57
Figura 5.	Dispersão de modas e coortes selecionadas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento C (24 camarões/m ²).	58
Figura 6.	Curva de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> (r ² =0,96) no tratamento A (8 camarões/m ²).	59
Figura 7.	Curva de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> (r ² =0,93) no tratamento B (16 camarões/m ²).	59
Figura 8.	Curva de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> (r ² =0,92) no tratamento C (24 camarões/m ²).	60
Figura 9.	Dispersão de modas e coortes selecionadas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento A (8 camarões/m ²).	61
Figura 10.	Dispersão de modas e coortes selecionadas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento B (16 camarões/m ²).	61
Figura 11.	Dispersão de modas e coortes selecionadas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento C (24 camarões/m ²).	62
Figura 12.	Curva de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> (r ² =0,78) no tratamento A (8 camarões/m ²) (intervalo de 99% de confiança).	63
Figura 13.	Curva de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> (r ² =0,79) no tratamento B (16 camarões/m ²) (intervalo de 99% de confiança).	63
Figura 14.	Curva de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> (r ² =0,83) no tratamento C (24/cam m ²) (intervalo de 99% de confiança).	64
Figura 15.	Distribuição de frequências normais (em preto) e reestruturadas (em branco) de comprimento de cefalotórax de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento A (8 camarões/m ²). Cc _t = 16,78(1 - e ^{-9,04t}).	66
Figura 16.	Distribuição de frequências normais (em preto) e reestruturadas (em branco) de comprimento de cefalotórax de fêmeas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento B (16 camarões/m ²). Cc _t = 16,5(1 - e ^{-9,7t}).	66
Figura 17.	Distribuição de frequências normais (em preto) e reestruturadas (em branco) de comprimento de cefalotórax de fêmeas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento C (24 camarões/m ²). Cc _t = 17,07(1 - e ^{-9,18t}).	67
Figura 18.	Dispersão de modas e coortes selecionadas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento A (8 camarões/m ²).	68
Figura 19.	Dispersão de modas e coortes selecionadas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento B (16 camarões/m ²).	68
Figura 20.	Dispersão de modas e coortes selecionadas de <i>Litopenaeus schmitti</i> no tratamento C (24 camarões/m ²).	69
Figura 21.	Curva de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> (r ² =0,89) no tratamento A (8 camarões/m ²) (intervalos de 99% de confiança).	70
Figura 22.	Curva de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> (r ² =0,97) no tratamento C (16 camarões/m ²) (intervalos de 99% de confiança).	70
Figura 23.	Curva de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> (r ² =0,95) no tratamento C (24 camarões/m ²) (intervalos de 99% de confiança).	71

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1.	Comprimento médio de cefalotórax e desvio padrão, comprimento mínimo e máximo (mm) para fêmeas e machos de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.	26
Tabela 2.	Número mensal de machos e fêmeas e proporção sexual mensal de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.	26
Tabela 3.	Valores dos parâmetros de crescimento (k , $C_{c\infty}$ e t_0), longevidade (t_{max}) e coeficiente de determinação (r^2), estimados para as coortes selecionadas em comprimento de cefalotórax para fêmeas e machos de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.	30
Tabela 4.	Parâmetros de crescimento (k e $C_{c\infty}$), SS (<i>starting sample</i>), SL (<i>starting length</i>) e índice de ajuste (R_n) estimados por ELEFAN para machos e fêmeas de <i>Litopenaeus schmitti</i> da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.	32
Tabela 5.	Coefficientes instantâneos de mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e exploração (E) (ano^{-1}) ($M1$ = método de Taylor, 1959; $M2$ = método de Pauly, 1980; $F1$ e $E1$ = utilizam o $M1$; $F1$ e $E2$ = utilizam $M2$).	34
Tabela 6.	Parâmetros de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> e índice de performance de crescimento (Φ') considerando o comprimento total (CT). (M = machos, F = fêmeas, A = ambos os sexos).	37
Tabela 7.	Parâmetros de crescimento de <i>Litopenaeus schmitti</i> considerando o comprimento de cefalotórax (CC). (M = machos, F = fêmeas).	38

CAPÍTULO II

Tabela 1.	Valores médios (desvio padrão), mínimos e máximos dos parâmetros de qualidade da água para os tratamentos A ($8\text{cam}/\text{m}^2$), B ($16\text{cam}/\text{m}^2$) e C ($24\text{cam}/\text{m}^2$).	56
Tabela 2.	Valores da constante de crescimento (k), comprimento assintótico do cefalotórax ($C_{c\infty}$), longevidade (t_{max}) e coeficiente de determinação (r^2), estimados para as coortes selecionadas em comprimento de cefalotórax para cada um dos tratamentos considerando o $C_{c\infty}$ fixo de <i>Litopenaeus schmitti</i>	58
Tabela 3.	Parâmetros de ajuste de crescimento em cefalotórax ($C_{c\infty}$ fixo) nos três tratamentos com <i>Litopenaeus schmitti</i>	60
Tabela 4.	Valores da constante de crescimento (k), comprimento assintótico do cefalotórax ($C_{c\infty}$), longevidade (t_{max}) e coeficiente de determinação (r^2), estimados para as coortes selecionadas em comprimento de cefalotórax para cada um dos tratamentos considerando $C_{c\infty}$ não fixo.	62
Tabela 5.	Parâmetros de crescimento k (constante de crescimento) e longevidade considerando o comprimento do cefalotórax ($C_{c\infty}$ não fixo) apresentados em dias e em anos nos três tratamentos com <i>Litopenaeus schmitti</i>	64

Tabela 6.	Valores médios (desvio padrão) iniciais e finais do comprimento de cefalotórax (mm), peso (g) e sobrevivência de <i>Litopenaeus schmitti</i> em cultivo durante 110 dias.	65
Tabela 7.	Constante de crescimento (k), comprimento de cefalotórax (Cc_{∞}), SS (<i>starting sample</i>), SL (<i>starting lenght</i>) e índice de ajuste (Rn) estimados por ELEFAN para os três tratamentos de <i>Litopenaeus schmitti</i> mantidos em cativeiro durante 110 dias.	65
Tabela 8.	Parâmetro k (constante de crescimento) e longevidade considerando o comprimento do cefalotórax (Cc_{∞} não fixo) apresentados em dias e em anos nos três tratamentos com <i>Litopenaeus schmitti</i>	67
Tabela 9.	Valores da constante de crescimento (k), peso assintótico (P_{∞}), longevidade (t_{\max}) e coeficiente de determinação (r^2), estimados para as coortes selecionadas em comprimento de cefalotórax para cada um dos tratamentos considerando Cc_{∞} não fixo.	69
Tabela 10.	Parâmetros de ajuste de crescimento em peso (P_{∞}) apresentados em dias e em anos nos três tratamentos com <i>Litopenaeus schmitti</i>	71
Tabela 11.	Coefficientes de mortalidade natural de <i>Litopenaeus schmitti</i> para os três tratamentos em cativeiro.	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	
1.1	Caracterização de <i>Litopenaeus schmitti</i>	1
1.2	Biologia de <i>Litopenaeus schmitti</i>	2
1.3	Crescimento e mortalidad	3
1.4	Pesca e defeso	4
1.5	Cultivo	7
1.6	Objetivos gerais	8
1.7	Objetivos específicos	8
1.8	Justificativa	8
1.9	Hipóteses	9
2	METODOLOGIA GERAL DE CRESCIMENTO E MORTALIDADE PARA AMBIENTE NATURAL E CONFINAMENTO	9
2.1	Relações Biométricas	9
2.2	Crescimento	9
2.2.1	Análise do deslocamento modal (AJMOD)	10
2.2.2	ELEFAN	11
2.3	Mortalidade	12
2.3.1	Mortalidade Total (Z)	12
2.3.2	Mortalidade Natural (M)	13
2.3.3	Mortalidade por Pesca (F)	13
2.3.4	Taxa de Exploração	13
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
	CAPÍTULO I	20
	RESUMO	20
	ABSTRACT .	20
1	INTRODUÇÃO	21
2	MATERIAL E MÉTODOS	23
2.1	Área de Estudo	23
2.2	Crescimento	25
2.3	Mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e taxa de exploração (E)	25
3	RESULTADOS	26
3.1	Proporção sexual	26
3.2	Relação peso-comprimento	27
3.3	Crescimento	29
3.3.1	Crescimento - Análise do deslocamento modal (AJMOD)	29
3.3.2	Crescimento – ELEFAN	32
3.4	Mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e taxa de exploração (E)	33
4	DISCUSSÃO	35
4.1	Proporção sexual	35
4.2	Relação peso-comprimento	35

4.3	Crescimento	36
4.3.1	Métodos de estimativa dos parâmetros de crescimento	36
4.3.2	Parâmetros de Crescimento: L_{∞} , k e t_{\max}	37
4.4	Mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e taxa de exploração (E)	39
5	CONCLUSÕES	42
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
	CAPÍTULO II	50
	RESUMO	50
	ABSTRACT	50
1	INTRODUÇÃO	51
2	MATERIAL E MÉTODOS	53
2.1	Captura e aclimatação de juvenis	53
2.2	Manutenção dos animais em cativeiro	54
2.3	Crescimento	55
2.4	Mortalidade natural (M)	55
3	RESULTADOS	56
3.1	Qualidade da água	56
3.2	Crescimento	56
3.2.1	Crescimento em comprimento do cefalotórax (Cc_{∞} fixo) - Análise do deslocamento modal (AJMOD)	56
3.2.2	Crescimento em comprimento de cefalotórax (Cc_{∞} não fixo) - Análise do deslocamento modal (AJMOD)	60
3.2.3	Crescimento em comprimento de cefalotórax (Cc) – ELEFAN	64
3.2.4	Crescimento em peso (P) - Análise do deslocamento modal (AJMOD)	67
3.3	Mortalidade natural (M)	72
4	DISCUSSÃO	72
4.1	Crescimento e mortalidade	72
5.	CONCLUSÕES	74
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Caracterização de *Litopenaeus schmitti*

A biota associada aos substratos consolidados e não consolidados, também conhecida como bentos é altamente diversa e complexa e tem papel fundamental no fluxo de energia em diferentes níveis tróficos das cadeias alimentares marinhas e estuarinas (AMARAL & NALLIN, 2011). Dentro desse grande grupo estão incluídos os crustáceos decápodes, que são importantes membros das comunidades macrobentônicas tropicais.

Segundo SASTRY (1983), os crustáceos decápodes apresentam um considerável sucesso, não só em relação ao número de espécies viventes, mas também em termos de colonização de diferentes ambientes, o que reflete em uma diversidade de padrões de histórias de vida e estratégias reprodutivas. A importância ecológica desses organismos reside na bioturbação ativa do sedimento, na predação do macrobentos, no hábito muitas vezes onívoro e na transferência de energia para os níveis tróficos superiores como presas para organismos nectônicos demersais (DAY *et al.*, 1989).

As espécies pertencentes à ordem Decapoda estão reunidas em duas subordens: Pleocyemata e Dendrobranchiata. Na subordem Dendrobranchiata estão inclusas diversas espécies de camarões, de pequeno a grande porte, que se caracterizam por apresentar dendrobrânquias e os três primeiros pares de pereiópodos quelados (WILLIAMS, 1984). A infraordem Penaeidea é composta por 540 espécies descritas no mundo (DE GRAVE *et al.*, 2009) e grande parte dos camarões dessa família possuem importância comercial e ocorrem principalmente em regiões tropicais e subtropicais.

Dentro dessa infraordem, duas superfamílias estão incluídas: a superfamília Penaeoidea cujos indivíduos possuem hábitos bentônicos e vivem associados a fundos lamosos ou a substratos compostos por areia e, geralmente permanecem enterrados durante o dia (COSTA *et al.*, 2007 e SIMÕES *et al.*, 2010) e a superfamília Sergestoidea cujos representantes vivem na coluna d'água.

Os camarões do gênero *Litopenaeus* apresentam petasma com curta costa ventral, não atingindo a margem distal do lobo lateral e télico aberto (PÉREZ-FARFANTE & KENSLEY, 1997), ou seja, as fêmeas não possuem placas laterais cobrindo o télico, logo, a cópula só ocorre no período pós-muda (BARBIERI JÚNIOR & OSTRENSKY NETO, 2002).

O camarão branco (fig. 1) *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), está inserido na família Penaeidae, família pertencente à superfamília Penaeoidea. Apresenta uma distribuição que se estende desde Belize ao longo da costa do Caribe, seguindo pela costa Atlântica da América do Sul até a região de Laguna, Estado de Santa Catarina, no sul do Brasil (PÉREZ-FARFANTE, 1970). No entanto, estudos de sua estrutura populacional realizados por MAGGIONI *et al.* (2003), identificaram uma descontinuidade significativa da população, em torno de Cabo Frio (23°S), RJ, causada por fatores oceanográficos locais como a significativa diminuição da temperatura da água em decorrência do afloramento de águas de fundo.



Figura 1. Exemplar de indivíduo adulto de (Burkenroad, 1936).

1.2 Biologia de *Litopenaeus schmitti*

O ciclo de vida dessa espécie assim como os demais da família Penaeidae, é caracterizado por movimentos migratórios de caráter trófico e reprodutivo. Em função de seu ciclo biológico, os peneídeos podem ser: preponderantemente oceânicos, realizando todo seu desenvolvimento em alto mar, ou apresentam um maior grau de dependência de águas protegidas (DURA, 1985).

IWAI (1978) resume as características comuns aos camarões peneídeos: são espécies de águas quentes, portanto subtropicais e/ou tropicais, os ovos não se desenvolvem protegidos pelas fêmeas como nos camarões da infraordem Caridea, dispersando-se amplamente na água. Desovam em mar aberto, em águas de plataforma continental e apresentam alta capacidade de reprodução, pois um grande número de ovos é liberado por cada fêmea de uma só vez. Apresentam crescimento rápido, fazendo com que os indivíduos cheguem à primeira maturação em menos de um ano. As fases larvais e as primeiras pós-larvas desenvolvem-se em águas oceânicas e as fases mais avançadas de pós-larvas e os jovens permanecem temporariamente, crescendo rapidamente, em criadouros naturais, ou seja, em regiões estuarinas ou lagunares. Tem grande tolerância tanto a variações térmicas como para a salinidade. São geralmente onívoros, alimentando-se de algas, detritos orgânicos e de vários animais, tais como: outros crustáceos, moluscos, peixes, poliquetos, nematóides, etc. O ciclo de vida completa-se em mar aberto e apresentam uma duração da vida relativamente curta, em torno de 16 a 30 meses.

Considerando as espécies de maior importância econômica na costa brasileira o camarão rosa *Farfantepenaeus* spp e o camarão branco são dependentes de regiões estuarinas para completar seu ciclo, o que não acontece com os camarões sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), barba-ruça *Artemesia longinaris* (Bate, 1888) e santana *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) que cumprem todo o seu ciclo de vida em ambiente marinho (GARCIA & Le RESTE, 1981; D'INCAO, 1999).

Viver nos estuários requer algumas adaptações, pois esses ambientes aquáticos são altamente estressantes, onde as variáveis abióticas, como a salinidade, podem mudar abruptamente em escalas espaciais e temporais (GONZÁLES-ORTEGÓN *et al.*, 2006). Consequentemente, a característica eurihalina é extremamente necessária para os habitantes desses ambientes, devido ao deslocamento para o estuário, o que ocorre com os camarões rosa e camarão branco (PÉREZ-FARFANTE, 1970).

Os estuários e lagoas costeiras são considerados zonas de berçário para as espécies que passam parte do seu ciclo de vida nesses habitats, pois eles oferecem áreas de refúgio contra predadores e grande disponibilidade de recursos alimentares. Desse modo, esses ambientes atuam regulando o crescimento e a sobrevivência dos indivíduos juvenis (GARCÍA & LE RESTE, 1981), os quais se constituem os recrutas para as áreas fora da costa.

1.3 Crescimento e mortalidade

O crescimento dos peneídeos, assim como nos outros artrópodes, é bastante peculiar devido a presença de um esqueleto externo. Enquanto o crescimento dos tecidos internos é um processo contínuo, o aumento das suas dimensões externas (exoesqueleto) é caracterizado como descontínuo, através de ciclos de mudas. Nesse processo de sucessão de mudas ao longo da vida, quando o antigo exoesqueleto é eliminado ocorre um rápido incremento em tamanho antes do novo tegumento externo se enrijecer e assim, nenhum crescimento externo ocorre (HARTNOLL, 1982).

Dessa forma, torna-se impossível realizar a leitura da idade diretamente, como ocorre nos otólitos e escamas de peixes (GARCÍA & LE RESTE, 1981). Por esse motivo, quatro tipos de informações podem ser empregadas ao estimar o crescimento e idade em crustáceos: intervalo entre mudas, obtido em laboratório com animais identificados; aumento de tamanho por muda, em conjunto com a frequência de mudas; quantificação do pigmento da idade, lipofuscina, onde a sua concentração nos gânglios cerebrais está intimamente ligada à idade do indivíduo (PEIXOTO *et al.*, 2002); e frequências de tamanho, usadas na estimativa da idade e do crescimento a partir da análise do deslocamento modal em função do tempo (KURATA, 1962). Sendo a última, empregada neste estudo.

Além do crescimento, os processos de reprodução e mortalidade, são objetos de pesquisa para o estudo de dinâmica de populações. A descrição e quantificação destes processos usam modelos, premissas e metodologias específicas que denotam o acontecimento básico de uma população que é a substituição das gerações no tempo (FONSECA, 1998).

O estudo do crescimento significa basicamente a determinação do tamanho do corpo em função da idade, e o primeiro modelo de crescimento foi desenvolvido por PÜTTER (1920) que pode ser considerado como a base da maioria de outros modelos sobre crescimento, incluindo o modelo matemático desenvolvido para o crescimento individual por von BERTALANFFY (1938).

A equação de crescimento de von BERTALANFFY (1938) tem sido amplamente aplicada para peixes e tem apresentado bons resultados para crustáceos (D'INCAO, 1984; BRANCO *et al.*, 1994; KEUNECKE *et al.*, 2007; KEUNECKE *et al.*, 2008). Os trabalhos de KARPOUZI e PAULY (2008), PALOMARES *et al.* (2008a) e PALOMARES *et al.* (2008b), apresentam um levantamento de resultados de publicações com crescimento de mamíferos marinhos, aves marinhas e répteis, respectivamente, utilizando a equação de von Bertalanffy, demonstrando assim, sua aplicação para grupos diversos.

O fim do ciclo de vida é algo natural decorrente da competição, estresse, doenças, e até mesmo a velhice. Entretanto, há também a mortalidade devido à pesca, no caso de espécies de importância comercial ou consideradas como fauna acompanhante. O estudo da mortalidade é também baseado em modelos matemáticos, os quais nos apresentam estimativas que são capazes de nos dar informações do efeito da pesca nas populações e da exploração do recurso pesqueiro. Por isso, conhecer essas estimativas torna-se fundamental por meio de coeficientes de mortalidade.

1.4 Pesca e defeso

A pesca é uma das mais antigas atividades econômicas realizadas pelo homem. É a prática da captura de seres vivos no ambiente aquático marinho, estuarino ou continental, denominada de exploração, quando com fins econômicos (comercial) é realizada por pescadores profissionais (industriais ou artesanais) (SILVA & VIANNA, 2009).

GARCÍA e LE RESTE (1987) e D'INCAO (1991) ressaltam que as espécies de camarão dependentes dos estuários sofrem a pressão da pesca em duas fases distintas do ciclo de vida: sobre os juvenis nas regiões estuarinas e sobre os estoques pré-adultos e adultos em mar aberto. A primeira é realizada, pela chamada pesca artesanal, constituída por embarcações de pequeno porte, enquanto a última é denominada pesca industrial, que utiliza embarcações de médio à grande porte.

No Brasil, as regiões Sudeste e Sul se destacam como locais de grande produtividade por apresentarem zonas de ressurgência associadas a correntes marinhas ricas em nutrientes, resultando em relativa abundância de recursos pesqueiros (PROFROTA PESQUEIRA, 2003; FERNANDES, 2011). Dessa forma, não por coincidência, a pesca industrial é mais intensa nas regiões frente às costas do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina e a pesca artesanal nos estuários e baías dos litorais brasileiros (D'INCAO *et al.*, 2002).

O estado do Rio de Janeiro possui 25 municípios costeiros com uma costa marinha de 640 km, a terceira mais extensa do país. As áreas mais relevantes para a pesca no estado são as lagoas de Araruama, Maricá e Saquarema e as baías da Guanabara, Sepetiba e Ilha Grande, onde frequentemente ocorre a comercialização de isca viva (juvenis) e camarão fresco. As médias de produção extrativa pesqueira marinha anual de 62 mil toneladas, no período 2002-2006, e 82,5 mil toneladas em 2007, colocam o estado na terceira posição na lista dos maiores produtores de pescado do país e na primeira posição entre os estados do Sudeste brasileiro (IBAMA, 2007).

Dentre os pescados, destacam-se os camarões, devido seu alto valor no mercado e apreciação na gastronomia. A pescaria no estado do Rio de Janeiro é desenvolvida, principalmente, sobre os estoques de camarão rosa, *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1917) e *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967); camarão sete-barbas, *X. kroyeri* e o *L. schmitti*, denominado camarão branco, cinza ou legítimo. Na Baía de Sepetiba as espécies *F. brasiliensis*, *F. paulensis* e *L. schmitti* são encontradas nas seguintes frequências respectivamente: 52%, 2% e 38% (OSHIRO *et al.*, 2005).

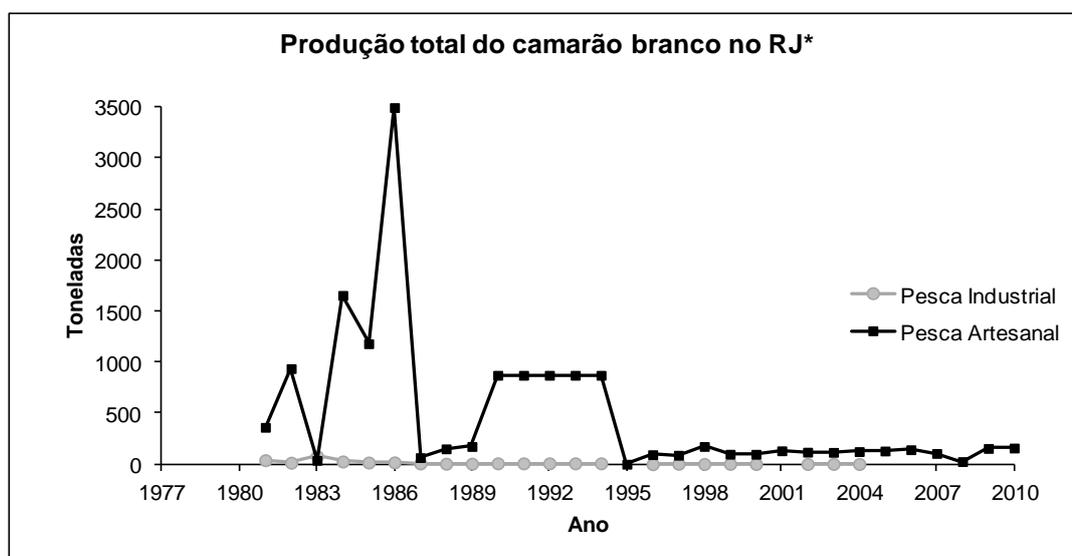
Embora a Baía de Sepetiba seja classificada ambientalmente como área de "prioridade extremamente alta" para a conservação da biodiversidade, também concentra empreendimentos siderúrgicos e logísticos de grande importância como os terminais portuários do Porto de Itaguaí. Outros empreendimentos de grande porte como o Porto do Sudeste - LLX, Usiminas e Gerdau, pretendem se instalar na região com uma previsão de

produção de 250 milhões de toneladas de minério de ferro por ano. A Petrobrás também investirá na região com vista a dar apoio às operações do COMPERJ e do Pré-Sal. O escoamento da produção ocorrerá através da construção de terminais marítimos privados.

Além disso, o empreendimento mais vultoso na região é a construção do Estaleiro e Base Naval para a Construção de Submarinos Convencionais e de Propulsão Nuclear na Ilha da Madeira. As atividades portuárias, como as dragagens de manutenção de canais de acesso, a intensa movimentação de embarcações de grande porte, o estabelecimento de áreas de fundeio e de exclusão para sua operação são conflitantes com o uso do espaço pelas comunidades tradicionais, especialmente com os pescadores artesanais da região e com o próprio meio ambiente.

Além da deterioração das regiões costeiras, o impacto da pesca de camarões vem causando perdas significantes na biomassa e na biodiversidade, como uma consequência de pesca de arrasto de ambientes não consolidados (PAULY *et al.*, 2002). Pois em sua maior parte, as espécies desembarcadas em toda a região Sudeste-Sul têm sido alvo de pescarias tradicionais durante, pelo menos, seis décadas e seus estoques encontram-se totalmente explorados ou em estado de sobrepesca (D'INCAO *et al.*, 2002; VALENTINI & PEZZUTO, 2006).

A exploração do camarão branco no estado do Rio de Janeiro passou a ser documentada no início dos anos 80 (pelo IBAMA e SUPES/RJ), pois anteriormente todo montante era agrupado na categoria camarão (fig. 2).



*Dados de 1980-2004 (IBAMA/ SUPES/RJ), 1990-1997 (Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro), 2004-2007 (IBAMA), 2008-2010 (Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, Subsecretaria de Pesca, Departamento de Estatística), 2008-2010 (Instituto de Pesca de São Paulo).

Figura 2. Produção total (toneladas) de camarão branco provenientes da pesca industrial e pesca artesanal, desembarcados no estado do Rio de Janeiro no período de 1981 a 2010.

A pesca artesanal vem superando a pesca industrial, exceto em 1983, o que pode ter ocorrido devido uma superestimativa do desembarque de origem industrial. Entretanto, a produção vem sofrendo um acentuado declínio ao longo dos anos, revelando o quanto os estoques naturais de *L. schmitti* estão explorados.

A pesca industrial utiliza arrasteiros duplos direcionada ao camarão sete-barbas operando em águas costeiras durante o dia entre o estado do Rio de Janeiro e Santa Catarina (IWAI, 1973; VALENTINI & PEZZUTTO, 2006), o camarão branco é subproduto dessas pescarias. A pequena participação de *L. schmitti* nas pescarias ocorre em quase todas as regiões onde é explorada, exceto na região do Golfo de Venezuela e ao Largo de Maracaibo, na Venezuela, onde, devido a fatores que parecem ser próprios dessa área, ela se sobrepõe em abundância as demais espécies, correspondendo de 74 a 98% da produção camaroneira do país (ANDRADE DE PASQUIER & PÉREZ, 2004).

Com o incremento da atividade da pesca, surgiu à necessidade da adoção de instrumentos legais para sua regulamentação. Foi então que se implantou, pela primeira vez, o defeso para camarões em 1984, que proibiu a pesca de *F. brasiliensis* e *F. paulensis* em mar aberto, desde o Estado do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, durante meados do verão e final do outono. A medida foi adotada com intuito de proteger as larvas e pós-larvas, assim como a fase de migração dos estuários para a plataforma continental para fins de sucesso reprodutivo dessa espécie e de outros peneídeos.

Em 2001, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) decretou um novo defeso, proibindo no período de 1º de março a 31 de maio a pesca de arrasto motorizada dos camarões rosa, sete barbas, branco, santana e barba ruça na área entre os paralelos 18°20'S (divisa dos Estados da Bahia e Espírito Santo) e 33°40'33,00"S (Foz do Arroio Chuí, Estado do Rio Grande do Sul) (Portaria MMA nº 74/2001).

Em 2006, o IBAMA decretou defeso específico para a proteção do período de recrutamento de juvenis do camarão sete barbas, proibindo o exercício da pesca de arrasto com tração motorizada direcionada a captura dessa espécie na mesma área determinada na Portaria MMA nº 74/2001 (18°20'S e 33°40'S), entretanto, no período de 1º de outubro a 31 de dezembro (Instrução Normativa IBAMA nº 91/2006).

Contudo, a Instrução Normativa IBAMA nº 91/2006 foi revogada, com nova alteração do defeso (Instrução Normativa IBAMA nº 189/2008). Dessa forma, ficou proibida a pesca de arrasto com tração motorizada para a captura dos camarões rosa, sete barbas, branco, santana e barba ruça na área marinha compreendida entre a divisa dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro (21°18'04,00"S) à Foz do Arroio Chuí, RS, no mesmo período da Portaria MMA nº 74/2001 (1º de março a 31 de maio). E dos períodos de 15 de novembro a 15 de janeiro, e 1º de abril a 31 de maio na área compreendida entre a divisa do Espírito Santo e Bahia (18°20'45,80"S) e divisa do Espírito Santo e Rio de Janeiro.

Porém, a pesca do camarão branco *L. schmitti* nas áreas e períodos estabelecidos na Instrução Normativa IBAMA nº 189/2008 é permitida desde que não seja realizada por arrasto com tração motorizada. Ou seja, a pesca com outros petrechos de pesca pode ser empregada, atingindo os indivíduos juvenis, os futuros renovadores das populações, pois de acordo com COELHO e SANTOS (1994) as condições de sobrevivência das larvas e pós-larvas em áreas estuarinas parecem ser mais importantes que o tamanho do estoque de reprodutores.

O conhecimento do ciclo de vida é importante para a regulamentação da atividade pesqueira, prevenindo uma redução excessiva dos estoques reprodutores; além disso, é informação valiosa para o estudo das populações (COELHO & SANTOS, 1995), pois os camarões peneídeos podem apresentar reprodução contínua, com ou sem picos sazonais.

COELHO e SANTOS (1993) relatam que em Tamandaré, PE, a área de reprodução de *L. schmitti* coincide com a de pesca marinha, levando em conta a profundidade dos barcos pesqueiros utilizados, cerca de 20 metros, é idêntica à encontrada por NEIVA *et al.* (1971) para a área de reprodução deste camarão na baía de Santos, SP. Estes resultados diferem dos

de EMERECIANO (1981) que encontrou defronte de Tutóia, MA, áreas de reprodução e de pesca distintas. SILVA (1965) relata que a época de reprodução na Baía de Sepetiba (RJ), provavelmente, ocorra no verão de abril a junho, período que os pescadores não estão efetuando arrastos na região.

Estes estudos sobre o ciclo de vida mostraram, por conseguinte, resultados diversos, onde *L. schmitti* e os demais camarões peneídeos podem apresentar variações no seu ciclo de vida em função de variações geográficas, impedindo que se considere que estes resultados anteriores sejam aplicáveis automaticamente às condições de toda a costa litorânea brasileira. Dessa forma, há de se questionar a aplicação de um defeso para toda a costa do Brasil, considerando as variações geográficas e oceanográficas.

Além da necessidade do estabelecimento de defeso, que realmente é uma ferramenta de proteção do recurso pesqueiro, *L. schmitti* é potencialmente importante à criação da espécie em cativeiro, para fins comerciais e o repovoamento de populações naturais (FUGIMURA, 2009) e conseqüentemente a manutenção da biodiversidade dos estoques locais.

1.5 Cultivo

O cultivo de espécies de camarões nativos é uma alternativa para abastecer o mercado com esses recursos pesqueiros, além de reduzir a exploração dessas populações e da fauna acompanhante proveniente da pesca de arrasto. A instalação de viveiros de criação necessita de uma área bastante extensa, logo, torna-se pouco viável no estado do Rio de Janeiro devido à especulação imobiliária e a ocupação de áreas ambientalmente importantes. Outra possibilidade seria a implantação do cultivo em gaiolas e cercados, os quais se realizam diretamente nos ambientes estuarinos, apresentam custos operacionais mais baixos que os sistemas convencionais de cultivo, além de permitir que a população ribeirinha tenha acesso a uma nova fonte de renda (WASIELESKY *et al.*, 2004). Estudos desenvolvidos pela Estação Marinha de Aquicultura (EMA) da FURG com as espécies nativas *F. paulensis* e *F. brasiliensis* revelaram bons resultados nesses sistemas (WASIELESKY *et al.*, 2004; KRUMMENAEUR *et al.*, 2006; LOPES, 2007), contudo, há uma dificuldade na implementação desses sistemas em função da mão de obra que nem sempre está disponível (comunic. pessoal PEIXOTO).

Atualmente, os sistemas “ZEAH” (Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems) têm sido estudados veementemente por exibirem a vantagem de diminuir o uso da água, reduzindo a emissão de efluentes, a possibilidade de impactos ambientais (WASIELESKY *et al.*, 2006a) e o uso de menores áreas e maiores densidades de estocagem, que podem atingir até 500 camarões/m² (VINATEA *et al.*, 2009; WASIELESKY *et al.*, 2006b). O sistema de policultivo surge como uma alternativa que permite integrar duas espécies aquáticas no mesmo local e possibilita o aumento da produção através da utilização mais eficiente dos recursos disponíveis (SILVA *et al.*, 2006), como as fontes alimentares e o espaço utilizado. Também é altamente produtivo e pode ser muito lucrativo, com baixo impacto ambiental (VALENTI, 2002).

Entretanto, a carência de estudos relacionados ao cultivo de espécies nativas tem sido um dos gargalos para o desenvolvimento dessa atividade. Isso se deve pelo fato de que a espécie exótica produzida no Brasil, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), apresenta um pacote tecnológico pronto, laboratórios de reprodução e venda de pós-larvas para os produtores, assim como bons rendimentos de produção em condições adversas.

A pesquisa no estado do Rio de Janeiro tem contribuído pouco nestes aspectos; observa-se a ausência de trabalhos básicos de cunho biológico sobre as principais espécies de camarões que são capturadas em sua costa. Nesse sentido, torna-se essencial conhecer bem o ciclo de vida das espécies que são exploradas economicamente para realizar um manejo pesqueiro adequado e que, se forem viáveis, possam ser cultivadas, aliviando assim a pressão sobre o estoque natural.

1.6 Objetivos Gerais

O objetivo do presente estudo foi obter informações sobre a dinâmica populacional do camarão branco *Litopenaeus schmitti* na Baía de Sepetiba, RJ considerando os parâmetros de crescimento e o efeito da pesca de arrasto sobre a mortalidade da população em ambiente natural. Também avaliou-se a influência de diferentes densidades de estocagem (8, 16 e 24 cam/m²) sobre os parâmetros de crescimento e sobre a mortalidade natural dos indivíduos mantidos em confinamento.

1.7 Objetivos Específicos

- Estimar os parâmetros de crescimento em comprimento de fêmeas e de machos de *L. schmitti* através do modelo de von BERTALANFFY (1938) para os indivíduos capturados no ambiente natural.
- Estimar os parâmetros de crescimento em comprimento e em peso dos indivíduos de *L. schmitti* através do modelo de von BERTALANFFY (1938) para os indivíduos em confinamento em diferentes densidades de estocagem (8, 16 e 24 cam/m²) e verificar a influência da densidade de estocagem sobre os parâmetros crescimento em tamanho.
- Estimar as mortalidades total (Z), natural (M) e por pesca (F) e a taxa de exploração (E) para fêmeas e machos capturados em ambiente natural e verificar o efeito da pesca de arrasto sobre a população.
- Estimar os coeficientes de mortalidade natural (M) para os indivíduos em confinamento em diferentes densidades de estocagem (8, 16 e 24 cam/m²) e verificar a influência da densidade de estocagem sobre a mortalidade.

1.8 Justificativa

Considerando a atual situação de declínio dos estoques dos principais recursos pesqueiros; a fragilidade e o status atual de degradação ambiental das áreas estuarinas na Baía de Sepetiba; a implementação de empreendimentos e atividades altamente poluidoras e a limitação do uso do espaço pelas comunidades tradicionais na região; vislumbra-se a possibilidade de contribuir com a recuperação dos estoques pesqueiros e com informações essenciais para subsidiar tecnologias de produção em cativeiro da espécie nativa *L. schmitti*. Estes parâmetros podem ser utilizados para a aplicação de modelos de dinâmica populacional e avaliação dos estoques que podem auxiliar políticas públicas de manejo e administração pesqueira.

1.9 Hipóteses

1. A pesca de arrasto exerce um efeito negativo sobre a dinâmica populacional da espécie *L. schmitti* na Baía de Sepetiba, RJ.
2. A densidade de estocagem influencia as taxas de crescimento e a mortalidade natural da espécie *L. schmitti* em confinamento.

2 METODOLOGIA GERAL DE CRESCIMENTO E MORTALIDADE

2.1 Relações biométricas

A relação biométrica peso-comprimento de cefalotórax foi realizada para obter os valores de a e b , os coeficientes linear e angular, respectivamente, separadamente para cada sexo e por tratamento (no caso dos indivíduos confinados) com intuito de caracterizar o crescimento da espécie: isométrico ($b=3$) e alométrico ($b\neq 3$). O coeficiente angular também foi utilizado para o cálculo do crescimento em peso.

A relação comprimento total-comprimento de cefalotórax foi obtida através de uma regressão linear, separadamente para cada sexo, com objetivo de usar a equação para transformação dos dados de comprimento de cefalotórax assintótico em comprimento total assintótico viabilizando a comparação com outros estudos.

2.2 Crescimento

Os parâmetros da curva de crescimento individual em comprimento de cefalotórax e peso foram estimados através da equação de von BERTALANFFY (1938):

$$C_t = C_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

Onde, C_t é o comprimento do indivíduo na idade t ; C_∞ é o comprimento máximo que em média o cefalotórax pode atingir (assíntota da curva); k é a constante de crescimento e t_0 um parâmetro de ajuste que corresponde ao valor no eixo das abscissas (t), onde a curva o intercepta e está relacionado ao comprimento do cefalotórax no instante do nascimento ($t=0$). Nesse caso, considerou-se desprezível o tamanho do cefalotórax ao nascer, assumindo-se assim t_0 igual à zero.

Para o cálculo do crescimento em peso, a equação de von BERTALANFFY (1938) é expressa da seguinte maneira:

$$P_t = P_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$$

Onde P_t é o peso total no instante t , P_∞ é o peso máximo que em média pode atingir (assíntota da curva) e b é o coeficiente angular obtido da relação peso-comprimento de cefalotórax.

2.2.1 Análise do deslocamento modal (AJMOD)

Os indivíduos foram separados em classes e as modas calculadas através do *software Peak Fit 4.0 (PeakFit v. 4.06 SPSS Inc. for Windows Copyright 1991–1999, AISN Software Inc.)*, que ajusta as frequências observadas a curvas normais. O software contém um algoritmo que não usa como critério de rejeição a largura do pico ou o número de indivíduos que o compõe. Ao contrário, detecta os pontos locais de máxima (coortes) reconhecendo os picos modais verdadeiros. Para a detecção e o cálculo dos valores centrais dos picos foi utilizada a opção *Automatic peak detection and fitting (I)* ajustando os picos a uma curva de Gauss (DUMONT, 2003).

A seleção das modas também baseou-se no valor de r^2 , no valor residual (mais baixo possível) e no valor de F crítico sempre abaixo do valor de F calculado.

A partir da análise de dispersão modal foram identificadas coortes estimando-se para cada uma os parâmetros de crescimento por meio de um ajuste não-linear com o auxílio da ferramenta *Solver* da planilha eletrônica Microsoft Excel. O método minimiza a soma dos quadrados dos resíduos estimando os parâmetros k , L_∞ e t_0 do modelo de von Bertalanffy a partir de “valores sementes” indicados pelo pesquisador (DUMONT, 2003).

As coortes que apresentaram a melhor combinação biológica dos parâmetros de crescimento, coerentes com as estimativas de longevidade, foram selecionadas.

Uma vez selecionadas as coortes, procedeu-se ainda o ajuste das idades, em dias, conforme o valor de t_0 . A união dos picos modais e das respectivas idades corrigidas de todas as coortes selecionadas originou os parâmetros de crescimento de *L. schmitti* utilizando-se novamente a ferramenta *Solver* (Excel).

Segundo FONSECA (1998) o uso de estimadores de longevidade tem sido empregado para aferir a qualidade dos ajustes e auxiliar na escolha das melhores estimativas das curvas de crescimento. Dessa maneira, assume-se que o valor do L_∞ da curva de von Bertalanffy possui significado biológico. Para o cálculo da longevidade (t_{\max}) utilizou-se o modelo matemático de von Bertalanffy (D'INCAO & FONSECA, 1999):

$$t_i = t_0 - (1/k) \ln [1 - (C_i/C_\infty)]$$

Onde t_i equivale a t_{\max} (dias) e C_i o C_{\max} , considerando C_i igual a 99% do comprimento assintótico.

Adicionalmente ao uso da longevidade, a qualidade do ajuste foi aferida pela aderência dos pontos observados à curva estimada utilizando-se o coeficiente de correlação (R). Somente as curvas com valores acima de 0,85 foram consideradas para análises posteriores.

Posteriormente, as curvas médias obtidas foram comparadas por um Teste F (CERRATO, 1990).

2.2.2 ELEFAN

Dados de frequência de comprimento de cefalotórax foram analisados utilizando a rotina ELEFAN (*Electronic Length Frequency Analysis*) (PAULY & DAVID, 1981) do pacote de programas FAO–ICLARM *Stock Assessment Tools* (FISAT) GAYANILO *et al.* (1994), sempre partindo de amostras mensais.

A primeira etapa da rotina ELEFAN é a transformação das distribuições de frequência de comprimento mensais em distribuições de frequência reestruturadas, através de três passos (PAULY, 1987):

- Cálculo de médias móveis para cada classe de comprimento. Para tal, a rotina utiliza cinco classes de comprimento para obter a média móvel de uma classe particular, ou seja, usa a frequência original da classe que se deseja calcular a média móvel e as de duas classes anteriores e duas posteriores.
- Cálculo das frequências ajustadas. Logradas através da divisão das frequências observadas de cada classe pela sua respectiva média móvel.
- Cálculo das frequências ajustadas relativas. São obtidas através da divisão das frequências ajustadas pela média de todas as frequências ajustadas da amostra e subtraindo-se 1 deste quociente.

Após a reestruturação da amostra, as classes de comprimento corresponderão a valores positivos (picos), negativos (cavas) ou nulos. O ajuste da curva de crescimento é obtido através de corridas (*runs*) (diferentes combinações dos parâmetros de crescimento) através dos dados reestruturados. As corridas também partem de “valores sementes” definidos pelo pesquisador associados à *stepsizes* que permitem a procura através de uma amplitude de valores.

Cada conjunto de parâmetros associa-se a um coeficiente denominado R_n (índice de ajuste), sendo os melhores ajustes relacionados a um maior R_n . Este coeficiente é definido pela razão entre a soma explicada dos pontos (*explained sum of points* – ESP) e a soma dos pontos disponíveis (*available sum of points* – ASP), ou seja, correspondente à razão da soma dos pontos negativos e positivos, e a soma dos pontos positivos por onde uma determinada curva passa, respectivamente. Deste modo, a combinação de parâmetros, associada ao maior R_n produz uma curva que passa pela maioria dos picos, evitando as cavas, alcançando o maior valor da soma explicada dos pontos (ESP) (ISAAC, 1990).

Um aspecto importante do ELEFAN é que por não trabalhar com coortes isoladamente se torna impossível o cálculo de um estimador de t_0 . O programa fornece, entretanto, uma opção de “ancoramento” da curva de crescimento através da definição do ponto de partida (*starting point*) (FONSECA, 1998). Neste estudo, testaram-se todos os pontos de partida possíveis para a busca do melhor ajuste.

Utilizaram-se três diferentes rotinas para a verificação dos resultados que melhor se ajustava às modas: (a) *k scan*; (b) *response surface analyses*; (c) *automatic search routine*. A escolha dos valores de L_∞ e k foram baseados no valor do índice R_n e dados da biologia da espécie.

A longevidade foi calculada da mesma forma da metodologia anteriormente citada (D’INCAO & FONSECA, 1999).

Os coeficientes linear (*a*) e angular (*b*) foram utilizados para realizar o cálculo do índice de performance de crescimento (Φ'). A rotina do ELEFAN não realiza o crescimento em peso.

2.3 Mortalidade

Quando uma determinada coorte tem seus estoques explorados, é necessário distinguir e quantificar os diferentes tipos de mortalidade causadas pela pesca e causadas por fenômenos naturais.

2.3.1 Mortalidade total (Z)

O coeficiente instantâneo de mortalidade total (Z) é a soma do coeficiente de mortalidade por pesca (F), causado pelas operações de pesca, e do coeficiente de mortalidade natural (M) que inclui predação, competição, doenças e condições ambientais adversas. Definido-se (Z) como:

$$Z = M + F$$

A mortalidade total foi estimada somente para os indivíduos amostrados mensalmente na Baía de Sepetiba, RJ.

O primeiro passo para o cálculo de Z foi agrupar as medidas de largura de cefalotórax por intervalos de classe de acordo com as idades. Para a observação da variação do número de indivíduos por idades foi utilizado um índice de abundância relativa, captura por unidade de esforço (CPUE), expresso em número de indivíduos por hora de arrasto para cada coorte. Obtendo assim uma CPUE média por idade.

Utilizou-se a curva de captura convertida de PAULY (1983) que é descrita pela regressão dos logaritmos naturais da frequência do número de indivíduos em cada classe de idade, pelo intervalo de tempo que um indivíduo leva para crescer de uma determinada classe de tamanho para outra em função da idade relativa (KING, 1995). A idade relativa, t, foi estimada através do modelo de von Bertalanffy:

$$t = (-1/k) \text{Ln} (1 - C_{t1}/C_{\infty})$$

Onde C_{t1} é o limite inferior da classe de comprimento e os parâmetros k (mensal) e C_{∞} são referentes aos parâmetros de ajuste da curva de crescimento obtidos para cada sexo. O valor de Δt foi estimado conforme a idade dos indivíduos no limite superior da classe de comprimento C_{t2} (t_{c2}) menos C_{t1} (t_{c1}). As idades médias usadas como valores independentes no eixo das abscissas corresponderam ao ponto médio do intervalo de comprimento (P_m). A equação também é expressa pelo modelo matemático de von Bertalanffy:

$$t = (-1/k) \text{Ln} (1 - P_m/ C_{\infty})$$

O valor do coeficiente de mortalidade total também foi ajustado com o auxílio da ferramenta Solver.

2.3.2 Mortalidade natural (M)

Os coeficientes instantâneos de mortalidade natural foram calculados pelos métodos de PAULY (PAULY, 1980; GARCÍA & LE RESTE, 1981) e de TAYLOR (TAYLOR, 1959 modificado por SARDÁ, 2012). O método de Pauly estabelece uma correlação múltipla, entre o coeficiente instantâneo de mortalidade natural (M), o comprimento assintótico (L_{∞}) da equação de crescimento segundo von BERTALANFFY (1938), a constante de catabolismo (k) da mesma equação de crescimento e a média anual da temperatura do habitat ($T^{\circ}\text{C}$).

$$\log (M) = -0,0066 - 0,279 \log (L_{\infty}) + 0,6543 \log (k) + 0,4634 \log (T)$$

O método de Taylor possibilitou uma segunda estimativa para os coeficientes instantâneos de mortalidade natural.

$$M = - \text{Ln} (1 - 0,99)/A_{p_{0,99}}$$

Onde A_p é a idade na qual o indivíduo atinge 99% da sua largura assintótica ($A_{0,99}$). A_p correspondente aos 99% é assim calculado:

$$A_{0,99} = t_0 - (4,6/k)$$

Sendo k e t_0 os parâmetros de ajuste da equação de von Bertalanffy.

2.3.3 Mortalidade por pesca (F)

A mortalidade por pesca é dada pela simples subtração da mortalidade total pela mortalidade natural.

2.3.4 Taxa de exploração (E)

A taxa de exploração (E) é comumente utilizada para uma avaliação preliminar do estoque (DUMONT, 2003) sendo que em um estoque que está sob exploração ótima $E=0,5$ (GULLAND & ROTSCCHILD, 1981). Para cálculo dessa taxa, dividi-se o coeficiente de mortalidade por pesca pelo de mortalidade total.

$$E = F/Z$$

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral norte do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. **E-book Biota**. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br/biblioteca/pubdigitais>>. 2011.
- ANDRADE DE PASQUIER, G.; PÉREZ, E. P. Age and growth of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* in Western Venezuela. **Interciência**, v. 29, p. 212-218. 2004.
- APOSTOLIDIS, C. A.; STERGIOU, K. I. A preliminary compilation of life-history data for Mediterranean marine invertebrates. In: Palomares, M.L.D., Pauly, D. (Eds.), **Von Bertalanffy Growth Parameters of Non-fish Marine Organisms**. Fisheries Centre Research Reports. Fisheries Centre, University of British Columbia, n. 16, v. 10, p. 102-121. 2008.
- BERTALANFFY, L. V. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws II). **Human Biology**. Baltimore, v. 10, n. 2, p. 181-213. 1938.
- BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; DE FINIS, A. Crescimento de *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862) (Crustacea: Natantia: Penaeidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 37, n. 1, p. 1-8. 1994.
- CERRATO, R. M. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, 47: 1416-1426. 1990.
- COELHO, P. A., SANTOS, M. C. F. Época da reprodução do camarão branco, *Penaeus schmitti* Burkenroad (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região de Tamandaré, PE. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, Rio Formoso, v.1, n.1, p.157-169. 1993.
- COELHO, P. A.; SANTOS, M. C. F. Ciclo biológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad em Pernambuco (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 2, n. 1, p. 35-50. 1994.
- COELHO, P. A., SANTOS, M. C. F. Época de reprodução dos camarões *Penaeus schmitti* BURKENROAD, 1936 e *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE), na região da foz do rio São Francisco. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 3, n. 1, p. 122-140. 1995.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F. A. M.; CASTILHO, A. L. 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. **Gulf and Caribbean Research**, v. 19, p. 33-41. 2007.
- DAY, J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M.; YÁNEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. John Wiley and Sons, New York. 558p. 1989.

DE GRAVE, S.; PENTCHEFF, N. D.; AHYONG, S. T.; CHAN, T. Y.; CRANDALL, K.A.; DWORSCHAK, P. C.; FELDER, D. L. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. **The Raffles Bulletin of Zoology**, Supplement, v.21, 109p. 2009.

D'INCAO, F. Estudos sobre o crescimento de *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967, na Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil (Crustacea, Penaeidae). **Atlântica**, v. 7, p. 73-84. 1984.

D'INCAO, F. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS. **Atlântica**, v. 13, n. 1, p. 159-169. 1991.

D'INCAO, F.; FONSECA, D. B. **The performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimps: A critical approach. In:** Proceedings of the fourth international crustacean congress, Amsterdam, The Netherlands, p. 733-737. 1999.

D'INCAO, F., VALENTINI, H.; RODRIGUES, L. F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. **Atlântica**, v. 24, n. 2, p. 103-116. 2002.

DUMONT, L. F. C. **Biologia e pesca artesanal do camarão-barba-ruça (*Artemesia longinaris* Bate, 1988) no litoral do Rio Grande do Sul.** 157p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Rio Grande, FURG, Rio Grande, RS. 2003.

DURA, M. F. R. El ciclo biológico de los camarones peneidos. **Técnica Pesquera**, v. 5, p. 12-15. 1985.

EMERENCIANO, I. A. A., O camarão na área de Tutóia - MA. Belém: **SUDAM/UFMA**, 1981.

FERNANDES, L. P. **Crescimento e recrutamento do camarão sete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri*, Heller, 1862, no norte do Estado do Rio de Janeiro.** 65p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. 2011.

FONSECA, D. B. ***Kalliapseudes schubartii* Mañé-Garzón, 1949 (Crustacea, Tanaidacea): comparação entre metodologias de análise de crescimento e dinâmica populacional da espécie.** 100p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), FURG, Rio Grande, RS. 1998.

FUGIMURA, M. M. S. **Efeito da temperatura e densidade de estocagem no crescimento e sobrevivência de juvenis de *Litopenaeus schmitti*.** 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UFRRJ, Seropédica, RJ. 2009.

GARCÍA, S.; LE RESTE, L. Life cycles, dynamics exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. **FAO Fisheries Technical Paper**, v. 203, 205p. 1981.

GARCIA, S.; LE RESTE, L. Ciclos vitales, dinamica, explotacion y ordenacion de las poblaciones de camarones peneidos costeros. Roma: Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. **FAO Série Documento Técnico de Pesca**, v. 203, 180p. 1987.

GAYANILO, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) user's guide. **FAO Computerized Information Series (Fisheries)**, v.6, 186p. 1994.

GONZÁLEZ-ORTEGÓN, E.; PASCUAL, E.; CUESTA J. A.; DRAKE, P. Field distribution and osmoregulatory capacity of shrimps in a temperate European estuary (SW Spain). **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 67, p. 293–302. 2006.

GULLAND, J. A.; ROTHSCILD, B. J. Penaeid shrimps: their biology and management. **Fishing News Books**. Farnham. Surrey. England. 308p. 1981.

HARTNOLL, R. G. Growth. In: D. BLISS (ed.), The biology of Crustacea, v. 2, p. 111-185. (Academic Press, New York). 1982.

ISAAC, V. J. The accuracy of some length-based methods for fish population studies. **ICLARM Technical Report**, v. 27, 81p. 1990.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Estatística de Pesca Brasil**. Grandes Regiões e Unidade da Federação. 136 p. 2004.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Estatística de Pesca Brasil**. Grandes Regiões e Unidade da Federação. 147 p. 2005.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Estatística de Pesca Brasil**. Grandes Regiões e Unidade da Federação. 181 p. 2006.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Estatística de Pesca Brasil**. Grandes Regiões e Unidade da Federação. 151 p. 2007.

IWAI, M. Pesca exploratória e estudo biológico sobre camarão na costa centro-sul do Brasil do N.O. "Prof. Besnard" em 1969/71. **SUDELPA, IO/USP**: 71p. 1973.

KARPOUZI, V.S., PAULY, D. Life history patterns in marine birds. In: Palomares, M.L.D., Pauly, D. (Eds.), Von Bertalanffy Growth Parameters of Non-Fish Marine Organisms. **Fisheries Centre Research Reports**. Fisheries Centre, University of British Columbia, n. 16, v.10, p. 27-53. 2008.

KEUNECKE, K. A.; D'INCAO, F.; FONSECA, D. B. Growth and mortality of *Hepatus pudibundus* (Crustacea: Calappidae) in south-western Brazil. **Journal of Marine Biology Association of United Kingdom**, v. 87, p. 885–891. 2007.

KEUNECKE, K. A.; D'INCAO, F.; MOREIRA, G. N.; SILVA Jr., D. R.; VERANI, J. R. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 98, n. 2, p. 231-235. 2008.

KING, M. G. Fisheries biology, assessment and management. **Fishing News Books**. Osney Mead, Oxford, England. 314p. 1995.

KRUMMENAUER, D.; WASIELESKY, W.; CAVALLI, R. O.; PEIXOTO, S.; ZOGBI, P. R. Viabilidade do cultivo do camarão rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea, Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1. 2006.

KURATA, H. Studies on the age and growth of Crustacea. Bull. **Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory**, v. 24, p. 1-115. 1962.

LOPES, D. L. A. **Criação do camarão rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustacea: Decapoda) em gaiolas no estuário da lagoa dos patos, RS**. 50p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), FURG, Rio Grande, RS. 2007.

MAGGIONI, R.; ROGERS, A. D. e MACLEAN, N. Population structure of *Litopenaeus schmitti* (Decapoda: Penaeidae) from the Brazilian coast identified using six polymorphic microsatellite loci. **Molecular Ecology**, v.12, n.12, p. 3213-3217. 2003.

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

OSHIRO, L. M. Y.; OLIVEIRA, L. M. S.; CRUZ, C. S.; ARAÚJO, E. R.; SOARES, M. R. S.; FUGIMURA, M. M. S.; FLOR, H. R. Estudo das populações de camarões e siris da Baía de Sepetiba/RJ. **Relatório Técnico apresentado à APLIM**, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 26p. 2005.

PALOMARES, M. L. D., SORONGON, P. M. E., HUNTER, A., PAULY, D. Growth of marine mammals. In: Palomares, M.L.D., Pauly, D. (eds.), Von Bertalanffy Growth Parameters of Non-Fish Marine Organisms. **Fisheries Centre Research Reports**. Fisheries Centre, University of British Columbia, n.16, v.10, p. 2-26. 2008a.

PALOMARES, M. L. D., DAR, C., FRY, G. Growth of marine reptiles. In: Palomares, M.L.D., Pauly, D. (Eds.), Von Bertalanffy Growth Parameters of Non-fish Marine Organisms. **Fisheries Centre Research Reports**. Fisheries Centre, University of British Columbia, n.16, v.10, p. 54-81. 2008b.

PAULY, D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **Journal du Conseil permanent International pour l' Exploration de la Mer**, v. 39, n. 2, p. 175-192. 1980.

PAULY, D. Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (part 1). **Fishbyte**, v.1, n. 2, p. 17-19. 1983.

PAULY, D. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates, In: Length-based methods in fisheries research, D. Pauly & G. R. Morgan (eds). **ICLARM Conference Proceedings**, v. 13, p. 7-34. 1987.

PAULY, D., DAVID, N. ELEFAN I, a Basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, v.28, n. 4, p.205-211. 1981.

PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; GUENETTE, S.; PITCHER, T.J.; SUMAILA, U.R.; WALTERS, C.J.; WATSON, R.; ZELLER, D. Towards sustainability in world fisheries. **Nature**, n.418, p. 689–695. 2002.

PÉREZ-FARFANTE, I. Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. **FAO Fisheries Report**, v. 57, n. 4, p. 1417-1433. 1970.

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

PROFROTA PESQUEIRA. Relatório do Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de elaborar proposta do Programa Nacional de Financiamento da Ampliação e Modernização da Frota Pesqueira Nacional. Disponível em: www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/pesca. 2003.

PÜTER, A. Studien über physiologische Ähnlichkeit. VI Wachstums-ähnlichkeiten. **Pflüger Archiv Gees Physiology**, n.180, p.298-340. 1920.

SARDÁ, F. O. **Dinâmica populacional do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Decapoda: Aethridae) na Enseada de Balneário Camboriú, SC, Brasil**. 75p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), FURG, Rio Grande, RS. 2012.

SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. In: BLISS, D. E., VERNBERG, F. J. & VERNBERG, W. B. (eds). **The Biology of Crustacea**. Environmental adaptations. New York: Academic Press. v.8, p. 179-270. 1983.

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

SILVA, L. B.; BARCELLOS, L. J. G.; QUEVEDO, R. M.; SOUZA, S. M. G.; KREUTZ, L.C.; RITTER, F.; FINCO, J. A.; BEDIN, A. C. Alternative species for traditional carp polyculture in southern South America: Initial growing period. **Aquaculture**, v. 255, p. 417–428. 2006.

SILVA, A. O. A.; VIANNA, M. In: Capítulo 2. A Produção pesqueira do Estado do Rio de Janeiro. **Diagnóstico da cadeia produtiva da pesca marítima no Estado do Rio de Janeiro: relatório de pesquisa**. Organizador: VIANNA, M. Rio de Janeiro: FAERJ: SEBRAE-RJ. 2009.

SIMÕES, S. M.; COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO, A. L. Diel variation in abundance and size of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeoidea) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 82, v. 2, p. 369-378. 2010.

TAYLOR, C. C. Temperature and growth; the Pacific razor clam. **Journal du Conseil permanent International pour l' Exploration de la Mer**, v. 25, p. 98-101. 1959.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. **In: 12º Congresso de Zootecnia**, Vila Real, Portugal, 2002. Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais. p. 111-118. 2002.

VALENTINI, H.; PEZZUTTO, P. R. Análise das principais pescarias comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil com base na Produção Controlada do período 1986-2004. São Paulo: **IOUSP/Série Documentos REVIZEE**. 56p. 2006.

VINATEA, L. A. A. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira**. Florianópolis: Ed. da UFSC. 310p. 1999.

WASIELESKY, W.; PEIXOTO, S.; JENSEN, L. ; POERSCH, L. H.; BIANCHINI, A. Estudo preliminar do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* em cercados no Estuário da Lagoa dos Patos. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 63-70. 2004.

WASIELESKY, W.; EMERENCIANO, M. C. G.; BALLESTER, E.; SOARES, R; CAVALLI, R. O.; ABREU, P. C. Cultivos em meios com flocos microbianos. **Panorama da Aquicultura**, v. 96, p. 14-23. 2006a.

WASIELESKY, W.; ATWOOD, H.; STOKES, A. L.; BROWDY, C. L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 258: 396 – 403. 2006b.

WILLIAMS, A. B. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida. **Smithsonian Institution Press**, Washington (DC), 550p. 1984.

Capítulo I

Crescimento e mortalidade do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. Carvalho, C. e Keunecke, K. A.

RESUMO

Estudos de crescimento e mortalidade geram parâmetros que são utilizados para a avaliação de um recurso pesqueiro e possivelmente sua administração. Considerando, os níveis decrescentes de captura e a importância das pescarias, pesquisas sobre a biologia pesqueira das espécies tornam-se de extrema importância. O presente estudo teve como objetivos estimar os parâmetros de crescimento e mortalidade para *L. schmitti* na Baía de Sepetiba, RJ. As amostragens foram mensais no período de ago/2011 a set/12, com um barco de arrasto. Utilizou-se a equação de crescimento de von Bertalanffy e a estimação dos parâmetros de crescimento se deu por ajuste do deslocamento modal e a rotina ELEFAN. A longevidade foi estimada pela equação inversa de von Bertalanffy. Calculou-se a mortalidade total segundo a curva de captura convertida de Pauly, a mortalidade natural pelos métodos de Taylor e Pauly, a mortalidade por pesca e taxa de exploração. Machos e fêmeas apresentaram crescimento diferenciado, sendo que as fêmeas apresentaram maior comprimento total e maiores valores de k . Os parâmetros obtidos através do ajuste modal foram $C_t = 231,49 (1 - e^{-1,99})$ para fêmeas e $C_t = 206,81 (1 - e^{-1,84})$ para machos, com longevidade respectiva de 2,3 e 2,5 anos. Os parâmetros obtidos pelo ELEFAN resultaram nas seguintes equações e longevidades: $C_t = 235,28 (1 - e^{-1,65})$ e 2,79 anos para fêmeas e $C_t = 206,81(1 - e^{-1,6})$ 2,87 anos para machos. Os coeficientes instantâneos de mortalidade não diferiram entre os sexos, concordando com a proporção sexual de 1:1, porém a mortalidade por pesca atinge inicialmente as fêmeas. A taxa de exploração para a espécie é superior a 50%, alertando sobre a possível sobrepesca na região. Como forma de ordenamento, sugere-se adotar os parâmetros obtidos pelo ajuste modal e a mortalidade segundo Taylor, uma vez que foram as estimativas mais conservadoras.

ABSTRACT

Studies on growth and mortality result parameters that are used for the evaluation of a fishery resource and possibility their administration. Considering the declining levels of capture and the importance of fisheries, research on the fisheries biology of the species become extremely important. The present study aimed to estimate growth parameters and mortality rates for *L. schmitti* in Sepetiba Bay, RJ. Collections were performed monthly from august/2011 to september/12 with a trawler. Growth was based on modal analysis by Solver (Excel) and at ELEFAN (FISAT) routine, according to the von Bertalanffy growth model. Longevity was calculated by its inverse formula. The overall mortality rates were estimated by Pauly's converted catch curve and natural mortality rates were estimated from the growth parameters (Taylor, 1959) and Pauly's method (1980). Besides, fishing mortality and exploitation rates

were analyzed. Males and females show different growth pattern, whereas females had higher total length and higher k values. Growth parameters based on modal analyses were $C_t = 231.49 (1 - e^{-1.99})$ for females and $C_t = 206.81 (1 - e^{-1.84})$ for males, with longevity of 2.3 and 2.5 years respectively. The parameters obtained by ELEFAN routine resulted in $C_t = 235.28 (1 - e^{-1.65})$ and 2.79 years for females; $C_t = 206.81 (1 - e^{-1.6})$ and 2,87 years for males. The instantaneous mortality rates did not differed between sexes agreeing to the sex ratio of 1:1. Although, fishing mortality reaches initially females. The exploitation rate for this species is greater than 50%, warning about a possible overfishing of the species in the region. Finally, for management purposes it was suggested to adopt growth parameters obtained by modal analyses and mortality rates according to Taylor's method, since they were the most conservative estimates.

1 INTRODUÇÃO

A pesca apresenta uma significativa importância histórica, econômica, social e cultural (BRANCO, 2005). Atualmente, a atividade pesqueira vem apresentando índices estáveis ou decrescentes de captura, no Brasil e no mundo, pois até recentemente existia a crença de que os recursos pesqueiros eram inesgotáveis contribuindo para a extinção e sobre-exploração de várias espécies de pescados. Contudo, o número de frotas pesqueiras somado aos aparatos tecnológicos e ao aumento do esforço de pesca pode estar refletindo na redução das populações de pescados.

Além disso, a demanda por produtos pesqueiros é crescente no mundo, sendo incentivado seu aumento também no Brasil, principalmente após a criação da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República – SEAP/PR no ano de 2003 (COSTA, 2006). A exploração de peneídeos tem como grandes incentivadores países ricos como Estados Unidos, Japão e Europa (ISAAC *et al.*, 1992). Por esse motivo apresenta importância econômica global ao proporcionarem altos rendimentos e representarem grande parte da demanda do mercado pesqueiro mundial (TULLY *et al.*, 2003; GARCÍA & LE RESTE, 1986).

Deve-se atenção especial a exploração desse recurso, do ponto de vista ecológico e sócio-econômico, por se tratar de alvo tanto da pesca artesanal quanto da pesca industrial. A primeira atua nas áreas de criadouro, estuários e baías do litoral, incidindo sobre indivíduos jovens, tendo como áreas mais relevantes no estado do Rio de Janeiro as lagoas de Araruama, Maricá e Saquarema e as baías da Guanabara, Sepetiba e Ilha Grande, onde esses indivíduos são frequentemente comercializados como isca viva. A atuação da frota industrial ocorre na região costeira da plataforma continental (GOMES, 2009).

Como agravante, a legislação vigente constitui-se de forma arbitrária, sem o embasamento científico necessário, tanto para o Brasil, quanto para as outras partes do mundo (FROESE, 2004). A exemplo para a costa brasileira há o estabelecimento do tamanho mínimo de captura em noventa milímetros (Portaria n 55 – SUDEPE, 20 de Dezembro de 1984), atendendo as exigências do setor produtivo, para que não houvesse perda do valor de mercado (GOMES, 2009). O que ocorre em resposta a carência de estudos e informações bioecológicas sobre os peneídeos (BRANCO & VERANI, 1998) principalmente na região sudeste (GOMES, 2009). Para garantir o melhor aproveitamento dos estoques explorados, são necessárias medidas adequadas de administração (ISAAC *et al.*, 1992), que se tornam viáveis

apenas através do conhecimento do ciclo de vida das espécies e da relação das diferentes fases desse ciclo (GARCÍA & LE RESTE, 1986).

Neste sentido, a pesquisa no estado do Rio de Janeiro tem contribuído pouco; observa-se a ausência de trabalhos básicos de cunho biológico sobre as principais espécies de camarões que são capturadas em sua costa.

No estado do Rio de Janeiro a pesca de camarões é bastante desenvolvida principalmente sobre os estoques das espécies nativas de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*, do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* e do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri*. A captura dos camarões barba-ruça, *Artemesia longinaris* e Santana, *Pleoticus muelleri* também representam uma parcela importante da produção pesqueira (D'INCAO *et al.*, 2002).

Na Baía de Sepetiba as espécies *F. brasiliensis*, *F. paulensis* e *L. schmitti* são encontradas nas seguintes frequências respectivamente: 52%, 2% e 38% (OSHIRO *et al.*, 2005), no entanto, somente *L. schmitti* realiza todo seu ciclo de vida dentro da baía (SILVA, 1977). As espécies *L. schmitti* e *F. brasiliensis* seriam as mais adequadas e indicadas para o trabalho de repovoamento e criação nessa região (FUGIMURA, 2009), reforçando que o sucesso do estabelecimento da criação dessas espécies depende principalmente do conhecimento de sua biologia (LE MOS *et al.*, 2000).

AZEVEDO (1990) e BECQUER *et al.* (1994) relacionaram áreas estuarinas com a ocorrência e com a pesca do camarão branco observando o impacto negativo das pescarias sobre essas populações tornando urgente o aumento de conhecimentos de aspectos biológicos e pesqueiros desse recurso.

O ciclo de vida de *L. schmitti* foi estudado por vários autores (PÉREZ-FARFANTE, 1970; COELHO & SANTOS, 1993; COELHO & SANTOS, 1994; COELHO & SANTOS, 1995; CHAGAS-SOARES *et al.*, 1995; SANTOS *et al.*, 2008; SANTOS, 2000) e é semelhante ao de muitas outras espécies da família Penaeidae, com um desenvolvimento larval na plataforma continental, migração das pós-larvas para os estuários, crescimento dos juvenis em berçários de áreas estuarinas e retorno ao oceano para reprodução. Os aspectos que geralmente tendem a sofrer variações são a época do período reprodutivo e os parâmetros de crescimento e mortalidade.

O crescimento é resultado de um balanço entre os processos de anabolismo e catabolismo que ocorrem no indivíduo (BERTALANFFY, 1938). Em crustáceos, FONTELES-FILHO (1989) comenta a existência de dois componentes no crescimento: um período de intermuda e um período de ecdise. Portanto, a taxa de crescimento é determinada por dois fatores: incremento de tamanho no período de intermuda e frequência de muda realizada num período anual.

Embora a fisiologia dos crustáceos seja muito diferente de outros grupos já que o crescimento não é contínuo, o crescimento médio do corpo também segue o modelo de crescimento de von Bertalanffy (GARCÍA & LE RESTE, 1981). A curva de crescimento se assemelha a uma escada onde cada degrau corresponde a uma muda e períodos de pós-muda onde não há crescimento. No entanto, os membros de uma coorte mudam em momentos diferentes para a coorte seguinte, dessa forma, a curva de crescimento médio torna-se uma curva uniforme (SPARRE & VENEMA, 1997).

Estudos de crescimento com *L. schmitti* são escassos na literatura. EWALD (1965) menciona pela primeira vez o crescimento dessa espécie na Venezuela, mostrando que os juvenis se concentram no lago de Maracaibo, enquanto os adultos no Golfo da Venezuela em função dos parâmetros de crescimento encontrados, fato que foi corroborado por ANDRADE DE PASQUIER e STOTZ (1999), ANDRADE DE PASQUIER e PÉREZ (2004) e

ANDRADE DE PASQUIER e PÉREZ (2007), que observaram os mesmos ritmos de crescimento e migração na Venezuela.

O estudo dos parâmetros de crescimento e da mortalidade permite caracterizar as populações no tempo e no espaço. Não obstante, as estimativas dos parâmetros de crescimento demonstram a atuação da pesca em diferentes estratos populacionais. NEIVA *et al.* (1971) foram os pioneiros ao descrever os parâmetros de crescimento da população de camarão branco capturada pela frota pesqueira comercial que atuava na Baía de Santos em 1967 e concluíram que as classes etárias não coexistiam. Para os autores acima a pesca atuava em apenas um estrato populacional em grande parte do tempo. COELHO e SANTOS (1994) observaram que *L. schmitti* se reproduziam o ano inteiro em áreas de pesca em Tamandaré, Pernambuco, sendo que a parte mais importante da produção pesqueira depende do recrutamento oriundo do período de reprodução nas estações primavera/verão.

SANTOS *et al.* (2006) em quatro áreas no nordeste do Brasil, relataram que a espécie apresentou um crescimento mais acelerado no período de maior índice pluviométrico (abril a julho), quando aumenta a oferta de nutrientes.

O estudo do crescimento é de extrema importância, pois a obtenção correta dos parâmetros biológicos do modelo de crescimento de BERTALANFFY (1938) pode fornecer, *a posteriori*, estimativas das taxas de mortalidade, empregadas no ordenamento e manejo pesqueiro das espécies comerciais (KEUNECKE *et al.*, 2008).

Dessa forma, este estudo teve como objetivo disponibilizar as primeiras informações sobre os parâmetros de crescimento e sobre a mortalidade da espécie nativa *L. schmitti* na Baía de Sepetiba, estado do Rio de Janeiro. Para isso, estimou-se para machos e fêmeas os parâmetros de crescimento em tamanho através do modelo de von BERTALANFFY (1938). Também estimou-se para ambos os sexos os coeficientes de mortalidades total (Z), natural (M) e por pesca (F) e a taxa de exploração (E), além de verificar o efeito da pesca de arrasto sobre a população.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na Baía de Sepetiba, RJ (latitude 22°54' -23°04' S e longitude 43°34' - 44°10' W) (DHN, 1984). A baía apresenta um formato alongado, limitando-se a norte e a leste pelo continente, ao sul pela restinga da Marambaia e a oeste pela Baía da Ilha Grande. Apresenta uma área de 520 km², entre as latitudes 22°53' a 23°05' S e longitude 43°35' a 44°03' W, cercada de grandes habitats que incluem mangues, bancos de areia e pequenas áreas estuarinas (GUEDES, 2010). Caracteriza-se como um ecossistema costeiro tropical, onde predomina a estabilidade das variáveis abióticas, apresentando um padrão de sazonalidade bem definido (MENDONÇA & ARAÚJO, 2002). Constitui uma zona muito importante para as populações de peixes e de grande relevância para a pesca (JABLONSKI & MOREIRA, 1998), entretanto, até o momento não foram realizados estudos no sentido de investigar o crescimento e a mortalidade de peneídeos.

A região é muito abrigada, devido à presença de numerosas ilhas, e principalmente pela Restinga da Marambaia. A Baía recebe muitos rios e riachos, que carregam matéria orgânica e nutrientes, que a torna um local propício para a reprodução e crescimento de muitas espécies de peixes, crustáceos e moluscos (CARVALHO, 2010). Entretanto, nos

últimos anos, vem sofrendo com o desenvolvimento do complexo industrial e a crescente urbanização, que tem aumentado substancialmente o nível de poluição de suas águas (PESSANHA & ARAÚJO, 2000).

A Baía de Sepetiba foi dividida em três áreas, uma interna, uma intermediária e outra externa, conforme o seu gradiente de salinidade e temperatura (GUEDES, 2010). A área interna é influenciada pelo aporte de rios e canais de marés, apresentando maior temperatura e turbidez e menor salinidade; o substrato é principalmente lodoso, com profundidade menor que 5m e salinidade média de 28. A zona externa, mais próxima do mar, apresenta condições ambientais contrárias com substrato principalmente arenoso, temperatura mais baixa, quando comparado à área interna, salinidade e transparência mais alta, profundidade máxima de 28m e salinidade média de 33. A área central apresenta condições ambientais intermediárias entre a área interna e externa (GUEDES, 2010) (fig. 3).

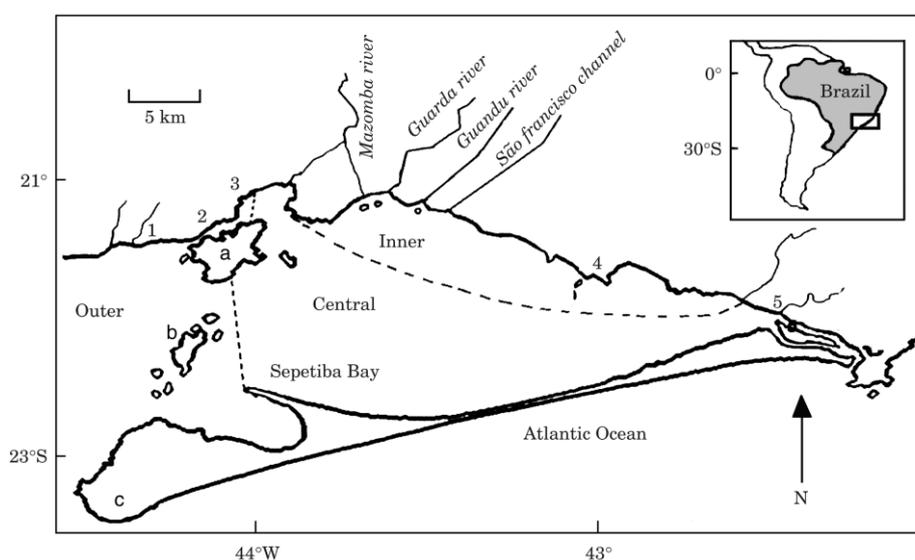


Figura 1. Baía de Sepetiba com a indicação das três áreas que foram amostradas durante o projeto (área interna, intermediária e externa); a - Ilha de Itacuruçá, b – Ilha de Jaguanum e c – Ilha da Marambaia. Modificado de COSTA & ARAÚJO, 2003.

As amostragens mensais aconteceram durante doze meses (setembro/2011 a agosto/2012) utilizando um barco padrão, representativo da frota camaroneira da Baía de Sepetiba, com tamanho de 10m, ensacador com média de 1,2m e malha do ensacador de 20mm entre nós opostos. Em cada área realizou-se dois arrastos de fundo com duração de 30 minutos cada. Durante a amostragem biológica, dados abióticos também foram registrados, como temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e profundidade. Posteriormente, os indivíduos coletados eram acondicionados em caixas isotérmicas com gelo e transportados até a Estação de Biologia Marinha de Itacuruçá da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (EBM-UFRRJ) e mantidos em um freezer.

No laboratório da EBM, os camarões passaram por um processo de identificação até o nível específico (D'INCAO, 1995; COSTA *et al.*, 2003) e do sexo. A biometria consistiu nas medidas do comprimento total (medida do início do rostro ao final do telso) e do comprimento da carapaça (medida do ângulo orbital à região postero-dorsal da carapaça),

através de um camarômetro e um paquímetro digital (0.01mm); e do peso úmido por uma balança de precisão (0.01g).

2.2 Crescimento

Os arrastos foram agrupados mensalmente e os indivíduos separados em classes de 1mm de comprimento de cefalotórax. Para a estimativa dos parâmetros do modelo de von BERTALANFFY (1938) utilizou-se a análise do deslocamento modal (AJMOD) (*PeakFit v. 4.06 SPSS Inc. for Windows Copyright 1991–1999, AISN Software Inc.*) e a rotina ELEFAN (*Electronic Length Frequency Analysis*) (PAULY & DAVID, 1981) do pacote de programas FAO–ICLARM *Stock Assessment Tools* (FISAT) (GAYANILO *et al.*, 1994).

No primeiro, foram obtidos modas ou picos modais onde as distribuições de frequências de ocorrência observadas foram ajustadas a curvas normais e a seleção das coortes para a construção das curvas de crescimento foi baseada nos parâmetros obtidos pela ferramenta Solver (Microsoft Excel). Para o $C_{c\infty}$ foi determinado um valor fixo, considerando o maior tamanho de machos e de fêmeas encontrados nas coletas e na literatura. Além dos parâmetros k e t_0 , foram observadas as estimativas de longevidade e o r (acima de 0,85) de cada coorte. Ao final, somente aquelas coortes com variáveis coerentes com o ciclo de vida das espécies foram selecionadas. Uma vez selecionadas as coortes, procedeu-se ainda o ajuste das idades (em dias) conforme o valor de t_0 .

Em uma última etapa, a união dos picos modais gerados e das respectivas idades corrigidas de todas as coortes selecionadas, originaram as curvas de crescimento: $C_t = C_{c\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$, onde C_t é o comprimento do cefalotórax no instante t , $C_{c\infty}$ é o comprimento máximo que em média o cefalotórax pode atingir (assíntota da curva), k é a constante de crescimento e t_0 um parâmetro de ajuste que corresponde ao valor no eixo das abscissas (t), onde a curva intercepta, e está relacionado ao comprimento do cefalotórax no instante do nascimento ($t =$ zero). Nesse caso, o tamanho da carapaça de *L. schmitti* é desprezível ao nascer assumindo-se t_0 igual à zero.

Já a rotina ELEFAN reconstrói as distribuições de frequência de comprimento, identificando as modas principais e através de diferentes combinações de k e L_{∞} . Simultaneamente, seleciona e acumula os resultados na forma de um índice de ajuste (R_n). Como a rotina não calcula as coortes separadamente, a seleção foi em função da coerência dos parâmetros e do maior valor de R_n . Também se realizou cálculo do índice de performance de crescimento (Φ'), onde obrigatoriamente utiliza valores de comprimento total expresso em centímetros.

A obtenção dos parâmetros de crescimento para machos e fêmeas foi realizada com auxílio da ferramenta Solver (Microsoft Excel) e comparando estes parâmetros através de um teste F ($\alpha=0.05$) (CERRATO, 1990). A estimativa da longevidade foi calculada pela fórmula inversa de von BERTALANFFY (1938) modificada por D'INCAO e FONSECA (1999), que consideram 99% do tamanho assintótico.

2.3. Mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e taxa de exploração (E)

Os coeficientes instantâneos de mortalidade total ($Z \text{ ano}^{-1}$) foram estimados para machos e fêmeas, baseados na curva de captura convertida de PAULY (1983). O coeficiente

instantâneo de mortalidade natural (M) foi estimado de acordo com os métodos de TAYLOR (1959) e PAULY (1980). O método de TAYLOR (1959) utiliza os parâmetros da equação de von BERTALANFFY (1938) e a longevidade considerando o comprimento assintótico (C_{∞}): $Ap_{0.99}=t_0+4.60/k$. O método supõe que a mortalidade natural reduz o número inicial da coorte para 1% do valor original, considerando um período de tempo igual à longevidade (TAYLOR, 1959, modificado por SARDÁ, 2012). O parâmetro k da equação de crescimento é $-k(t_{max}-t_0)=M=4.6$, logo, $M=4.6/Ap_{0.99}$. A equação de PAULY (1980) é dada por $\log(M) = -0,0066 - 0,279 \log(L_{\infty}) + 0,6543 \log(k) + 0,4634 \log(T)$, onde T é a temperatura média do habitat. A mortalidade por pesca (F) é dada pela diferença entre a mortalidade total (Z) e a natural (M); e a taxa de exploração (E) pela divisão da taxa de mortalidade por pesca pela total.

O teste do Qui-quadrado ($\alpha=0.05$) foi aplicado para verificar a proporção sexual entre os sexos ao longo do período de amostragem. Enquanto a relação peso-comprimento (Ct) e um teste t-student *a posteriori* ($\alpha=0.05$), foi utilizada para caracterização da alometria de machos e de fêmeas.

3 RESULTADOS

3.1 Proporção sexual

Um total de 792 indivíduos foram coletados na Baía de Sepetiba, RJ, (355 fêmeas e 437 machos) (fig. 2 e tab. 1).

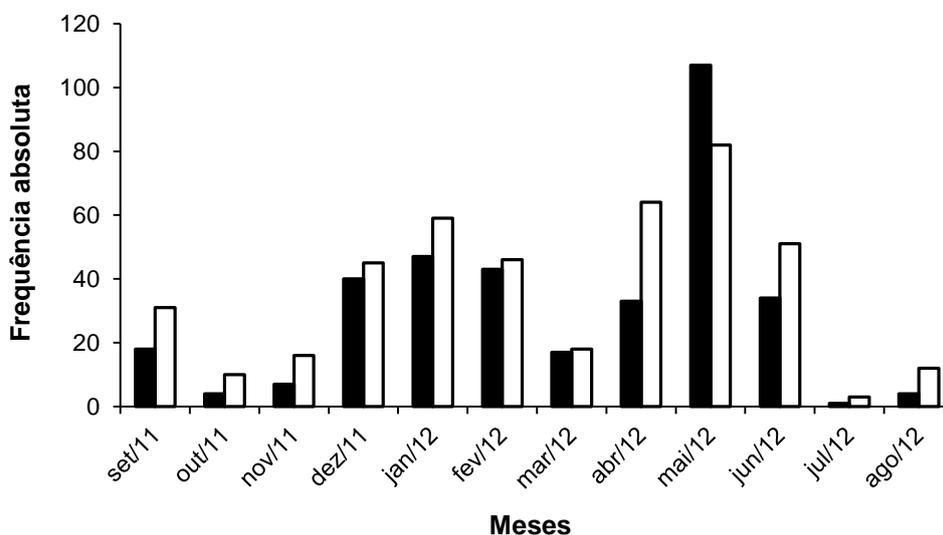


Figura 2. Frequência absoluta de fêmeas e machos de *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.

Tabela 1. Comprimento médio de cefalotórax e desvio padrão, comprimento mínimo e máximo (mm) para fêmeas e machos de *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.

Sexo	Média	<CC	>CC
Fêmeas	23.22 ± 7.32	9.4	53.48
Machos	23.64 ± 5.55	11.4	37.92

Apesar da superioridade dos machos em maior parte do período de estudo, a proporção sexual foi de 1:1 ($\chi^2_{\text{cal}} = 8.49$; $p < 0.05$) (tab. 2).

Tabela 2. Número mensal de machos e fêmeas e proporção sexual mensal de *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012. (* indica diferença significativa $p < 0.05$).

Meses	Machos (M)	Fêmeas (F)	Proporção M/F
set/11	31	18	1.72*
out/11	10	4	2.5*
nov/11	16	7	2.3*
dez/11	45	40	1.13
jan/12	59	47	1.25
fev/12	46	43	1.07
mar/12	18	17	1.06
abr/12	64	33	1.91*
mai/12	82	107	0.77
jun/12	51	34	1.5
jul/12	3	1	3*
ago/12	12	4	3*
Total	437	355	1.2

3.2 Relação peso-comprimento

O crescimento foi caracterizado como alométrico para fêmeas ($p < 0.05$) e isométrico para machos ($p > 0.05$). A relação peso-comprimento para cada sexo está apresentada nas fig.3 e 4.

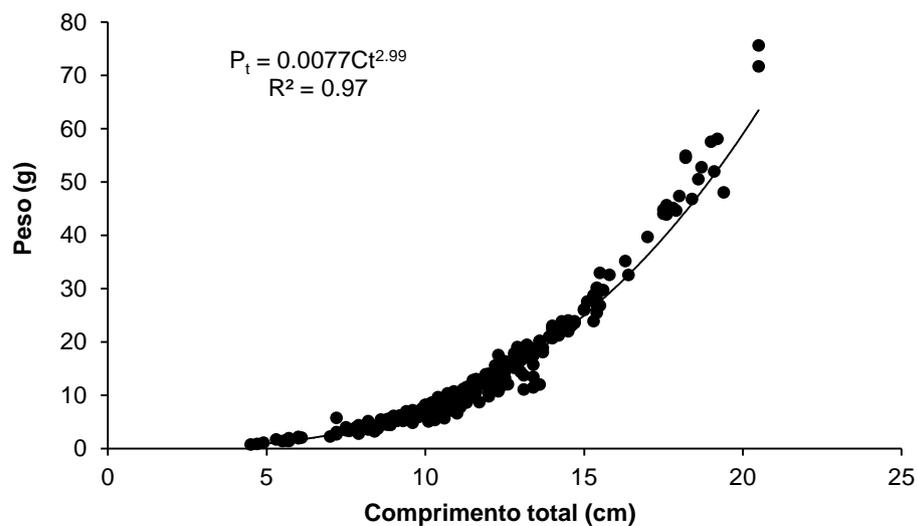


Figura 3. Relação biométrica entre peso e comprimento total (Ct) pelo modelo de regressão não linear $W = a(Lc)^b$ para fêmeas de *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 (n = 308).

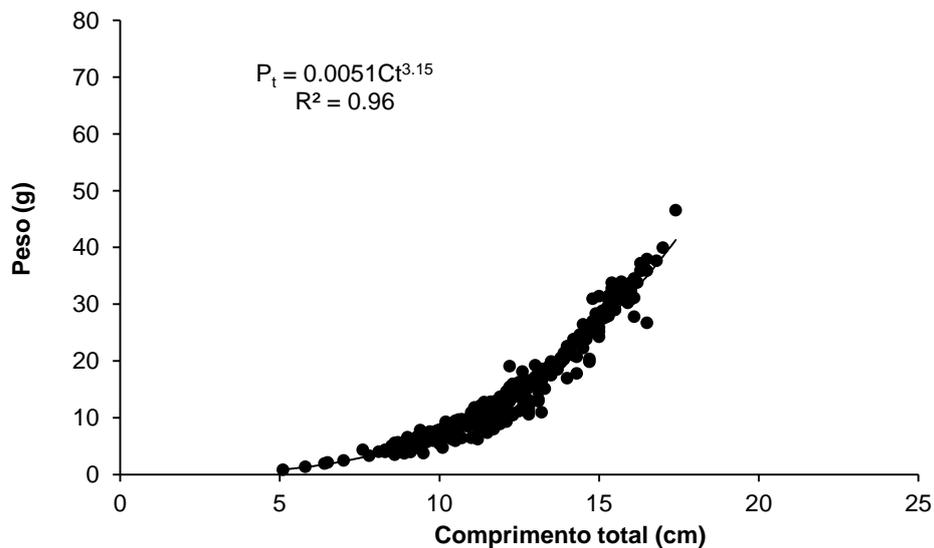


Figura 4. Relação biométrica entre peso e comprimento total (Ct) pelo modelo de regressão não linear $W = a(Lc)^b$ para machos de *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 (n = 385).

3.3 Crescimento

3.3.1 Crescimento - Análise do deslocamento modal (AJMOD)

Em função da dispersão das modas calculadas, foram selecionadas cinco coortes para as fêmeas e seis para os machos de *L. schmitti* (Fig. 5 e 6).

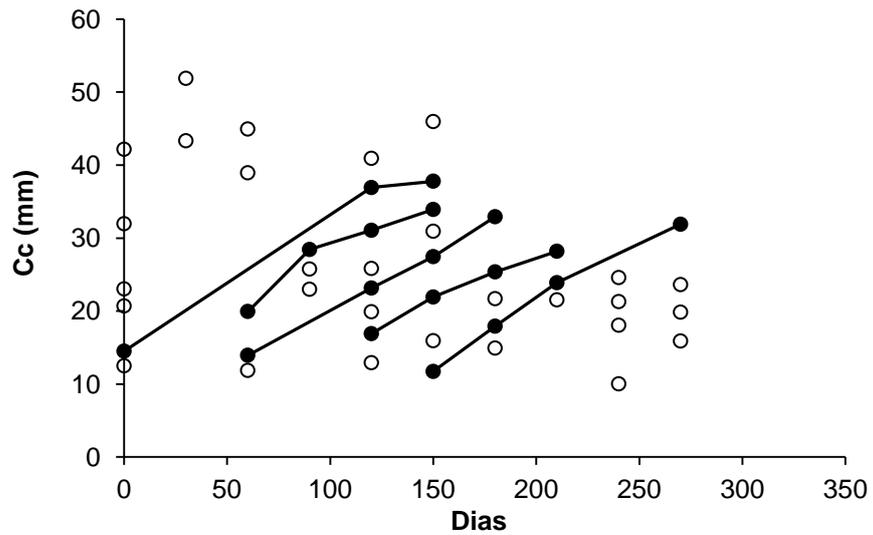


Figura 5. Dispersão de modas e coortes selecionadas das fêmeas de *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.

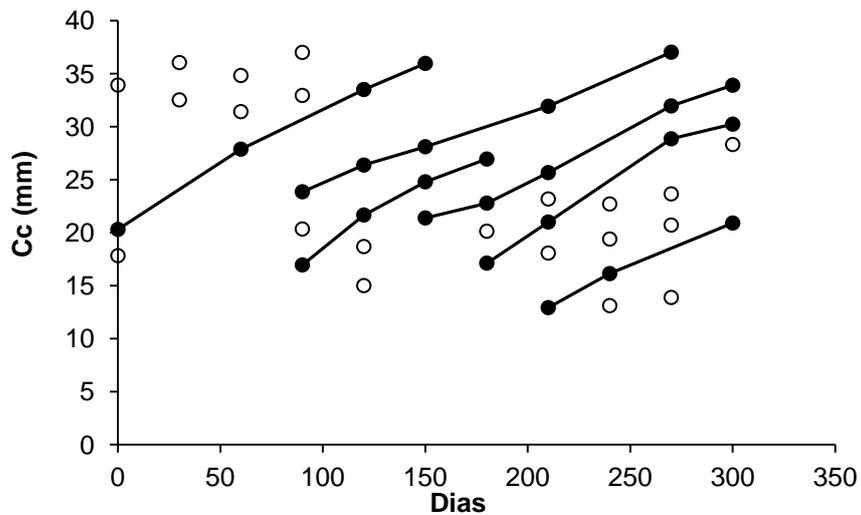


Figura 6. Dispersão de modas e coortes selecionadas dos machos de *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.

As coortes escolhidas apresentaram os parâmetros de ajuste das equações de crescimento mais adequados bem como estimativas de longevidade coerentes para a espécie (tab. 3). Deve-se ressaltar, no entanto, que o comprimento assintótico foi fixado em um valor que corresponde ao tamanho do maior indivíduo capturado nas coletas, para as fêmeas, e o maior tamanho assintótico encontrado na literatura no litoral brasileiro, para os machos de *L. schmitti* (SANTOS *et al.*, 2006). O critério adotado para os machos foi devido ao maior tamanho encontrado nas amostragens estar abaixo do esperado, o que poderia levar a uma subestimativa do comprimento assintótico.

Tabela 3. Valores dos parâmetros de crescimento (k , Cc_{∞} e t_0), longevidade (t_{max}) e coeficiente de determinação (r^2), estimados para as coortes selecionadas em comprimento de cefalotórax para fêmeas e machos *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.

Sexo / Coorte	k (anos)	Cc_{∞}	t_0 (anos)	t_{max} (anos)	r^2
Fêmea / 1	2.34	54	-0.134	1.97	0.98
Fêmea / 2	2.21	54	-0.225	2.09	0.9
Fêmea / 3	1.99	54	-0.123	2.31	0.98
Fêmea / 4	1.82	54	-0.159	2.53	0.77
Fêmea / 5	1.49	54	-0.258	3.1	0.98
Macho / 1	2.23	46	-0.258	2.06	0.98
Macho / 2	2.81	46	-0.433	2.82	0.98
Macho / 3	1.75	46	-0.268	2.62	0.98
Macho / 4	1.73	46	-0.337	2.66	0.98
Macho / 5	1.95	46	-0.236	2.38	0.98
Macho / 6	1.64	46	-0.195	2.81	0.98

A união das coortes selecionadas originaram as curvas de crescimento para fêmeas e machos (fig. 7 e 8).

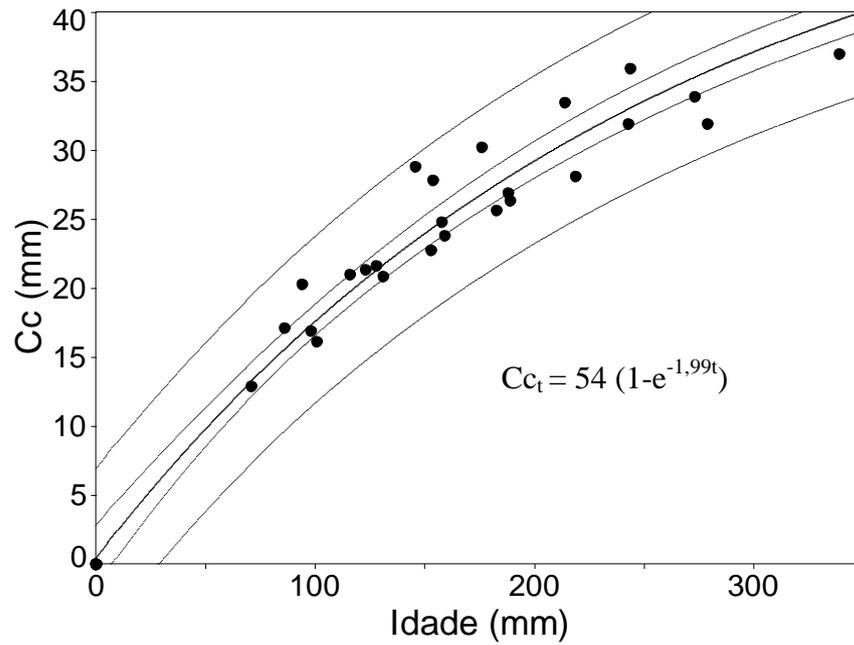


Figura 7. Curva de crescimento para as fêmeas de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,93$) na Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 (intervalo de 99% de confiança).

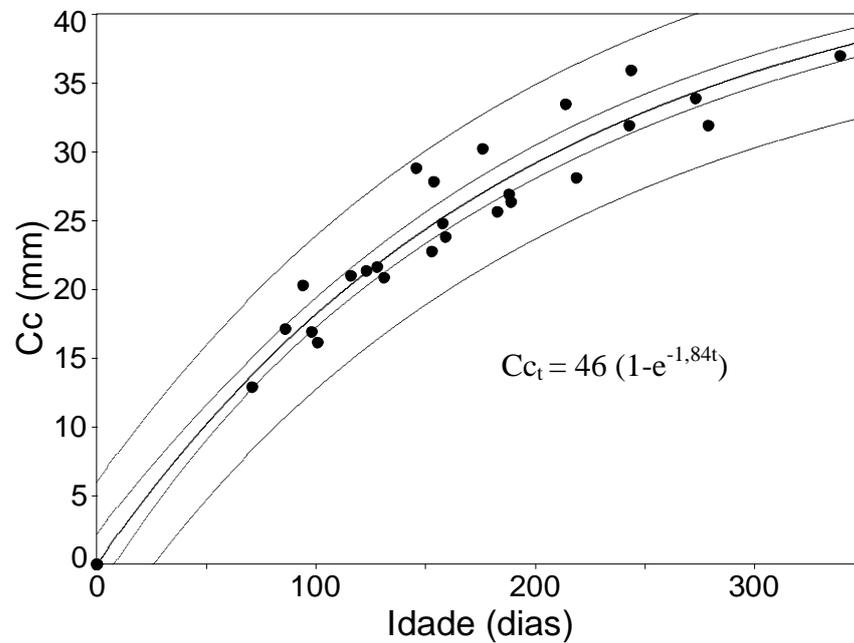


Figura 8. Curva de crescimento para os machos de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,91$) na Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 (intervalo de 99% de confiança).

A longevidade estimada foi de 2,3 e 2,5 anos para fêmeas e machos, respectivamente.

A comparação das curvas de crescimento, pelo teste F ($F_{cal}=3.186$, $p<0.05$), demonstrou que uma única curva não descreve o crescimento de machos e fêmeas de *L. schmitti*.

3.3.2 Crescimento – ELEFAN

Em função da coerência dos parâmetros biológicos de *L. schmitti*, os parâmetros de crescimento escolhidos encontram-se na tabela 2.

Tabela 4. Parâmetros de crescimento (k e Cc_{∞}), SS (*starting sample*), SL (*starting lenght*) e índice de ajuste (Rn) estimados por ELEFAN para machos e fêmeas de *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012.

	Fêmeas	Machos
Cc_{∞}	55	46
k	1.65	1.6
C	0	0
WP	0	0
SS	12	12
SL	54.5	38
Rn	0.145	0.146

Não há na literatura evidências de que *L. schmitti* apresente uma variação no seu crescimento em função da sazonalidade. Os parâmetros WP (*winter point*, ponto que determina o período do ano onde o crescimento é menor) e C (um fator que expressa a amplitude das oscilações) que definem as oscilações sazonais na curva de crescimento, foram fixados para zero. O programa não calcula as coortes separadamente, mas estima (graficamente) onde se encontrariam essas coortes de acordo com o ponto de partida (SS) e o comprimento de partida (SL) selecionados (Fig. 9 e 10).

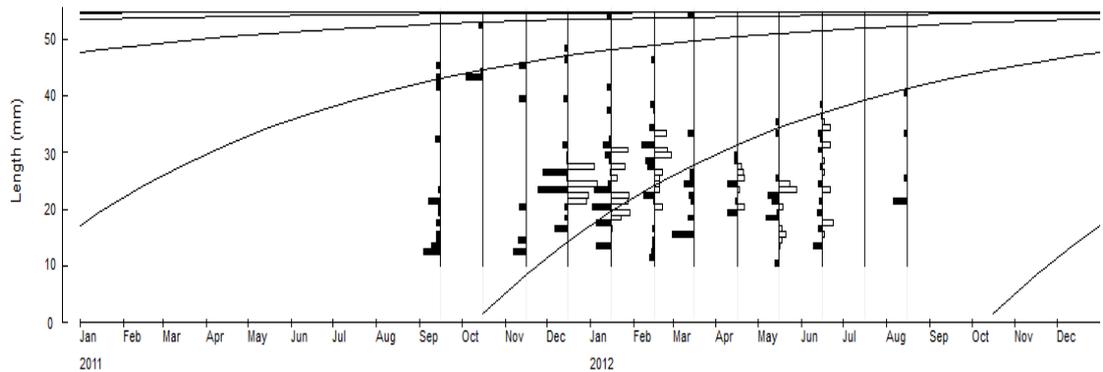


Figura 9. Distribuição de frequências normais (colunas pretas) e reestruturadas (colunas brancas) de comprimento de cefalotórax de fêmeas de *Litopenaeus schmitti*. $Cc_t = 55 (1 - e^{-1.65t})$.

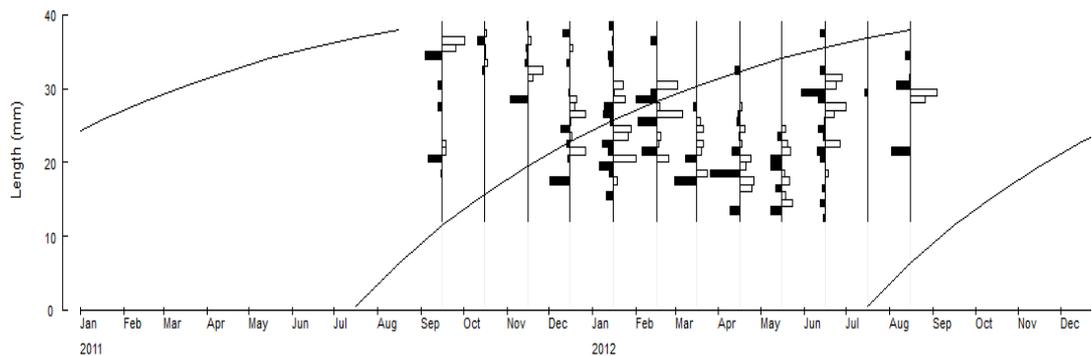


Figura 10. Distribuição de frequências normais (colunas pretas) e reestruturadas (colunas brancas) de comprimento de cefalotórax de machos de *Litopenaeus schmitti*. $Cc_t = 46 (1 - e^{-1.6t})$.

A longevidade estimada foi de 2,79 e 2,87 anos para fêmeas e machos, respectivamente.

3.4 Mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e taxa de exploração (E)

A curva de captura convertida demonstrou que as fêmeas passam a estar mais vulneráveis a pesca a partir dos 3 meses de idade, enquanto machos por volta dos 4 meses (fig.11).

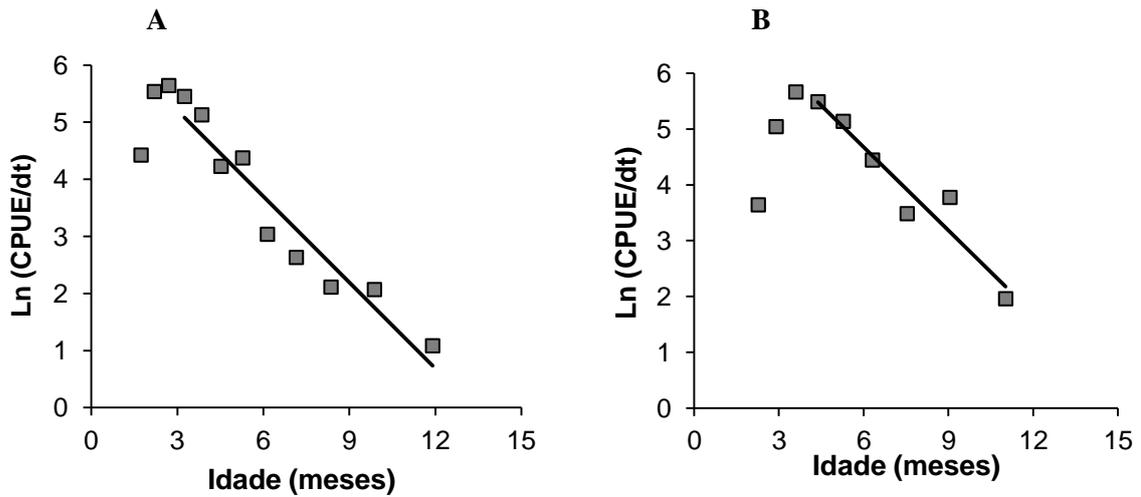


Figura 11. Curva de captura convertida (Pauly, 1980) para fêmeas (A) e machos (B) de *Litopenaeus schmitti* da Baía de Sepetiba, RJ, no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 ($r^2=1$).

Os coeficientes de mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e taxa de exploração (E), calculados utilizando o $C_{t\infty}$ e k estimados pelo Solver e ELEFAN, estão apresentados abaixo (tab.5). Pode-se observar a semelhança dos coeficientes entre os sexos.

Tabela 5. Coeficientes instantâneos de mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e exploração (E) (ano^{-1}) (M1= método de Taylor, 1959; M2= método de Pauly, 1980; F1 e E1= utilizam o M1; F1 e E2= utilizam M2).

	Z	M1	M2	F1	F2	E1	E2
Fêmeas*	6.03	1.99	2.75	4.04	3.28	0.67	0.54
Fêmeas**	6.03	1.65	2.74	4.38	3.29	0.73	0.55
Machos*	5.97	1.84	2.7	4.13	3.27	0.69	0.55
Machos**	5.97	1.6	2.46	4.37	3.51	0.73	0.59

*parâmetros estimados pelo Solver.

**parâmetros estimados pelo ELEFAN.

4 DISCUSSÃO

4.1 Proporção sexual

Razões sexuais maiores ou menores que 1:1 são frequentemente observadas entre os crustáceos, podendo ser resultado de diferenças no seu ciclo de vida, migração, taxa de mortalidade e de crescimento diferencial entre machos e fêmeas, reversão sexual e diferenças comportamentais (WENNER, 1972).

No presente estudo, a proporção sexual obtida para *L. schmitti* não diferiu da razão esperada de 1:1, mesmo considerando os meses isoladamente, isto parece apontar que, pelo menos na Baía de Sepetiba, não há uma distribuição segregada entre os sexos. Dessa forma, machos e fêmeas não selecionam diferentes condições de habitat e há um equilíbrio entre os processos de crescimento e mortalidade. Outro fator que pode ter ocasionado a proporção igual é o fato da espécie *L. schmitti* fechar todo o seu ciclo de vida dentro da Baía de Sepetiba, logo, as fêmeas não migram para fora da baía para realizar a desova como ocorre para as espécies de camarão rosa, *Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*.

SANTOS *et al.* (2008) e SANTOS e FREITAS (2004) relataram uma maior proporção de fêmeas em relação a machos de *L. schmitti*, na baixada Santista, SP, e no litoral da região Nordeste, respectivamente. Uma maior proporção de fêmeas pode ocorrer principalmente no período reprodutivo ou em áreas de postura, ocasionando assim, um aumento das capturas de um determinado sexo, o que não ocorreu neste estudo.

De acordo com a Teoria de FISHER (1930), a seleção natural favorece uma proporção igual entre os sexos, e desvios da taxa esperada de 1:1 podem estar regulando internamente o tamanho da população, afetando seu potencial reprodutivo.

4.2 Relação peso – comprimento

Relações morfométricas frequentemente são utilizadas para descrever o comportamento das dimensões corporais das espécies ao longo do tempo. Em peneídeos essas relações geralmente costumam relacionar duas medidas de tamanho como o comprimento da carapaça e o comprimento total ou alguma medida de comprimento com o peso. Posteriormente, essas medidas geram uma equação linear ou potencial que podem ser utilizadas para estimar algumas dessas dimensões a partir de outra medida conhecida. Além disso, é possível caracterizar o crescimento em peso e, no caso da relação peso-comprimento, verificar o tipo de crescimento que a espécie apresenta que pode ser isométrico ou alométrico.

O crescimento é isométrico quando os incrementos no comprimento são acompanhados de aumento de peso na dimensão de seu volume, ou seja, há uma proporcionalidade, caso contrário, o crescimento é alométrico. (ALBERTONI *et al.*, 2003).

O crescimento alométrico é marcante em duas fases do ciclo de vida dos camarões marinhos, a fase larval devido a sucessivas metamorfoses e a fase adulta por causa dos processos de maturação e reprodução.

Segundo BRANCO (2005), os camarões da família Penaeidae tem uma tendência, de um modo geral, a um crescimento alométrico diferenciado entre os sexos. Segundo BRANCO *et al.* (1999) esse padrão alométrico foi observado nas populações das espécies *Artemesia longinaris* (Bate, 1888), de Mar Del Plata; *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967)

capturados em mar aberto e desembarcados em Santos e nas populações de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), no litoral de São Paulo e na Foz do rio Itajaí-Açú, Santa Catarina. O mesmo foi observado para *L. schmitti* neste estudo.

PRIMAVERA (1998) relatou para *Penaeus monodon* um crescimento alométrico similar entre os sexos, entretanto, alguma diferença parecia apontar apenas quando as fêmeas estavam em estágio avançado de maturação dos ovários que refletia em um maior ganho de peso. Neste estudo, menos de 10% das fêmeas apresentavam estágio avançado de maturação dos ovários, o que pode explicar o crescimento alométrico negativo.

As dimensões do corpo aumentam em razões diferentes de um organismo para o outro e essas diferenças, frequentemente, estão relacionadas ao sexo e estágio gonadal do crustáceo (HARTNOLL, 1982).

4.3 Crescimento

4.3.1. Métodos de Estimativa dos Parâmetros de Crescimento

Na rotina ELEFAN, há uma relação diretamente proporcional entre o N amostral por grupo etário no valor do índice de ajuste (Rn), o que dificultou conciliar a estimação dos parâmetros k e L_{∞} com o maior valor de Rn pois havia poucos indivíduos com comprimento próximo ao máximo relatado para a espécie. O valor de L_{∞} está intimamente ligado aos valores de *starting sample* e *starting length*, tanto que neste estudo os comprimentos de partida foram 54,5 mm e 38 mm, para fêmeas e machos, respectivamente, que resultaram em valores de L_{∞} coerentes com a espécie (55 mm e 46 mm), caso contrário os valores de L_{∞} eram sempre subestimados. Foi também observado a subestimação dos valores de k , porém se o pesquisador não considerar as estimativas de longevidade, a escolha de um conjunto de parâmetros torna-se difícil e subjetiva. Portanto, D'INCAO e FONSECA (1999) recomendam que, devido à natureza assintótica do modelo de Bertalanffy, os parâmetros de crescimento de crustáceos devem ser aferidos através da estimativa da longevidade máxima, utilizando como L_t (*total length*) no mínimo 99% do comprimento assintótico, pois valores inferiores tendem a mascarar o erro das estimativas de k .

Além disso, o programa não fornece meios para que se estime o ajuste de cada coorte. Analisando os gráficos de distribuição de frequências reestruturadas de comprimento, nota-se que os parâmetros estimados descreveram o crescimento de apenas uma ou duas coortes do período amostral (pois deve-se desconsiderar a primeira e segunda coorte). Contudo, é um método prático e rápido, e fornece bons resultados se eles forem bem interpretados.

Em contra partida, o método de ajuste modal (AJMOD), com uso do programa Peak fit e da ferramenta Solver, apresentou as melhores estimativas. Ao contrário do ELEFAN, ele não considera o número de indivíduos por classe e identifica os grupos etários levando em conta ajustes estatísticos. Apesar do trabalho exigido pelo método, que procura testar todas as possibilidades de ajuste, ele possibilita aferição dos resultados em todas as etapas do procedimento da análise, o que confere maior realidade as estimativas.

No que concerne a meios de se aferir uma curva de crescimento é conveniente discutir a interpretação biológica dos parâmetros do modelo de von Bertalanffy (FONSECA 1998). Ressaltar que são modelos matemáticos e cabe aos pesquisadores escolher os parâmetros condizentes com a biologia da espécie.

4.3.2 Parâmetros de Crescimento: L_{∞} , k e t_{\max}

O dimorfismo sexual em relação ao tamanho corporal é característico em camarões peneídeos, onde as fêmeas apresentam as dimensões de comprimento e peso maiores do que nos machos (HARTNOLL, 1982). Esse dimorfismo está provavelmente ligado ao processo de reprodução, pois as fêmeas precisam de espaço para poder abrigar o desenvolvimento dos ovários e demais estruturas reprodutivas.

Nesse sentido, GARCÍA e LE RESTE (1981) e BRANCO *et al.* (1999) relataram que embora as fêmeas alcancem comprimento total superior ao dos machos, estes crescem mais rapidamente. Contudo, neste estudo, as constantes de crescimento das fêmeas ($1,99 \text{ ano}^{-1}$ por AJMOD e $1,65 \text{ ano}^{-1}$, ELEFAN) foram superiores as constantes de crescimento obtidas para os machos ($1,84$, AJMOD, e $1,6$ pelo ELEFAN), independente da metodologia utilizada. Essa inversão já foi observada em um levantamento de mais de cem espécies da família por D'INCAO e FONSECA (1999), para a espécie *F. paulensis* em cativeiro por PEIXOTO *et al.* (2001) e para *F. brasiliensis* e *F. paulensis* por LEITE e PETRERE JR (2006).

As razões intrínsecas (efeitos genéticos), extrínsecas (fatores ambientais) (ALBERTONI *et al.*, 2003; FERNANDES *et al.*, 2011), além da localização geográfica, espécie, sexo e a fase da vida podem influenciar na variação dos parâmetros de crescimento. Logo, esses fatores podem ser considerados para explicar as diferenças encontradas em análises populacionais.

Os comprimentos assintóticos estimados pelo ELEFAN estão de acordo com os valores disponíveis na literatura para a espécie (tab. 6 e 7). A subestimação dos valores de comprimento assintótico encontrados por MORENZA *et al.* (1992) possivelmente é consequência da área de amostragem que não abrangia indivíduos adultos maduros.

Tabela 5. Parâmetros de crescimento de *Litopenaeus schmitti* e índice de performance de crescimento (Φ') considerando o comprimento total (CT). (M = machos, F = fêmeas, A = ambos os sexos).

Espécie	Sexo	L_{∞} (cm)	k (anos)	Φ'	Local	Referência	Observação
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	13.2	1.68	2.47	Baía Cienfuegos, Cuba	Morenza <i>et al.</i> (1992)	CT
	F	16	1.62	2.62			
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	18	1.2	2.59	Lago Maracaibo, Venezuela	Andrade de Pasquier e Stotz (1999)	CT
	F	21.5	1.5	2.84			
	A	21.4	1.5	2.84			
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	19.4	1.24	2.62	Lago Maracaibo, Venezuela	Andrade de Pasquier e Pérez (2004)	CT
	F	21.7	0.95	2.65			
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	20.68	1.84	2.9	Baía de Sepetiba, RJ	presente estudo*	CT
	F	23.15	1.99	3.03			
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	20.68	1.6	2.84	Baía de Sepetiba, RJ	presente estudo**	CT
	F	23.53	1.65	2.9			

*corresponde aos parâmetros calculados pela ferramenta Solver.

**corresponde aos parâmetros calculados pela rotina ELEFAN.

Tabela 7. Parâmetros de crescimento de *Litopenaeus schmitti* considerando o comprimento de cefalotórax (CC). (M = machos, F = fêmeas).

Espécie	Sexo	L_{∞} (cm)	k (anos)	Local	Referência	Observação
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	4.36	1.5	Tamandaré (PE)	Coelho e Santos (1994)	CC
	F	4.56	1.4			
	M	5.08	1.67			
	F	5.63	1.58			
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	4	1.8	Baía Formosa, RN	Santos <i>et al.</i> (2006)	CC
	F	5.2	1.66	Lucena, PB		
	M	3.82	1.65			
	F	5.2	1.6			
	M	4.36	1.6	Sirinhaém, PE		
	F	4.9	1.4	Área de influência do rio São Francisco (AL-SE)		
	M	4.6	1.6			
	F	5.3	1.5			
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	4.6	1.84	Baía de Sepetiba, RJ	presente estudo*	CC
	F	5.4	1.99			
<i>Litopenaeus schmitti</i>	M	4.6	1.6	Baía de Sepetiba, RJ	presente estudo**	CC
	F	5.5	1.65			

*corresponde aos parâmetros calculados pela ferramenta Solver.

**corresponde aos parâmetros calculados pelo ELEFAN.

PAULY *et al.* (1984) estudaram comparativamente os parâmetros de crescimento dos peneídeos sugerindo que o k varie entre 0,25 a 2,5 ao ano. Porém, isso refletirá em uma superestimação da longevidade (1,85 ano a 12 anos). IWAI (1978) propõe uma longevidade máxima em torno de 2,5 anos, semelhante aos valores apontados por GARCÍA e LE RESTE (1987) de 1,3 a 2,5 anos (valores de k de 1,8 a 3,6 ano) e FONSECA (1998) que sugere valores de 1,5 a 2,5 anos.

O ciclo de vida do camarão branco é curto como nas demais espécies da família e tem uma duração estimada de vinte e quatro meses (DALL *et al.*, 1990), mas o tamanho atingido por alguns indivíduos pode ser um indicativo de que sua vida tenha uma duração um pouco mais longa (PÉREZ-FARFANTE, 1970). As longevidades estimadas neste trabalho (2,3 e 2,79 anos para fêmeas, e 2,5 e 2,87 para machos) são coerentes com os comprimentos assintóticos e concordam com os valores disponíveis na literatura (COELHO & SANTOS, 1994; SANTOS *et al.*, 2006).

ANDRADE DE PASQUIER e PÉREZ (2004) subestimaram o valor de k (0,95 e 1,24 ano), pois esses valores resultam em longevidade próxima à 5 anos, o que é incoerente com a biologia da espécie. O mesmo ocorre para os dados de ANDRADE DE PASQUIER e STOTZ (1999) ao aceitar a constante de crescimento de 1,2 ano, o que corresponde a 3,84 anos. Esses trabalhos utilizaram estimadores de longevidade que resultaram na distorção do parâmetro k. Essa distorção, seja por sub ou superestimação, irá refletir não apenas na longevidade, mas também irá refletir sobre os coeficientes de mortalidade e consequentemente em medidas ineficientes de manejo pesqueiro, principalmente considerando-se a importância comercial de *L. schmitti* para países como Cuba e Venezuela.

Em outras pesquisas com os peneídeos *A. longinaris*, *F. brasiliensis*, *F. paulensis*, *L. setiferus*, *L. stylirostris*, *Penaeus semisulcatus*, *X. kroyeri*, o k variou de 1,57 a 3,3/ano (BRANCO *et al.*, 1999; ANDRADE DE PASQUIER & STOTZ, 2004; LEITE & PETRERE

JR, 2006; NIAMAIMANDI *et al.*, 2007; SEMENSATO & DI BENEDITTO, 2008; FERNANDES *et al.*, 2011).

Assim, os valores obtidos nesse estudo se ajustam bem dentro dos parâmetros de crescimento da família Penaeidae. Desta forma, podemos inferir que as estimativas dos parâmetros de crescimento são confiáveis, o que é de extrema importância e dá credibilidade aos coeficientes de mortalidade.

4.4 Mortalidade total (Z), natural (M), por pesca (F) e taxa de exploração (E)

A mortalidade varia de acordo com a idade da coorte. Indivíduos jovens estão expostos a uma mortalidade natural maior por estarem sujeitos à ação de mais predadores. Por outro lado a mortalidade por pesca tende a ser menor, ou porque esses indivíduos escapam pela malha da rede de pesca ou porque não se encontram em áreas de captura (SPARRE & VENEMA, 1997). Em estudos de biologia pesqueira, a mortalidade total foi convencionalmente dividida em mortalidade natural e mortalidade por pesca (RICKER, 1975; GULLAND & ROTHSCCHILD, 1981).

Os elevados coeficientes de mortalidade exibidos em camarões peneídeos podem estar relacionados a uma estratégia r-seletiva onde as espécies produzem um elevado número de descendentes a cada ciclo reprodutivo, ainda que cada um tenha poucas chances individuais de sobreviver até a idade adulta (RICKLEFS, 2003). Embora, os parâmetros k e L_{∞} sejam maiores nas fêmeas, os coeficientes de mortalidade foram semelhantes para ambos os sexos, concordando com a proporção sexual encontrada. Foram detectados altos coeficientes de mortalidade total para *L. schmitti* na Baía de Sepetiba ($6,0 \text{ ano}^{-1}$) indicando valores elevados dos coeficientes de mortalidade por pesca. Essa observação é corroborada pelas estimativas dos coeficientes de mortalidade natural que variaram de 1,6 a $2,75 \text{ ano}^{-1}$, conforme os parâmetros estimados pelo ajuste modal e Solver e conforme os métodos de PAULY e TAYLOR (1959, modificado por SARDÁ, 2012).

Os coeficientes de mortalidade natural calculados pelos métodos de PAULY (1980) e TAYLOR (1959, modificado por SARDÁ, 2012) apresentaram diferenças. Segundo PAULY (1980), a mortalidade está diretamente relacionada a temperatura do habitat e irá refletir no metabolismo e conseqüentemente nos parâmetros k e comprimento assintótico. Em contra partida, TAYLOR (1959) supõe que a mortalidade natural reduz o número inicial de uma coorte a 1% do valor original, considerando o período igual ao da longevidade (SARDÁ 2012).

O método proposto por Pauly resultou em maiores coeficientes instantâneos de mortalidade natural, possivelmente por considerar um fator abiótico como um dos atuantes na mortalidade além dos parâmetro k e L_{∞} . XU *et al.* (1995) e NIAMAIMANDI *et al.* (2007) sugerem que os fatores abióticos sejam as maiores razões na mortalidade natural, além da temperatura fatores como a salinidade e as características das populações de predadores irão interferir na longevidade e mortalidade.

Como a mortalidade é influenciada pela constante de crescimento (k), maiores valores desse parâmetro resultarão em maiores valores de mortalidade natural. Logo, o coeficiente de mortalidade natural foi maior ao considerar os parâmetros estimados pela ferramenta Solver.

Os coeficientes instantâneos de mortalidade natural disponíveis para a família Penaeidae são calculados na sua maioria pelo método empírico de PAULY (1980) e esses coeficientes foram maiores nos machos em consequência do valor de k para a maioria dos

trabalhos encontrados. ANDRADE DE PASQUIER e STOTZ (1999) observaram para *L. schmitti* na Venezuela os coeficientes de 1,52 segundo o método de Taylor e 2,56 por Pauly ($Z = 10,92$). *Penaeus semisulcatus* no Golfo Persa apresentou coeficientes que variaram de 2,11 a 3,2 ano ($Z = 6,4$ a 9,9 ano) (NIAMAIMANDI, 1998; NIAMAIMANDI *et al.*, 2007). Para *Penaeus notialis* da Costa do Marfim, GARCÍA e LE RESTE (1981) calcularam uma estimativa de 2,8 ano. Pelo mesmo método foram obtidos para *Artemesia longinaris* os coeficientes de 3,48 a 4,47 no Rio Grande do Sul ($Z = 6,38$ a 6,46 ano) (DUMONT, 2003) e 1,8 a 1,9 ($Z = 6,5$ a 8,7) para *F. brasiliensis* e *F. paulensis* em Santos, SP (LEITE & PETRERE JR, 2006).

BEVERTON e HOLT (1959) concluíram que para peneídeos uma primeira aproximação dos coeficientes instantâneos de mortalidade natural mensal estaria entre 0,16 e 0,20. Porém, foram observados valores superiores a estes no presente estudo. As características naturais inerentes de cada espécie e até mesmo entre populações da mesma espécie são evidenciadas pelos diferentes valores das constantes de crescimento (k) e comprimento assintótico.

Os coeficientes de mortalidade por pesca ($3,27$ a $4,38 \text{ ano}^{-1}$) foram maiores do que os coeficientes de mortalidade natural, em todos os casos, os quais chegaram a ser o dobro dos valores de coeficientes de mortalidade natural quando estes foram calculados por Taylor.

A pesca começa incidir primeiro sobre as fêmeas (a partir dos três meses de idade) e depois se inicia sobre os machos (de 4 a 5 meses idade). Segundo COELHO e SANTOS (1994) a partir do quarto mês de idade as fêmeas apresentam comprimento de cefalotórax maior que os machos, no entanto esse dimorfismo no crescimento parece iniciar um mês antes, pelo menos na Baía de Sepetiba.

Considerando que não há uma distribuição segregada entre machos e fêmeas, concluiu-se por considerar completamente vulneráveis a arte de pesca as idades de 5 meses para os machos e de 4 meses para as fêmeas, o que está de acordo com as diferenças no ritmo de crescimento entre sexos verificada por D'INCAO (1983).

No entanto, indivíduos de *L. schmitti* na Venezuela sofrem com a pressão da pesca com idade média entre 9 e 19 meses, provavelmente como resultado da seletividade das malhas das redes ou da ausência de indivíduos menores nas áreas de captura. Isso significa que, provavelmente, camarões com classes de tamanho menores estão pouco expostos à pesca artesanal e, conseqüentemente, a mortalidade é reduzida, enquanto que a diminuição rápida na abundância da classe de idade seguinte é devido ao efeito da pesca e migração para o Golfo da Venezuela (ANDRADE DE PASQUIER & STOTZ, 1999). Resultados semelhantes foram obtidos para *P. paulensis* (D'INCAO, 1990).

A atividade pesqueira não explora toda a população de uma espécie, mas apenas os indivíduos dentro de uma faixa de comprimento e idade que constituem o estoque disponível. Dentro desse estoque há apenas uma parte que está acessível ao aparelho de pesca, que é o estoque capturável. Esse último é constituído pelos estoques de adultos e jovens, e a quantidade de cada um deles depende das características seletivas dos aparelhos de pesca (FONTELES-FILHO, 1989).

A avaliação de mananciais pesqueiros tem como objetivos fornecer recomendações para a exploração ótima dos recursos aquáticos vivos, tais como os peixes e camarões. Os recursos vivos são renováveis, mas limitados e a avaliação de mananciais pode ser descrita como a procura do nível de exploração que, a longo prazo, produza o máximo de captura em peso (SPARRE & VENEMA, 1997).

Logo, estimativas da taxa de exploração fornecem uma ideia do quanto o recurso está sendo explorado. As taxas de exploração obtidas através do coeficiente de mortalidade natural de PAULY (1980) apresentaram níveis em torno de 50% de exploração da população,

revelando que embora o estoque do camarão branco na Baía de Sepetiba não esteja sobrepotado, encontra-se no limite da exploração máxima para essa espécie. Em contra partida, a taxa de exploração originada a partir das estimativas pelo método de Taylor geraram taxas acima da capacidade suporte (~66%). Dessa forma, observa-se o poder do método utilizado na obtenção das estimativas devendo haver muita cautela na escolha de um ou outro para a obtenção dos coeficientes de mortalidade natural, uma vez que irão refletir sobre os coeficientes de mortalidade por pesca e, conseqüentemente, sobre a taxa de exploração.

A pesca de camarões, devido as suas características tecnológicas, tem como um dos principais problemas a captura de uma fauna associada diversificada e volumosa (GARCÍA & LE RESTE, 1981). A capacidade desse tipo de pesca aliada ao descarte contínuo e prolongado pode comprometer a produtividade dos estoques pesqueiros, alterar a diversidade específica e as relações tróficas dos grupos, além de modificar a estrutura e função das comunidades (SAILA, 1983; RUFFINO & CASTELLO, 1992; CLUCAS, 1997).

Dessa forma, considerando inclusive o incremento do aproveitamento dessa fauna, é necessário que os órgãos gerenciadores do recurso pesqueiro camarão no qual se inclui o camarão branco atentem para a necessidade de se estabelecer medidas que incluam a fauna acompanhante e não apenas a espécie alvo, na definição de medidas de proteção, seja por meio de medidas mitigadoras no aparelho de pesca que proporcionem o escape de parte desses organismos ou mesmo o estabelecimento de períodos de proteção (SANTOS, 2000; VIANNA, 2001).

Segundo HAIMOVICI *et al.* (2006), ao longo da costa brasileira alguns instrumentos legais como limites de área, limites de acesso, restrições sazonais de uso, limites de tamanho, restrição de artes de pesca e proteção de habitats têm sido utilizados para regularizar as pescarias artesanais e industriais. Especificamente para o camarão branco *L. schmitti* não existe nenhum período de proteção específico, mas entende-se que a regulamentação da pescaria é imprescindível para a manutenção dos estoques na Baía de Sepetiba, já que a taxa de exploração demonstrou níveis acima de 60% de exploração atualmente. Não obstante, *L. schmitti* é a espécie mais importante economicamente na baía. Além do defeso temporal, percebe-se que outras medidas ordenadoras podem ser implementadas na região, como por exemplo, a limitação do acesso às áreas de berçário dos indivíduos juvenis, que tradicionalmente permite a captura de exemplares para a pesca de isca viva.

Por fim, seria adequado o desenvolvimento de um sistema de informações, um banco de dados com os resultados de pesquisas científicas, que possibilite a aplicação correta de instrumentos pelo poder público para a ordenamento das pescarias em níveis sustentáveis, além de incentivos a estudos sobre o cultivo de espécies nativas.

5 CONCLUSÕES

- Os parâmetros de crescimento estimados para a espécie em estudo encontram-se dentro do esperado para camarões peneídeos com diferenças significativas entre machos ($Ct_{\infty} = 206,8$ mm, $k = 1,84$ ano-1 ; $Ct_{\infty} = 206,8$ mm, $k = 1,6$ ano-1) e fêmeas ($Ct_{\infty} = 231,5$ mm, $k = 1,99$ ano-1; $Ct_{\infty} = 235,3$ mm, $k = 1,65$ ano-1) em ambas metodologias empregadas.
- Os coeficientes instantâneos de mortalidade são semelhantes entre os sexos, ou seja, a pesca não seleciona indivíduos de sexos diferentes. Essa informação é corroborada pela proporção sexual que não difere estatisticamente de 1:1.
- As fêmeas sofrem a pressão da pesca a partir dos três meses de idade, devido ao seu crescimento diferenciado, enquanto os machos a partir dos 4 meses de idade.
- A análise do coeficiente de mortalidade por pesca (F) e da taxa de exploração (E) demonstraram que o estoque de *L. schmitti* está sendo explorado além da sua capacidade suporte.
- O efeito negativo da pesca de arrasto sobre a população de *L. schmitti* foi verificado através da análise de crescimento com a ferramenta Solver do Excel e da mortalidade natural (M) através de TAYLOR (1959) que geraram as estimativas mais elevadas da taxa de exploração (E) do estoque.
- Para fins de manejo pesqueiro, sugere-se adotar os valores estimados pela ferramenta Solver (Excel) e a mortalidade natural por TAYLOR (1959), pois geraram resultados mais conservadores para o manejo das pescarias.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C.; ESTEVES, F. A. Crescimento e fator de condição na fase juvenil de *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) em uma lagoa costeira tropical do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n.3, p. 409–418. 2003.
- ANDRADE DE PASQUIER, G.; STOTZ, W. Crecimiento y mortalidad del camarón blanco, *Penaeus schmitti*, en el Lago de Maracaibo, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, v. 17, p. 63-89. 1999.
- ANDRADE DE PASQUIER, G.; PÉREZ, E. P. Age and growth of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* in Western Venezuela. **Interciência**, v. 29, p. 212-218. 2004.
- ANDRADE DE PASQUIER, G.; PÉREZ, E. P. Comparación de métodos de estimación de parámetros de crecimiento del camarón blanco *Litopenaeus schmitti* en el occidente de Venezuela. **INCI Caracas**, v. 32, n. 1, 2007.
- AZEVEDO, M.C.C. **Tolerância à salinidade em jovens do camarão branco *Penaeus schmitti* (Decapoda: Penaeidae)**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Monografia de Bacharelado em Biologia. 1990.
- BECQUER, V., RAMOS, L., BETANCOURT, A. Respuesta reproductiva de *Penaeus schmitti* a los 7 y 9 meses de edad. **Revista Investigaciones Marinas**, v. 15, n. 3, p. 256- 261. 1994.
- BERTALANFFY, L. V. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws II). **Human Biology**. Baltimore, v. 10, n. 2, p. 181-213. 1938.
- BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. **Rapp. P. Reun., Cons. Int. Explor. Mer.**, v. 140, p. 67-83. 1956.
- BRANCO, J. O.; LUNARDON-BRANCO, M. J.; SOUTO, F. X. & GUERRA, C. R. Estrutura populacional do camarão sete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) na foz do rio Itajaí-Açú, Itajaí, SC, Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 115-126. 1999.
- BRANCO, J. O. Biologia e pesca do camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae) na Armação do Itaporocoy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 1050-1062. 2005.
- BRANCO, J. O.; VERANI, J. R. Aspectos bioecológicos do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* Latreille (Natantia, Penaeidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 2, p. 345-351. 1998.

CARVALHO, C. **Biologia Populacional de *Clibanarius antillensis* (Crustacea, Decapoda, Diogenidae) na Laje do Lopes, Baía de Sepetiba, RJ.** 63p. Monografia para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, UFRRJ, Seropédica. 2010.

CERRATO, R. M. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, 47: 1416-1426. 1990.

CHAGAS-SOARES, F.; PEREIRA, O. M.; SANTOS, E. P. Contribuição ao ciclo biológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, *Penaeus brasiliensis*, Latreille, 1817 e *Penaeus paulensis* Perez-Farfante, 1967, na região lagunar-estuarina de Cananeia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 22, p.1, p. 49-59. 1995.

CLUCAS, I. A study of the options for utilization of bycatch and discards from marine capture fisheries. **FAO Fisheries Circular**, n. 928, 59p. 1997.

COELHO, P. A.; SANTOS, M. C. F. Época de reprodução do camarão branco *Penaeus schmitti* Burkenroad (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região da Foz do Rio São Francisco. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 3, n. 1, p. 12-140. 1993.

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

COELHO, P. A.; SANTOS, M. C. F. Época de reprodução dos camarões *Penaeus schmitti* BURKENROAD, 1936 e *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE), na região da foz do rio São Francisco. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 3, n. 1, p. 122-140. 1995.

COSTA, M. R.; ARAÚJO, F. G.. Use of a tropical bay in southeastern Brazil by juvenile and subadult *Micropogonias furnieri* (Perciformes, Sciaenidae). **ICES Journal of Marine Science**, 60: 268–277. 2003.

COSTA, R. C.; FRANZOZO, A.; MELO, G.A.S.; FREIRE, F.A.M. Chave ilustrada para identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 1, p. 1-12. 2003

COSTA, A. A.; ROLDÃO, L. B.; TAGLIANI, P. R. A.; CAVALLI.R.O.; WASIELESKY, W.JR.; PEIXOTO, S. Estratégias de sucesso na produção de camarões em cercados: incentivo ao trabalho coletivo. **AquaCiência 2006**, Bento Gonçalves, RS, p.9-23. 2006.

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

DHN. Baía de Sepetiba. Carta Náutica 1261. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro. 1984.

D'INCAO, F. **Estudo do crescimento e da mortalidade de *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* Pérez-Farfante, 1967, na Lagoa dos Patos, RS, Brasil.** 119p. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, UFRGS. 1983.

D'INCAO, F. Mortalidade de *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* Pérez-Farfante, 1967, na Lagoa dos Patos, RS, Brasil (Crustacea, Penaeidae). **Atlântica**, v.12, p. 31-51. 1990.

D'INCAO, F. **Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea, Decapoda) do Brasil e Atlântico Ocidental.** 365f. Tese (Doutorado em Zoologia) – UFPR, Curitiba, PR. 1995

D'INCAO, F.; FONSECA, D. B. **The performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimps: A critical approach.** In: Proceedings of the fourth international crustacean congress, Amsterdam, The Netherlands, p. 733-737. 1999.

D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L.F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. 1965-1999. **Atlântica**, Rio Grande, v. 24, n. 2, p. 103-116. 2002.

EWALD, J. J. **Investigaciones sobre la biología del camarón comercial en el Occidente de Venezuela.** Segundo Informe Anual. IVIC/FONAIAP: Caracas, Venezuela. 147 pp. 1965.

FERNANDES, L. P.; SILVA, A. C.; JARDIM, L. P.; KEUNECKE, K. A.; DI BENEDITTO. Growth and recruitment of the atlantic seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae), on the coast of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. **Crustaceana**, v. 84, n. 12-13, p. 1465-1480. 2011.

FISHER, R. A. 1930. **The genetical theory of natural selection.** New York, Doven. 219p.

FONSECA, D. B. ***Kalliapseudes schubartii* Mañé-Garzón, 1949 (Crustacea, Tanaidacea): comparação entre metodologias de análise de crescimento e dinâmica populacional da espécie.** 100p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), FURG, Rio Grande, RS. 1998.

FONSECA, D. B.; D'INCAO, F. Growth and reproductive parameters of *Kalliapseudes schubartii* in the estuarine region of the Lagoa dos patos (southern, Brazil). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 83, n. 5, p. 931-935. 2003.

FONTELES-FILHO, A. A. **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional.** Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, XVI + 296 p. 1989.

FROESE, R. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. **Fish and Fisheries**, 5: 86-91. 2004.

FUGIMURA, M. M. S. **Efeito da Temperatura e Densidade de Estocagem no Crescimento e Sobrevivência de Juvenis de *Litopenaeus schmitti*.** 44 p. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, UFRRJ, Seropédica, RJ. 2009.

GARCÍA, S.; LE RESTE, L. Life cycles, dynamics exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. **FAO Fisheries Technical Paper**, v. 203, 205p. 1981

GARCÍA, S.; LE RESTE, L. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. **FAO Documentos Técnicos de Pesca**, (203):180 p. 1986.

GAYANILO, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) user's guide. **FAO Computerized Information Series (Fisheries)**, v.6, 186p. 1994.

GOMES, A. P. P. **Biologia reprodutiva e estrutura populacional do Camarão-rosa, *farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* (decapoda, penaeidae) na costa do estado do Rio de Janeiro**. 59p. Monografia de Bacharelado, Departamento de Biologia Marinha, UFRJ. 2009.

GUEDES, A. P. P. **Hábitos alimentares e organização trófica da comunidade de peixes da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil**. 132p. Tese (Doutorado em Biologia Animal), UFRRJ, Seropédica, RJ. 2010.

GULLAND, J. A.; ROTHSCHILD, B. J. **Penaeid shrimps: their biology and management**. Fishing News Books. Farnham. Surrey. England. 308p. 1981.

HAIMOVICI, M.; VASCONCELLOS, M.; KALIKOSKI, D.C.; ABDALAH, P.; CASTELLO, J. P.; HELLEBRANDT, D. **Diagnóstico da pesca no litoral do Estado do Rio Grande do Sul**. P. 158-180. In: A pesca marinha e estuarina no Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Editora Universitária UFPA, 186p. 2006.

HARTNOLL, R. G. **Growth**. In: BLISS, D. The Biology of Crustacea, v. 2. New York: Academic Press, p. 111-185. 1982.

ISAAC, V.J.; DIAS NETO, J.; DAMASCENO, F.G. Camarão-rosa da costa norte: Biologia, dinâmica e administração pesqueira. **Coleção Meio Ambiente, Série Estudos – Pesca**. Nº 1. IBAMA, 191p. 1992.

IWAI, M. Desenvolvimento larval e pós-larval de *Penaeus (Melicertus) paulensis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda) e o ciclo de vida dos camarões do gênero *Penaeus* da região centro-sul do Brasil.. 138p. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo. 1978.

JABLONSKI, S.; MOREIRA, L. H. A. A pesca no estado do Rio de Janeiro em 1997 - análise das estatísticas de desembarques. Rio de Janeiro, **FIPERJ, Informe 98**, v. 7, 44p. 1998.

KEUNECKE, K. A.; D'INCAO, F.; MOREIRA, G. N.; SILVA Jr., D. R.; VERANI, J. R. Idade e crescimento de *Callinectes danae* e *C. ornatus* (Crustacea, Decapoda) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 98, n. 2, p. 231-235. 2008.

- LEITE, JR. N. O.; PETRERE, JR. M. Growth and mortalities of the Pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille 1970) e *F. paulensis* (Pérez farfante 1967) in southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2A, p. 523-536. 2006.
- LEMOS, D.; EZQUERRA, J. M.; GARCIA-CARREÑO, F. L. Protein digestion in penaeid shrimp: digestive proteinases, proteinase inhibitors and feed digestibility. **Aquaculture**, v. 186, p. 89-105. 2000.
- MENDONÇA, P.; ARAÚJO, G. Composição das populações de linguados (Osteichthyes, Pleuronectiformes) da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.19, n. 2, p. 339-347. 2002.
- MORENZA, M.; PÉREZ, A.; AYBAR, F.; ALFONSO, G. Análises biológico-pesqueiro de los camarones comerciales al de la baía de Cienfuegos. **Centro de Investigaciones Pesqueras**, Havana, v. 16, n. 3-4, p.1-12. 1992.
- NEIVA, G. S.; SANTOS, E. P.; JANKAUSKIS, V. Análise preliminar da população de camarão legítimo *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, na Baía de Santos Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, Santos, v.2, n.1, p.7-14. 1971.
- NIAMAIMANDI, N. Fisheries management of *Penaeus semisulcatus* in the Persian Gulf (Iranian waters). **Fourth International Crustacean Congress**, 20–24 July, 1998, Amsterdam, p. 1–13. 1998.
- NIAMAIMANDI, N.; ARSHAD, A. B.; DAUD, S. K.; SAED, R. C.; KIABI, B. Population dynamic of green tiger prawn, *Penaeus semisulcatus* (De Haan) in Bushehr coastal waters, Persian Gulf. **Fisheries Research**, v. 86, p. 105–112. 2007.
- PAULY, D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **Journal du Conseil permanent International pour l' Exploration de la Mer**, v. 39, n. 2, p. 175-192. 1980.
- PAULY, D. Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (part 1). **Fishbyte**, v.1, n. 2, p. 17-19. 1983.
- PAULY, D., DAVID, N. ELEFAN I, a Basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, v.28, n. 4, p. 205-211. 1981.
- PAULY, D.; INGLES, J.; NEAL, R. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment – related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II). P.220-234. **In: J. A. Gulland & B. J. Rothschild 9eds0, Penaeid shrimps – their biology and management**. Fishing News Books. 308p. 1984.
- PEIXOTO, S., D'INCAO, F., WASIELESKY, W. Application of von Bertalanffy growth curves in *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea Decapoda) captive broodstock. **Náuplius**, v. 9, p. 149–155. 2001.

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

PÉREZ-FARFANTE, I. Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. **FAO Fisheries Report**, v. 57, n. 4, p. 1417-1433. 1970.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F.G. Recrutamento do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae), na margem continental da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.18, n.4, p. 1265-1274. 2000.

PRIMAVERA, J. H.; PARADO-ESTEPA, F. D.; LEBATA, J. L. Morphometric relationship of length and weight of giant tiger prawn *Penaeus monodon* according to life stage, sex and source. **Aquaculture**, v. 164, p. 67– 75. 1998.

RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Fisheries Research Board of Canada**, v. 191, p. 1-382. 1975.

RICKLEFS, R. E. Estruturas populacionais. P: 231-249. In: A Economia da Natureza. 5ª Ed., Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 503p. 2003.

RUFFINO, M. L.; CASTELLO, J. P. Alterações na ictiofauna acompanhante da pesca do camarão barba-ruça (*Artemesia longinaris*) nas imediações da Barra do Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. **Nerítica**, n.7, v. ½, p. 43-55. 1992.

SAILA, S. Importance and assessment of discards in commercial fisheries. **FAO Fisheries Circular**, n. 765, 62p. 1983.

SANTOS, J. L.; SEVERINO-RODRIGUES, E.; VAZ-DOS-SANTOS, A.. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da baixada santista, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, n.34, v.3, p. 375-389. 2008.

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

SANTOS, M. C. F.; FREITAS, A. E. T. S. Estrutura populacional e pesca do camarão-branco *Penaeus schmitti* Burkenroad (Crustacea, Decapoda, Penaeidea) na Lagoa Papari, Município de Nísia Floresta (Rio Grande do Norte – Brasil). **Boletim Técnico-Científico CEPENE**, v. 12, n. 1, p. 23-42. 2004.

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

SARDÁ, F. O. **Dinâmica populacional do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Decapoda: Aethridae) na Enseada de Balneário Camboriú, SC, Brasil.** 75p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), FURG, Rio Grande, RS. 2012.

SEMENSATO, X. E. G.; DI BENEDITTO, A. P. M. Population dynamic and reproduction of *Artemesia longinaris* (DECAPODA, PENAEIDAE) in Rio de Janeiro state, south-eastern Brazil **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v. 34, n. 1, p. 89 – 98. 2008.

SILVA, O. **Aspectos bioecológicos e pesqueiros de três espécies de camarões do gênero *Penaeus* nas costas do Estado do Rio de Janeiro e experimentos de cultivo.** 74 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1977.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte I: Manual. **FAO Documento Técnico sobre as Pescas.** n° 306, v.1, Rev.2 . Roma, FAO. 404 p. 1997.

TAYLOR, C. C. Temperature and growth; the Pacific razor clam. **Journal du Conseil permanent International pour l' Exploration de la Mer**, v. 25, p. 98-101. 1959.

TULLY, O.; FREIRE, J.; ADDISON, J. Foreword. Crustacean fisheries. **Fisheries Research**, v. 65, n. 1-2. 2003.

VIANNA, M. Camarão: Pescado objetivo ou captura assessoria? Sugestões para o gerenciamento da pescaria. **Notas Técnicas da FACIMAR**, v. 5, p. 35-38. 2001.

WENNER, A. M. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. **The American Naturalist**, v. 106, n. 949, p. 215-229. 1972.

XU, X., MOHAMMAD, H. M. A., AL-GHUNAIM, A. Y., AL-YAMANI, F., Temporal variability in natural mortality of green tiger prawns, *Penaeus semisulcatus*, in Kuwait waters. **Journal of Shellfish Research**, v. 14, n. 2, p. 337–340. 1995.

Capítulo II

Crescimento e mortalidade do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) em cativeiro em três densidades. Carvalho, C.; Keunecke, K. A. e Oshiro, L. M. Y.

RESUMO

O presente estudo estimou os parâmetros de crescimento e mortalidade natural para *Litopenaeus schmitti* em três densidades de estocagem (8, 16 e 24 camarões/m²). Cada tratamento apresentou cinco repetições, o período de confinamento foi de 110 dias com biometrias a cada dez dias, totalizando 12 biometrias. Os parâmetros de crescimento foram obtidos pela equação de crescimento de von Bertalanffy utilizando-se a análise de deslocamento modal (Solver) e ELEFAN da planilha eletrônica FISAT. A mortalidade natural foi estimada pelo método de Taylor (1959). Foi considerado o comprimento do cefalotórax (Cc_{∞}) fixo (média da soma do maior macho e da maior fêmea encontrados nas coletas), Cc_{∞} não fixo e o crescimento em peso, P_{∞} . Os parâmetros de crescimento k e a longevidade estimados pelo Solver utilizando Cc_{∞} fixo (47,5 mm) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e os valores médios do parâmetro k e da longevidade foram 1,63 ano⁻¹ e 2,84 anos. Da mesma forma, também não observou-se diferenças nos parâmetros de crescimento não fixados Cc_{∞} , k e longevidade entre os tratamentos utilizando ambas metodologias (Solver e ELEFAN). Os valores médios dos parâmetros (Solver) entre os tratamentos foram: $Cc_{\infty} = 16,53$ mm, $k = 10,34$ ano⁻¹ e longevidade de 0,45 ano (163 dias). Os valores médios dos parâmetros (ELEFAN) entre os tratamentos foram: $Cc_{\infty} = 16,77$ mm, $k = 9,31$ ano⁻¹ e longevidade de 0,49 ano (181 dias). Para o crescimento em peso as médias dos valores dos parâmetros entre os tratamentos foram: $P_{\infty} = 4,95$ g, $k = 10,25$ ano⁻¹ e longevidade de 0,46 ano (166 dias). Esses resultados indicaram que a densidade de estocagem não influenciou as estimativas dos parâmetros de crescimento e nem os coeficientes de mortalidade natural sugerindo que maiores densidades sejam testadas com mais de repetições e um maior período experimental.

ABSTRACT

The present study estimated growth parameters and natural mortality rate for *Litopenaeus schmitti* in three stocking densities (8, 16 and 24 shrimp/m²). Each treatment had five replicates; the period in captivity was 110 days and measurements every ten days. The von Bertalanffy growth parameters were obtained by modal analysis using the Solver tool and the ELEFAN FISAT routine. Natural mortality rates were estimated by Taylor (1959). It was considered the carapace length (Cc_{∞}) fixed (average of the sum of the largest male and female found in most collections), Cc_{∞} unfixed and growth in weight, P_{∞} . Growth parameters estimated by Solver using Cc_{∞} fixed (47.5 mm) showed no significant differences between treatments and the average values of the k parameter and longevity were 1.63 years and 2.84

years⁻¹. Also, no differences among treatments were observed in growth parameters, $L_{c\infty}$, k and longevity, considering unfixed $L_{c\infty}$ for both methods (Solver and ELEFAN). The mean values of the parameters (Solver) among treatments were: $L_{c\infty} = 16,53$ mm, $k = 10,34$ years⁻¹ and longevity of 0,45 years (163 days). The mean values of the parameters (ELEFAN) among treatments were: $L_{c\infty} = 16,77$ mm, $k = 9,31$ years⁻¹ and longevity of 0,49 years (181 days). For the weight growth the mean parameters among treatments were: $W_{\infty} = 4,95$ g, $k = 10,25$ years⁻¹ and longevity of 0,46 years (166 days). These results indicated that such stocking density did not influenced growth parameters and the mortality rates suggesting that higher densities, more repetitions and a larger experimental period should be further analyzed.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, seguido de um aumento de consumo *per capita*, há uma necessidade cada vez maior de *comodities*, inclusive as pesqueiras, como os camarões marinhos. Entretanto, está ocorrendo uma considerável redução das populações oceânicas e estuarinas nas últimas décadas devido sua superexploração (D'INCAO *et al.*, 2002). Ao mesmo tempo, a aquicultura vem expandindo-se rapidamente, com o desenvolvimento de novas técnicas. Dessa forma, essa atividade aparece como uma alternativa ao adicionar um incremento na economia local ou regional, assim como uma redução na pressão dos estoques naturais.

Ao analisar os números reportados pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) para o ano de 2007, verifica-se que a produção extrativa de camarão já atingiu o seu limite de exploração sustentável, de forma que a crescente demanda mundial por esse nobre produto só poderá ser atendida através da produção advinda da atividade de cultivo (FAO, 2012).

O camarão branco *L. schmitti* é um importante recurso pesqueiro, e está entre as principais espécies da pesca extrativista marinha (IBAMA, 2007). Entretanto, SANTOS (2000), ao estudar a pesca da espécie na Baixada Santista, São Paulo, observou a pressão da pesca agindo fortemente sobre os juvenis. Este mesmo problema foi relatado por OSHIRO *et al.* (2005), na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, onde jovens de *L. schmitti*, são capturados, mantidos vivos e comercializados como isca viva para pescadores amadores e turistas. A captura intensiva nessa fase de vida pode levar ao comprometimento do recrutamento da espécie, e conseqüentemente à redução dos estoques naturais no futuro (FUGIMURA, 2009).

O cultivo comercial de camarões marinhos no Brasil teve início da década de 70, na região Nordeste, com a introdução da espécie asiática *Marsupenaeus japonicus* (Bate, 1888) e *Peneaeus monodon* (1798), logo em seguida com as espécies nativas *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967), *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) e *Litopenaeus schmitti*. Contudo, as espécies exóticas não apresentaram boas respostas devido às condições ambientais brasileiras e a carência de tecnologia de manejo, o que fez com que os produtores investissem na domesticação das espécies nativas (BARBIERI JÚNIOR & OSTRENSKY NETO, 2002).

Apesar do bom potencial apresentado pelas três espécies brasileiras, há a necessidade de um programa de pesquisa básica e aplicada para melhor caracterizá-las e preservá-las, além de investigar a fundo sua biologia, reprodução e necessidades nutricionais (SEBRAE, 2008). A rentabilidade permanece baixa, o que torna o negócio pouco atrativo.

Na década de 90, a espécie *Litopenaeus vannamei*, o camarão branco do pacífico, foi introduzida no país por apresentar um pacote tecnológico pronto para o cultivo e devido aos bons resultados apresentados no Equador e Panamá (ROCHA, 2005). Dessa forma, as espécies nativas foram negligenciadas, com intuito de viabilizar a produção. Atualmente é a espécie mais cultivada mundialmente e a única produzida em larga escala no Brasil.

SANTOS e COELHO (2002) encontraram *L. vannamei* em águas brasileiras e observaram que a espécie é capaz de realizar seu ciclo completo em ambiente natural, pois foram capturadas fêmeas imaturas e em fase pré-adulta, no complexo lagunar Papari/Guarairas e fêmeas em reprodução ao largo de Baía Formosa/RN. Por ser uma espécie exótica, há uma preocupação quanto aos riscos ambientais que ela pode ocasionar como a transmissão de doenças para outros peneídeos.

As vantagens de se utilizar espécies nativas incluem a disponibilidade de reprodutores e maior aceitação no mercado. Além disso, estudos com peneídeos nativos (*F. brasiliensis* e *F. paulensis*) vêm mostrando bons resultados no Brasil (PEIXOTO *et al.*, 2003). Em Cuba e na Venezuela já se encontra o cultivo em pequena escala de *L. schmitti* em viveiros (ALVAREZ *et al.*, 2007)

O camarão branco *L. schmitti* é considerado como uma das espécies mais promissoras para aqüicultura no Brasil e em criações extensivas com salinidade entre 20 a 45. Essa espécie atinge um tamanho maior que outras espécies nativas, além de ser uma espécie de importância econômica no Estado do Rio de Janeiro, no entanto não cultivada no Brasil (NASCIMENTO *et al.*, 1991; CHAVES, 2010).

Estudos com o *L. schmitti* em cativeiro são escassos destacando-se os trabalhos de reprodução e maturação em cativeiro de BUENO (1990), NASCIMENTO *et al.* (1991), RAMOS *et al.* (1995), e alguns trabalhos que avaliaram o crescimento em meio heterotrófico realizados na Estação de Biologia Marinha na UFRRJ, como os de FUGIMURA (2009) e MELO e OSHIRO (2011). A maior parte dos estudos refere-se à formulação de dietas para diferentes fases do ciclo de vida ALVAREZ *et al.* (1996), ALVAREZ *et al.* (2007), GALINDO *et al.* (1992a), GALINDO *et al.* (1992b), GONZÁLEZ *et al.* (2007).

Dessa forma, pouco se sabe sobre o crescimento somático individual do camarão branco. Um dos fatores que influenciam o crescimento é a densidade, que apresenta como efeito imediato o aumento da competição intraespecífica por recursos vitais, como alimento, espaço, entre outros. Quando um desses recursos tornar-se insuficiente para atender às necessidades de todos os indivíduos, passará a ser limitante e o crescimento poderá ser reduzido tanto pela carência do recurso como pelo maior gasto de energia motivado pelo estresse decorrente da competição (VALENTI *et al.*, 1993). Ao mesmo tempo em que a densidade pode influenciar a qualidade da água (com o aumento da quantidade de ração e metabólitos excretados), na sobrevivência e maximizará o risco de doenças.

Logo, estudos voltados para conhecer a biologia e o comportamento de espécies nativas em cativeiro são de extrema importância. Nesse sentido, os parâmetros de crescimento e mortalidade de camarões marinhos são importantes ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar o desenvolvimento de técnicas para o manejo de cultivos comerciais.

Com intuito de conhecer a variação dos parâmetros da equação de von BERTALANFFY (1938), o presente estudo teve por objetivo comparar os parâmetros de crescimento e de mortalidade de *L. schmitti* em cativeiro sob diferentes densidades de estocagem, além de avaliar um possível efeito da densidade sobre esses parâmetros. Para isso, estimaram-se os parâmetros de crescimento em comprimento de cefalotórax e em peso. Além disso, a partir do conhecimento dos parâmetros de crescimento da espécie em ambiente natural, comparou-se, paralelamente, a influência do confinamento sobre o crescimento dessa

espécie. Por fim, estimaram-se os coeficientes de mortalidade natural (M) para os indivíduos em confinamento em cada uma das três densidades de estocagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Captura e aclimação de juvenis

Os juvenis de *L. schmitti* foram capturados por pescadores artesanais, através de tarrafas, nas proximidades da Ilha da Madeira, Itaguaí, Rio de Janeiro (22° 54 81''S e 43° 49 76''W) (fig. 1).



Figura 1. Indivíduo juvenil de *Litopenaeus schmitti* (peso=1,63g).

Os indivíduos foram capturados na última semana de janeiro de 2012 (1/02 início da aclimação) e transportados em caixa de isopor com água local e aerador portátil, para a Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (EBM/UFRRJ), localizada em Itacuruçá, Mangaratiba, RJ.

Os animais foram mantidos durante cinco dias para aclimação, forneceu-se uma ração (peletizada) comercial para *Litopenaeus vannamei* com 35% de proteína bruta, da marca Polinutri, *ad libitum*, duas vezes por dia em caixas de polietileno, com capacidade de 500L e com fluxo contínuo de água (fig. 2).



Figura 2. Caixas de polietileno de 500l onde os camarões foram mantidos durante 115 dias (fase de aclimação + fase experimental) na Estação de Biologia Marinha da UFRRJ.

2.2 Manutenção dos animais em cativeiro

Finalizada a fase de aclimação, foi realizada a biometria inicial através da pesagem (0,01g) individual dos juvenis (n=170) e medição do comprimento de cefalotórax (0.01mm). Os camarões apresentaram, inicialmente, peso e comprimento de cefalotórax de $1,90 \pm 0,40$ g e $12,87 \pm 0,92$ mm (média e desvio padrão), respectivamente. Os indivíduos foram submetidos, ao acaso, a três tratamentos com as densidades de 8, 16 e 24 camarões/m², com cinco repetições cada (15 tanques), durante 110 dias (7/02 a 28/05/2012), em tanques de 500l.

A água que chegava aos tanques foi obtida através de bombeamento de água do mar da praia de Itacuruçá, passando por tratamento em filtro de areia, biológico e radiação ultravioleta, e posteriormente armazenada em três tanques de polietileno de 4000l cada, que abastecem a Estação de Biologia Marinha.

Realizou-se um monitoramento diário da temperatura da água, salinidade, oxigênio dissolvido e pH, enquanto amônia, nitrito e nitrato foram tomados semanalmente com produtos para aquarofilia. O fotoperíodo foi o natural.

Ocorreu em dias alternados, após a medição e registro dos dados abióticos, e antes da primeira alimentação, a limpeza dos tanques através da sifonagem com mangueira plástica, retirando a ração não consumida, fezes, mudas e animais mortos. As eventuais mortes dos camarões eram registradas. A renovação da água foi diária (~25%).

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia (manhã e noite), em um comedouro, através da mesma ração utilizada no período de aclimação.

As biometrias dos indivíduos confinados foram efetuadas a cada 10 dias (um total de 12) tomando as medidas de comprimento de cefalotórax (mm) (fig.3) e peso úmido (0.01g) de todos os indivíduos. Os dados obtidos foram utilizados para estimar os parâmetros de crescimento e os coeficientes de mortalidade, assim como para estimar a biomassa total de cada tanque e realizar o ajuste da quantidade de alimento fornecido (segundo JORY *et al.* 2001).

2.3 Crescimento

Os indivíduos foram separados em classes de 1mm de largura e de 0.3g de peso por biometria. Os parâmetros de crescimento foram estimados com base na análise do deslocamento modal (AJMOD) (*PeakFit v. 4.06 SPSS Inc. for Windows Copyright 1991–1999, AISN Software Inc.*) e na rotina ELEFAN (*Electronic Length Frequency Analysis*) (PAULY & DAVID, 1981) do pacote de programas FAO–ICLARM *Stock Assessment Tools* (FISAT) (GAYANILO *et al.*, 1994).

No primeiro, foram obtidos modas ou picos modais onde as distribuições de frequências de ocorrência observadas foram ajustadas a curvas normais e a seleção das coortes para a construção das curvas de crescimento foi baseada nos parâmetros obtidos na ferramenta *Solver* (Microsoft Excel). Realizou-se o crescimento com os valores de comprimento de cefalotórax fixos ($C_{c_{\infty}}$) (média da soma do maior indivíduo macho e da maior fêmea encontrados nas coletas); não fixos ($C_{c_{\infty}}$) e em peso (P_{∞}), estimados pela ferramenta *Solver*. Além dos parâmetros k e t_0 , foram observadas as estimativas de longevidade e o r (acima de 0,85) de cada coorte e somente aquelas coortes com variáveis coerentes com o ciclo de vida das espécies e o tempo que os animais permaneceram em cativeiro foram selecionadas. Uma vez selecionadas as coortes, procedeu-se ainda o ajuste das idades (em dias) conforme o valor de t_0 .

Já o ELEFAN reconstrói as distribuições de frequência de comprimento, identificando as modas principais e fazendo através de diferentes combinações de k e L_{∞} . Ao mesmo tempo, seleciona e acumula os resultados na forma de um índice de ajuste (R_n). Como a rotina não calcula as coortes separadamente, a seleção foi em função da coerência dos parâmetros e do R_n . Além disso, como não é possível fixar o valor do L_{∞} no programa ELEFAN, o crescimento foi feito apenas para $C_{c_{\infty}}$ não fixo.

Os métodos aplicados assumem que o crescimento é assintótico, podendo ser descrito pela equação geral de crescimento de von Bertalanffy (VBGF): $C_t = C_{c_{\infty}} (1 - e^{-k(t-t_0)})$ onde C_t é o comprimento do cefalotórax no instante t , $C_{c_{\infty}}$ é o comprimento assintótico do cefalotórax, k é a constante de crescimento e t_0 a idade com comprimento zero (t_0 igual à zero). Para o crescimento em peso, utilizou-se a seguinte forma $P_t = P_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$, sendo b o coeficiente angular proveniente da relação peso-comprimento de cefalotórax.

A obtenção das curvas de crescimento de cada tratamento foi realizada com auxílio do software Excel. Posteriormente, foram comparadas dois a dois empregando-se um teste F ($\alpha=0.05$) baseado em CERRATO (1990). A estimativa da longevidade foi calculada pela fórmula inversa de von BERTALANFFY (1938) modificada por D'INCAO e FONSECA (1999), que consideram 99% do tamanho assintótico para corroborar a validação dos parâmetros das coortes selecionadas. Considerando o tempo que os animais permaneceram em cativeiro (5 dias de aclimação + 110 dias de experimento), longevidade entre 135 (0,36 ano) a 195 (0,54 ano) dias foram aceitas.

2.4 Mortalidade natural (M)

Como os animais não estavam sujeitos à pesca, apenas a mortalidade natural (M) foi calculada segundo o método de TAYLOR (1959, modificado por SARDÁ, 2012).

3 RESULTADOS

3.1 Qualidade da água

A qualidade da água durante o experimento foi considerada aceitável para o cultivo de camarões (BARBIERI JÚNIOR & OSTRENSKY NETO, 2002) (tab. 1).

Tabela 1. Valores médios (desvio padrão), mínimos e máximos dos parâmetros de qualidade da água para os tratamentos A (8cam/m²), B (16cam/m²) e C (24 cam/m²).

	A			B			C		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Temperatura (C°)	24.83 ± 1.5	19.4	27.8	24.57 ± 1.55	19.4	26.9	24.83 ± 1.57	19.5	27
Salinidade	34.18 ± 0.91	33	35	34.19 ± 0.9	33	35	34.18 ± 0.93	33	35
pH	8.15 ± 0.1	7.83	8.53	8.14 ± 0.1	7.87	8.9	8.13 ± 0.09	7.87	8.41
Amônia (ppm)	0.15 ± 0.08	0	0.25	0.23 ± 0.08	0.1	0.4	0.29 ± 0.09	0.15	0.4

3.2 Crescimento

3.2.1. Crescimento em comprimento do cefalotórax (C_{c∞} fixo) - Análise do deslocamento modal (AJMOD)

Os maiores indivíduos encontrados nas coletas de *Litopenaeus schmitti* no período de setembro de 2011 a agosto de 2012 na Baía de Sepetiba, RJ, correspondem a 46,56 mm (machos) e 53,48 mm (fêmeas) de comprimento de cefalotórax. O valor médio obtido através da soma desses dois valores foi de 47,5mm.

Em função da dispersão das modas calculadas, foram selecionadas quatro coortes para cada tratamento quando se considerou o C_{c∞} fixo (fig. 3, 4 e 5 e tab. 2).

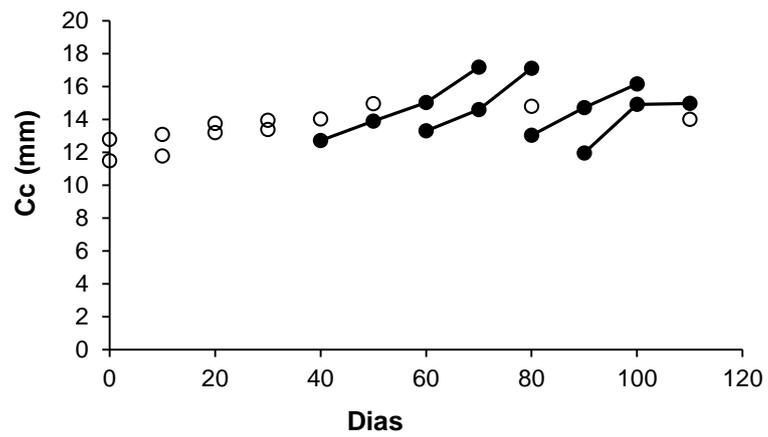


Figura 3. Dispersão de modas e coortes selecionadas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento A (8 camarões/m²).

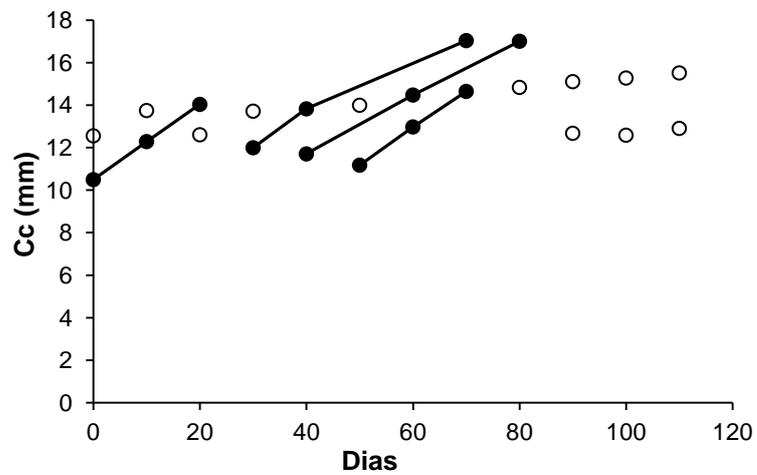


Figura 4. Dispersão de modas e coortes selecionadas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento B (16 camarões/m²).

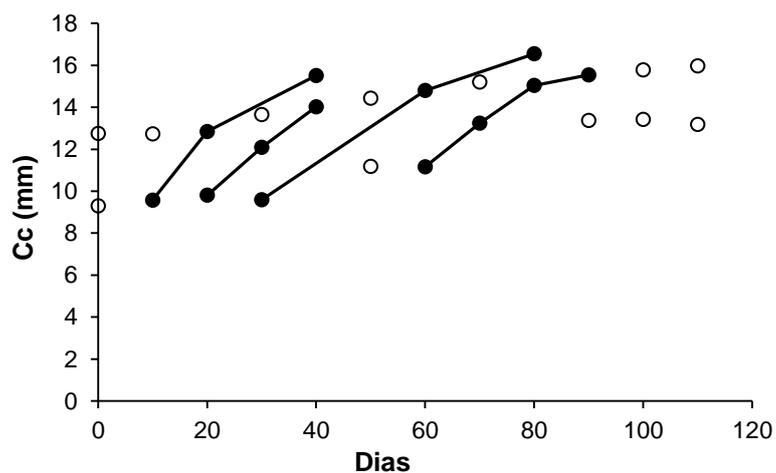


Figura 5. Dispersão de modas e coortes selecionadas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento C (24 camarões/m²).

Tabela 2. Valores da constante de crescimento (k), comprimento assintótico do cefalotórax ($C_{c\infty}$), longevidade (t_{\max}) e coeficiente de determinação (r^2), estimados para as coortes selecionadas em comprimento de cefalotórax para cada um dos tratamentos considerando o $C_{c\infty}$ fixo de *Litopenaeus schmitti*.

Treatamento / Coorte	k (anos)	$C_{c\infty}$	t_0 (anos)	t_{\max} (anos)	r^2
A / 1	1.73	47.5	-0.186	2.66	0.98
A / 2	1.6	47.5	-0.192	2.87	0.98
A / 3	2.12	47.5	-0.153	2.17	0.96
A / 4	1.67	47.5	-0.181	2.76	0.76
B / 1	1.83	47.5	-0.137	2.51	0.98
B / 2	1.46	47.5	-0.194	3.15	0.98
B / 3	1.37	47.5	-0.219	3.37	0.98
B / 4	1.83	47.5	-0.145	2.51	0.98
C / 1	2.02	47.5	-0.118	2.27	0.94
C / 2	2.17	47.5	-0.107	2.17	0.98
C / 3	1.53	47.5	-0.151	3.01	0.96
C / 4	1.63	47.5	-0.17	2.83	0.94

A união das coortes selecionadas originou as curvas de crescimento de *L. schmitti* em confinamento nas três densidades (Fig. 6, 7 e 8).

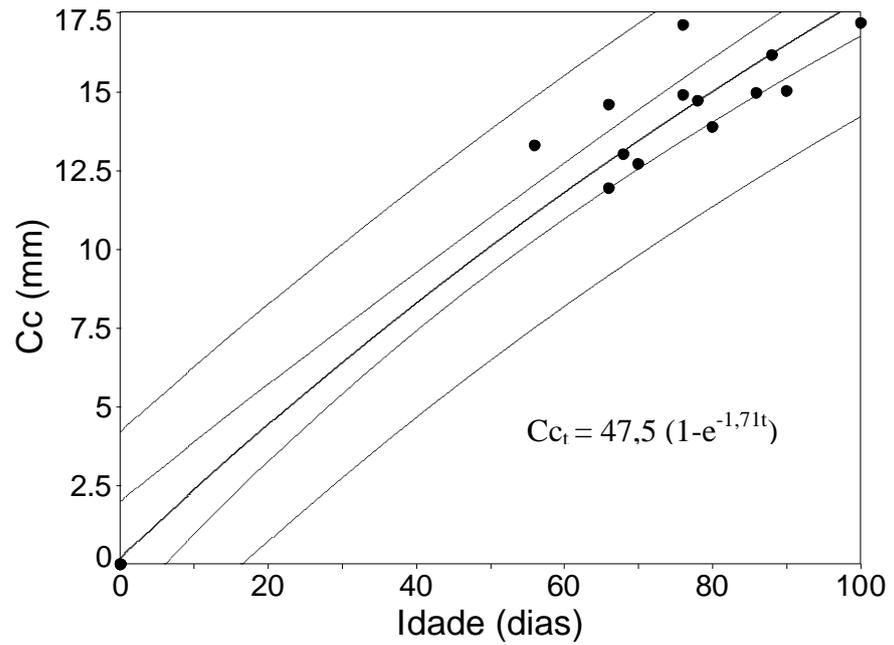


Figura 6. Curva de crescimento de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,96$) no tratamento A (8 camarões/m²). (intervalos de 99% de confiança).

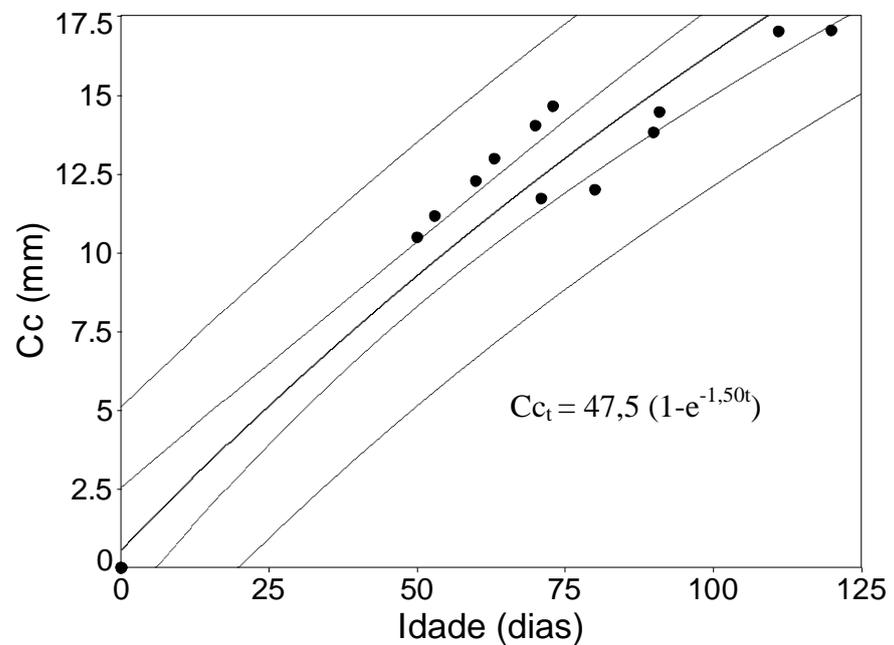


Figura 7. Curva de crescimento de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,93$) no tratamento B (16 camarões/m²). (intervalos de 99% de confiança).

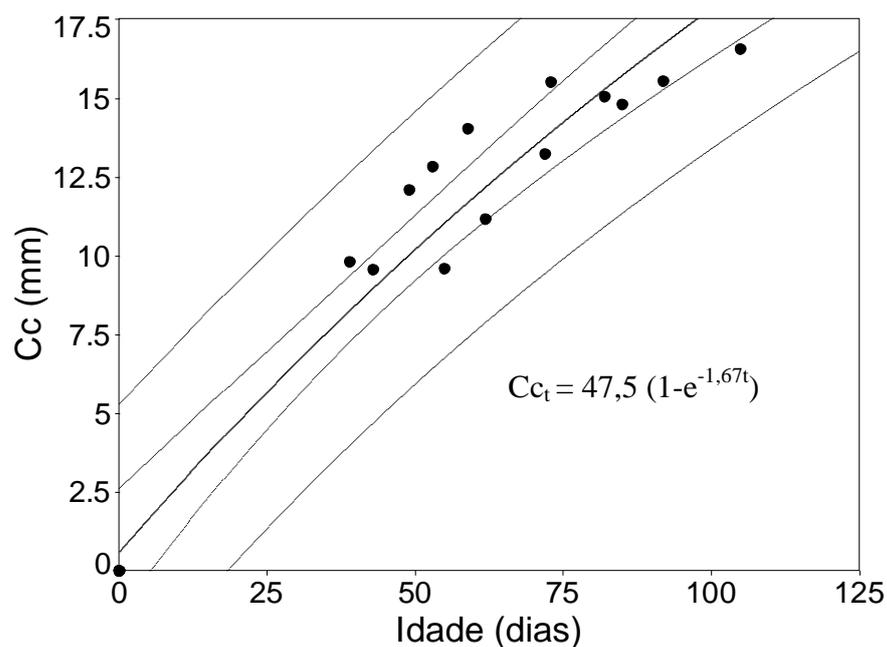


Figura 8. Curva de crescimento de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,92$) no tratamento C (24 camarões/m²). (intervalos de 99% de confiança).

Os parâmetros de ajuste das curvas de crescimento, após a reunião das coortes selecionadas estão apresentados abaixo (tab. 3).

Tabela 3. Parâmetros de ajuste de crescimento em cefalotórax ($C_{c\infty}$ fixo) nos três tratamentos com *Litopenaeus schmitti*.

	A	B	C
k (ano)	1.71	1.5	1.67
Longevidade (anos)	2.69	3.07	2.75

3.2.2 Crescimento em comprimento de cefalotórax ($C_{c\infty}$ não fixo) - Análise do deslocamento modal (AJMOD)

Em função da dispersão das modas calculadas, foram selecionadas três coortes para os tratamentos A e C, e duas coortes para o tratamento B (fig. 9, 10 e 11 e tab. 4).

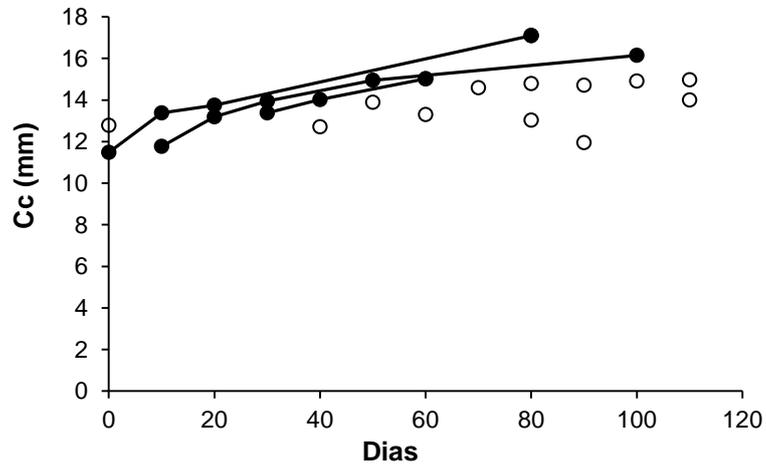


Figura 9. Dispersão de modas e coortes selecionadas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento A (8 camarões/m²).

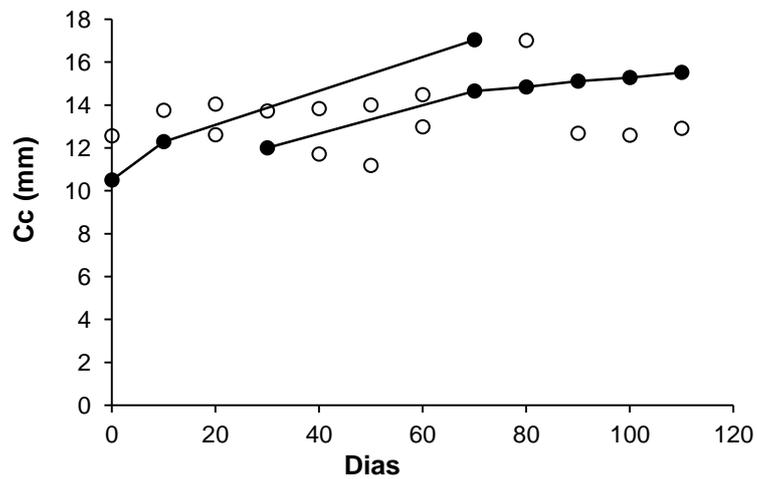


Figura 10. Dispersão de modas e coortes selecionadas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento B (16 camarões/m²).

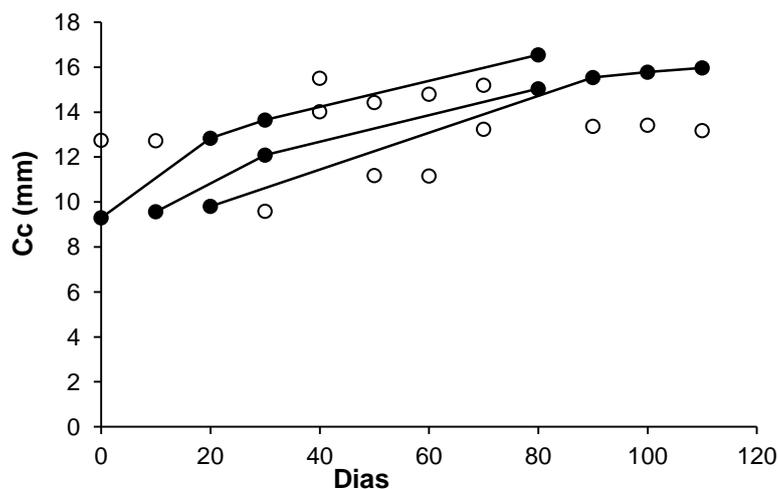


Figura 11. Dispersão de modas e coortes selecionadas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento C (24 camarões/m²).

Tabela 4. Valores da constante de crescimento (k), comprimento assintótico do cefalotórax ($C_{c\infty}$), longevidade (t_{\max}) e coeficiente de determinação (r^2), estimados para as coortes selecionadas em comprimento de cefalotórax para cada um dos tratamentos considerando $C_{c\infty}$ não fixo.

Tratamento / Coorte	k (anos)	$C_{c\infty}$	t_0 (anos)	t_{\max} (anos)	r^2
A / 1	11.24	16.39	-0.115	0.41	0.86
A / 2	12.71	15.84	-0.145	0.36	0.98
A / 3	8.5	18.08	-0.12	0.54	0.94
B / 1	9.52	18.29	-0.09	0.48	0.98
B / 2	9.81	15.91	-0.142	0.46	0.92
C / 1	9.6	17.53	-0.079	0.48	0.9
C / 2	8.39	16.41	-0.104	0.54	0.96
C / 3	9.86	16.56	-0.09	0.47	0.98

A união das coortes selecionadas originou as curvas de crescimento de *L. schmitti* em confinamento nas três densidades (fig. 12, 13 e 14.)

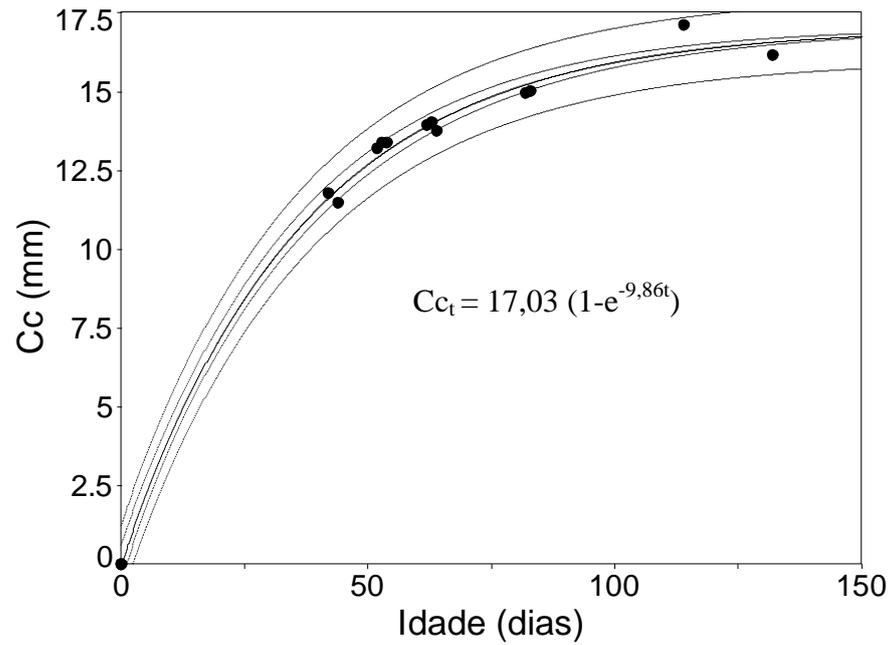


Figura 12. Curva de crescimento de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,78$) no tratamento A (8 camarões/m²) (intervalo de 99% de confiança).

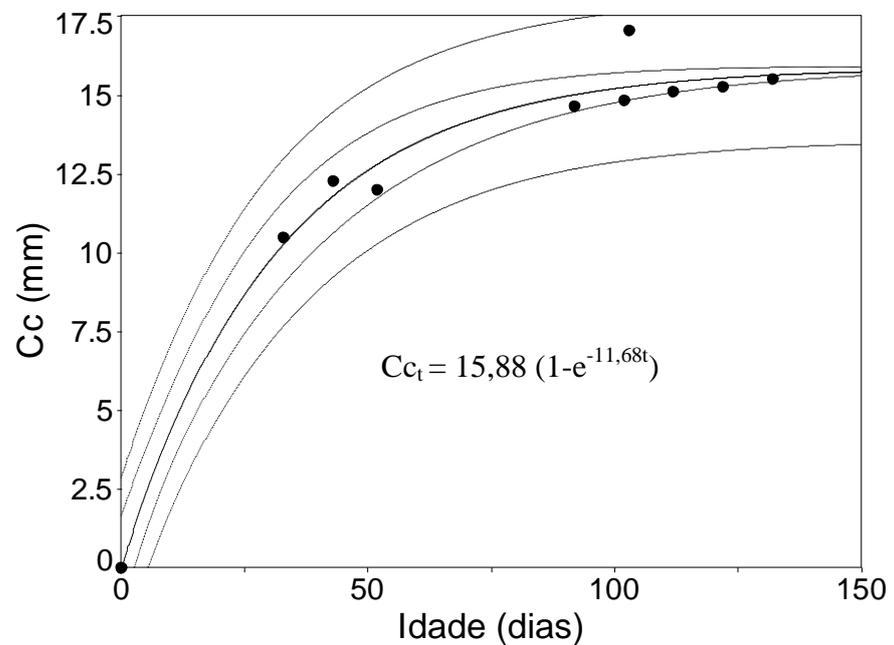


Figura 13. Curva de crescimento de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,79$) no tratamento B (16 camarões/m²) (intervalo de 99% de confiança).

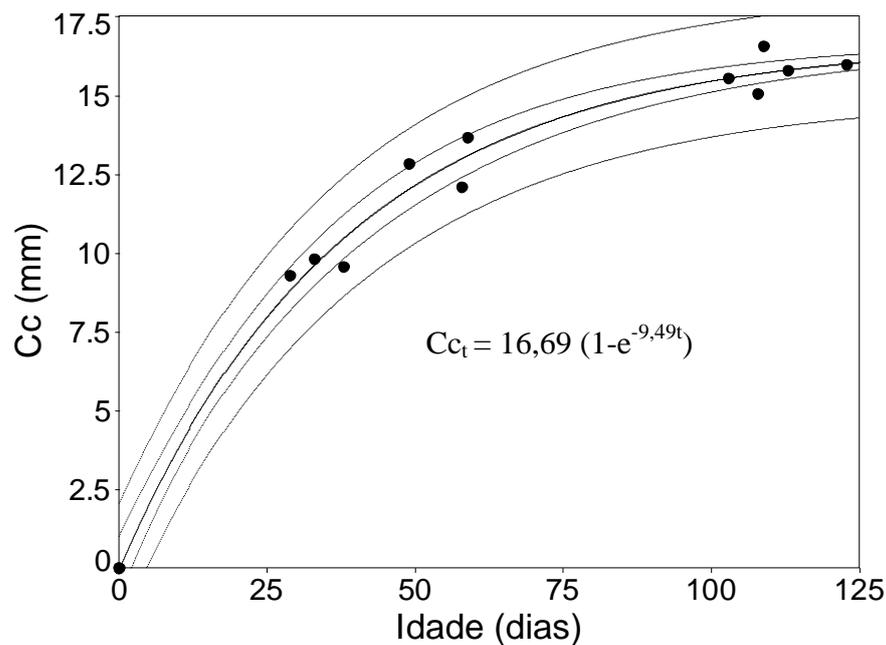


Figura 14. Curva de crescimento de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,83$) no tratamento C (24 camarões/m²) (intervalo de 99% de confiança).

Os parâmetros de ajuste das curvas de crescimento, após a reunião das coortes selecionadas, estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros de crescimento k (constante de crescimento) e longevidade considerando o comprimento do cefalotórax ($C_{c\infty}$ não fixo) apresentados em dias e em anos nos três tratamentos com *Litopenaeus schmitti*.

	A	B	C
k (dia)	0.027	0.032	0.026
k (ano)	9.86	11.68	9.49
Longevidade (dias)	168	145	175
Longevidade (anos)	0.46	0.4	0.48

Durante os 110 dias de cultivo nenhuma diferença significativa foi observada entre os parâmetros de crescimento considerando o comprimento do cefalotórax entre os três tratamentos ($p>0.05$) (tab. 6).

Tabela 6. Valores médios (desvio padrão) iniciais e finais do comprimento de cefalotórax (mm), peso (g) e sobrevivência de *Litopenaeus schmitti* em cultivo durante 110 dias.

	A	B	C
Cc inicial	13.07 ± 0.71	14.14 ± 0.93	12.96 ± 0.98
Cc final	15.73 ± 0.92	15.85 ± 1.04	15.95 ± 1.39
Peso inicial	2 ± 0.35	2.34 ± 0.5	1.91 ± 0.41
Peso final	3.1 ± 0.6	3.07 ± 0.64	3.24 ± 0.86
Sobrevivência	67%	64%	66%

3.2.4 Crescimento em comprimento de cefalotórax (Cc) – ELEFAN

Os parâmetros de crescimento estimados pela rotina ELEFAN encontram-se na tabela 7 e as coortes estimadas nas figuras 15, 16 e 17.

Tabela 7. Constante de crescimento (k), comprimento de cefalotórax (C_{∞}), SS (*starting sample*), SL (*starting lenght*) e índice de ajuste (Rn) estimados por ELEFAN para os três tratamentos de *Litopenaeus schmitti* mantidos em cativeiro durante 110 dias.

	Tratamento A	Tratamento B	Tratamento C
C_{∞}	16.78	16.5	17.07
k	9.04	9.7	9.18
C	0	0	0
WP	0	0	0
SS	12	12	12
SL	16.5	16	17
Rn	0.385	0.373	0.373

*O valor de k está expresso em ano.

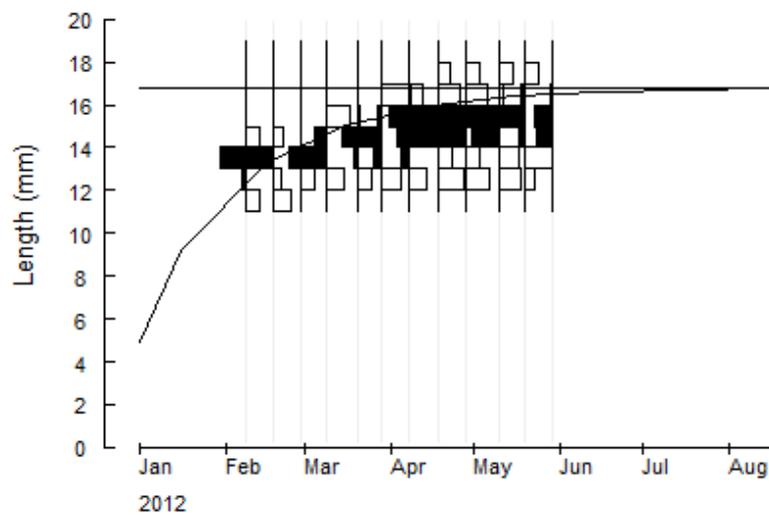


Figura 15. Distribuição de frequências normais (em preto) e reestruturadas (em branco) de comprimento de cefalotórax de *Litopenaeus schmitti* no tratamento A (8 camarões/m²). $C_t = 16,78(1 - e^{-9,04t})$.

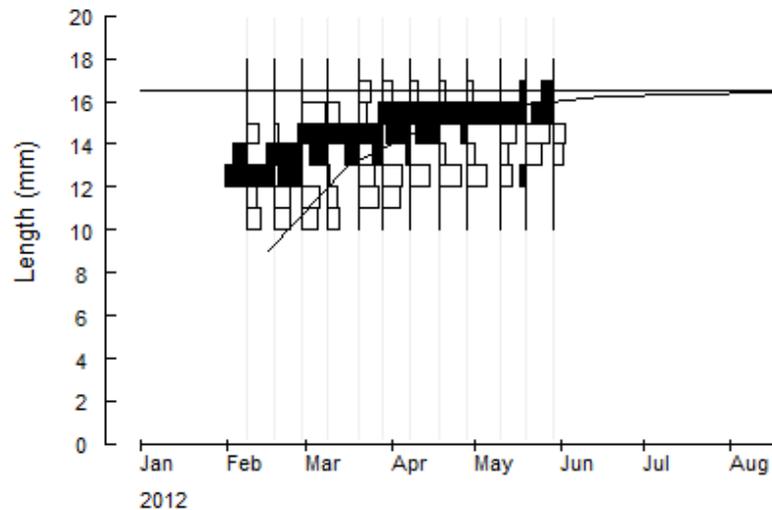


Figura 16. Distribuição de frequências normais (em preto) e reestruturadas (em branco) de comprimento de cefalotórax de fêmeas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento B (16 camarões/m²). $C_t = 16,5(1 - e^{-9,7t})$.

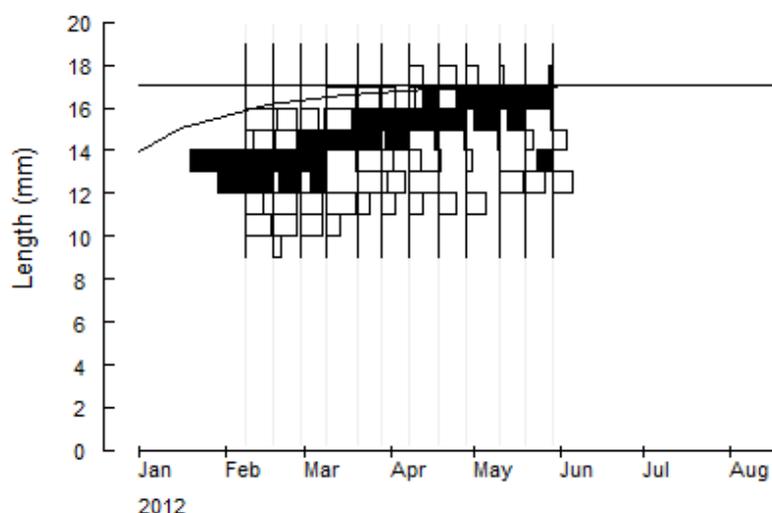


Figura 17. Distribuição de frequências normais (em preto) e reestruturadas (em branco) de comprimento de cefalotórax de fêmeas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento C (24 camarões/m²). $C_t = 17,07(1 - e^{-9,18t})$.

As longevidades e os valores de k, em dias e anos, estão apresentados na tabela (tab. 8).

Tabela 8. Parâmetro k (constante de crescimento) e longevidade considerando o comprimento do cefalotórax ($C_{c\infty}$ não fixo) apresentados em dias e em anos nos três tratamentos com *Litopenaeus schmitti*.

	A	B	C
k (dia)	0.024	0.027	0.025
k (ano)	9.04	9.7	9.18
Longevidade (dias)	186	173	183
Longevidade (anos)	0.51	0.47	0.5

3.2.4 Crescimento em peso (P) - Análise do deslocamento modal (AJMOD)

Ao analisar o peso, foram escolhidas seis coortes do tratamento A e quatro coortes nos tratamentos B e C (fig. 18, 19 e 20 e tab. 9). Que originaram suas respectivas curvas finais (fig. 21, 22 e 23).

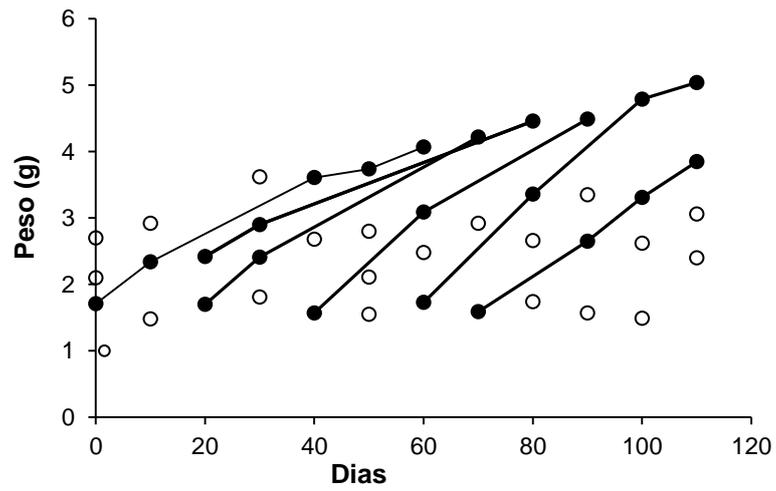


Figura 18. Dispersão de modas e coortes selecionadas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento A (8 camarões/m²).

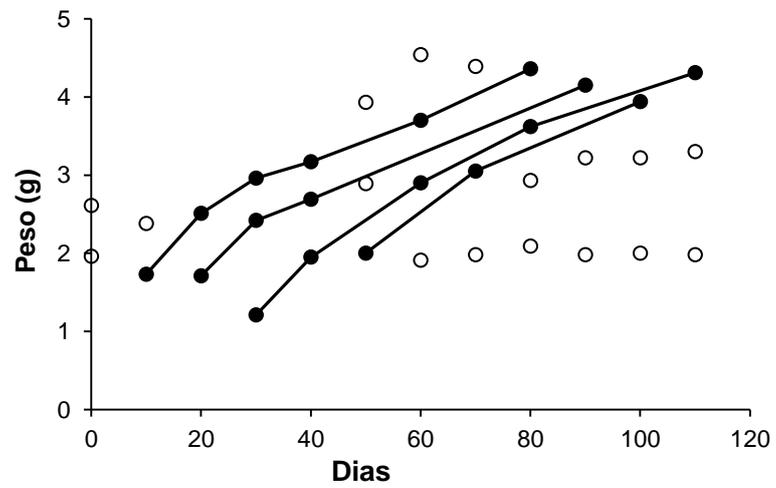


Figura 19. Dispersão de modas e coortes selecionadas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento B (16 camarões/m²).

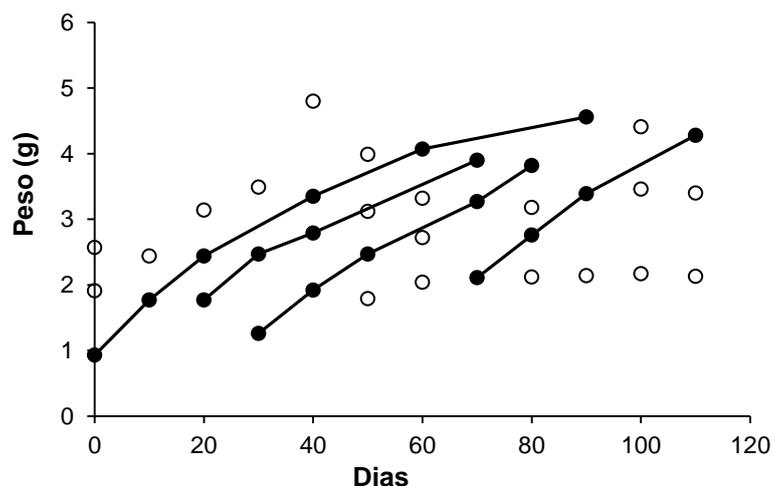


Figura 20. Dispersão de modas e coortes selecionadas de *Litopenaeus schmitti* no tratamento C (24 camarões/m²).

Tabela 9. Valores da constante de crescimento (k), peso assintótico (P_{∞}), longevidade (t_{\max}) e coeficiente de determinação (r^2), estimados para as coortes selecionadas em comprimento de cefalotórax para cada um dos tratamentos considerando Cc_{∞} não fixo.

Tratamento / Coorte	k (anos)	P_{∞}	t_0 (anos)	t_{\max} (anos)	r^2
A / 1	11.55	4.56	-0.107	0.4	0.98
A / 2	10.8	4.82	-0.101	0.43	0.96
A / 3	11.36	6.44	-0.085	0.41	0.98
A / 4	11.88	5.07	-0.096	0.39	0.98
A / 5	8.27	5.27	-0.161	0.53	0.98
A / 6	12.2	5.46	-0.082	0.37	0.98
B / 1	9.21	4.92	-0.129	0.5	0.94
B / 2	9.72	4.72	-0.121	0.47	0.98
B / 3	10.08	4.83	-0.09	0.47	0.96
B / 4	11.66	4.57	-0.112	0.39	0.98
C / 1	11.99	4.83	-0.068	0.38	0.92
C / 2	8.99	5.28	-0.101	0.51	0.98
C / 3	10.7	5.59	-0.112	0.43	0.98
C / 4	9.95	4.85	-0.12	0.46	0.98

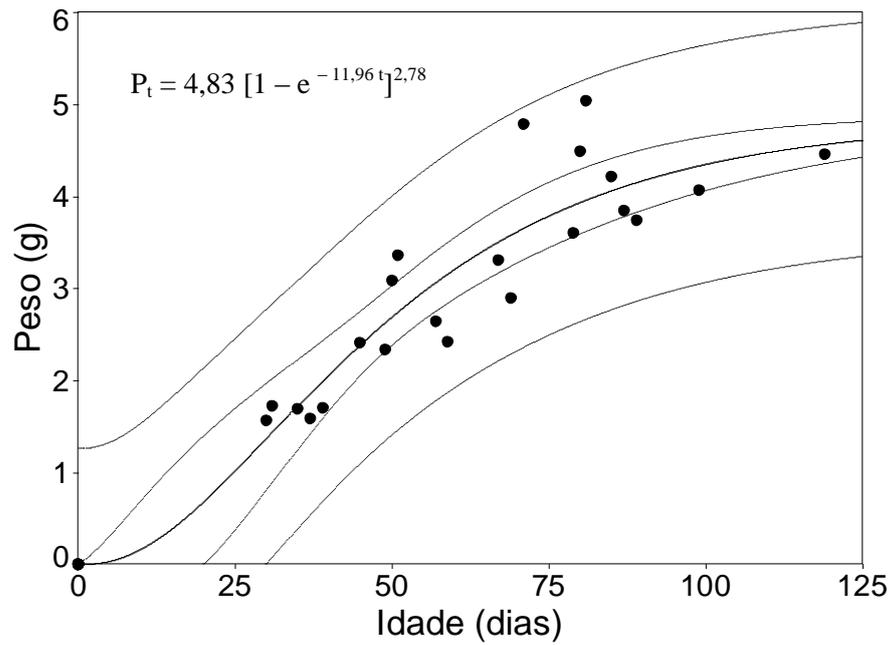


Figura 21. Curva de crescimento de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,89$) no tratamento A (8 camarões/m²). (intervalos de 99% de confiança).

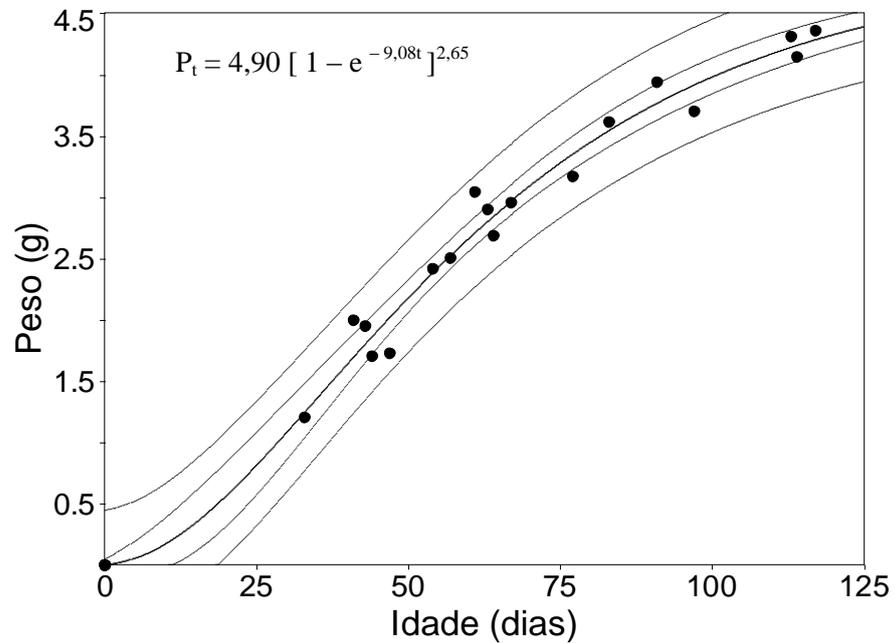


Figura 22. Curva de crescimento de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,97$) no tratamento B (16 camarões/m²). (intervalos de 99% de confiança).

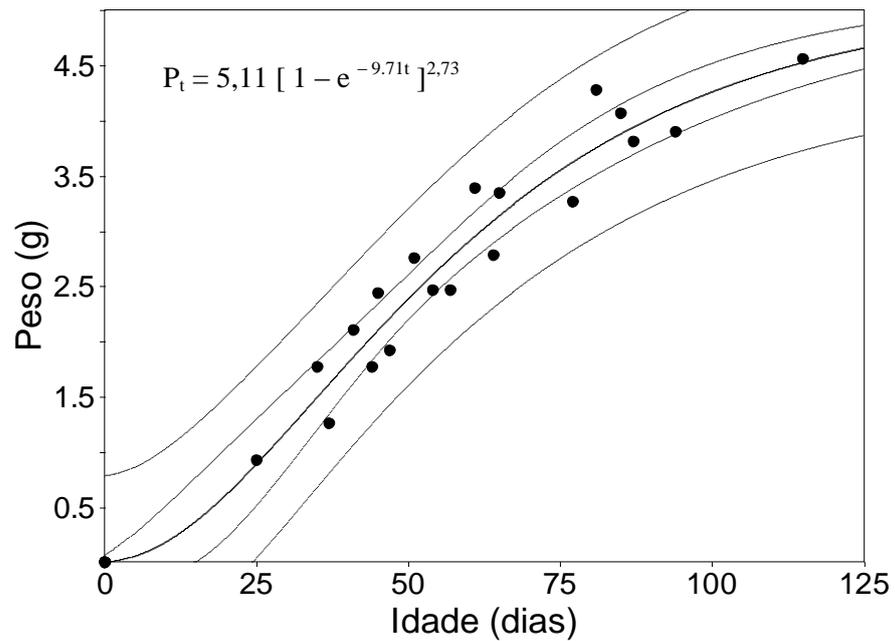


Figura 23. Curva de crescimento de *Litopenaeus schmitti* ($r^2=0,95$) no tratamento C (24 camarões/m²). (intervalos de 99% de confiança).

Abaixo se encontram os parâmetros de ajuste para cada tratamento, representados em dias e anos (tab. 10).

Tabela 10. Parâmetros de constante de crescimento em peso (P_∞) e longevidade apresentados em dias e em anos nos três tratamentos com *Litopenaeus schmitti*.

	A	B	C
k (dia)	0.033	0.025	0.027
k (ano)	11.96	9.08	9.71
Longevidade (dias)	140	185	173
Longevidade (anos)	0.38	0.51	0.47

3.3 Mortalidade

Apenas o método de TAYLOR (1959, modificado por SARDÁ, 2012) foi utilizado na análise, pois o método de PAULY (1980) necessita que o comprimento seja o total e não apenas o de cefalotórax. Com os dados disponíveis neste estudo, não foi possível realizar a transformação para comprimento total. Os dados de mortalidade estão apresentados abaixo (tab. 11).

Tabela 11. Coeficientes de mortalidade natural de *Litopenaeus schmitti* para os três tratamentos em cativeiro.

	A	B	C
Cc fixo	1.71	1.5	1.67
Cc não fixo*	9.86	11.68	9.49
Cc não fixo**	9.04	9.7	9.18

*parâmetros obtidos pelo Solver.

**parâmetros obtidos pelo ELEFAN.

4 DISCUSSÃO

4.1 Crescimento e mortalidade

Estudos em cativeiro envolvendo crescimento e mortalidade são importantes ferramentas para se obter informações da biologia da espécie, embora em muitos casos tornam-se difíceis as comparações com o crescimento em habitat natural por não simular as reais condições ambientais. Contudo, experimentos laboratoriais permitem a análise do efeito de diferentes fatores, como a densidade, a temperatura e a alimentação, sobre o crescimento e sobre a mortalidade. Tais conhecimentos gerados são importantes para compreender o ciclo de vida dessas espécies e aplicá-los, se viável, em cultivos comerciais.

A limitação do espaço e problemas de estresse durante a manutenção dos animais em cativeiro podem ter provocado uma redução no metabolismo e conseqüentemente na constante de crescimento k e na longevidade. Embora os camarões peneídeos costumam se enterrar no sedimento do ambiente natural, estes podem ser considerados animais ativos e nadadores eficientes.

Os parâmetros de qualidade da água, neste estudo, foram comparados com os parâmetros propostos para *L. vannamei* (BARBIERI JÚNIOR & OSTRENSKY NETO, 2002), devido à escassez de informações em relação aos parâmetros ideais para *L. schmitti*. Sabe-se que há variação em relação aos fatores abióticos na criação de camarões peneídeos, por apresentarem variações entre as espécies, fases de vida e principalmente, localização

geográfica, porém a espécie *L. vannamei* é a mais próxima taxonomicamente. Como o objetivo do trabalho não foi avaliar a influência dos fatores abióticos, estes variaram de acordo com as condições ambientais locais, e mantiveram-se entre os limites aceitáveis de cultivo.

O crescimento da espécie em cativeiro, tanto em comprimento quanto em peso, foi muito abaixo de outras espécies nativas considerando o mesmo período de duração (OSTRENSKY E PESTANA, 2000; PEIXOTO *et al.*, 2003).

Segundo HARTNOLL (1982) os fatores exógenos que mais interferem no crescimento dos crustáceos são a temperatura e a disponibilidade de alimento. A média da temperatura (24°C) estava abaixo da temperatura ótima (27-30°C) para o crescimento de *L. vannamei* (BOYD, 1989). Os camarões peneídeos não apresentam mecanismos de controle da temperatura interna, então quanto maior a temperatura da água, dentro da faixa ideal para espécie, mais intenso o metabolismo do animal, considerando principalmente o consumo alimentar e o crescimento (BARBIERI JÚNIOR & OSTRENSKY NETO, 2002).

A disponibilidade de alimento não foi um problema, pois a quantidade de ração fornecida aos camarões foi proporcional à biomassa de tanque, além disso, era possível observar ração em excesso nos comedouros. Todavia, a ração fornecida para *L. schmitti* era para *L. vannamei*, o qual apresenta suas necessidades nutricionais bem conhecidas. A ração oferecida pode não ter tido boa aceitação da espécie devido à palatabilidade, ou seja, sendo pouco atrativa, mas acredita-se que a composição bromatológica da ração não tenha influenciado o crescimento dos indivíduos.

Além disso, como o experimento foi realizado em tanques, os indivíduos não tiveram o contato direto com o sedimento, como ocorre em cultivos em viveiros e cercados restringindo a alimentação dos animais apenas a ração. Sendo organismos bentônicos, o contato com o substrato oferece uma diversidade de suprimentos alimentares por abrigar algas e uma rica microfauna de invertebrados, incluindo moluscos e poliquetas, ademais, permite que os camarões que se enterrem, um comportamento bem conhecido da família.

A ausência de rações comerciais específicas é reportada como um problema para espécies nativas (PEIXOTO *et al.*, 2003). Dietas baseadas nas necessidades nutricionais específicas de cada espécie possivelmente oferecem várias vantagens, dentre elas um rápido incremento em peso. Por isso, o estudo voltado para as necessidades nutricionais de espécies nativas são tão importantes para que haja sucesso no manejo em cativeiro.

A elevação do tamanho da população no interior de um viveiro tem como efeito imediato o aumento da competição intraespecífica por recursos vitais, como alimento, espaço, entre outros. Quando um desses recursos tornar-se insuficiente para atender às necessidades de todos os indivíduos, passará a ser limitante e o crescimento poderá ser reduzido tanto pela carência do recurso como pelo maior gasto de energia motivado pelo estresse decorrente da competição (VALENTI *et al.*, 1993).

O crescimento é um processo com grande gasto energético e muito estressante para os camarões peneídeos. No período pós muda o exoesqueleto fica frágil, e os animais ficam indefesos e sujeitos, até mesmo, a canibalismo, o que foi observado nesse estudo. Durante o crescimento ocorre a diminuição do consumo alimentar e até períodos sem alimentação quando os apêndices e todo o exoesqueleto estão sensíveis.

Nas condições experimentais do presente estudo, os resultados surpreenderam ao revelar a ausência de diferença entre os tratamentos de densidades 8, 16, 24 camarões/m². Os parâmetros físicos e químicos da água mantiveram uma variação semelhante nos quinze tanques, portanto, pouco devem ter interferido no crescimento dos camarões.

Os valores do parâmetro k e da longevidade em laboratório foram inferiores aqueles estimados em ambiente natural utilizando a análise de deslocamento modal e a ferramenta

Solver. Considerando apenas os animais mantidos em cultivo, a constante de crescimento e a longevidade exibiram valores semelhantes quando comparados com ambas às metodologias, AJMOD (Solver) e ELEFAN (FISAT) com valores do comprimento de cefalotórax fixados ou não. Essa ausência de diferença entre os tratamentos considerando as três densidades, pode também estar relacionada ao tempo de cultivo e ao número amostral.

PEIXOTO *et al.* (2001) avaliaram os parâmetros de crescimento de *Farfantepenaeus paulensis* em cultivo com um número amostral 47% superior ao do presente estudo e durante nove meses. Já VALENTI *et al.* (1993) avaliaram o efeito da densidade durante seis meses em laboratório para *Macrobrachium rosenbergii* e observaram uma redução dos valores de k e comprimento assintótico. Cabe ressaltar também a maior rusticidade *F. paulensis* e *M. rosenbergii* em relação à espécie *L. schmitti*. De qualquer forma, sugere-se que estudos futuros com um período experimental mais longo, maior número de repetições e maiores densidades sejam realizados com a espécie nativa *L. schmitti*.

Os coeficientes de mortalidade natural foram superiores quando calculados a partir dos parâmetros estimados pelo Solver, que gerou valores de k maiores que os obtidos pelo ELEFAN considerando o $C_{c\infty}$ fixo ou não. Os coeficientes de mortalidade se mostraram semelhantes entre os tratamentos, sendo que a mortalidade do tratamento com a densidade de 16 camarões/m² foi levemente superior às demais. Esse fato pode estar relacionado a algum fator abiótico não identificado durante o período de cultivo, já que todos estavam sujeitos à mesma alimentação e fonte de abastecimento de água. As taxas de sobrevivência exibiram o mesmo comportamento da mortalidade e, além disso, revelaram baixos valores (em torno de 60%) comparando-se com estudos realizados com camarões juvenis (PEIXOTO *et al.*, 2003).

5 CONCLUSÕES

- O cativeiro influenciou negativamente no crescimento de *L. schmitti*, o que reflete na constante de crescimento k , que foi menor do que o estimado para machos e fêmeas em ambiente natural.
- Os parâmetros de crescimento e mortalidade nas densidades de 8, 16 e 24 camarões/m² não diferiram, sugerindo que estudos futuros com densidades mais elevadas, mais repetições e maior tempo experimental sejam realizados.
- Estudos mais aprofundados sobre a influência da densidade sobre os parâmetros de crescimento em juvenis de *L. schmitti* são necessários, pois a espécie apresenta grande potencialidade para o cultivo, mas ainda faltam informações que permitam o desenvolvimento da tecnologia de produção para essa espécie.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, J. S.; ANDERES, B.; GALINDO, J.; JAIME, B.; PLEGRIN, E. The use of different levels of protein in practical diets to grow out shrimps *Penaeus schmitti* in earth ponds. **Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras**, v. 20, n. 2, p. 35-39, 1996.

ALVAREZ, J. S.; HERNÁNDEZ-LLAMAS, A.; GALINDO, J.; FRAGA, I.; GARCÍA, T.; VILLARREAL, H. Substitution of fishmeal with soybean meal in practical diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Pérez-Farfante & Kensley 1997). **Aquaculture Research**, v. 38, p. 689-695, 2007.

BARBIERI JÚNIOR, R. C.; OSTRENSKY NETO, A. **Camarões Marinhos – Engorda**. Viçosa – MG: Aprenda Fácil Editora. 351p. 2002.

BERTALANFFY, L. V. A quantitative theory of organic growth (Inquitiesom growth laws II). **Human Biology**. Baltimore, v. 10, n. 2, p. 181-213. 1938.

BOYD, C. E. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. 1989.

BUENO, S. L. S. Maturation and spawning of the white shrimp *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, under large scale rearing conditions. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 21, n. 3, p. 170-179. 1990.

CERRATO, R. M. Interpretable statistical tests for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, 47: 1416-1426. 1990.

D'INCAO, F.; FONSECA, D. B. **The performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimps: A critical aproache**. In: Proceedings of the fourth international crustacean congress, Amsterdam, The Netherlands, p. 733-737. 1999.

D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L. F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. 1965-1999. **Atlântica**, Rio Grande, v. 24, n. 2, p. 103-116. 2002.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. 230p. 2012.

FUGIMURA, M. M. S. **Efeito da temperatura e densidade de estocagem no crescimento e sobrevivência de juvenis de *Litopenaeus schmitti***. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UFRRJ, Seropédica, RJ. 2009.

GALINDO, J.; ÁLVAREZ, J.; FRAGA, I.; REYES, R.; JAIME, B.; FERNÁNDEZ, I. Requerimentos de lipídios de juveniles de camarón blanco *Penaeus schmitti*. **Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras**, v. 17, n. 2, p. 23-36. 1992a.

GALINDO, J.; FRAGA, I.; ÁLVAREZ, J.; REYES, R.; GONZÁLEZ, R.; CARTAYA, R. Requerimentos proteicos en juveniles de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. **Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras**, v. 17, n. 1, p. 47-57, 1992b.

GONZÁLEZ, D.; CÓRDOBA, J.; INDORF, F.; BUITRAGO, E. Estudios preliminares en la formulación de dietas para camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) utilizando ensilado de pescado. **Revista Científica**, FCV-LUZ/ v. XVII, n. 2, p. 166-172, 2007.

GAYANILO, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) user's guide. **FAO Computerized Information Series (Fisheries)**, v.6, 186p. 1994.

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

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. Estatística de Pesca Brasil. Grandes Regiões e Unidade da Federação. 151 p. 2007.

JORY, D. E.; CABRERA, T. R.; DUGGER, D. M.; FEGAN, D.; LEE, P. G.; LAWRENCE, A. L.; JACKSON, C. J.; MCINTOSH, R. P.; CASTAÑEDA, J. A global review of shrimp feed management: status and perspectives. P.104-152. **In: The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture**, Craig L. Browdy and Darryl E. Jory, editors. Aquaculture. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA USA. 2001.

MAGGIONI, R.; ROGERS, A. D.; MACLEAN, N. Population structure of *Litopenaeus schmitti* (Decapoda: Penaeidae) from the Brazilian coast identified using six polymorphic microsatellite loci. **Molecular Ecology**, 12, 3213–3217. 2003.

MELO, E. P. & OSHIRO, L. M. Y. Avaliação da densidade de estocagem sobre o crescimento de juvenis de *Litopenaeus schmitti* no sistema de bioflocos. **Relatório de Iniciação Científica**, CNPQ. 13p. 2011.

NASCIMENTO, I. A.; BRAY, W. A.; LEUNG TRUJILLO, J. R. & LAWRENCE, A. Reproduction of ablated and unablated *Penaeus schmitti* in captivity using diets consisting of fresh-frozen natural and dried formulated feeds. **Aquaculture**, n. 99, p. 387-398, 1991.

OSHIRO, L. M. Y.; OLIVEIRA, L. M. S.; CRUZ, C. S.; ARAÚJO, E. R.; SOARES, M. R. S.; FUGIMURA, M. M. S.; FLOR, H. R. Estudo das populações de camarões e siris da Baía de Sepetiba/RJ. **Relatório Técnico apresentado à APLIM**, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 26p. 2005.

OSTRENSKY, A.; PESTANA, D. Avaliação das taxas de crescimento de *Farfantepenaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967 em viveiros de cultivo. **Archives of Veterinary Science** v.5, p.5-15. 2000.

PAULY, D., DAVID, N. ELEFAN I, a Basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, v.28, n. 4, p.205-211. 1981.

PEIXOTO, S., D'INCAO, F., WASIELESKY, W. Application of von Bertalanffy growth curves in *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea Decapoda) captive broodstock. **Náuplius**, v. 9, p. 149–155. 2001.

PEIXOTO, S.; WASILIESKY, W. Jr.; LOUZADA, L. Jr. Comparative Analysis of Pink Shrimp, *Farfantepenaeus paulensis*, and Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Culture in Extreme Southern Brazil. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 14(1/2). 2003.

RAMOS, L.; MOLINA, J.; SAMADA, S.; ESPEJO, M. Maturation and reproduction of pond-reared *Penaeus schmitti*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 26, p. 183-187. 1995.

ROCHA, I. P. Uma análise da produção, demanda e preços do camarão no mercado internacional. **Revista Brasileira da Associação de Criadores de Camarão**, Recife, v. 7, n. 2, p. 24-35. 2005.

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

SANTOS, M. C. F.; COELHO, P. A. Espécies exóticas de camarões peneídeos (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798 e *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) nos ambientes estuarino e marinho do Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico- Científico do CEPENE**, v.10, n.1, p. 209-222. 2002.

SARDÁ, F. O. **Dinâmica populacional do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Decapoda: Aethridae) na Enseada de Balneário Camboriú, SC, Brasil**. 75p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), FURG, Rio Grande, RS. 2012.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Aquicultura e pesca: camarões. Série Mercado. 46p. 2008.

TAYLOR, C. C. Temperature and growth; the Pacific razor clam. **Journal du Conseil permanent International pour l' Exploration de la Mer**, v. 25, p. 98-101. 1959.

VALENTI, W. C.; MELLO, J. T. C.; CASTAGNOLLI, N. Efeito da densidade populacional sobre as curvas de crescimento de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) em cultivo semi-intensivo (Crustacea, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.10, n. 3, p. 427-438. 1993.