

BIOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DO CAMARÃO SETE-BARBAS NA BAÍA DE SANTOS, SÃO PAULO*

Gisele Salgado HECKLER¹; Sabrina Morilhas SIMÕES²; Mateus LOPES³; Fernando José ZARA⁴; Rogerio Caetano da COSTA⁵

RESUMO

Este trabalho investigou a maturidade sexual, o período reprodutivo e de recrutamento (ambos relacionados com a temperatura e a salinidade da água), e a proporção sexual de *Xiphopenaeus kroyeri* na Baía de Santos, SP. Os camarões foram capturados mensalmente, de junho de 2008 a maio de 2009, em quatro pontos de amostragem. Os indivíduos foram mensurados, analisados quanto ao sexo e o estágio de desenvolvimento reprodutivo foi determinado macroscopicamente. As fêmeas apresentaram valor médio de comprimento da carapaça (mm) maior que os machos e atingiram a maturidade fisiológica com valor superior, i.e., 25,5 mm para fêmeas e 16,8 mm para machos. O período reprodutivo foi contínuo, com maior proporção de fêmeas reprodutivas no outono. Apesar de não significativo, em fevereiro houve um pico similar a março de fêmeas reprodutivas. Entre agosto e outubro ocorreu um pico intermediário destas fêmeas que contribuiu para o recrutamento no verão. A menor quantidade de juvenis após a principal desova (fevereiro, março e abril) pode ser explicado pela migração ou pelo efeito da abertura da pesca, que ocorre em junho. A proporção entre os sexos foi próxima à 1:1, porém, em escala espacial, notou-se maior quantidade de fêmeas reprodutivas em locais mais rasos. Esta distribuição diferencial entre os sexos pode estar associada à estratégia reprodutiva das fêmeas, neste caso, áreas mais apropriadas para a desova. O atual defeso ocorre entre março e maio e, pelos resultados obtidos sobre a frequência de fêmeas reprodutivas, sugere-se a inclusão de fevereiro.

Palavras chave: maturidade; reprodução; recrutamento; proporção sexual; *Xiphopenaeus kroyeri*

POPULATION AND REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE SEABOB SHRIMP IN SANTOS BAY, SÃO PAULO

ABSTRACT

We investigated the sexual maturity, reproductive period and juvenile recruitment (both associated with salinity and temperature of bottom water) and sex-ratio of *Xiphopenaeus kroyeri* in Santos Bay, São Paulo. Monthly samples were obtained from June 2008 through May 2009 along four transects. Individuals were measured, sexed and the developmental stage of the reproductive system was macroscopically determined. The mean carapace length of females was larger than that of males. Females attained physiological maturity with 25.5 mm and males with 16.8 mm. The reproductive period was continuous with higher proportions of reproductive females in autumn. Although not significant, in February occurs a peak of reproductive females similar to March. An intermediate peak of these females occurs between August and October and it contributed to the recruitment in summer. The smallest amount of juveniles after the main peak of spawning (February, March and April) can be explained by migration or consequences of open access for fishery that occurs on

Artigo Científico: Recebido em 21/09/2012 – Aprovado em 14/08/2013

¹ Doutoranda. Laboratório de Ecologia Marinha, Universidade de São Paulo. Rua do Matão, Travessa 14, nº 321 – Cidade Universitária – CEP: 05.508-090 – São Paulo – SP – Brasil. e-mail: heckler@usp.br

² Pós-Doutoranda. LABCAM (Laboratório de Biologia de Camarões Marinhos e de Água Doce), Universidade Estadual Paulista. e-mail: binasimoes@yahoo.com.br

³ Pós-Doutorando. LBSC (Laboratório de Bioecologia e Sistemática de Crustáceos), Universidade de São Paulo. Av. Bandeirantes, 3900 – CEP: 14.040-901 – Ribeirão Preto – SP – Brasil. e-mail: lopesm4383@gmail.com

⁴ Professor Doutor. LMI (Laboratório de Morfologia de Invertebrados) e Centro de Aquicultura (CAUNESP), Universidade Estadual Paulista. Via Prof. Paulo Donato Castellani, s/n – CEP: 14.884-900 – Jaboticabal – SP – Brasil. e-mail: fzzara@fcav.unesp.br

⁵ Professor Doutor. LABCAM (Laboratório de Biologia de Camarões Marinhos e de Água Doce), Universidade Estadual Paulista. Av. Luis Edmundo Carrijo Coube, s/n – Vargem Limpa – CEP: 17.033-360 – Bauru – SP – Brasil. e-mail: rccosta@fc.unesp.br (autor correspondente)

* Apoio financeiro: FAPESP (processos nº 04/07309-8, 05/04707-5, 07/57316-9, 08/53999-7, 08/54991-0, 09/54672-4, 10/50188-8) e CNPq – Edital Universal (processo nº 479541/2007-8)

June. The overall sex-ratio was approximately 1:1. However, when considering the spatial distribution, we observed a greater amount of reproductive females in shallow waters in the bay. The differential distribution between the sexes could be associated with appropriated areas to spawn. The current legal off-season occurs between March and May, and, according to our results of the frequency of reproductive females, we suggest the inclusion of February in the off-season.

Keywords: maturity; reproduction; recruitment; sex-ratio; *Xiphopenaeus kroyeri*

INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas do século XX, a produção pesqueira do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no Sul e Sudeste brasileiros apresentou oscilações consideráveis em sua biomassa capturada, sendo que nas décadas de 1980 e 1990 diminuiu drasticamente, de aproximadamente 8.000 para 1.000 t anuais (D'INCAO *et al.*, 2002). No Estado de São Paulo, embora tenha apresentado um incremento de cerca de 640 para 2.300 t no período de 2000 a 2009 (INSTITUTO DE PESCA, on line), os valores ainda estão distantes daqueles observados anteriormente. Tal espécie de camarão é uma das mais exploradas no litoral paulista devido à sua elevada abundância em profundidades até 25 metros (ÁVILA-DA-SILVA *et al.*, 2007; CASTRO *et al.*, 2005). Dentre os principais recursos pesqueiros explorados em todo o Sudeste brasileiro, ÁVILA-DA-SILVA *et al.* (2007) destacaram que essa espécie é a terceira mais comercializada na região, atrás somente da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) e da corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823).

O camarão *X. kroyeri* tem ampla distribuição na costa oeste do Oceano Atlântico, estendendo-se da Virgínia (EUA) até o Rio Grande do Sul (Brasil) (COSTA *et al.*, 2003). Sua captura ocorre em todo o litoral de São Paulo, mas de acordo com os levantamentos do Instituto de Pesca, a região de Santos e São Vicente é a principal responsável pela pesca da espécie no Estado (INSTITUTO DE PESCA, on line). Esta região assume importância adicional pela intensa atividade industrial e a presença do maior porto da América Latina, o Porto de Santos (SANT'ANNA *et al.*, 2012). Apesar da sua importância no litoral sul paulista, os estudos relacionados à dinâmica populacional de *X. kroyeri* no complexo de Santos-São Vicente foram realizados há mais de quatro décadas por SANTOS *et al.* (1969, 1971). REIGADA *et al.* (2006) realizaram um levantamento das espécies de

macrocrustáceos na região e GRAÇA-LOPES *et al.* (2007) estudaram a biologia pesqueira do camarão sete-barbas. Especificamente em relação à dinâmica populacional, este camarão foi estudado com maior ênfase no litoral norte paulista (NAKAGAKI e NEGREIROS-FRANSOZO, 1998; FRANSOZO *et al.*, 2000; CASTRO *et al.*, 2005; HECKLER *et al.*, 2013).

O conhecimento da duração, local e período reprodutivo de uma determinada espécie é essencial para elaboração de uma estratégia eficiente de manejo (SHIH *et al.*, 2009), pois relaciona a espécie com a preservação dos habitats em que vive, além de fornecer dados ecológicos importantes para a conservação do estoque em toda sua área de ocorrência. Para este fim, foram investigados na Baía de Santos, SP, a maturidade do sistema reprodutor, a proporção sexual e o período reprodutivo e de recrutamento de *X. kroyeri*, além de investigada a relação destes dois períodos com a temperatura e a salinidade da água de fundo.

MATERIAL E MÉTODOS

A área escolhida para as amostragens de *X. kroyeri* localiza-se na costa central do Estado de São Paulo, entre as latitudes 23°55' - 24°00'S e as longitudes 46°20' - 46°25'W. As coletas foram realizadas mensalmente, de junho de 2008 a maio de 2009, em quatro pontos na Baía de Santos, escolhidos por abranger todas as categorias demográficas, e definidos segundo um gradiente de profundidade nos pontos de 1 a 3, sendo que no ponto 1 o valor registrado foi 8,3 m ($\pm 0,41$); ponto 2, 10,5 m ($\pm 0,83$); e ponto 3, 14,1 m ($\pm 1,73$). O ponto 4 foi escolhido por representar uma região abrigada da ação das ondas e próxima a uma área preservada (Parque Estadual Xixová-Japuí) e está localizado a 6,9 m ($\pm 0,48$) de profundidade (Figura 1). Os valores batimétricos foram registrados mensalmente em cada ponto de coleta e os valores acima representam a média obtida.

As amostras do camarão sete-barbas (licença SISBIO/IBAMA #14653) foram obtidas com uma rede "otter trawl" de 8 m de largura de boca, 10 m de comprimento e malhas com 20 mm de distância entrenós nas mangas e corpo da rede, e 18 mm de distância entrenós no ensacador, tracionada por um barco camaroeiro. Os arrastos

dos pontos 1 a 3 foram realizados paralelamente à linha de fundo da Baía de Santos, e do ponto 4, paralelamente à praia do Parque Estadual Xixová-Japuí. Foi realizado um arrasto por ponto de coleta, com esforço amostral na baía de 30 minutos por arrasto (CASTRO *et al.*, 2005), com uma velocidade média de 2 nós e cerca de 2 km percorridos.

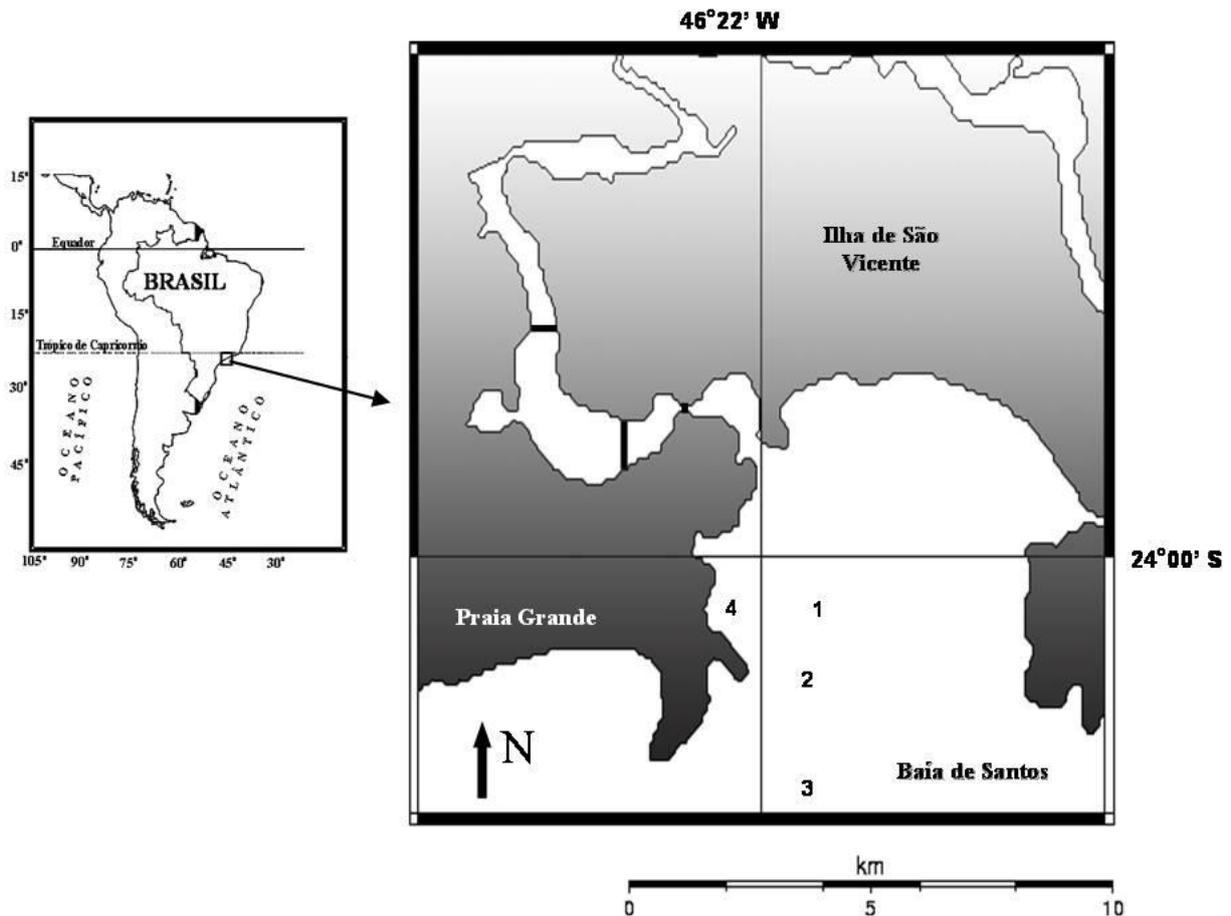


Figura 1. Mapa da região de estudo indicando os pontos de amostragem (1 a 4) de *Xiphopenaeus kroyeri* na Baía de Santos, São Paulo, Brasil.

Ao final dos arrastos em cada ponto, mensalmente, coletou-se uma amostra da água de fundo por meio de uma garrafa de Van Dorn e, em seguida, verificaram-se os valores de salinidade (refratômetro óptico com escala unitária) e temperatura (termômetro de mercúrio, 0,1 °C).

Os camarões foram mantidos em gelo picado e transportados ao laboratório em sacos identificados por ponto de amostragem. Em laboratório, os indivíduos foram identificados utilizando-se uma chave específica (COSTA *et al.*,

2003). De cada arrasto, foi obtido o peso total (g) e retirada uma subamostra de 400 g da qual os indivíduos foram mensurados quanto ao comprimento da carapaça (0,1 mm), correspondente à distância linear do ângulo pós-orbital até a margem posterior da carapaça.

A condição reprodutiva nas fêmeas foi determinada mensalmente pela observação macroscópica do sistema reprodutor, categorizado de acordo com a coloração e tamanho, adaptado de DUMONT e D'INCAO (2004), com três

estágios de desenvolvimento: imatura ou juvenil (IM), rudimentar (adultas em estágio não reprodutivo, RU) e madura (adultas em estágio reprodutivo, MA). Os machos foram considerados imaturos ou juvenis (IM) quando o petasma encontrava-se desunido, e adultos, quando o mesmo apresentava-se unido (CASTRO *et al.*, 2005). Quando a ampola terminal apresentou secreção para a formação de espermátóforos, os machos foram considerados maduros (MA) e, quando vazia, rudimentares (RU). A frequência absoluta dos machos em cada categoria demográfica também foi disposta mensalmente.

A proporção sexual foi analisada tanto espacialmente como em termos temporais ao longo do período estudado. Para testar se houve diferença na proporção de 1:1 entre os sexos, utilizou-se o teste de ajuste de bondade (Qui-quadrado), com nível de significância $\alpha = 0,05$ (SOKAL e ROHLF, 1995).

Foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov (normalidade) e Bartlett (homocedasticidade) para verificar as premissas de parametricidade, no tocante aos dados de comprimento da carapaça de ambos os sexos. Após a validação da parametricidade dos dados, foi utilizado o teste t de "Student" (Statistica 7.0; Statsoft, Inc) (SOKAL e ROHLF, 1995).

O comprimento da carapaça em que 50% dos indivíduos são considerados adultos (CC_{50}) foi determinado, para cada um dos sexos, a partir de um modelo linear generalizado, com distribuição do tipo binomial e função de ligação do tipo Logit, por interpolação da equação:

$$Y = e(a+bx)/1-e(a+bx),$$

sendo $CC_{50} = -a/b$, determinada por regressão logística (WHEELER *et al.*, 2009) e com auxílio do programa Past (versão 2.10) (HAMMER *et al.*, 2001). Neste estudo optou-se por calcular o valor do CC_{50} de duas formas, sendo que na primeira foram utilizados os indivíduos juvenis (IM) e adultos (RU + MA) e a condição adulta dos indivíduos (juvenil = 0; adulto = 1) foi plotada com o comprimento da carapaça (mm). Na segunda forma de análise, o mesmo método de CC_{50} foi utilizado para calcular o comprimento da carapaça em que 50% dos indivíduos são considerados maduros fisiologicamente, ou seja, excluiu-se os indivíduos juvenis e analisou-se

apenas aqueles que participaram do processo reprodutivo. A partir daí, a condição reprodutiva dos indivíduos (não reprodutivos = 0; reprodutivos = 1) foi plotada com o comprimento da carapaça. De acordo com ALMEIDA *et al.* (2012), vários estudos não utilizam os juvenis para estimar o CC_{50} e, conseqüentemente, torna-se difícil a comparação com aqueles estudos que incluem esta classe demográfica.

O recrutamento foi analisado mensalmente pela porcentagem de juvenis, estimados de acordo com análise macroscópica dos caracteres sexuais secundários, com relação ao total de indivíduos da população e pela distribuição de frequência absoluta de machos e fêmeas, separadamente, em classes de 2 mm de comprimento de carapaça. A abundância de fêmeas e machos maduros, assim como a de juvenis, foi comparada com o teste χ^2 de contingência (BioEstat 3.0), com nível de significância (α) corrigido pelo procedimento de Bonferroni ($\alpha' = \alpha/\text{número de comparações}$; SOKAL e ROHLF, 1995), para a detecção de diferenças entre as estações do ano. Foi considerado dezembro, janeiro e fevereiro como verão e assim, sucessivamente. A distribuição da população entre os pontos de coleta foi comparada com o teste χ^2 de aderência, com nível de significância também corrigido pelo procedimento de Bonferroni.

Foram utilizados dois Modelos Lineares Generalizados (GLM). Tanto no primeiro como no segundo modelo, foram ajustados os dados de temperatura e salinidade de fundo como variáveis explicativas. As variáveis respostas, para cada um dos modelos ajustados, foram categorias demográficas de fêmeas maduras e juvenis (número de indivíduos), respectivamente. Primeiramente, o modelo de distribuição de probabilidade utilizado $f(Y)$ foi o Poisson (variável resposta quantitativa discreta). Mas, após a análise, foi observada sobredispersão nos resíduos dos dois modelos. Desta forma, o modelo de distribuição de probabilidade $f(Y)$ foi substituído para quasi-poisson. Foi utilizado o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013) para o desenvolvimento dos dois modelos. O nível de significância utilizado foi $\alpha = 0,05$.

A correlação entre a frequência mensal de fêmeas maduras e a de juvenis foi averiguada

através da correlação cruzada (Past; versão 2.10). Os procedimentos estatísticos foram utilizados de acordo com ZAR (1996), com nível de significância $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

Um total de 4.831 indivíduos foi mensurado durante o período amostrado, sendo 2.390 machos e 2.441 fêmeas. Entre junho e setembro e em dezembro de 2008 houve predomínio de fêmeas capturadas e, de janeiro a maio de 2009, os machos foram mais abundantes. No geral, a proporção sexual foi 1 ♀ : 0,98 ♂ e não houve

diferença significativa ($\chi^2 = 0,54$, $p = 0,46$). Nos pontos 1 e 4 houve predomínio numérico de fêmeas sobre os machos ($\chi^2 = 6,37$, $p = 0,01$), e no ponto 3, os machos foram mais abundantes ($\chi^2 = 11,99$, $p < 0,05$). No ponto 2, a proporção entre os sexos foi de 1:1 ($\chi^2 = 0,04$, $p = 0,84$) (Tabelas 1 e 2).

A amplitude do comprimento da carapaça das fêmeas foi de 7,4 a 33,6 mm, com valor médio de 18,5 mm \pm 3,5. Para os machos, a amplitude foi de 7,2 a 28,7 mm, com valor médio de 17,2 mm \pm 2,7. Houve diferença significativa entre os valores médios do comprimento da carapaça entre machos e fêmeas ($t = -14,49$, $p < 0,05$).

Tabela 1. Proporção mensal de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* coletados na Baía de Santos, de junho de 2008 a maio de 2009.

Meses	Total de machos	Total de fêmeas	Total	χ^2	Valor de p	Proporção sexual (♀: ♂)
Jun/08	102	222	324	*44,44	2,62x10 ⁻¹¹	1: 0,46
Jul/08	164	243	407	*15,33	9,01x10 ⁻⁵	1: 0,67
Ago/08	146	237	383	*21,62	3,32x10 ⁻⁶	1: 0,62
Set/08	143	206	349	*11,37	7,45x10 ⁻⁴	1: 0,69
Out/08	182	186	368	0,04	0,83	1: 0,98
Nov/08	193	190	383	0,02	0,87	1: 1,02
Dez/08	216	268	484	*5,59	0,01	1: 0,81
Jan/09	326	224	550	*18,92	1,37x10 ⁻⁵	1: 1,45
Fev/09	220	175	395	*5,13	0,02	1: 1,26
Mar/09	211	177	388	2,98	0,08	1: 1,19
Abr/09	230	176	406	*7,18	7,36x10 ⁻³	1: 1,30
Mai/09	257	137	394	*36,55	1,49x10 ⁻⁹	1: 1,87
Total	2.390	2.441	4.831	0,54	0,46	1: 0,98

* valores de χ^2 significativamente diferentes.

Tabela 2. Proporção espacial de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* coletados na Baía de Santos de junho de 2008 a maio de 2009, nos pontos 1 a 4.

Pontos	Total de machos	Total de fêmeas	Total	χ^2	Valor de p	Proporção sexual (♀: ♂)
1	577	666	1.243	*6,37	0,01	1: 0,86
2	592	585	1.177	0,04	0,84	1: 1,01
3	650	531	1.181	*11,99	5,35x10 ⁻⁴	1: 1,22
4	571	659	1.230	*6,30	0,01	1: 0,86
Total	2.390	2.441	4.831	0,54	0,46	1: 0,98

* valores de χ^2 significativamente diferentes.

Foram encontrados machos adultos a partir do ponto médio 11 mm de CC e as fêmeas adultas foram encontradas a partir de 13 mm de CC (Figura 2). De acordo com a curva de maturidade, estimou-se que 50% dos indivíduos machos e fêmeas foram considerados adultos com,

respectivamente, 13,5 e 13,8 mm de comprimento da carapaça (Figura 3). O comprimento da carapaça em que 50% dos machos e fêmeas adultos foram considerados maduros (maturidade fisiológica) foi estimado em 16,8 e 25,5 mm, respectivamente (Figura 4).

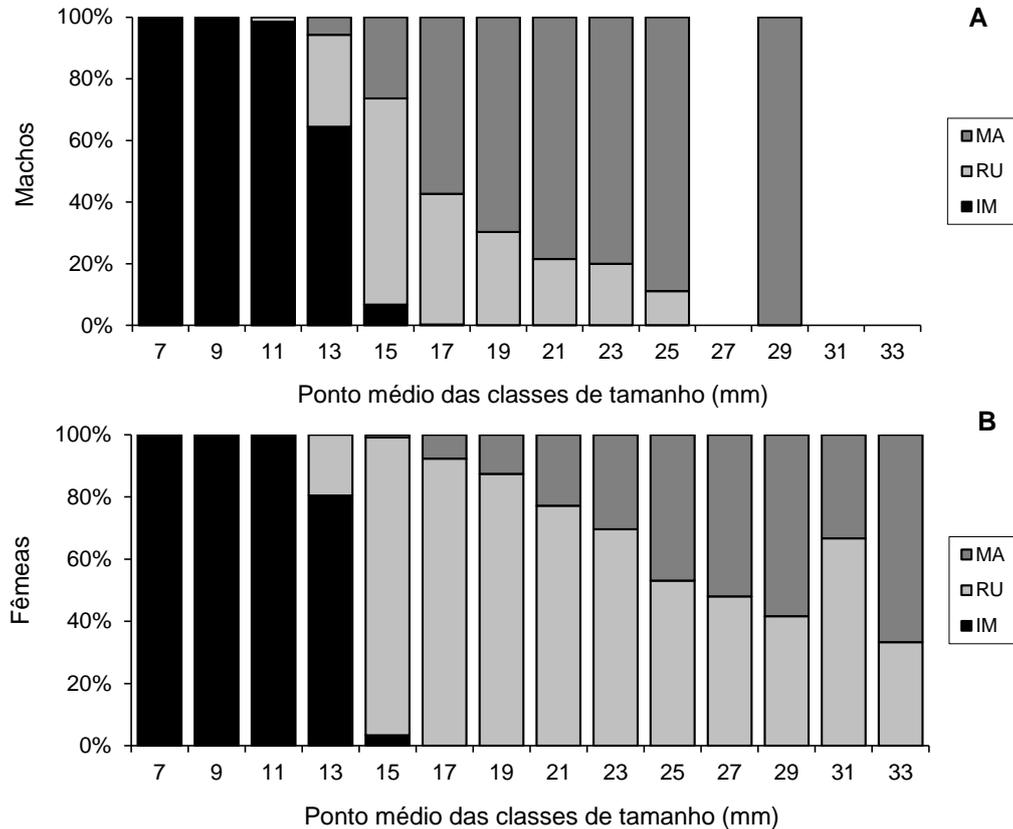


Figura 2. Valores percentuais de machos (A) e fêmeas (B) de *Xiphopenaeus kroyeri* capturados na Baía de Santos ao longo do período amostrado, distribuídos por classes de frequência de tamanho (CC mm) de acordo com o estágio de desenvolvimento do sistema reprodutor (imaturo – IM; rudimentar – RU; maduro – MA).

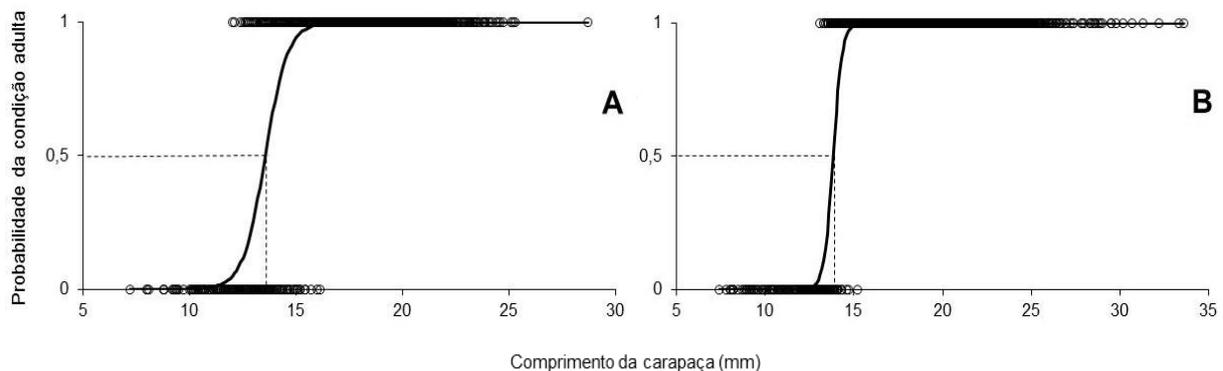


Figura 3. Comprimento de carapaça (CC₅₀) de machos (A) e fêmeas (B) ao atingirem a condição adulta estimada pela regressão logística baseada na ausência (0) ou presença (1) de caracteres sexuais morfológicos específicos plotada contra o comprimento da carapaça (mm) de *Xiphopenaeus kroyeri* na Baía de Santos, São Paulo, Brasil.

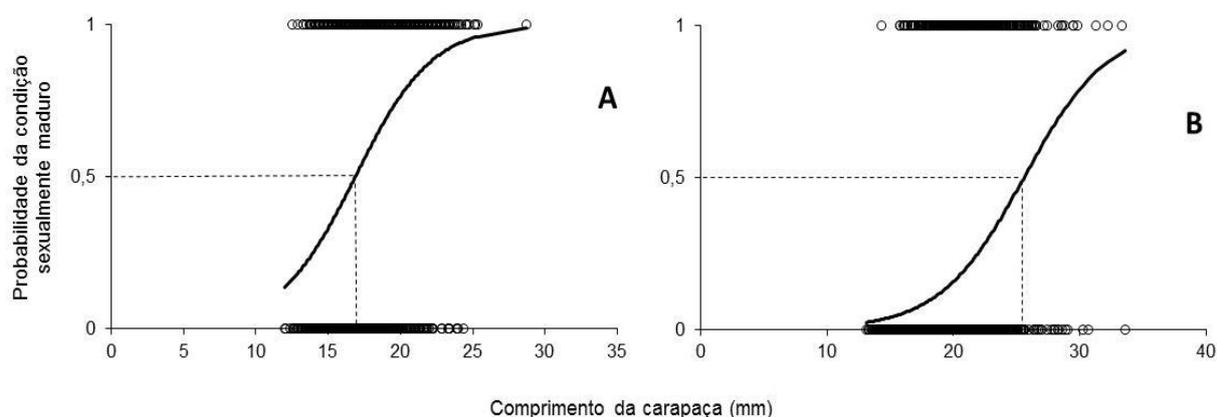


Figura 4. Comprimento de carapaça (CC₅₀) de machos (A) e fêmeas (B) ao atingirem a maturidade fisiológica estimada pela regressão logística baseada na ausência (0) ou presença (1) de gametas plotada contra o comprimento da carapaça (mm) de *Xiphopenaeus kroyeri* na Baía de Santos, São Paulo, Brasil.

Maior número de fêmeas e machos maduros ocorreu durante o outono (março a maio) e juvenis apareceram em maior quantidade no verão (dezembro a fevereiro) (Tabela 3). O número mensal de fêmeas e machos em cada categoria pode ser observado nas Figuras 5 e 6, respectivamente. Deve-se destacar um pico de

fêmeas maduras em fevereiro, similar a março e, em proporção intermediária, de agosto a outubro (Figuras 5 e 7). A correlação cruzada indicou um atraso correspondente a dois meses entre um dos picos de fêmeas maduras e o de juvenis ($r = 0,90$; $p = 0,002$; defasagem = 2 meses).

Tabela 3. Percentual de fêmeas maduras em relação ao total de adultas, machos maduros em relação ao total de adultos, e juvenis em relação ao total de indivíduos de *Xiphopenaeus kroyeri* em cada estação do ano (I- inverno; P- primavera; V- verão; O- outono) de junho de 2008 a maio de 2009. Valores de χ^2 e p encontrados para cada categoria quando as estações do ano foram comparadas par a par ($\alpha' = 0,008$).

		Fêmeas maduras	Machos maduros	Juvenis
%	I	8,65	48,21	4,98
	P	15,46	55,21	10,10
	V	16,29	52,81	14,84
	O	26,36	68,60	7,74
I x P	χ^2	13,26	4,11	20,70
	p	0,0003	0,04	0
I x V	χ^2	16,75	2,05	64,13
	p	0	0,15	0
I x O	χ^2	62,41	42,75	7,27
	p	0	0	0,007
P x V	χ^2	0,14	0,61	12,50
	p	0,70	0,43	0,0004
P x O	χ^2	17,73	20,58	3,91
	p	0	0	0,04
V x O	χ^2	15,45	33,86	31,77
	p	0,0001	0	0

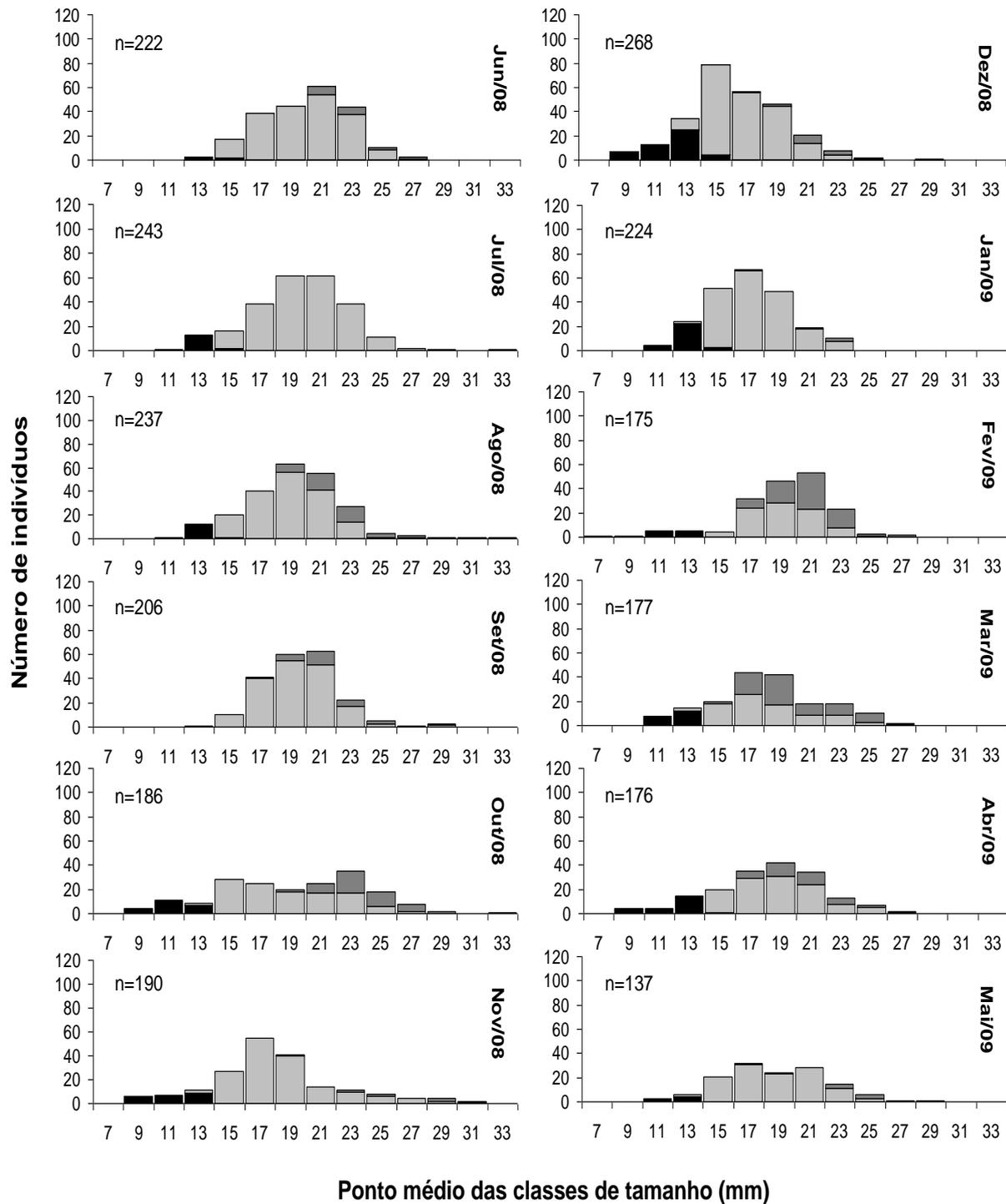


Figura 5. Número de fêmeas amostradas de *Xiphopenaeus kroyeri* distribuído nos intervalos de classes de tamanho (2 mm) de acordo com o desenvolvimento do sistema reprodutor, sendo imaturas (barra preta), rudimentares (barra cinza claro), ou maduras (barra cinza escuro), capturadas mensalmente de junho de 2008 a maio de 2009 na Baía de Santos, São Paulo, Brasil.

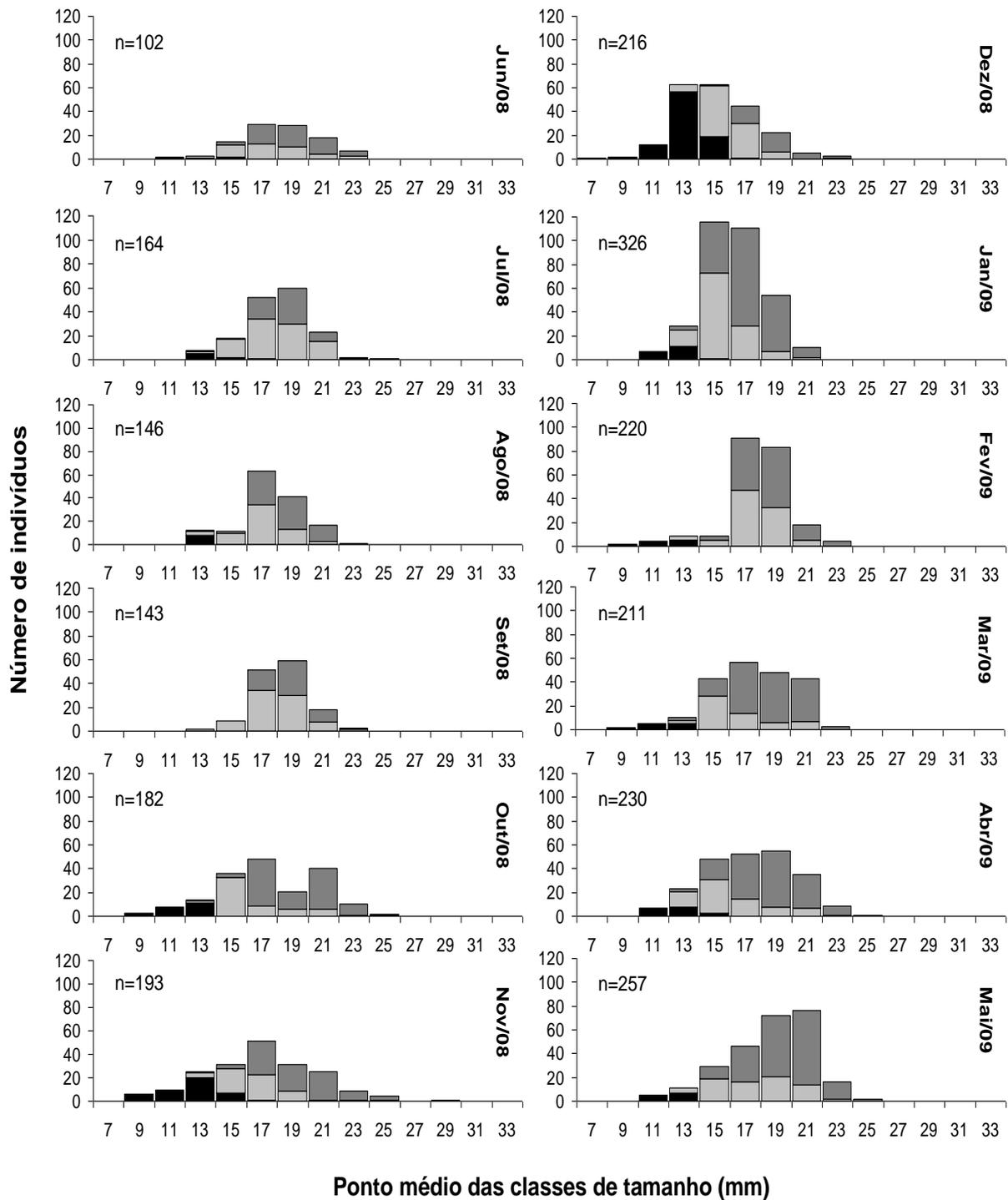


Figura 6. Número de machos amostrados de *Xiphopenaeus kroyeri* distribuído nos intervalos de classes de tamanho (2 mm) de acordo com o desenvolvimento do sistema reprodutor, sendo imaturos (barra preta), rudimentares (barra cinza claro), ou maduros (barra cinza escuro), capturados de junho de 2008 a maio de 2009 na Baía de Santos, São Paulo, Brasil.

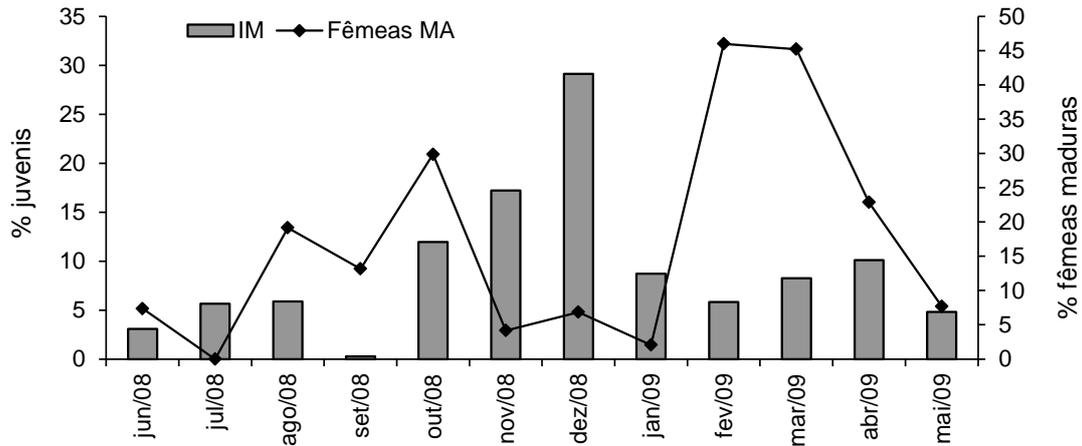


Figura 7. Percentual de juvenis (IM) em relação ao total de indivíduos, e fêmeas maduras (MA) em relação ao total de fêmeas adultas de *Xiphopenaeus kroyeri* amostrados mensalmente na Baía de Santos, São Paulo, Brasil.

Verificou-se uma correlação significativamente positiva entre o número de fêmeas maduras e a temperatura de fundo (Tabela 4, GLM, $p = 2,41e-05$) (Figura 8) e não houve correlação significativa da abundância destas fêmeas com a

salinidade (Tabela 4, GLM, $p = 0,15$). Nenhuma correlação entre os valores de temperatura e salinidade, e a abundância de juvenis foi observada (GLM, $p = 0,48$; $p = 0,89$, respectivamente).

Tabela 4. GLM quasi-Poisson para o número de fêmeas maduras de *Xiphopenaeus kroyeri* em relação às variáveis abióticas (temperatura e salinidade).

		Estimativa	<i>t</i>	<i>P</i>
Fêmeas maduras	Intercepto	3,31	1,00	0,32
	Temperatura de fundo	0,24	4,70	2,41e-05
	Salinidade de fundo	-0,13	-1,45	0,15

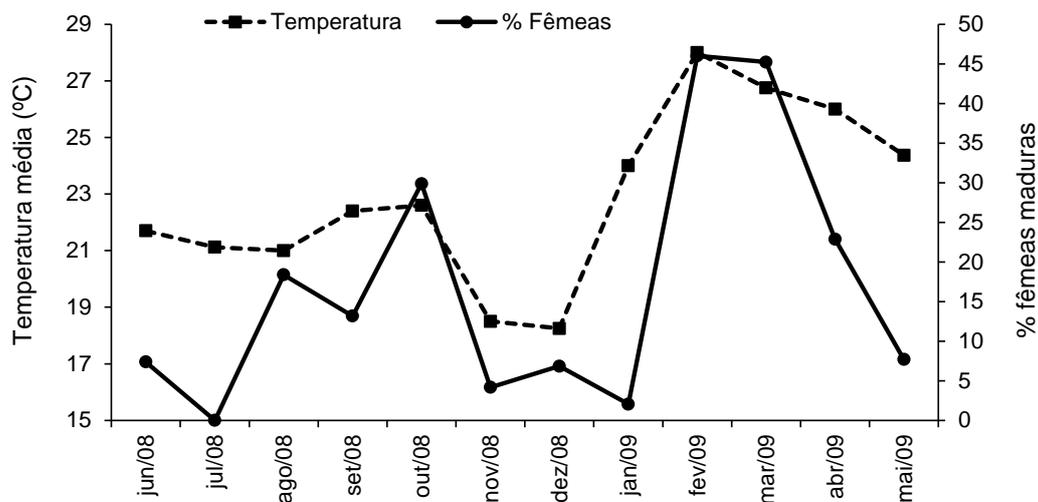


Figura 8. Variação da porcentagem de fêmeas maduras de *Xiphopenaeus kroyeri* e a média da temperatura de fundo (°C) na Baía de Santos de junho de 2008 a maio de 2009.

A abundância dos indivíduos nas diferentes categorias demográficas diferiu significativamente entre os pontos amostrados. No ponto 4, foi observado o maior número de fêmeas com gônadas rudimentares ($\chi^2 = 1.969,88$; $p < 0,05$) e imaturos ($\chi^2 = 190,52$; $p < 0,05$)

para machos, e $\chi^2 = 719,77$; $p < 0,05$ para fêmeas). Machos com as gônadas rudimentares e maduras foram mais abundantes no ponto 3 ($\chi^2 = 454,66$; $p < 0,05$ e $\chi^2 = 860,67$; $p < 0,05$) e fêmeas maduras no ponto 1 ($\chi^2 = 321,01$; $p < 0,05$) (Figura 9).

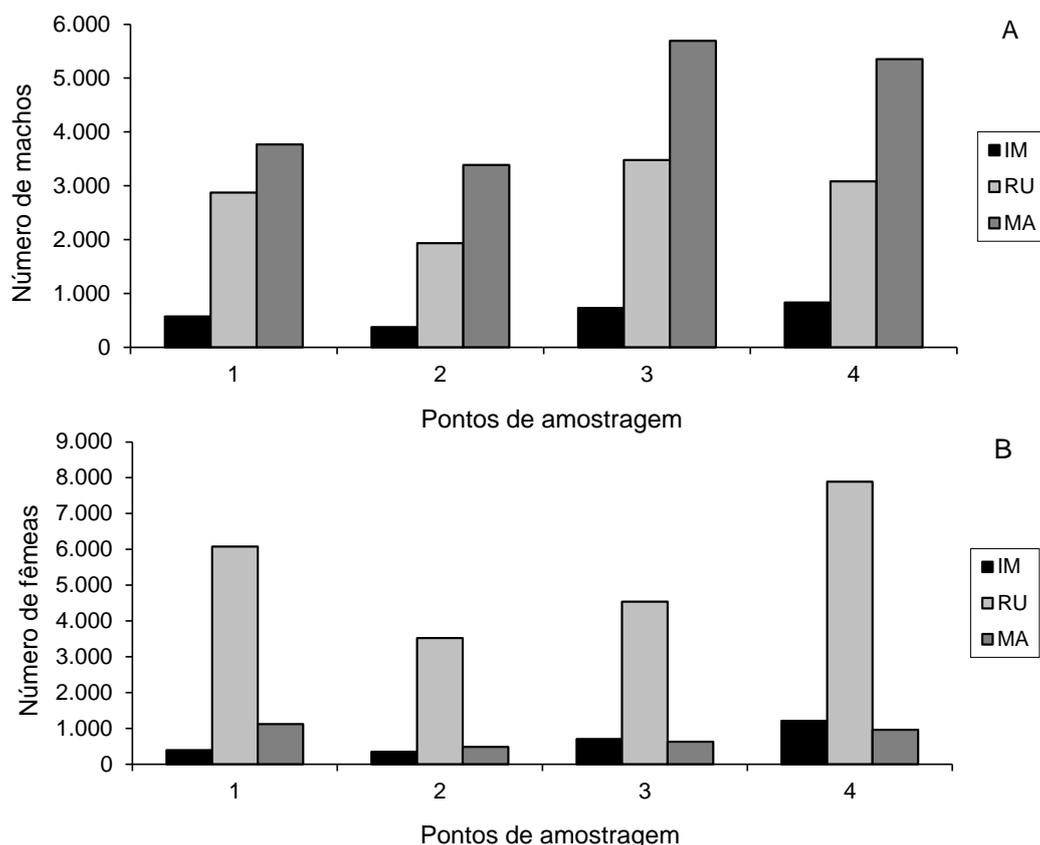


Figura 9. Número de machos (A) e fêmeas (B) de *Xiphopenaeus kroyeri* nos estágios imaturo (IM), rudimentar (RU) e maduro (MA) nos pontos amostrados (1 a 4) de junho de 2008 a maio de 2009 na Baía de Santos, São Paulo, Brasil.

DISCUSSÃO

Os machos da população de *X. kroyeri* estudados na Baía de Santos, Estado de São Paulo, tornaram-se adultos com comprimento de carapaça inferior em relação às fêmeas, resultado comum para camarões Penaeoidea (BRANCO *et al.*, 1994; CAMPOS *et al.*, 2011; ALMEIDA *et al.*, 2012; HECKLER *et al.*, 2013). Segundo COSTA e FRANZOZO (2004) e CASTILHO *et al.* (2007), este fato está relacionado ao processo de reprodução, uma vez que um maior volume do cefalotórax nas fêmeas pode corresponder a uma maior produção de oócitos e maior fecundidade para as espécies.

A comparação dos valores de CC_{50} entre diferentes trabalhos pode ser equivocada se não levar em consideração os métodos empregados para as análises. Para FONTELES-FILHO (2011), a maturidade sexual determina o tamanho que delimita a população jovem da adulta, denominada no presente estudo de maturidade morfológica. LÓPEZ-GRECO e RODRÍGUEZ (1999) concluíram que a maturidade fisiológica corresponde ao comprimento em que 50% dos indivíduos adultos estão participando do processo reprodutivo. Estudos realizados no litoral norte do Estado de São Paulo apontam valores

próximos ao encontrado no presente estudo (ALMEIDA *et al.*, 2012). Estes autores verificaram que as fêmeas atingiram a maturidade morfológica com 13,2 mm (CC) e os machos, com 12,8 mm. Já a maturidade fisiológica foi observada com 17,3 e 16,3 mm (CC) para fêmeas e machos, respectivamente.

A presença de adultos de *X. kroyeri* com sistema reprodutor maduro durante o ano todo, com períodos de maior proporção de fêmeas reprodutivas, reflete a característica proposta por DALL *et al.* (1990) de que os peneídeos, em geral, exibem um modelo tropical/subtropical de reprodução, ou seja, reprodução contínua com picos ao longo do ano. Segundo SASTRY (1983) e BAUER (1992), a temperatura da água é considerada um importante fator proximal, ou um estímulo ambiental, desencadeador da gametogênese e da desova, uma vez que épocas com temperaturas mais elevadas podem propiciar o aumento da produção de plâncton e, conseqüentemente, a disponibilidade de alimento para as larvas dos invertebrados (fator final).

O litoral do Estado de São Paulo é influenciado pela intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que ocorre na primavera e tem como principal característica a diminuição da temperatura da água de fundo (CASTRO-FILHO *et al.*, 1987). A ACAS também eleva os valores de clorofila-*a* nesta região, resultando no aumento de fito e zooplâncton, sendo este de fundamental importância para o crescimento e sobrevivência das larvas dos decápodes (COSTA e FRANZOZO, 2004). Provavelmente, a disponibilidade de alimento na primavera, em decorrência da presença da ACAS na Baía de Santos, Estado de São Paulo, propiciou um recrutamento mais efetivo no verão se comparado ao restante do ano.

O pressuposto acima pode ser uma das explicações para a menor intensidade de recrutas de *X. kroyeri* logo após a maior quantidade de fêmeas maduras que ocorreu no outono no presente estudo. A abertura da pesca a partir de junho pode ter colaborado para este resultado, uma vez que os juvenis preferem locais mais rasos na Baía. A ocorrência deste pico reprodutivo no outono e recrutamento no verão corroborou com outros estudos também realizados em regiões tropicais/subtropicais na costa brasileira como

nos Estados de São Paulo (NAKAGAKI e NEGREIROS-FRANZOZO, 1998; CASTRO *et al.*, 2005) e Santa Catarina (BRANCO, 2005).

As proporções de machos e fêmeas ao longo do ano diferenciaram-se do encontrado por CORTÉS (1991) no Caribe Colombiano, onde na maioria dos meses houve uma presença mais significativa de machos. No litoral norte paulista, NAKAGAKI e NEGREIROS-FRANZOZO (1998) encontraram o mesmo padrão verificado por CORTÉS (1991) com relação à proporção sexual de *X. kroyeri*, enquanto que, BRANCO (2005), no Estado de Santa Catarina, verificou uma tendência próxima à 1:1 quando considerado o total de exemplares em todos os anos de coleta. Porém, segundo esse autor, ao analisar mensalmente os dados, houve uma disparidade entre os sexos, o que poderia ser explicado pela distribuição segregada de machos e fêmeas em alguns meses do ano, corroborando com os resultados do presente estudo.

DALL *et al.* (1990) consideram que os machos de *X. kroyeri* se distribuem em áreas mais distantes da costa, corroborando com o presente estudo. A partir dos resultados obtidos, sugere-se que as fêmeas aproximam-se de regiões mais rasas para a desova e os juvenis retornam para regiões mais profundas juntamente com os adultos de ambos os sexos. Tais resultados refutam os encontrados por NAKAGAKI e NEGREIROS-FRANZOZO (1998), CASTRO *et al.* (2005) e HECKLER *et al.* (2013), que encontraram o oposto para a espécie no litoral norte paulista. Pode-se supor que as fêmeas desovam em locais mais rasos devido ao aumento da disponibilidade de alimento para as larvas, já que se localiza próximo à desembocadura do rio. Depois da desova, supõe-se que as fêmeas migrem para a região onde os machos se encontram e, desta maneira, a proporção entre os sexos tende a ser 1:1. O grande aporte de águas continentais que desemboca na Baía de Santos pelo extenso estuário pode estimular a migração dos indivíduos para regiões mais profundas, onde a salinidade é mais elevada. Tal fato também pode explicar a maior quantidade de juvenis em profundidades maiores, isto é, no ponto 3.

A captura de indivíduos de todas as categorias demográficas nos pontos amostrados

sugere que *X. kroyeri* possui ciclo de vida com ausência de segregação diferencial entre juvenis e adultos, fazendo com que os indivíduos partilhem do mesmo habitat em todas as fases da vida, corroborando com BRANCO *et al.* (1999), BRANCO (2005) e CASTRO *et al.* (2005). Além disso, essa espécie habita águas mais rasas, inferiores a 25 m de profundidade, o que facilita a maior captura destes organismos (FRANSOZO *et al.*, 2002; COSTA *et al.*, 2007).

A época do defeso do camarão para o Sudeste e Sul brasileiros ocorre entre março e maio de cada ano. Partindo do pressuposto de que o defeso foi idealizado para a proteção da migração de juvenis dos camarões-rosa (*Farfantepenaeus* spp.) em direção à população adulta em alto mar, podemos inferir que o defeso em vigor está adequado por proteger parcialmente o principal evento de desova da população do camarão sete-barbas, além do período de recrutamento que ocorreu no verão. Assim, o presente trabalho contempla resultados que sugerem uma melhor adequação do fechamento da pesca para *X. kroyeri*, ou seja, iniciar o defeso a partir de fevereiro, e assim, proteger o principal período reprodutivo e parte do recrutamento da espécie no litoral do Estado de São Paulo.

CONCLUSÕES

As fêmeas de *X. kroyeri* atingem maiores tamanhos e tornam-se maduras com comprimento maior quando comparadas aos machos. Em geral, a proporção sexual não diferiu, sugerindo partilha de habitat entre os indivíduos, mas quando analisados entre os meses, a diferença de 1:1 pode indicar distribuição segregada relacionada ao período de reprodução.

O período reprodutivo foi constante, havendo um pico principal no outono e o recrutamento com um pico principal no verão.

Considerando que um dos períodos de recrutamento juvenil ocorre dentro do período de defeso atual e que nele se incluem outros camarões de interesse comercial, podemos sugerir, a partir destes resultados, que o período de fechamento da pesca está parcialmente adequado ao camarão sete-barbas na Baía de Santos, Estado de São Paulo. Por este estudo,

sugere-se a inclusão do mês de fevereiro no período atual de defeso.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao SISBIO/IBAMA (#14653) por conceder a licença de pesca na área estudada. À equipe do LABCAM e ao Evandro Dias pelo auxílio nas coletas e processamento do material. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.C.; BAEZA, J.A.; FRANSOZO, V.; CASTILHO, A.L.; FRANSOZO, A. 2012 Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. *Aquatic Biology*, Oldendorf, 17: 57-69.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; MENDONÇA, J.T.; SERVO, G.J.M.; BASTOS, G.C.C.; BATISTA, P.A. 2007 Produção pesqueira marinha do Estado de São Paulo no ano 2005. *Série Relatórios Técnicos*, São Paulo, 26: 1-44.
- BAUER, R.T. 1992 Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns of sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development*, Newcastle, 22(1-3): 193-202.
- BRANCO, J.O. 2005 Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 22(4): 1050-1062.
- BRANCO, J.O.; LUNARDON-BRANCO, M.J.; DE FINIS, A. 1994 Crescimento de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Natantia: Penaeidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, 37(1): 1-8.
- BRANCO, J.O.; LUNARDON-BRANCO, M.J.; SOUTO, F.X.; GUERRA, C.R. 1999 Estrutura populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na Foz do Rio

- Itajaí-Açú, Itajaí, SC, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, 42(1): 115-126.
- CAMPOS, B.R.; BRANCO, J.O.; D'INCAO, F. 2011 Crescimento do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862)), na Baía de Tijucas, Tijucas, SC (Brasil). *Atlântica*, Rio Grande, 33(2): 201-208.
- CASTILHO, A.L.; COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; BOSCHI, E.E. 2007 Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea), off São Paulo State, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, San Pedro de Montes de Oca, 55(1): 39-48.
- CASTRO, R.H.; COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F.L.M. 2005 Population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. *Scientia Marina*, Barcelona, 69(1): 105-112.
- CASTRO-FILHO, B.M.; MIRANDA, L.B.; MYAO, S.Y. 1987 Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 35(2): 135-151.
- CORTÉS, M.L. 1991 Aspectos reproductivos del camarón *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) en la Costa Verde, Cienaga (Caribe Colombiano). *Caldasia*, Bogotá, 16(79): 513-518.
- COSTA, R.C. e FRANSOZO, A. 2004 Reproductive biology of the shrimp *Rimapenaeus constrictus* (Decapoda, Penaeidae) in the Ubatuba Region of Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, Langlay, 24(2): 274-281.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; MELO, G.A.S.; FREIRE, F.A.M. 2003 An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo state, Brazil. *Biota Neotropica*, Campinas, 3(1): 1-12.
- COSTA, R.C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, F.A.M.; CASTILHO, A.L. 2007 Abundance and ecological distribution of the "sete-barbas" shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, Southeastern, Brazil. *Gulf and Caribbean Research*, Ocean Springs, 19: 33-41.
- DALL, W.; HILL, B.J.; ROTHILSBURG, P.C.; STAPLES D.J. 1990 The biology of the Penaeidae. In: BLAXTER, J.H.S. e SOUTHWARD, A.J. *Advances in Marine Biology*. San Diego: Academic Press. v.27. 489p.
- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L.F. 2002 Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil; 1965-1999. *Atlântica*, Rio Grande, 24: 49-62.
- DUMONT, L.F.C. e D'INCAO, F. 2004 Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas do camarão-barba-ruça (*Artemesia longinaris* - Decapoda: Penaeidae). *Iheringia*, Porto Alegre, 94(4): 389-393.
- FONTELES-FILHO, A.A. 2011 *Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora. 464p.
- FRANSOZO, A.; COSTA, R.C.; PINHEIRO, M.A.A.; SANTOS, S.; MANTELATTO, F.L.M. 2000 Juvenile recruitment of the seabob *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidea) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Nauplius*, Porto Alegre, 8(2): 179-184.
- FRANSOZO, A.; COSTA, R.C.; MANTELATTO, F.L.M.; PINHEIRO, M.A.A.; SANTOS, S. 2002 Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza Bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. In: BRIONES, E.E. e ALVAREZ, F. *Modern Approaches of the Study on Crustacea*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. v.17. 123p.
- GRAÇA-LOPES, R.; SANTOS, E.P.; SEVERINO-RODRIGUES, E.; BRAGA, F.M.S.; PUZZI, A. 2007 Aportes ao conhecimento da biologia e da pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862) no litoral do estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 33(1): 63-84.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9.
- HECKLER, G.S.; SIMÕES, S.M.; SANTOS, A.P.F.; FRANSOZO, A.; COSTA, R.C. 2013 Population dynamics of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Dendrobranchiata, Penaeidae) in a south-eastern region of Brazil. *African Journal of Marine Science*, Grahamstown, 35(1): 17-24.
- INSTITUTO DE PESCA (sem data, online) *Estatística pesqueira*. Disponível em: <<http://www.pesca>>

- sp.gov.br/estatistica/index.php> Acesso em: 18 jul. 2012.
- LÓPEZ-GRECO, L.S. e RODRÍGUEZ, E.M. 1999 Size at the onset of sexual maturity in *Chasmagnathus granulatus* Dana, 1851 (Grapsidae, Sesarminae): a critical overall view about the usual criteria for its determination. In: INTERNATIONAL CRUSTACEAN CONGRESS, 4., Amsterdam, 20-24/jul./1998. *Proceedings*. v.1, p.675-689.
- NAKAGAKI, J.M. e NEGREIROS-FRANZOZO, M.L. 1998 Population biology of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeidae) from Ubatuba bay, São Paulo, Brazil. *Journal of Shellfish Research*, Connecticut, 17(4): 931-935.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM 2013 *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>> Acesso em: 26 jun. 2013.
- REIGADA, A.L.D.; SANT'ANNA, B.S.; ZANGRANDE, C.M.; COSTA, R.C. 2006 Macrocrustaceans of non-consolidated sublittoral of the São Vicente Estuarine Bay Complex, São Paulo State, Brazil. *Check List*, Viçosa, 2(2): 84-88.
- SANT'ANNA, B.S.; TURRA, A.; ZARA, F.J. 2012 Reproductive migration and population dynamics of the blue crab *Callinectes danae* in an estuary in southeastern Brazil. *Marine Biology Research*, Copenhagen, 8: 354-362.
- SANTOS, E.P.; NEIVA, G.S.; SCHAEFFER, Y. 1969 Dinâmica da população do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na Baía de Santos. *Pescarias Pesquisas*, 2(2): 41-55.
- SANTOS, E.P.; NEIVA, G.S.; VALENTINI, H. 1971 Curva de reprodução da população de camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller), da Baía de Santos. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo 1(3): 15-22.
- SASTRY, A.N. 1983 Ecological aspects of reproduction. In: VERNBERG, F.J.; VERNBERG, W.B. *The Biology of Crustacea*. New York: Academic Press. p.179-270.
- SHIH, N.T.; CAI, Y.H.; NI, I.H. 2009 A concept to protect fisheries recruits by seasonal closure during spawning periods for commercial fishes off Taiwan and the East China Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, Berlin, 25: 676-685.
- SOKAL, R.R. e ROHLF, F.J. 1995. *Biometry*. 3ª ed. New York: W. H. Freeman and Company. 887p.
- WHEELER, J.P.; PURCHASE, C.F.; MACDONALD, P.D.M.; FILL, R.; JACKS, L.; WANG, H.; YE, C. 2009 Temporal changes in maturation, mean length-at-age, and condition of spring-spawning Atlantic herring (*Clupea harengus*) in Newfoundland waters. *ICES Journal of Marine Science*, Oxford, 66(8): 1800-1807.
- ZAR, J.H. 1996 *Biostatistical analysis*. 3ª ed. New Jersey: Prentice Hall. 662p.