

Estrutura populacional e indicadores reprodutivos de *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo e Zavala-Camin, 1978 (Perciformes: Scombridae) no litoral ocidental maranhense

Geuza Cantanhêde da Silva¹, Antonio Carlos Leal de Castro² e Éder André Gubiani¹

¹Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5970, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, s/n, 65085-580, Câmpus do Bacanga, São Luís, Maranhão, Brasil. *Autor para correspondência: geuzac@yahoo.com.br

RESUMO. O objetivo deste estudo foi investigar a influência das condições gonadal e nutricional no comportamento reprodutivo de *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo e Zavala-Camin, 1978 (Perciformes, Scombridae) do litoral ocidental do Maranhão, entre junho de 2001 e julho de 2002. Houve predomínio significativo de fêmeas, considerando-se o período total de amostragem. A relação peso-comprimento não diferiu significativamente entre os sexos quanto ao coeficiente de alometria. Os resultados encontrados por meio da análise da curva de maturação, baseada na variação mensal dos valores médios das relações gonadosomática e hepatossomática e do fator de condição, sugerem que o período reprodutivo da espécie ocorre entre março e junho. Observou-se que a maturação gonadal e a reprodução levaram a depleções no peso total e do fígado dos espécimes estudados. A análise da variação dos valores médios do índice de repleção revelou que os peixes exibem melhor condição alimentar antes e após o período reprodutivo.

Palavras-chave: relação peso-comprimento, reprodução, indicadores nutricionais, *Scomberomorus brasiliensis*, Maranhão.

ABSTRACT. Population structure and reproductive index of *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978 (Perciformes: Scombridae) in western coast of Maranhão. The aim of this study was to investigate the influence of gonadal and nutritional index on the reproductive behavior of *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo and Zavala-Camin, 1978 (Perciformes, Scombridae) of the western coast of Maranhão, from June 2001 to July 2002. There was a significant dominance of females when considering the total experimental period. The length/weight relationship did not show a significant difference between the sexes in reference to the allometry coefficient. Analyses of the maturation curve, based on the monthly mean values variation of the gonadosomatic and hepatosomatic relation, and the condition factor, suggest that the reproductive period occurs from March to June. It was observed that the losses of body and liver weight occurred during the gonadal maturation and reproductive processes. The variation analysis of the repletion index mean values showed that the fishes exhibited better feeding conditions before and after the reproductive season.

Key words: length/weight relationship, reproduction, nutritional index, *Scomberomorus brasiliensis*, Maranhão.

Introdução

A partir de 1979, o peixe serra, até então identificado como *Scomberomorus maculatus*, passou a ser denominado *Scomberomorus brasiliensis* (Collette *et al.*, 1978). Atualmente, é objeto de intensa atividade pesqueira e apresenta ampla distribuição tropical e subtropical, ocorrendo desde os Estados Unidos até o extremo sul do

Brasil (Fonteles-Filho *et al.*, 1988). É uma espécie que freqüenta águas costeiras e habita a zona epipelágica, tendendo a formar cardumes e a entrar em zonas estuarinas tidais.

Dentre os poucos trabalhos realizados com o gênero, destacam-se os de Menezes (1970), Gesteira (1972), Gesteira e Mesquita (1976) e Fonteles-Filho *et al.* (1988), que abordam aspectos biométricos, reprodutivos, alimentares e

crescimento de *S. brasiliensis* e/ou de *S. cavalla* no Estado do Ceará.

Mudanças sazonais cíclicas no modo de vida, na fisiologia e na estrutura, que são características dos peixes tanto quanto de outros animais, estão diretamente conectadas com os processos de desenvolvimento (Nikolsky, 1963). Assim, aspectos concernentes à nutrição, à reprodução, ao crescimento e à estruturação das populações são elementos fundamentais da biologia e da auto-ecologia das espécies (Barbieri et al., 1981).

As escalas de maturidade gonadal, baseadas em observações macro e microscópicas, têm sido rotineiramente utilizadas como instrumento no estudo da biologia reprodutiva das espécies de peixes. No entanto, as aplicações dessas escalas podem ser extremamente subjetivas. Assim, a utilização de indicadores quantitativos parece de grande valia na determinação das fases de desenvolvimento dos ovários e do período de desova das espécies (Vazzoler et al., 1989). A interpretação das variações do fator de condição, o qual é um indicador quantitativo do grau de higidez ou de bem-estar do peixe, refletindo condições alimentares recentes (Le Cren, 1951; Vazzoler, 1996), e da relação gonadossomática (RGS), a qual reflete o desenvolvimento dos ovários como porcentagem do peso total, de maneira crítica, pode indicar, quantitativamente, o grau de desenvolvimento gonadal e a época de desova (Vazzoler et al., 1989).

Com o objetivo de estudar aspectos do comportamento biológico de *S. brasiliensis*, o presente trabalho aborda a influência das condições gonadal e nutricional no seu ciclo reprodutivo por meio das relações entre variáveis biológicas quantitativas associadas à dinâmica da reprodução e da alimentação da população dessa espécie no litoral ocidental do Estado do Maranhão.

Material e métodos

A costa do Maranhão possui uma extensão de 640 Km, sendo caracterizada por uma série de baías e estuários ligados por canais naturais através dos mangues. A plataforma continental é larga, apenas ligeiramente inclinada, e as águas costeiras são rasas e sob influência da descarga de um grande número de rios. A área de estudo compreende as zonas costeiras e estuarinas de parte do litoral ocidental maranhense (1°20'S e 2°32'S; 44°18'W e 45°20'W), cobrindo a região que vai da baía de São Marcos até a baía de Turiaçu (Figura 1).

Os peixes foram capturados de junho de 2001 a julho de 2002, em dez coletas. De cada exemplar registraram-se peso total (W_t), comprimento total (L_t), peso do estômago (W_e), identificação do sexo, peso das gônadas (W_g) e do fígado (W_f). Os dados de comprimento tiveram acuracidade de milímetros e os dados de peso, de gramas.

A proporção sexual foi determinada pelas frequências mensais de ocorrência e pelo total de machos e fêmeas coletados. Aplicou-se o teste do qui-quadrado (χ^2) em nível de 5% de significância, para detectar possíveis diferenças significativas nessas proporções.



Figura 1. Localização da área de amostragem de *Scomberomorus brasiliensis* no litoral ocidental maranhense (1°20'S e 2°32'S; 44°18'W e 45°20'W).

A relação entre o peso e o comprimento total foi estabelecida pela equação:

$$W_t = a \cdot L_t^b$$

onde:

W_t = peso total;

L_t = comprimento total;

a = fator de condição relacionado com o grau de engorda;

b = constante relacionada com o tipo de crescimento dos indivíduos.

Para estimar os parâmetros da relação peso/comprimento, foi utilizado o software Statistica™ for Windows 7.1, por meio de procedimento não-linear com a utilização do algoritmo de Gauss-Newton, que é um processo iterativo que exige valores iniciais (sementes) para os parâmetros a serem estimados (Myers, 1990).

Para testar as diferenças entre os parâmetros das curvas ajustadas para machos e fêmeas, uma análise de Ancova (Goldberg e Scheiner, 1993) foi aplicada aos parâmetros das regressões lineares entre os valores logaritmizados (base decimal) do comprimento total e do peso total, em nível de significância de 5%.

O fator de condição alométrico (K) foi estimado para cada indivíduo, por meio da expressão:

$$K = \frac{W_t}{L_t^b}$$

onde:

b = coeficiente angular da relação peso/comprimento.

Foram feitas análises gráficas da variação mensal dos valores médios do fator de condição.

O índice de repleção (IR) foi calculado para cada indivíduo, por meio da seguinte relação:

$$IR = \frac{W_e}{W_t} \times 100$$

onde:

W_e = peso do estômago.

A relação gonadossomática (RGS), utilizada para inferir acerca do ciclo reprodutivo, e a hepatossomática (RHS) foram calculadas como a razão (expressa em porcentagem) entre o peso total e do órgão considerado:

$$RGS = \frac{W_g}{W_t} \times 100 \quad RHS = \frac{W_f}{W_t} \times 100,$$

onde:

W_g = peso das gônadas;

W_f = peso do fígado.

Resultados e discussão

Foram capturados 230 exemplares de *S. brasiliensis*, sendo 155 fêmeas e 75 machos. A proporção sexual não apresentou diferenças significativas na maioria dos meses, entretanto as fêmeas predominaram nos meses de fevereiro, março e abril de 2002 ($p < 0,05$). O número de machos só foi superior nos meses de novembro e dezembro, porém não ocorreram diferenças significativas em nível de 5% da proporção esperada (1:1). Para o número total de indivíduos capturados, ocorreu diferença significativa

(Tabela 1) indicando a superioridade quantitativa das fêmeas (0,67:0,33, basicamente 2:1).

A estrutura em sexo de uma população pode representar uma adaptação ao suprimento alimentar, havendo um predomínio de fêmeas quando o alimento disponível é abundante (Nikolsky, 1969). Segundo Vazzoler (1996), a proporção sexual em peixes varia ao longo do ciclo de vida em função de eventos sucessivos, que atuam de modo distinto sobre os indivíduos de cada sexo, como, por exemplo, a mortalidade. A autora relata que esse tipo de análise fornece informações importantes para a caracterização da estrutura de uma espécie ou população, além de constituir subsídio para o estudo de outros aspectos como a avaliação do potencial reprodutivo e as estimativas do tamanho do estoque.

Tabela 1. Proporção sexual mensal de fêmeas e machos de *Scomberomorus brasiliensis* e o teste do qui-quadrado (χ^2), para o período amostrado (junho/2001 a julho/2002). N = número de indivíduos capturados.

MÊS	FÊMEAS		MACHOS		TOTAL	$\chi^2_{0,05}$
	N	%	N	%		
Junho/2001	19	57,6	14	42,4	33	0,76
Setembro	13	52,0	12	48,0	25	0,04
Novembro	18	46,2	21	53,8	39	0,23
Dezembro	6	40,0	9	60,0	15	0,60
Fevereiro	29	96,7	1	3,3	30	26,13*
Março	26	86,7	4	13,3	30	16,13*
Abril	19	90,5	2	9,5	21	13,76*
Mai	7	63,6	4	36,4	11	0,82
Junho/2002	9	64,3	5	35,7	14	1,14
Julho	4	57,1	3	42,9	7	0,14
TOTAL	155	67,4	75	32,6	230	27,83*

* ≠ significativa em nível de 5% ($p < 0,05$). $\chi^2_{0,05} = 3,841$.

A análise da relação peso/comprimento tem sido utilizada para estimar biomassas a partir de dados de frequência de comprimento e como medida da variação do peso esperado para o comprimento de um indivíduo, indicando sua condição, ou seja, o acúmulo de gordura e de desenvolvimento gonadal (Rossi-Wongtschowski, 1977).

A relação entre o peso e o comprimento foi analisada para cada sexo. Os dados foram plotados individualmente em gráficos de dispersão (Figura 2), ajustando-se os parâmetros por regressão não-linear pelo método dos mínimos quadrados. A relação encontrada foi $W_t = 5 \times 10^{-6} \cdot L_t^{3,006}$, para fêmeas, e $W_t = 3 \times 10^{-6} \cdot L_t^{3,097}$, para machos (Figura 2A e B). Segundo Rossi-Wongtschowski (1977), para peixes, a relação peso/comprimento pode apresentar ou não dimorfismo sexual.

O coeficiente de alometria, que está relacionado

com a forma de crescimento dos indivíduos, não apresentou diferenças significativas entre os sexos ($p=0,0001$), assim como o parâmetro “a”, que está relacionado com o grau de engorda ($p=0,0001$). Dessa forma, considerou-se uma única relação representada por $Wt = 5 \times 10^{-6} \cdot Lt^{3,011}$ como sendo válida para ambos os sexos (Figura 2C). Outros estudos realizados com *S. brasiliensis* mostraram alometria diferenciada entre machos e fêmeas, como os de Nomura e Costa (1968) e Lima (2000). Verani (1980) comenta que pequenas variações em torno do parâmetro “b” podem estar relacionadas às diferenças de condições ambientais e a aspectos biogenéticos inerentes a cada espécie.

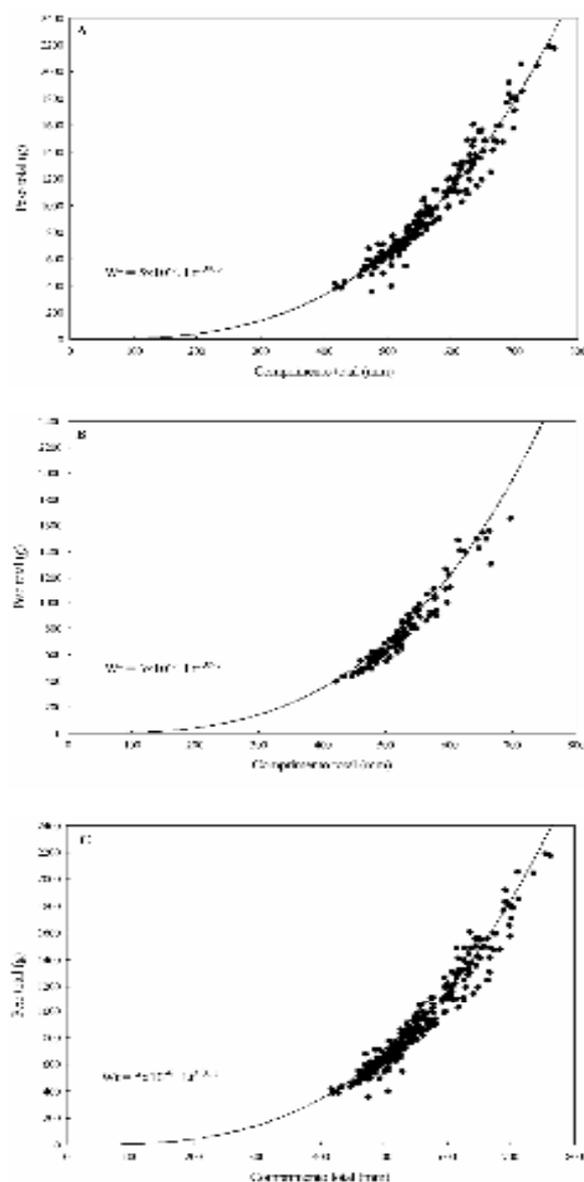


Figura 2. Relação peso/comprimento para fêmeas (A), para machos (B) e para ambos os sexos (C) de *Scomberomorus brasiliensis*, no litoral ocidental maranhense (junho de 2001 a julho de 2002).

Fatores como o peso das gônadas e do estômago podem afetar as variações das condições gerais do “bem-estar” do peixe, visto que essas condições dependem do grau de desenvolvimento gonadal e da atividade alimentar por ocasião da sua captura (Agostinho *et al.*, 1990). A análise da variação mensal dos valores médios da relação gonadossomática revelou que a espécie apresenta período reprodutivo entre os meses de março a junho, enquanto que o fator de condição apresentou maiores valores no mês de abril, tanto para machos como para fêmeas (Figura 3). Assim, o fator de condição para a espécie em estudo pode ser considerado como bom indicador do período de reprodução por ser maior no período de maior atividade reprodutiva e por diminuir, drasticamente, ainda durante esse período, o que é provocado pelo desgaste com tal atividade. Comportamento semelhante foi observado por Le Cren (1951), Rossi-Wongtschowski (1977), Isaac-Nahum e Vazzoler (1983) e Barbieri (1992, 1995) para outras espécies de peixes.

A maturação das gônadas e/ou atividade reprodutiva implicam a utilização de nutrientes obtidos a partir do alimento ingerido e, principalmente, de reservas energéticas depositadas em diferentes partes do organismo, sendo legítimo esperar que o peso do fígado e de outros órgãos de reserva estejam refletindo esse fato (Agostinho *et al.*, 1990).

Na Figura 3, os resultados da relação hepatossomática mostram um aumento no início do período reprodutivo e a depleção hepática ocorrendo concomitantemente com o decréscimo do fator de condição e da atividade reprodutiva. Larson (1974) acredita que as alterações no fígado, durante o desenvolvimento gonadal, têm sido mais associadas ao fornecimento de precursores vitelínicos do que à mobilização de reservas energéticas. Em *S. brasiliensis*, entretanto, a perda de peso durante a maturação não pareceu ser decorrente desse processo, uma vez que a diminuição dos valores da relação hepatossomática foi também registrada para machos (Figura 3). O mesmo foi encontrado para outras espécies, como descrito por Agostinho *et al.* (1990), Barbieri (1995) e Castro e Piorski (1998).

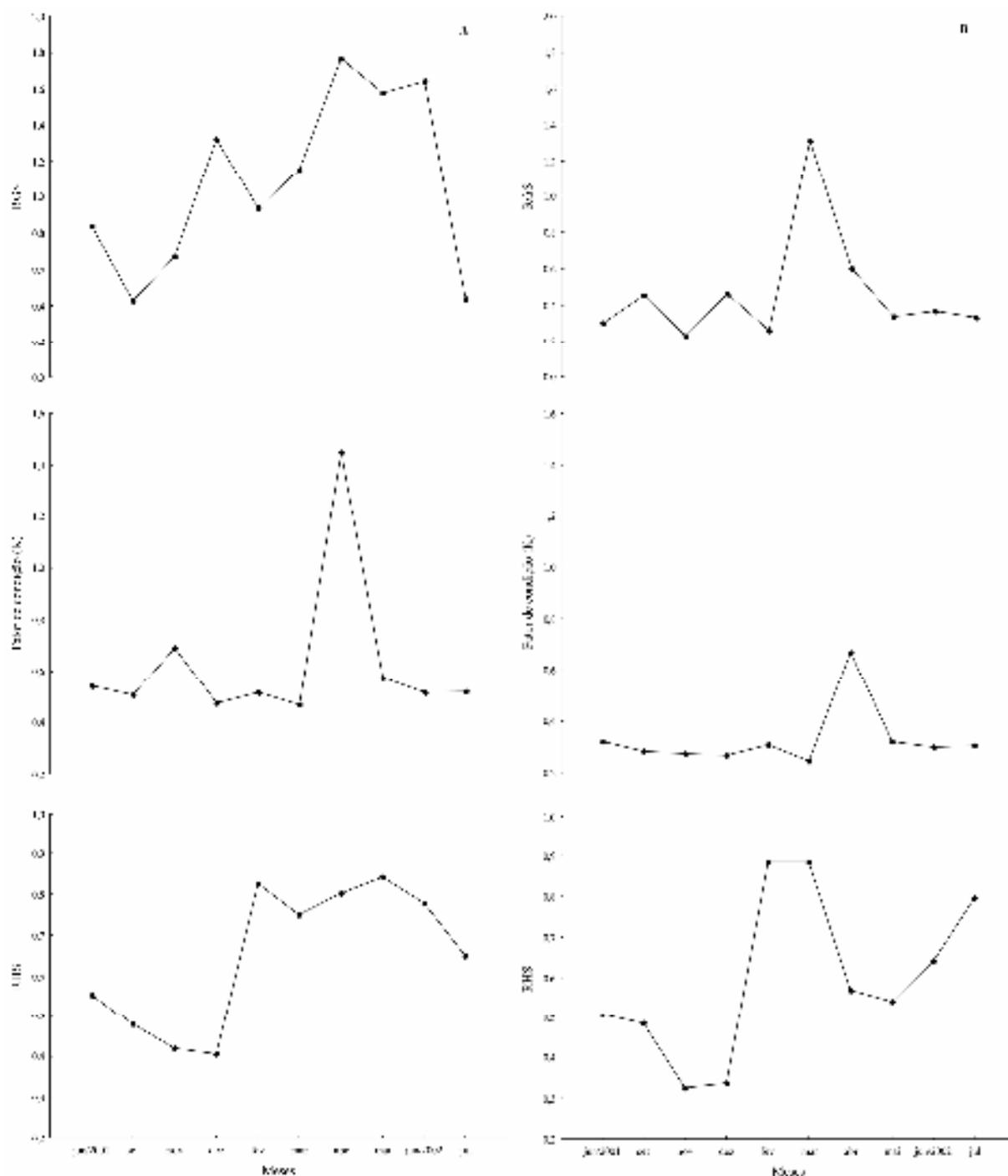


Figura 3. Variação mensal dos valores médios da relação gonadossomática (RGS), do fator de condição e da relação hepatossomática (RHS) de fêmeas (A) e machos (B) de *Scomberomorus brasiliensis*, no litoral ocidental maranhense (junho de 2001 a julho de 2002).

O índice de repleção, por apresentar um caráter quantitativo, pode fornecer informações mais seguras para indicar o período em que os peixes apresentam maior atividade alimentar (Barbieri, 1992). A análise da variação dos valores médios desse índice sugere que as fêmeas da espécie em estudo apresentam melhores condições alimentares nos

meses que antecedem e sucedem o período reprodutivo (março a junho) (Figura 4A) e que os machos apresentaram melhores condições em setembro, dezembro e abril (Figura 4B). Existe, portanto, uma nítida variação cíclica com respeito aos processos biológicos para as espécies de peixes, envolvendo a reprodução e a alimentação (Braga, 1990).

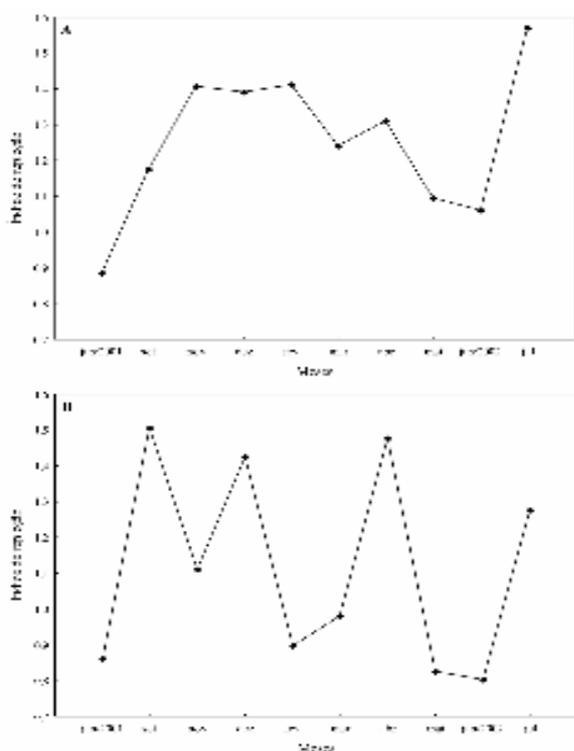


Figura 4. Variação mensal dos valores médios do índice de repleção para fêmeas (A) e machos (B) de *Scomberomorus brasiliensis*, no litoral ocidental maranhense (junho de 2001 a julho de 2002).

A queda nos valores médios do índice de repleção para fêmeas durante o período reprodutivo (Figura 4A) pode ser justificada pelo fato de que muitas espécies reduzem a intensidade alimentar durante esse período (Barbieri e Barbieri, 1984), como decorrência do aumento considerável do tamanho das gônadas e conseqüente redução do espaço ocupado pelo estômago, levando a uma diminuição na taxa de alimentação do peixe (Chatterji et al., 1979).

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de bolsa e ao Programa REVIZEE SCOR/NORTE pela coleta de material biológico.

Referências

AGOSTINHO, A.A. et al. Variação do fator de condição e do índice hepatossômico e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis aspera* (Agassis, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) no Rio Paranapanema, Porecatu, PR. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 42, n. 9, p. 711-714, 1990.

BARBIERI, G. Dinâmica da nutrição de *Astyanax scabripinnis paranae* (Characiformes, Characidae) do

Ribeirão do Fazzari: São Carlos, SP. *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 68-72, 1992.

BARBIERI, G. Biologia populacional de *Cyphocharax modesta* (Characiformes, Curimatidae) da Represa do Lobo, Estado de São Paulo. II - Dinâmica da reprodução e influência de fatores abióticos. *Bol. Inst. Pesca.*, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 57-62, 1995.

BARBIERI, G.; BARBIERI, M.C. Note on nutritional dynamics of *Gymnotus carapo* (L.) from the Lobo Reservoir, São Paulo State, Brazil. *J. Fish. Biol.*, London, v. 24, p. 351-355, 1984.

BARBIERI, G. et al. Estudos biológicos quantitativos aplicáveis à pesca e à aquicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 2., 1981, Recife. *Anais...* Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1981. p. 53-57.

BRAGA, F.M.S. Aspectos da reprodução e alimentação de peixes comuns em um trecho do rio Tocantins entre Imperatriz e Estreito, Estado do Maranhão e Tocantins, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 50, n. 3, p. 547-558, 1990.

CASTRO, A.C.L.; PIORSKI, N. Curva de maturação, fator de condição e índice hepatossômico de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) no reservatório de Barra Bonita-SP (Osteichthyes, Scianidae). *Bol. Lab. Hidrobiol.*, São Luís, v. 11, p. 1-14, 1998.

CHATTERJI, A. et al. Studies on the age and growth of the Bata, *Labeo bata* (Ham.) (Cyprinidae, Teleostei) from the river Kali, India. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 63, n. 2, p. 167-176, 1979.

COLLETTE, B.B. et al. *Scomberomorus brasiliensis*, a new species of Spanish mackerel from the western Atlantic. *U.S. Natl. Mar. Fish. Serv. Fish. Bull.*, Seattle, p. 273-280, 1978.

FONTELES-FILHO, A.A. et al. Sinopse de informações sobre a cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier) e a serra, *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Pisces: Scombridae), no Estado do Ceará. *Arq. Cienc. Mar.*, Fortaleza, v. 27, p. 21-48, 1988.

GESTEIRA, T.C.V. Sobre a reprodução e fecundidade da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), no Estado do Ceará. *Arq. Cienc. Mar.*, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 117-122, 1972.

GESTEIRA, T.C.V.; MESQUITA, A.L.L. Época de reprodução, tamanho e idade da primeira desova da cavala e da serra, na costa do Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Cienc. Mar.*, Fortaleza, v. 16, n. 2, p. 83-86, 1976.

GOLDBERG, D.E.; SCHEINER, S.M. ANOVA and ANCOVA: Field Competition Experiments. In: SCHEINER, S.M.; GUREVITCH, J. (Ed.). *Design and Analysis of Ecological Experiments*. New York: Chapman & Hall, 1993. cap. 4, p. 69-93.

ISAAC-NAHUM, V.J.; VAZZOLER, A.E.A.M. Biologia reprodutiva de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Teleostei, Scianidae), 1. Fator de condição como indicador do período de desova. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 63-69, 1983.

LARSON G.L. Liver weight of brook trout in a high-

- mountain lake in Washington State. *Prog. Fish-Cult.*, Lawrence, v. 35, p. 234-236, 1974.
- LE-CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and conditions in the perch *Perca fluviatilis*. *J. Anim. Ecol.*, Oxford, v. 20, n. 2, p. 201-219, 1951.
- LIMA, P.R.S. *Dinâmica populacional de peixe serra Scomberomorus brasiliensis no litoral Maranhense: estrutura da população, reprodução e nutrição (Osteichthyes, Scombridae)*. 2000. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso)– Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2000.
- MENEZES, M.F. Alimentação da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), em águas costeiras do Estado do Ceará. *Arq. Cienc. Mar.*, Fortaleza, v. 19, n. 2, p. 171-176, 1970.
- MYERS, R.H. *Classical and modern regression with applications*. Belmont: Duxbury Press, 1990.
- NIKOLSKY, G.V. *Theory of fish population dynamics*. Edinburgh: Oliver & Boyd, 1969.
- NIKOLSKY, G.V. *The Ecology of Fishes*. London: Academic Press, 1963.
- NOMURA, H.; COSTA, R.S. Length-weight relationship of two species of Scombridae fishes from northeastern Brazil. *Arq. Estac. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 95-99, 1968.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.B. Estudo das variações da relação peso total/comprimento total em função do ciclo reprodutivo e comportamento de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) da costa do Brasil entre 23° S e 28° S. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, v. 26, p. 131-180, 1977.
- VAZZOLER, A.E.A.M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem, 1996.
- VAZZOLER, A.E.A.M. *et al.* Aspectos biológicos de peixes amazônicos. XII. Indicadores quantitativos do período de desova das espécies do gênero *Semaprochilodus* (Characiformes, Prochilodontidae) do baixo rio Negro, Amazonas, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 49, n. 1, p. 175-181, 1989.
- VERANI, J.R. *Controle populacional em cultivo intensivo comparado entre a tilápia do Nilo, Sarotherodon niloticus (Linnaeus, 1757) e o tucunaré comum, Cichla ocellaris Schneider, 1801. Aspectos quantitativos*. 1980. Dissertação (Mestrado)– Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1980.

Received on May 04, 2005.

Accepted on November 30, 2005.