

Biologia reprodutiva da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) capturada na baía de São Marcos, Maranhão, Brasil

Zafira da Silva Almeida^{1*}, Nayara Barbosa Santos², Híngara Leão Sousa³, Raimunda Nonata Fortes Carvalho Neta⁴, Ticianne de Sousa de Oliveira Mota Andrade⁵

1. Bióloga (Universidade Federal do Maranhão). Doutora em Zoologia (Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi). Professora da Universidade Federal do Maranhão, Brasil.

2. Bióloga (Universidade Estadual do Maranhão). Mestre em Ciência Animal (Universidade Federal do Pará). Professora da Universidade Estadual do Maranhão, Brasil.

3. Bióloga (Universidade Estadual do Maranhão). Doutoranda em Zoologia (Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil).

4. Bióloga (Universidade Estadual do Maranhão). Doutora em Biotecnologia (Rede Nordeste de Biotecnologia). Professora da Universidade Estadual do Maranhão, Brasil.

5. Bióloga (Centro Universitário do Maranhão). Mestranda em Recursos Aquáticos e Pesca (Universidade Estadual do Maranhão, Brasil).

* Autor para correspondência: zafiraalmeida@hotmail.com

RESUMO. O presente trabalho objetivou determinar o período reprodutivo, a fecundidade e o tipo de desova de *Cynoscion acoupa* (Lacépède, 1801 Sciaenidae) proveniente da pesca artesanal realizada na Baía de São Marcos, Maranhão. Os exemplares foram coletados bimestralmente no período de maio de 2007 a março de 2008. Foram obtidos dados biométricos e para determinação do período reprodutivo verificou-se o estágio de maturação das gônadas. Para definir a fecundidade realizou-se a contagem dos ovócitos. E o tipo de desova foi verificado a partir da análise da frequência relativa das classes de diâmetro dos ovócitos. Os resultados permitiram identificar dois picos de desova para *C. acoupa* da Baía de São Marcos, sendo um entre os meses de novembro/dezembro (início das chuvas) e outro em março/abril (período de chuvas mais fortes na região). A fecundidade variou entre 9.832.960 e 14.340.373 ovócitos. A desova é do tipo assíncrona e parcelada com picos reprodutivos no período chuvoso. Tais resultados estão dentro do esperado para as espécies tropicais e subtropicais.

Palavras-chave: *Cynoscion acoupa*, reprodução, fecundidade, desova.

Reproductive biology of hake yellow (*Cynoscion Acoupa*) captured in São Marcos Bay, Maranhão, Brazil

ABSTRACT. This study aimed to determine the reproductive period, fecundity and the spawning type of *acoupa* weakfish (*Cynoscion acoupa*) from artisanal fisheries conducted in Bay of São Marcos, State of Maranhão. The specimens were collected bimonthly, from May 2007 to March 2008. Were obtained biometric and maturation of gonads data to determine the reproductive period. To determine fecundity was counting of the oocytes. The spawning type was found from analysis of the relative frequency of diameter classes of oocytes. The results showed two moments of spawning for *C. acoupa* from Bay of São Marcos, one between the months of November/December (early rains) and another between March/April (rainy season). The fecundity ranged between 9,832,960 and 14,340,373 oocytes. Spawning is the asynchronous type and split with reproductive peaks in the rainy season. Such findings are as expected for tropical and subtropical species.

Keywords: *Cynoscion acoupa*; reproduction; fecundity; spawning.

1. Introdução

A espécie de peixe *Cynoscion acoupa* é conhecida popularmente como pescada amarela e tem ampla distribuição no litoral brasileiro (ZPILMAN, 2000). É uma das espécies nobres mais exploradas na costa norte (MOURÃO et al., 2009). E no estado do Maranhão representa 10% da produção pesqueira (ALMEIDA et al., 2006).

Além do grande valor comercial da carne, a bexiga natatória desta espécie também atinge altos valores no mercado internacional, pois atua como matéria prima para a elaboração de emulsificantes e clarificantes (WOLFF et al., 2000).

A pescada amarela apresenta hábito nectônico e demersal, vive em águas rasas e salobras de estuários, lagoas estuarinas e desembocaduras de rios, podendo também adentrar a água doce (HE et al., 2012). Entretanto, os juvenis são restritos às águas salobras e doces, sendo encontrados em pequenos e grandes cardumes próximos ao fundo (MATOS; LUCENA, 2006).

Os trabalhos realizados sobre a *C. acoupa* em geral estão restritos aos sistemas de captura ou de comercialização da espécie em estados da costa norte brasileira (MATOS; LUCENA, 2006; ALMEIDA et al., 2009; MOURÃO et al., 2009). A estrutura populacional associada

à análise da reprodução, ainda é pouco conhecida no Maranhão, uma vez que os estudos realizados sobre a biologia reprodutiva desta espécie (e de outros táxons semelhantes), em muitos casos, se encontram em trabalhos não publicados.

O manejo de estoques naturais de peixes, em especial daqueles explorados comercialmente como a pescada amarela, baseia-se em investigações sobre os parâmetros biológicos inerentes à dinâmica populacional (HUTCHINGS; REYNOLDS, 2004). Portanto, é de extrema relevância conhecer a biologia reprodutiva dos peixes, e desta forma contribuir para a compreensão de sua dinâmica populacional, podendo assim oferecer subsídios às medidas de ordenamento pesqueiro (DALA-CORTE; AZEVEDO, 2010). A partir do estudo da reprodução de uma espécie, é possível estimar, por exemplo, o índice gonadossomático que reflete o desenvolvimento dos ovários como porcentagem do peso total, indicando quantitativamente o grau de desenvolvimento gonadal e a época de desova no ambiente analisado (VAZZOLER, 1996). Diante disto, o presente trabalho objetivou determinar o período reprodutivo, a fecundidade e o tipo de desova de *C. acoupa* provenientes da pesca artesanal realizada na Baía de São Marcos, Maranhão.

2. Material e Métodos

Área de estudo

Os exemplares de *C. acoupa* foram capturados na baía de São Marcos (Figura 1). E para esta pesquisa, foram obtidos a partir de desembarques comerciais nas comunidades pesqueiras da Estiva, Raposa e Araçagi.

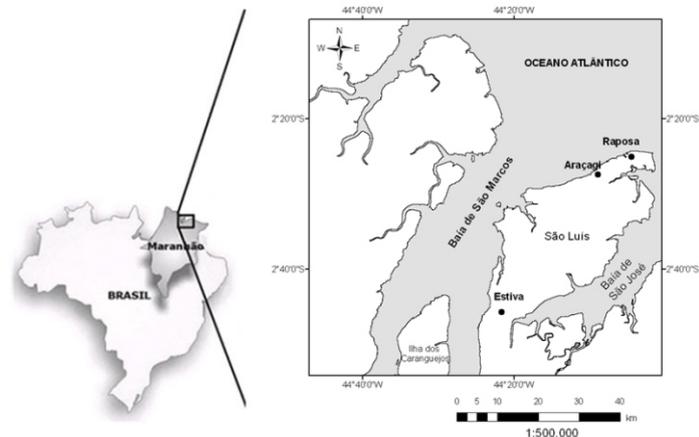


Figura 1. Localização da baía de São Marcos, Maranhão, Brasil, área de captura de *C. acoupa*. / **Figure 1.** Location of the bay of São Marcos, Maranhão, Brazil, capture area of *C. acoupa*.

O litoral maranhense é formado por regiões distintas quanto à fisiografia e características geológicas (SOUZA FILHO, 2005). No oeste, encontram-se as Reentrâncias Maranhenses, com uma ampla faixa de manguezais, e na costa leste, tem-se a região denominada de Lençóis Maranhenses, que possui dunas e lagoas costeiras (STRIDE, 1992). Entre essas duas áreas encontra-se o Golfão Maranhense, que apresenta duas grandes baías (São Marcos e São José) separadas pela ilha de São Luís.

A Baía de São Marcos é considerada um estuário ativo, com um canal central bem desenvolvido e dominado por correntes de vazante, onde se sucedem bancos arenosos desde a boca da baía até dezenas de quilômetros para o interior (SOUZA FILHO, 2005). É uma região onde ocorre a confluência dos rios Mearim e Pindaré e onde se localiza uma das regiões portuárias mais importantes do país (CARVALHO-NETA et al., 2012). É considerada, ainda, um ambiente de médio estuário que serve de abrigo e local de reprodução para muitas comunidades de peixes, com expressivo número de fêmeas sexualmente maduras, além dos indivíduos jovens de várias espécies encontrados no local em todos os períodos do ano (CARVALHO-NETA; CASTRO, 2008).

Procedimentos

Os exemplares de *C. acoupa* foram coletados bimestralmente por meio da pesca comercial no período de maio de 2007 a março de 2008. Os espécimes foram identificados através de bibliografia especializada (CERVIGÓN et al., 1992).

Com auxílio de um ictiômetro obteve-se o comprimento total (CT) e comprimento padrão (CP) de cada espécime. O peso total (PT), peso eviscerado (PE), peso das gônadas (Pg) e o peso do fígado (Pf) dos peixes foi registrado a partir de balança digital com precisão de 0,01 g.

Em cada exemplar foi realizada uma secção ventro-

longitudinal para extração das gônadas e identificação macroscópica do sexo e estágio de maturação gonadal. Para isto foi utilizada a escala de maturação macroscópica seguindo as categorias previamente estabelecidas: A = imaturo, B = em maturação, C = maduro e D = desovado (VAZZOLER, 1996).

Para confirmar a classificação macroscópica e caracterizar cada estágio maturacional, foi retirado um fragmento da porção mediana das gônadas para processamento histológico. Essas amostras foram desidratadas em séries crescentes de alcoóis, diafanizadas em xilol, impregnados e incluídos em parafina. Cortes transversais de aproximadamente 5 mm de espessura foram corados com Hematoxilina e Eosina (HE). A leitura das lâminas foi realizada com o auxílio do microscópio óptico e posteriormente foram fotomicrografadas utilizando o fotomicroscópio AXIOSKOP - ZEISS. O estágio de maturação gonadal foi confirmado microscopicamente conforme Grier (2012).

Para o estudo de fecundidade das fêmeas foram utilizadas sete gônadas maduras. As gônadas selecionadas foram seccionadas longitudinalmente e imersas em frascos com solução de Gilson modificada, onde permaneceram por 24 horas. Estes frascos foram agitados para a total dissociação dos ovócitos da membrana ovariana. Após a dissociação completa, os ovócitos foram lavados e mantidos em álcool 70% para a retirada das membranas e da solução de Gilson. Em seguida, foi realizada a contagem dos ovócitos das gônadas de fêmeas maduras utilizando o método volumétrico descrito em Vazzoler (1996).

O tipo de desova foi determinado pela análise da frequência relativa das classes de diâmetro dos ovócitos.

Análises estatísticas

A proporção sexual foi calculada para o período total, por bimestre e para as diferentes classes de comprimento. As proporções obtidas foram testadas pelo teste do χ^2 (qui-quadrado) e o nível de significância estabelecido para a análise foi de 5%.

A relação peso-comprimento foi estimada para sexos separados. A análise do padrão de crescimento da espécie foi estimada a partir da equação: $PT = a \cdot LP^b$, onde PT é o peso total do indivíduo; LP é o comprimento padrão; "a" é o coeficiente de proporcionalidade e "b" o coeficiente alométrico. Após a análise foi possível caracterizar o crescimento da espécie de acordo com o valor de b obtido em: alométrico negativo ($b < 3$), positivo ($b > 3$) e isométrico ($b = 3$) (JOBLING, 2002; HARISH KUMAR et al., 2006). Foi testada a diferença no padrão de crescimento entre machos e fêmeas por meio do test t de Student (ZAR, 1996) e a existência ou não de crescimento polifásico através de regressão linear e de análise dos resíduos proporcionais (BERVIAN et al., 2006).

Para a análise do tamanho da primeira maturação (L_{50}) de machos e fêmeas, o percentual de adultos (estádios maturacionais B, C e D) por classe de comprimento foi considerado como variável dependente (Y) e o comprimento

total como variável independente (X). Posteriormente, esses valores foram ajustados a uma curva logística segundo a fórmula: $P = 1 / (1 + \exp[-r(L - L_{50})])$, onde P = proporção de indivíduos maduros; r = declive da curva; L = comprimento total; L_{50} = comprimento médio de maturidade sexual (KING, 1996).

O período reprodutivo foi definido com base nas gônadas das fêmeas, determinado pela análise da frequência bimestral dos estádios de maturidade e pela variação dos valores médios da relação gonadossomática (ΔRGS) e do fator de condição (ΔK) (VAZZOLER, 1996). Para verificar o acúmulo de reservas energéticas foi utilizado o índice hepatossomático (IHS) (VAZZOLER, 1996). As diferenças na distribuição dos valores bimestrais para ΔRGS , ΔK e IHS% foram testadas por meio do método não paramétrico de Kruskal-Wallis. O teste *a-posteriori* de Tukey foi utilizado para identificar quais os bimestres apresentaram diferenças estatísticas.

A fecundidade relativa foi calculada a partir do número de ovócitos maduros por centímetro de comprimento total e por miligrama de peso total das fêmeas, respectivamente pelas equações: $FR = a \times LT^b$ e $FR = a \times Pt^b$.

3. Resultados

Foram analisados 244 espécimes de *C. acoupa*. Dos quais, 140 eram machos e 104 eram fêmeas. O comprimento total (CT) variou de 20,5 cm a 107 cm ($47,84 \pm 23,68$) nos machos, e 20,1 cm a 100 cm ($48,96 \pm 23,25$) nas fêmeas. Em relação ao peso total

(PT), nos machos variou de 63g a 11.100g ($2237,7 \pm 2856,7$) e nas fêmeas de 70g a 10.930g ($1294,2 \pm 2046,3$).

A proporção sexual para o período analisado foi de 1,35:1, apresentando uma leve predominância de machos, com diferença significativa ($\chi^2 = 7,61$; $p < 0,05$). Todavia, foram observadas proporções iguais entre machos e fêmeas no bimestre novembro/dezembro, que coincide com as primeiras e rápidas chuvas que marcam o início do período chuvoso na região. De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia para o ano de 2007, a precipitação pluviométrica média no bimestre novembro/ dezembro na ilha de São Luís foi de 30 mm.

Ao analisar a frequência relativa por classes de comprimento total, identificou-se que a proporção sexual por classe de comprimento também foi favorável aos machos, com exceção apenas na classe 92-100cm que apresentou uma maior frequência de fêmeas (Figura 2). A análise desses dados também permitiu inferir que os machos atingem tamanhos maiores do que as fêmeas.

Na análise da frequência relativa por peso total, o maior percentual de indivíduos ocorreu na classe de peso 63-1063g, sendo mais favorável às fêmeas. Contudo, estes dados também indicam que os machos tendem a atingir pesos maiores que as fêmeas (Figura 3).

A análise da relação peso-comprimento para sexos separados indicou um crescimento do tipo alométrico negativo para machos (Figura 4A) e para fêmeas (Figura 4B). Sugerindo que *C. acoupa* apresenta um menor aumento no peso do que no comprimento.

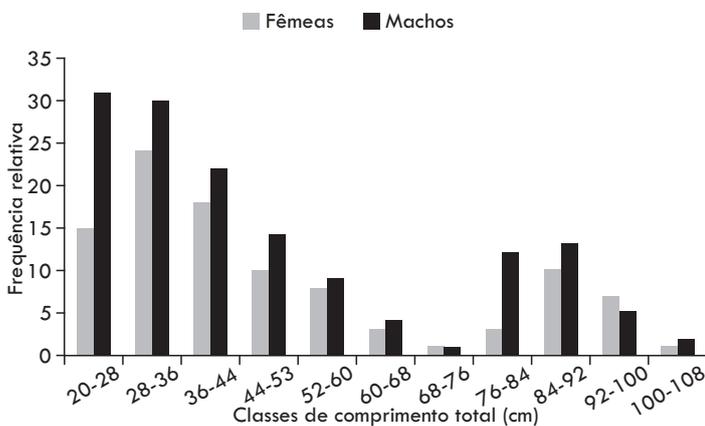


Figura 2. Proporção sexual de *C. acoupa* por classes de comprimento total durante todo o período amostrado. / **Figure 2.** Sex ratio of *C. acoupa* by total length of classes throughout the sample period.

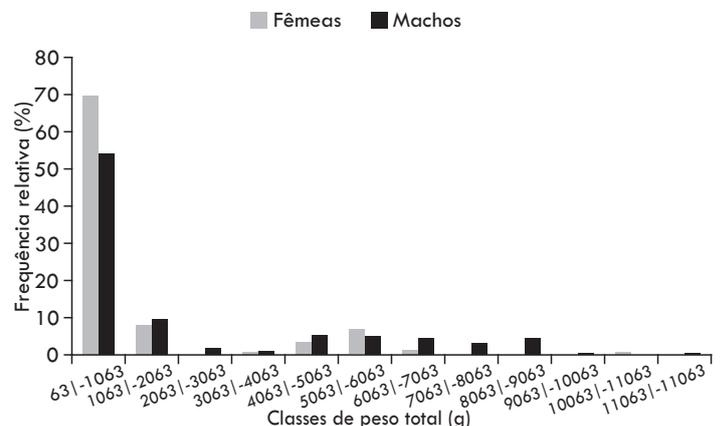


Figura 3. Proporção sexual de *C. acoupa* por classes de peso total durante todo o período amostrado. / **Figure 3.** Proportion of sexual *C. acoupa* per total weight classes throughout the sample period.

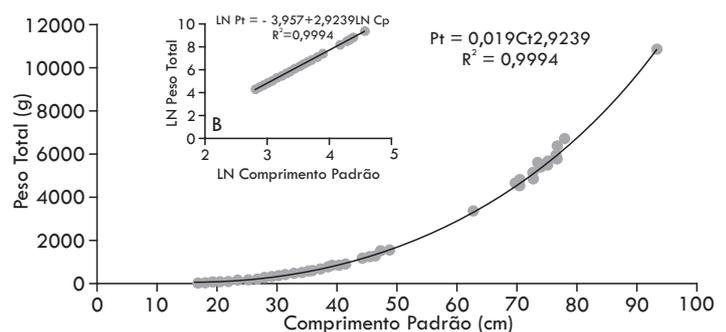
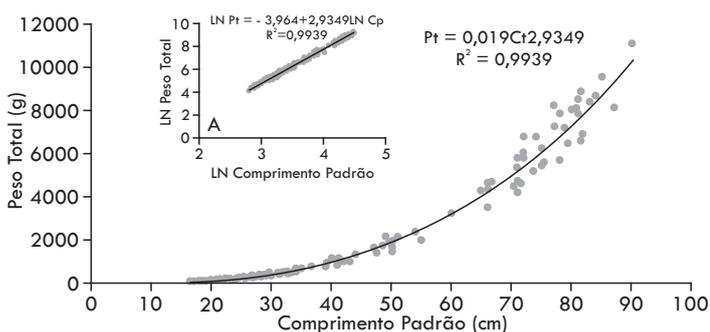


Figura 4. Relação peso total (PT) e comprimento padrão (CP) de machos (A) e fêmeas (B) de *C. acoupa* capturadas na baía de São Marcos, São Luís, Maranhão, Brasil. / **Figure 4.** Relationship total weight (PT) and standard length (CP) of male (A) and female (B) *C. acoupa* captured in the bay of São Marcos, São Luís, Maranhão, Brazil.

Na análise da relação peso-comprimento, o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) e o coeficiente de determinação (R^2) indicaram uma boa aderência dos pontos empíricos às curvas ajustadas (Tabela 1) (AZEVEDO; CASTRO, 2008). Os valores dos coeficientes a e b das regressões PT/CT (para sexos separados) foram comparados pelo teste t e constatou-se uma diferença significativa entre os coeficientes, não permitindo assim o cálculo da relação para indivíduos agrupados.

Tabela 1. Parâmetros das regressões lineares referente à relação peso/ comprimento de *C. acoupa* capturadas na baía de São Marcos no período de maio de 2007 a março de 2008. / **Table 1.** Parameters of the linear regressions relating to the weight/length *C. acoupa* captured in bay of San Marco from May 2007 to March 2008.

Sexo/ Parâmetros	A	B	A	t_b	R^2	r	N
Machos	-3,964	2,9239	0,019	P<0,05	0,99	0,95	138
Fêmeas	-3,957	2,9349	0,019				

A= valor em log. do intercepto; B= valor do coeficiente angular; a= valor numérico do intercepto; t_b = resultado do teste entre os coeficientes angulares; R^2 = Coeficiente de determinação; r = correlação linear de Person; N= número de indivíduos

O comprimento de primeira maturação (L_{50}) para os machos foi de 39,89 cm de CT (Figura 6a),

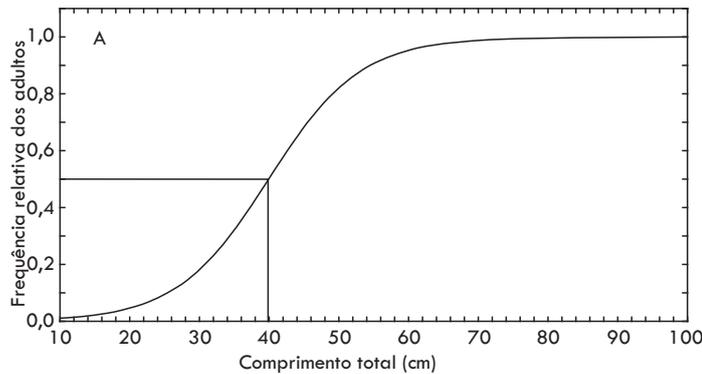


Figura 6. Estimativa do comprimento médio da primeira maturação para machos (a) e fêmeas (b) de *C. acoupa*. / **Figure 6.** Estimate the average length of first maturity for males (a) and females (b) of *C. acoupa*.

A análise macroscópica das gônadas de *C. acoupa* contatou a existência dos quatro estádios maturacionais ao longo do período estudado (Figura 7a). Sendo importante destacar que a área estudada é marcada por dois períodos sazonais, o período chuvoso nos meses de janeiro a junho, e o período seco nos meses de julho a dezembro.

Para os machos, os maiores percentuais quanto ao

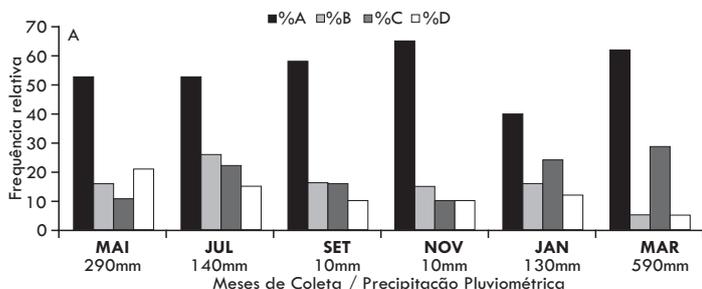


Figura 7. Frequência relativa bimestral dos estádios maturacionais de machos (a) e fêmeas (b) de *C. acoupa*. Sendo, Imaturo (A), Em maturação (B), Mature (C) e Desovado/Esgotado (D). / **Figure 7.** Relative frequency of maturational stages of rats (females (b) *C. acoupa*. frequência bimonthly on the maturational stages of male (A) and female (b) *C. acoupa*. It is, Immature (A), Maturation (B) Mature (C) and Spawned/Exhausted (D).

Na análise da relação gonadossomática das fêmeas, houve um incremento nos valores no mês de novembro (0,0037) e o pico máximo foi atingindo no mês de março

A partir da relação peso-comprimento foi possível inferir que machos e fêmeas não apresentaram crescimento diferenciado. Além disso, verificou-se também que não houve tendência polifásica no crescimento de *C. acoupa* capturadas na baía de São Marcos ($R^2 = 0,002$; $p = 0,48$) (Figura 5).

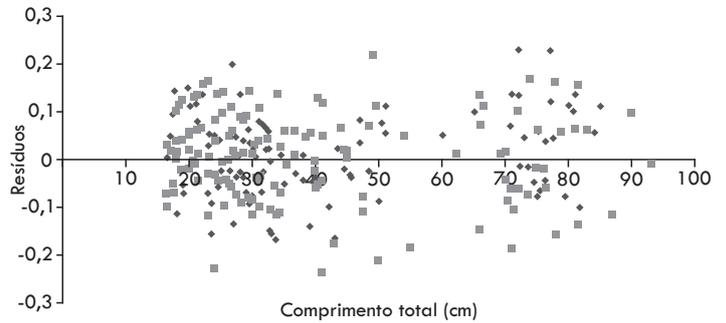
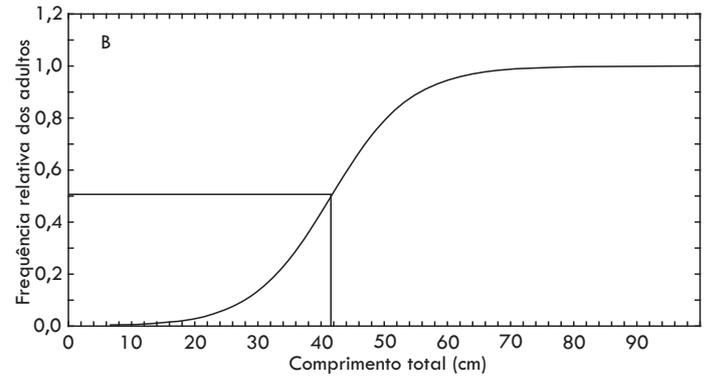
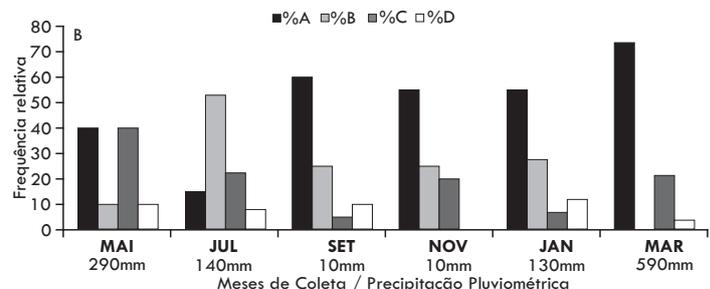


Figura 5. Distribuição dos resíduos para *C. acoupa* capturadas na baía de São Marcos, em São Luís, Maranhão. / **Figure 5.** Distribution of residues for *C. acoupa* captured in the bay of São Marcos, São Luís, Maranhão.

enquanto que para fêmeas foi de 42,07 cm de CT (Figura 6b).



estágio de maturação gonadal foram de 65% imaturos em novembro, 26% em maturação em julho, 28,5% maduros em março e 21% esgotados em maio. Já para as fêmeas, os maiores percentuais foram de 74% imaturas no mês de março, 26% em maturação em julho, 40% maduras em maio e 12% desovadas em janeiro (Figura 7b). Sendo importante destacar a predominância de machos maduros em março e fêmeas maduras em maio.



(0,1664), coincidindo com a maior precipitação pluviométrica registrada para a época de estudo. Os valores mais baixos foram registrados em setembro e janeiro (Figura 8).

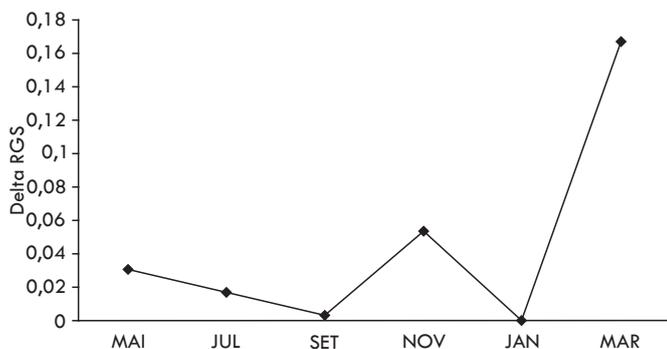


Figura 8. Valores médios de ΔRGS das fêmeas de *C. acoupa*. / **Figure 8.** Mean values of the ΔRGS *C. acoupa* females.

Nos meses de novembro e março, respectivamente 20% e 22% das fêmeas estavam aptas para a desova, sendo relevante destacar que novembro foi o único mês em que um dos estágios de maturação (desovado) não foi identificado para as fêmeas, todavia fêmeas desovadas foram identificadas nos períodos seguintes, incluindo o mês de março. Desta forma, a curva de maturação indicou dois momentos de desova para as fêmeas, sendo um entre os meses de novembro/dezembro e outro entre março/abril, entretanto não apresentaram variações entre si ($H = 3,06$; $p = 0,69$).

As médias do fator de condição gonadal (ΔK) das fêmeas foram inversamente proporcionais às médias do índice hepatossomático (IHS%), indicando um acúmulo energético anterior ao período reprodutivo (Figura 9), uma vez que estas médias (ΔK e do IHS%) apresentaram forte correlação linear (-0,94) e não apresentaram diferenças significativas.

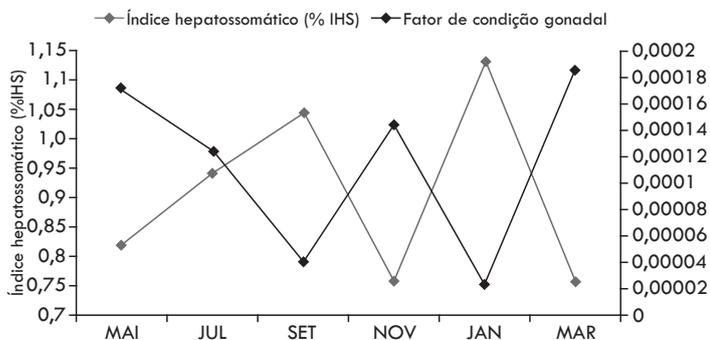


Figura 9. Correlação entre o índice hepatossomático e o fator de condição de *C. acoupa*. / **Figure 9.** Correlation between the liver index and the factor of *C. acoupa* condition.

A partir da análise histológica dos ovários de *C. acoupa* identificou-se a presença de ovócitos em todas as fases de

maturação (figura 10). Nos ovários imaturos verificou-se a organização dos ovócitos em lamelas ovígeras recobertas por células basófilas, com presença de ovócitos com núcleo grande nas fases de cromatina-nucleolar (Fase I) e ovócitos de estoque de reserva (Fase II) (Figura 10A). Nos ovários em maturação, ovócitos em estoque de reserva (Fase II) e em vitelogênese lipídica (Fase III) foram predominantes. A parede ovariana também se apresentou espessa (Figura 10B). Nos ovários maduros, os ovócitos apresentaram maiores tamanhos e a maioria estava em vitelogênese completa (Fase V). A lamela ovígera estava distendida com ovócitos do estoque de reserva (II) aderidos. Ovócitos em vitelogênese lipídica (III) e vitelogênese lipídica e proteica (IV) estavam em menor quantidade (Figura 10C). Os ovários desovados apresentaram numerosos folículos vazios, lamelas ovígeras desorganizadas e flácidas. Notou-se também um ninho de células germinativas jovens (Fase I) e ovócitos do estoque de reserva (Fase II), além de ovócitos atresícos (Figura 10D).

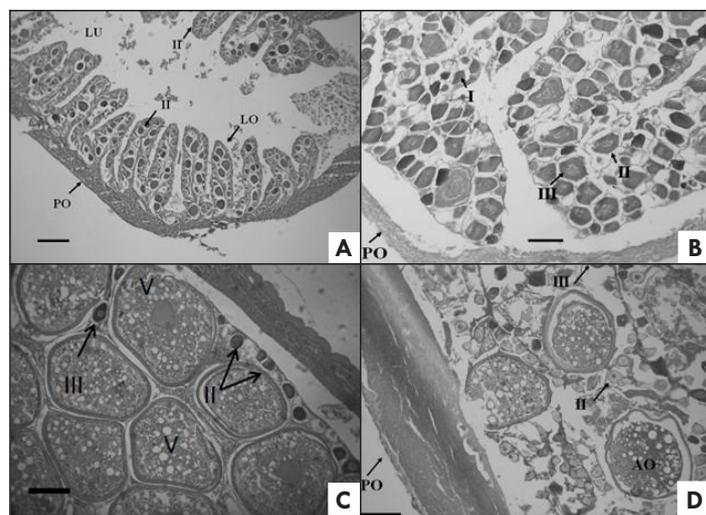


Figura 10. Micrografia do ovário de *C. acoupa* durante o ciclo gonadal. A) ovário Imaturo; B) ovário em maturação; C) Ovário maduro; D) Ovário desovado HE 100X (A,C e D) e 400x (B). I: Fase de cromatina nucléolo; II: ovócitos perinucleolar; III: ovócitos em vitelogênese lipídica; IV: ovócitos em vitelogênese lipídica e proteica; V: vitelogênese completa; AO: ovócito atresícos; LO: Lamela ovígera; PO: Parede ovariana; Lu: Lúmen ovariano; Nu: Núcleo; Barra= 100 μ m. / **Figure 10.** *C. acoupa* micrograph of the ovary during the gonadal cycle. A) Immature ovary; B) Maturation ovary; C) Mature ovary; D) Spawning ovary HE 100X (A,C e D) and 400x (B). I: chromatin phase nucleolus; II: perinucleolar oocytes; III: oocytes in lipid vitelogenesis; IV: oocytes in lipid and protein vitelogenesis; V: full vitelogenesis; AO: atretic oocytes; LO: lamela ovígera; PO: ovary wall; Lu: lumen ovarian; Nu: nucleus; bar=100 μ m.

Ao relacionar os estádios macroscópicos e microscópicos foi possível observar, caracterizar e quantificar as diversas fases do desenvolvimento ovocitário (Tabela 2).

Tabela 2. Correlação entre os estágios macro e microscópicos das fêmeas de *C. acoupa* capturadas no período de maio 2007 a abril de 2008, nas comunidades do Araçagi, Estiva e Raposa, MA. / **Table 2.** Correlation between the macroscopic and microscopic stages of *C. acoupa* females captured in May 2007 to April 2008, in Araçagi, Estiva and Raposa communities, MA.

Características	Classificação proposta			
	Imaturo	Em maturação	Maturo	Desovado
Tamanho em relação à cavidade abdominal	< 1/4	1/2 - 1/3	3/4 - 4/4	1/3 - 1/2
Percepção dos ovócitos	Não	Sim	Sim	Poucos
Aspectos dos ovócitos	-	Esbranquiçados pequenos e grandes	Amarelados grandes	-
Vascularização	Sem	Maior que na fase anterior	Elevada	Hemorrágico
Coloração das gônadas	Translúcidas	Rosa claro	Amarelo	Vermelhas
Tipos de ovócitos predominantes	Fase I e II	Fase I, II, III e IV	Fase IV e V*	OA, Fase I, II e III

* Ocorre a presença dos ovócitos nas fases de cromatina; I: Fase de cromatina nucléolo; II: ovócitos perinucleolar; III: ovócitos em vitelogênese lipídica; IV: ovócitos em vitelogênese lipídica e proteica; Vc: vitelogênese completa; OA: ovócito atresícos.

Na análise da fecundidade de *C. acoupa*, o número de ovócitos encontrados variou entre 5.819.020 e 14.340.373 para exemplares de comprimento total e peso das gônadas variando respectivamente entre 85cm e 93,5cm e 142,35g e 437,22g. A média de ovócitos por ovário foi de 10.171.348, com desvio padrão de $\pm 3.393.719$. A fecundidade absoluta média, representada por aqueles ovócitos que, potencialmente, seriam eliminados na próxima desova, foi estimada em 2.941.265 ovócitos vitelogênicos. A fecundidade relativa média foi estimada em 108.178 ovócitos por centímetro de comprimento total e de 1.314 ovócitos por grama de peso total da fêmea.

A análise da frequência relativa das classes de diâmetro dos ovócitos indicou desova do tipo assincrônica e parcelada. Tendo em vista que nas alíquotas analisadas das gônadas maduras observaram-se várias classes de diâmetros de ovócitos. Sendo os ovócitos maiores que 400 μ m, considerados maduros (ou seja, vitelogênese completa) (Figura 11).

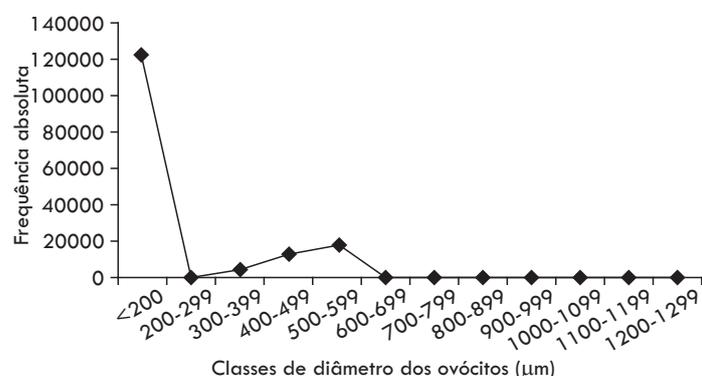


Figura 11. Frequência absoluta de ovócitos de fêmeas de *C. acoupa* por classe de diâmetro. / **Figure 11.** Absolute frequency of *C. acoupa* female oocytes by diameter class.

4. Discussão

O padrão de distribuição por classe de comprimento averiguado para *C. acoupa* é semelhante à distribuição observada para *C. guatucupa* na região Sul do país (JAUREGUIZAR et al., 2006). Os resultados mostraram que os machos são maiores e mais pesados do que as fêmeas, o que provavelmente pode estar relacionado com o maior gasto de energia pelas fêmeas durante o processo reprodutivo, enquanto os machos investem a energia em crescimento (AGOSTINHO et al., 1986; HUNTINGFORD et al., 2001). Todavia, os espécimes analisados apresentaram comprimento total máximo inferior ao observado para os espécimes capturados no litoral do Pará (125 cm) no período de 2000 a 2002 (MATOS; LUCENA, 2006), bem como para os exemplares do litoral de São Paulo (121 cm) registrado no período de 1997 a 2000 (SOUZA; BARRELA, 2001). Esses tamanhos reduzidos dos espécimes da baía de São Marcos podem ser em decorrência da pesca exagerada desse recurso na região (CARVALHO-NETA; CASTRO, 2008).

A proporção sexual de *C. acoupa* apresentou predominância de machos em praticamente todo o ano, com exceção do bimestre novembro/dezembro, que apresentou proporções iguais. Segundo Vazzoler (1996),

a proporção sexual nos peixes pode variar ao longo do ciclo de vida em função de eventos sucessivos, constituem-se em uma tática reprodutiva, agindo de modo distinto sobre os indivíduos de cada sexo. E a proximidade das proporções de fêmeas e machos no período de desova pode ser um mecanismo para potencializar a fertilização, tendo em vista que esta agregação de machos e fêmeas aumenta a probabilidade reprodutiva (JORGENSEN et al., 2006).

Outro aspecto que deve ser levado em consideração, é que nas populações ícticas podem ocorrer casos adaptativos, como por exemplo, o aumento no número de fêmeas quando o alimento disponível é abundante (SCHRECK, 2010; NIKOLSKY, 1963). Logo, a menor proporção de fêmeas de *C. acoupa* na maior parte do ano pode estar relacionada com a escassez de alimento no local de realização das pescarias.

Os exemplares de *C. acoupa* analisados apresentaram alometria negativa. O crescimento alométrico de peixes reflete a mudança na exigência funcional relacionada à hidrodinâmica ambiental, sendo que valores abaixo de 3 caracterizam indivíduos que se tornam longilíneos ao longo do crescimento (WEATHERLEY; GILL, 1983). A menor massa corporal em relação ao maior comprimento pode estar associada à maturidade sexual e aos estágios gonadais dos indivíduos. É possível observar alometria negativa em peixes durante os períodos de término de reprodução, quando ocorre um forte gasto energético (FONTELES FILHO, 1989). A relação peso-comprimento em peixes tem indicado sua condição relativa ao acúmulo de gordura e desenvolvimento gonadal. Esses dados são semelhantes aos registrados para outros cianídeos do sul do Brasil (ARAÚJO; VICENTINI, 2001).

O tamanho médio de primeira maturação sexual encontrado para a população estudada foi inferior ao registrado para a espécie *C. maracaiboensis* e *C. acoupa* no lago Maracaibo na Venezuela (ESPINOSA, 1972; MONTAÑO, 1995). Essa diferença pode ser um indício de que os indivíduos da costa Norte do Brasil passaram a maturar mais cedo na tentativa de recuperar o estoque, como tem sido observado para pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*) no sul do Brasil (CARNEIRO; CASTRO, 2005). O comprimento médio da primeira maturação gonadal é importante para a administração racional dos estoques, pois é um elemento importante para fixação dos tamanhos mínimos de captura e para a determinação do tamanho das malhas da rede (ARAÚJO; CHELLAPPA, 2002). Desta forma, é importante destacar que os espécimes utilizados para esta pesquisa são oriundos de desembarques comerciais, todavia a captura de indivíduos juvenis foi alta e ocorreu durante todo o período de estudo, evidenciando a necessidade de uma fiscalização mais eficaz da atividade pesqueira realizada na baía de São Marcos.

O índice gonadossomático e o fator de condição refletem o grau de maturidade dos peixes (ARAÚJO; CHAPELADA, 2002). Diante disto, a análise desses dois fatores associados a análise dos estágios de maturação

das gônadas permitiu identificar picos de desova de *C. acoupa* no período de maior intensidade pluviométrica. Chuvas mais intensas contribuem para os processos indutores da desova (BRAGA, 2001), assim como, a salinidade (JORGENSEN et al., 2006). Na costa Norte do Brasil, os índices pluviométricos e a salinidade são muito mais intensos, a precipitação pluviométrica chega a 4.000 mm/ano nos meses de dezembro a junho e existem rios de grandes dimensões que podem influenciar a salinidade das águas das baías nesses períodos (SOUZA FILHO, 2005), como é o caso da baía de São Marcos que recebe águas do Rio Mearim, um dos maiores rios do Estado do Maranhão (CARVALHO-NETA; CASTRO, 2008).

Este estudo, também identificou o aumento do índice hepatossomático no início do período reprodutivo, seguido de uma nítida depleção no peso hepático sugerindo que a gordura acumulada foi utilizada nas atividades reprodutivas. Esses resultados são similares aos encontrados para *C. maracaiboensis* na Venezuela (ALMEIDA-PEREZ, 1972, *C. microlepidotus* do lago Tanganica, na África (BRANDSTÄTTER et al., 2005) e *Macrodon ancylodon* no estuário do rio Caeté, no Pará (CAMARGO; ISAAC, 2005).

Foi identificada uma alta fecundidade para *C. acoupa* da baía de São Marcos. Esta é uma característica comum de peixes que possuem ovos livres e sem cuidado parental (NIKOLSKY, 1969; ARAÚJO, 2009). Alta fecundidade também foi registrada para *C. guatucupa* (CUVIER, 1830), que apresentou de 199.000 a 2.791.000 ovócitos vitelogênicos em diferentes períodos do ano (VIEIRA; HAIMOVICI, 1997), e *C. jamaicensis* (VAILLANT; BOCOURT, 1883), que apresentou uma variação de 46.354 a 554.400 ovócitos (MARCANO; ALIÓ, 2001). A fecundidade é um parâmetro que pode apresentar variações intraespecíficas e entre espécies (BARLETTA et al., 2003), sendo que fatores como, a capacidade da cavidade celomática de alojar ovócitos maduros e o tamanho destes ovócitos (SCHRECK, 2010) podem influenciar na fecundidade do indivíduo.

O tamanho inicial de maturação dos ovócitos de 400µm apresentado para *C. acoupa*, já havia sido registrado para *Acestrorhynchus britskii* (BARROS; SANTOS, 1996). Por outro lado, *Rineloricaria latirostris* (BOULENGER, 1900) apresenta ovócitos maduros com diâmetro de 4.000µm e possui baixa fecundidade (BARBIERI, 1994). Essas pesquisas mostram uma relação inversa entre a fecundidade e o tamanho dos ovócitos. Na maioria dos teleósteos de águas continentais, o comprimento do indivíduo apresenta forte correlação com a fecundidade (VAZZOLER; MENEZES, 1992; AZEVEDO, 2010). Ainda, em algumas espécies de peixes a correlação entre fecundidade e peso das gônadas pode ser maior do que em relação ao comprimento do indivíduo (LOWE-MCCONNELL, 1999). Concordando com isto, os resultados desta pesquisa indicaram uma maior quantidade de ovócitos nos peixes com o maior peso das gônadas.

Nas gônadas dos peixes examinados foram observadas células em diferentes etapas do desenvolvimento em um mesmo ovário, com eliminação de ovócitos à medida que

estes atingem a maturação completa. Neste tipo de desova os ovócitos maturam em lotes, sendo eliminados a intervalos, durante a estação de desova (ARAÚJO, 2009). Esta é uma característica comum em espécies tropicais e subtropicais, que possibilita a maior probabilidade de sobrevivência, uma vez que permite o aumento do número de ovócitos a serem postos durante o período reprodutivo (CHILCOTE, 2003). Além disso, é uma estratégia que aumenta a eficiência reprodutiva (BURT et al., 1988). A desova parcelada também foi identificada em *C. guatucupa* no sul do Brasil (VIEIRA; HAIMOVICI, 1997).

5. Considerações Finais

O presente estudo permitiu conhecer aspectos importantes da população de *C. acoupa* da baía de São Marcos. A proporção sexual é favorável aos machos, sendo que estes atingem tamanhos maiores e são mais pesados do que as fêmeas. Ainda o crescimento de machos e fêmeas é caracterizado por um aumento do peso mais lento que o comprimento. O tamanho de primeira maturação dos machos é menor comparado ao tamanho das fêmeas. A população estudada se reproduz durante todo o ano, com picos no bimestre novembro/dezembro e março/abril. A alta fecundidade segue o esperado para peixes que possuem ovos livres e sem cuidado parental, assim como a eliminação dos ovócitos à medida que atingem a maturação completa, esta dentro do esperado para as espécies tropicais e subtropicais.

6. Agradecimentos

A Petrobrás, pelo auxílio financeiro concedido por meio do projeto PIATAMmar. A FAPEMA, pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

7. Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A. A.; BARBIERI, G.; VERANI, J. R.; AGOSTINHO, C. S. Ciclo reprodutivo e primeira maturação de *Rhinelepis aspera* (Agassiz 1829), (Teleostei, Loricariidae) no rio Paranapanema. **Revista Unimar**, v.8, n.1, p. 17-27, 1986.
- ALMEIDA, Z.S.; CASTRO, A.C.L.; PAZ, A.C.; RIBEIRO, D.; SANTOS, N.B.; RAMOS, T. Diagnóstico da pesca artesanal no litoral do estado do Maranhão. In: ISAAC, V.J.; MARTINS, A.S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO FILHO, J.M. (Ed.). **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais**. Belém: Pará, 2006. p.41-65.
- ALMEIDA, Z.S.; CAVALCANTE, A.N.; SANTOS, N.B.; NAHUM, V.J.I. Contribuição para gestão do sistema de produção pesqueira pescada-amarela, *Cynoscion acoupa* (Pisces: Sciaenidae) (Lacépède, 1802) na costa do Maranhão, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 22, n., p. 25-38, 2009.
- ALMEIDA-PEREZ, P. Estudio preliminar de la histociología de los ovários de la corvina *Cynoscion maracaibaensis*, Schultz, del lago de Maracaibo (Venezuela). (Perciformes, Sciaenidae). **Memorias de la Sociedad de ciencias naturales "La Salle"**, v. 32, n. 91, p. 20-46, 1972.
- ARAÚJO, R.B. Desova e fecundidade em peixes de água doce e marinhos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 2, p. 24-31, 2009.
- ARAÚJO, F.G.; VICENTINI, R.N. Relação peso-comprimento da corvina *Micropogonias furnieri* (Desmarest) (Pisces, Sciaenidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 133-138, 2001.

- ARAÚJO, A. S.; CHELLAPPA, S. Estratégia reprodutiva do peixe voador, *Hirundichthys affinis* Günther (Osteichthyes, Exocoetidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 3, p. 691 - 703, 2002.
- AZEVEDO, M.A. Reproductive characteristics of characid fish species (Teleostei, Characiformes) and their relationship with body size and phylogeny. **Iheringia Série Zoologia**, v. 100, n. 4, p. 469-482, 2010.
- AZEVEDO, J. W. J.; CASTRO, A. C. L. Relação peso-comprimento e fator de condição do uritinga, *Hexanematichthys proops*, (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Ariidae), capturado no litoral ocidental do Maranhão. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 21, p. 75-82, 2008.
- BARBIERI, G. Dinâmica da reprodução de cascudo, *Rineloricaria latirostris boulenger* (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa Cinco, Ipeúna, São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 11, n. 4, p. 600-615, 1994.
- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLDS, G. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). **Marine Ecology Progress Series**, v. 25, n. 6, p. 217-228, 2003.
- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLDS, G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 66, n. p. 45-72, 2005.
- BARROS, L.N.V.; SANTOS, G.B. Fecundity and spawning aspects of dogfish *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 (Teleostei, Characidae). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, n. 1, p. 93-100, 1996.
- BERVIAN, G.; FONTOURA, N.F. & HAIMOVICI, M. 2006. Statistical model of variable allometric growth: otolith growth in *Micropogonias furnieri* (Actinopterygii, Sciaenidae). **Journal of Fish Biology** 68: 196–208.
- BRANDSTÄTTER, A.; SALZBURGER, W.; STURMBAUER, C. Mitochondrial phylogeny of the Cyprichromini, a lineage of open-water cichlid fishes endemic to Lake Tanganyika, East Africa. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 34, n. 2, p. 382-391, 2005.
- BRAGA, F. M. S. Reprodução de peixes (osteichthyes) em afluentes do reservatório de volta grande, Rio Grande, sudeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, (91): 67-74, 2001.
- BURT, A.; KRAMMER, D.L.; NAKATSURU, K.; SPRY, C. The tempo of reproduction in *Hyphessobrycon pulchripinnis* (Characidae) with a discussion on the biology of 'multiple spawning' in fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 22, n. 1, p. 15-27, 1988.
- CAMARGO, M.; ISAAC, V.5. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) in the Caeté Estuary, Northern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 53, n. 1-2, p. 13-21, 2005.
- CARNEIRO, M. H.; CASTRO, P. M. G. Estoque sudeste. In: CERGOLE, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. B. (Ed.) **Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração**. Instituto Oceanográfico (USP): São Paulo, 2005, p. 22-35.
- CARVALHO-NETA, R. N. F.; CASTRO, A. C. L. Diversidade das assembleias de peixes estuarinos da Ilha dos Caranguejos, Maranhão. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 41, n. 1, p. 48-57, 2008.
- CARVALHO-NETA, R. N. F.; TORRES JR, A. R.; ABREU-SILVA, A. L. Biomarkers in Catfish *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae) from Polluted and Non-polluted Areas (São Marcos' Bay, Northeastern Brazil). **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 166, n. 5, p. 1314-1327, 2012.
- CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A.J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J.M.; ROBAINA, G.; RODRIGUEZ, B. **Guia de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur America. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación**. FAO: Roma. p. 515, 1992.
- CHILCOTE, M.W. Relationship between natural productivity and the frequency of wild fish in mixed spawning populations of wild and hatchery steelhead (*Oncorhynchus mykiss*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 60, n. 9, p. 1057-1067, 2003.
- DALA-CORTE, R. B.; AZEVEDO, M. A. Biologia reprodutiva de *Astyanax henseli* (Teleostei, Characidae) do curso superior do rio dos Sinos, RS, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 100, n. 3, p. 259-266, 2010.
- ESPINOSA, V. The biology and fishery of the curvina, *Cynoscion maracaiboensis*, of lake Maracaibo. **Serie Recursos y Exploración Pesqueira**, v. 2, n. 3, p. 1-4, 1972.
- FONTELES FILHO, A. A. **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 296 p., 1989.
- GRIER, H. J. Development of the follicle complex and oocyte staging in red drum, *Sciaenops ocellatus* Linnaeus, 1776 (Perciformes, Sciaenidae). **Journal of Morphology**, v. 273, n. 8, p. 801-829, 2012.
- HARISH KUMAR, K.; KIRAN, B. R.; PURUSHOTHAM, R.; PUTTAIAH E. T.; MANJAPPA, S. Length-weight relationship of cyprinid fish *Rasbora daniconius* (Hamilton-Buchanan) from Saravathi reservoir, Karnataka. **Zoos Print Journal**, v. 21, n. p. 2140–2141, 2006.
- HE, W.; LU, W. H.; LI, X. G.; LU, N. N.; SUN, D. F.; LI, Y. Z. Taxonomic status of Chinese bahaba (*Bahaba taipingensis*) and its phylogenetic relationship with other species in the family Sciaenidae. **Mitochondrial DNA**, v. 23, n. 2, p. 53-61, 2012.
- HUTCHINGS, J. A.; REYNOLDS, J. D. Marine fish population collapses: consequences for recovery and extinction risk. **BioScience**, v. 54, n. 4, p. 297-309, 2004.
- HUNTINGFORD, F. A.; CHELLAPPA, S.; TAYLOR, A. C. & STRANG, R. H. C. Energy reserves and reproductive investment in male three spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 10, n. 2, p. 111-117, 2001.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Precipitação pluviométrica 2007- 2008. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/> (Acesso em 5/07/2015).
- JAUREGUIZAR, A. J.; RUARTE, C.; GUERRERO, R. A. Distribution of age-classes of striped weakfish (*Cynoscion guatucupa*) along an estuarine e marine gradient: Correlations with the environmental parameters. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 67, n., p. 82-92, 2006.
- JORGENSEN, C.; ERNANDE, B.; FIKSEN, O.; DIECKMANN, U. The logic of skipped spawning in fish. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 63, n. 1, p. 200-211, 2006.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999.
- MARCANO, L.; ALÍO, J. Aspectos reproductivos de la tonquicha (*Cynoscion jamaicensis*) en La costa norte de la Península de Paria, estado Sucre, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, v. 19, n. 3, p. 371-392, 2001.
- MATOS, I. P.; LUCENA, F. Descrição da pesca da pescada-amarela, *Cynoscion acoupa*, da costa do Pará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, n., p. 66-73, 2006.
- KING, M. **Fisheries biology: Assessment and management**. Oxford, Fishing News Books, 1996.
- MONTAÑO, O. J. F. Selectivity of gillnets for lake curvina, *Cynoscion acoupa*, in lake Maracaibo, Zulia State, Venezuela. **Bulletin of Marine Science**, v. 56, n. 2, p. 68-75, 1995.
- MOURÃO, K. R. M.; FRÉDOU, F. L.; ESPÍRITO SANTO, R. V.; ALMEIDA, M. C.; DA SILVA, B. B.; FRÉDOU, T.; ISAAC, V. Sistema de produção pesqueira pescada amarela – *Cynoscion acoupa* Lacépède (1802): um estudo de caso no litoral nordeste do Pará – Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 3, p. 497-511, 2009.
- NIKOLSKY, G.V. **The Ecology of Fishes**. London: Academic Press, 1963.
- NIKOLSKY, G.V. **Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources**. Edinburgh: Oliver e Boud, 1969.
- SOUZA, M. R.; BARRELA, W. Conhecimento popular sobre peixes numa comunidade caiçara da estação ecológica de Juréia – Itatins/SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 7, p. 125-130, 2001.

- SOUZA FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 4, p. 427-435, 2005.
- SZPILMAN, M. **Peixes Marinhos do Brasil: guia prático de identificação**. Rio de Janeiro: Mauad, 2000.
- SCHRECK, C. B. Stress and fish reproduction: The roles of allostasis and hormesis. **General and Comparative Endocrinology**, v. 165, n. 3, p. 549-556, 2010.
- STRIDE, R. K. **Diagnóstico da pesca artesanal marinha do estado do Maranhão**. São Luís: Corsup/Edufma, 1992.
- WEATHERLEY, A. H.; GILL, H. S. Relative growth of tissues at different somatic growth rates in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. **Journal of Fish Biology**, v. 22, n., p. 46-60, 1983.
- WOLFF, M.; KOCH, V.; ISAAC, V.A. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (north Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 50, n., p. 789-803, 2000.
- VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 1996.
- VAZZOLER, A. E. A. M.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 4, p. 627-640, 1992.
- VIEIRA, P. C.; HAIMOVICI, M. Reprodução da pescada olhuda *Cynoscion guatucupa*, sin. *C. striatus* (Sciaenidae, Teleostei) no sul do Brasil. **Atlântica**, v. 19, n., p. 133-144, 1997.
- ZAR, J. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall: 4th Ed., 1996.