

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Plagioscion squamosissimus* (PISCES, SCIAENIDAE) EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO NORDESTE DO BRASIL

Irayana Fernanda da Silva CARVALHO¹, Lorrane Gabrielle CANTANHÊDE¹, Nayara Barbosa SANTOS¹, Raimunda Nonata Fortes CARVALHO NETA², Zafira da Silva de ALMEIDA²

RESUMO

A pescada-branca é uma espécie de grande importância para a rentabilidade pesqueira do estado do Maranhão, sendo alvo da maioria das pescarias na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense. No presente trabalho, objetivou-se caracterizar a biologia reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus*, visando subsidiar medidas de ordenamento pesqueiro. As coletas dos peixes foram efetuadas no lago de Viana, situado na APA da Baixada Maranhense, bimestralmente durante o período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013, totalizando 182 espécimes. Em laboratório, realizou-se a biometria de cada indivíduo, no qual, a seguir, fez-se uma incisão ventro-longitudinal para observar macroscopicamente as gônadas, as quais, após a observação, foram fixadas em solução Bouin para análise microscópica e em solução de Gilson para análise da fecundidade. Os espécimes analisados variaram de 11,5 a 38 cm de comprimento total (CT). A alometria foi negativa para machos e fêmeas. A proporção sexual foi de 1,2F:1M, sem diferença significativa. O comprimento médio de primeira maturação foi estimado em 15,303 cm. A desova é sincrônica em mais de dois grupos, do tipo parcelada. A fecundidade absoluta foi estimada em 143.337 ovócitos, caracterizando alta fecundidade. Os dados obtidos permitem concluir que, no período dos estudos, o lago de Viana era favorável ao crescimento e manutenção de *P. squamosissimus*.

Palavras chave: peixes; pescada-branca; reprodução.

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *Plagioscion squamosissimus* (PISCES, SCIAENIDAE) OF AN ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA IN THE NORTHEAST OF BRAZIL

ABSTRACT

The South American silver croaker it's a specie of great importance for the fishing profitability of Maranhão state, being the target of most of the fisheries of the Environmental Protection Area of Baixada Maranhense. The present work aimed to characterize the reproductive biology of *Plagioscion squamosissimus* to subsidize fisheries management measures. Fish samples were taken bimonthly during the period from February 2012 to January 2013, totaling 182 specimens. In the laboratory, the biometry of each individual was performed and then a ventro-longitudinal incision was made to macroscopically observation of the gonads. Then they were fixed in Bouin solution for microscopic analysis and in Gilson's solution for analysis of fecundity. The specimens analyzed ranged from 11.5 to 38 cm in total length (TL). Allometry was negative for males and females. The sexual ratio was 1.2F: 1, with no significant difference. The mean length of first maturation was estimated at 15,303 cm. The spawning is synchronous in more than two groups, of the "multiple batch spawners" type. The absolute fecundity was estimated in 143,337 oocytes, characterizing high fecundity. The data obtained in this study showed that the lake of Viana was favorable to the growth and maintenance of *P. squamosissimus*.

Key words: fish; south american silver croaker; reproduction.

Artigo Científico: Recebido em 17/09/2016; Aprovado em 30/05/2017

¹Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Caixa Postal 09, São Luís/MA – E-mail: nanda.dih@live.com (autor correspondente)

²Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Caixa Postal 09, São Luís/MA

INTRODUÇÃO

No Maranhão, o conhecimento sobre peixes de água doce ainda apresenta lacunas, inclusive com ausência de estudos taxonômicos (PIORSKI *et al.*, 1998), a qual se torna ainda mais impactante em razão do grande número de rios presentes no Estado, tais como Parnaíba, Itapecuru, Mearim, Pindaré e Gurupi (MARQUES *et al.*, 2013). Nesse contexto, destaca-se a APA da Baixada Maranhense com seu Sistema Lacustre influenciado pelos rios Pindaré e Mearim, caracterizando um complexo ecológico de muitos componentes, tais como lagos, rios, estuários, áreas alagáveis e agroecossistemas (PINHEIRO, 2000). Essa área protegida é também considerada um “Sítio Ramsar”, indicado pelo Brasil a partir do tratado intergovernamental de Ramsar. Esse tratado internacional está fundamentado no reconhecimento, pelos países signatários, da importância ecológica e do valor social, econômico, cultural, científico e recreativo das zonas úmidas (MMA, 2010). Assim, essa região é considerada uma “zona úmida de importância internacional” e o conhecimento dos seus recursos pesqueiros é fundamental para o estabelecimento de ações orientadas à sua proteção.

Em relação aos recursos pesqueiros dos rios maranhenses, várias espécies de peixes de importância econômica ou ecológica carecem de estudos sobre potencial pesqueiro e aspectos biológicos, em especial os relacionados à atividade reprodutiva. Estudar atividade reprodutiva dos peixes informa, não somente o status da espécie, mas também as condições ambientais, sendo a maturação dos ovócitos e a vitelogenese, em conjunto, parte de um complexo processo mediado e controlado por hormônios diretamente influenciados por estímulos externos (JEAN-MARC, 1999). Esses hormônios agem nos processos fisiológicos envolvidos na reprodução de peixes, incluindo a diferenciação das gônadas, gametogênese, liberação de gametas e fertilização e eclosão dos ovos (RIBEIRO e MOREIRA, 2012). Todos estes eventos da cadeia reprodutiva são controlados por inúmeros fatores endócrinos ao longo do eixo Hipotálamo-Hipófise-Gônadas, mas também interagem com outras importantes funções fisiológicas, como nutrição, crescimento (IZQUIERDO *et al.*, 2001), osmorregulação (HAFFRAY *et al.*, 1995; LE FRANÇOIS e BLIER, 2003; DAMATO e BARBIERI, 2012) e respostas a fatores de estresse (SCHRECK *et al.*, 2001).

Embora necessário o conhecimento de vários fatores que influem no comportamento do ambiente

perante o seu potencial pesqueiro, o estudo da biologia reprodutiva proporciona uma análise mais segura do mesmo (SOUSA, 2011), visto que fornece dados norteadores ao ordenamento pesqueiro. Informações sobre o desenvolvimento cíclico das gônadas, época e local de desova e comprimento em que os indivíduos entram no processo reprodutivo fazem parte do conhecimento acerca da biologia reprodutiva de uma espécie (SOUZA *et al.*, 2007), funcionando ainda como subsídios necessários e importantes para procedimentos de manejo e conservação de populações nativas e para a regulamentação das pescarias, com base no uso que os indivíduos fazem de um sistema ou área (KING, 1995; DIAS *et al.*, 1998).

Este estudo é pioneiro no Sistema Lacustre Pindaré-Mearim da Baixada Maranhense, que é composto por cinco reentrâncias lacustres: Cajari, Viana, Aquiri, Belém e Coqueiro (FRANCO, 2008). No lago de Viana, área em que se desenvolveu o presente estudo, a pesca artesanal é praticada por diversas comunidades de pescadores, que utilizam como principais petrechos de pesca a tarrafa e a rede de emalhar, havendo ainda a pesca de anzol, o socó e o muzuá (COSTA, 2006). Nesta região, uma das espécies alvo da pescaria é a pescada-branca, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), classificada como altamente constante e com alta abundância em estudos de riqueza taxonômica e diversidade para a região, podendo ser caracterizada como importante recurso pesqueiro para a Baixada Maranhense (SILVA, 2016) e uma das principais espécies responsáveis pela manutenção da economia pesqueira do Município de Viana e de outras cidades da Baixada. Nesse contexto, objetivou-se caracterizar a biologia reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus*, através da análise dos estádios de desenvolvimento gonadal, proporção sexual, tamanho de primeira maturação, fecundidade e época e tipo de desova. No presente trabalho, a hipótese é que o período reprodutivo de *P. squamosissimus* deva coincidir com o período chuvoso da região, devido à maior disponibilidade do recurso nesta época.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreendeu a região da Baixada Maranhense (Figura 1), onde ocorre a confluência dos rios Pindaré e Mearim, apresentando um extenso sistema lacustre, denominado Sistema Lacustre

Pindaré-Mearim. FRANCO (2008) identificou cinco reentrâncias lacustres, na seguinte ordem em relação ao início do pulso de inundação: Cajari, Viana, Aquiri, Belém e Coqueiro. O lago de Viana,

localizado ao sul do município de Viana (3°00' - 3°15'S; 45°00' - 45°15'W), foi onde se desenvolveu o presente estudo; ele recebe águas por trechos dos rios Mearim, Pindaré e Maracu (COSTA, 2006).

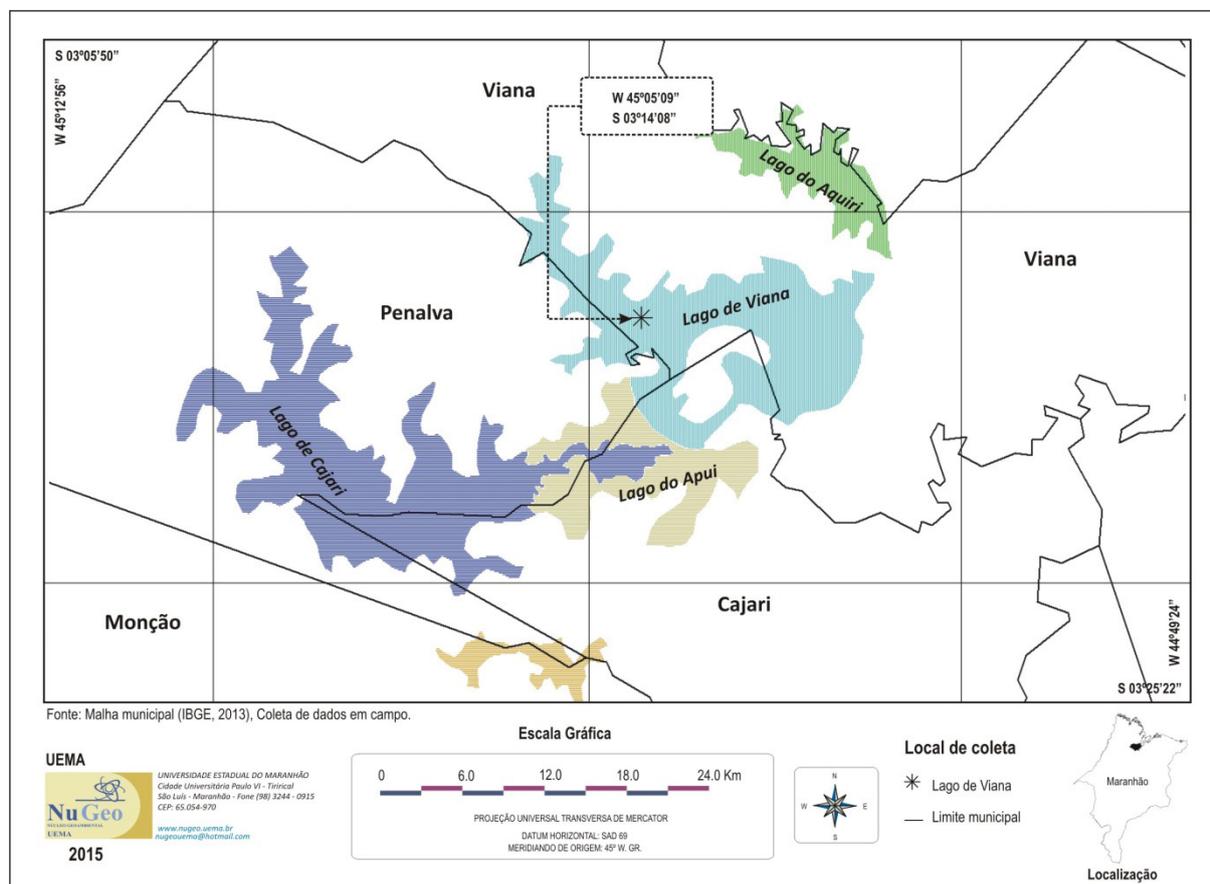


Figura 1. Localização dos lagos componentes do Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, com destaque para a cidade e lago de Viana.

As coletas de *Plagioscion squamosissimus* foram efetuadas bimestralmente durante o período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013, sendo os exemplares obtidos por meio de compra comercial nas margens do lago de Viana. O material foi transportado para o Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática da Universidade Estadual do Maranhão. As gônadas foram retiradas e pesadas e seus diferentes estádios de desenvolvimento determinados. Foram observadas diversas características referentes a cada gônada, tais como: cor, vascularização, volume em relação à cavidade abdominal, visibilidade dos ovócitos (fêmea), presença de esperma (macho) e consistência.

De cada indivíduo foram registrados o comprimento total (CT) em centímetro, medido entre os extremos do focinho e da nadadeira caudal, e o peso total (PT) em grama. A relação entre

comprimento total e peso total foi estabelecida através da regressão linear após transformação logarítmica, ajustada pelo método dos mínimos quadrados, segundo modelo de ZAR (2010).

A proporção sexual usada para caracterizar a estrutura da população foi calculada para o período total, para os bimestres de coleta e para as classes de comprimento. As proporções sexuais obtidas foram testadas pelo χ^2 (qui-quadrado) com correção de Yates para verificar a ocorrência de diferença significativa. O tamanho de primeira maturação sexual (L50) foi estimado calculando-se a proporção de indivíduos sexualmente maduros por classe de comprimento médio.

Os exemplares foram submetidos a uma abertura longitudinal na região ventral para extração das gônadas e sua identificação macroscópica, para determinação do sexo e do estágio de maturação

gonadal, além da descrição morfológica das gônadas, obedecendo à escala proposta por VAZZOLER (1996).

A classificação macroscópica das gônadas foi baseada nos seguintes estádios: A (imaturo); B (em maturação ou em repouso); C (maduro); e D (esvaziado ou esgotado). Posteriormente, as gônadas foram pesadas (Pg) em balança de precisão de 0,01 g. Nos casos em que a classificação macroscópica não foi possível, procedeu-se à análise microscópica. A frequência dos estádios de maturidade foi obtida considerando-se a distribuição dos estádios de maturação por bimestre.

O período reprodutivo foi determinado analisando-se a frequência bimestral dos estádios de maturação, através da variação dos valores médios da relação gonadossomática (Δ RGs) e do fator de condição (Δ K). Na determinação da fecundidade foram utilizadas 19 gônadas de fêmeas sexualmente maduras; para tanto, empregou-se o método volu-

métrico proposto por VAZZOLER (1996), sendo os ovócitos dissociados para registro do diâmetro e contagem dos mesmos, dados estes utilizados na obtenção da frequência de distribuição dos ovócitos por classe de comprimento para a determinação do tipo de desova.

RESULTADOS

Nos exemplares de *Plagioscion squamosissimus* analisados, a diferença entre machos e fêmeas não foi considerada estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Fêmeas ($b=2,8555$) e machos ($b=2,5974$) apresentaram alometria negativa (Figura 2), ou seja, a espécie tende a crescer mais em comprimento do que em peso, independentemente do sexo. Na comparação entre os sexos, portanto, podem ser apresentados em sexos agrupados ($b=2,7437$). Através do teste t foi confirmado que não houve diferença significativa entre os sexos.

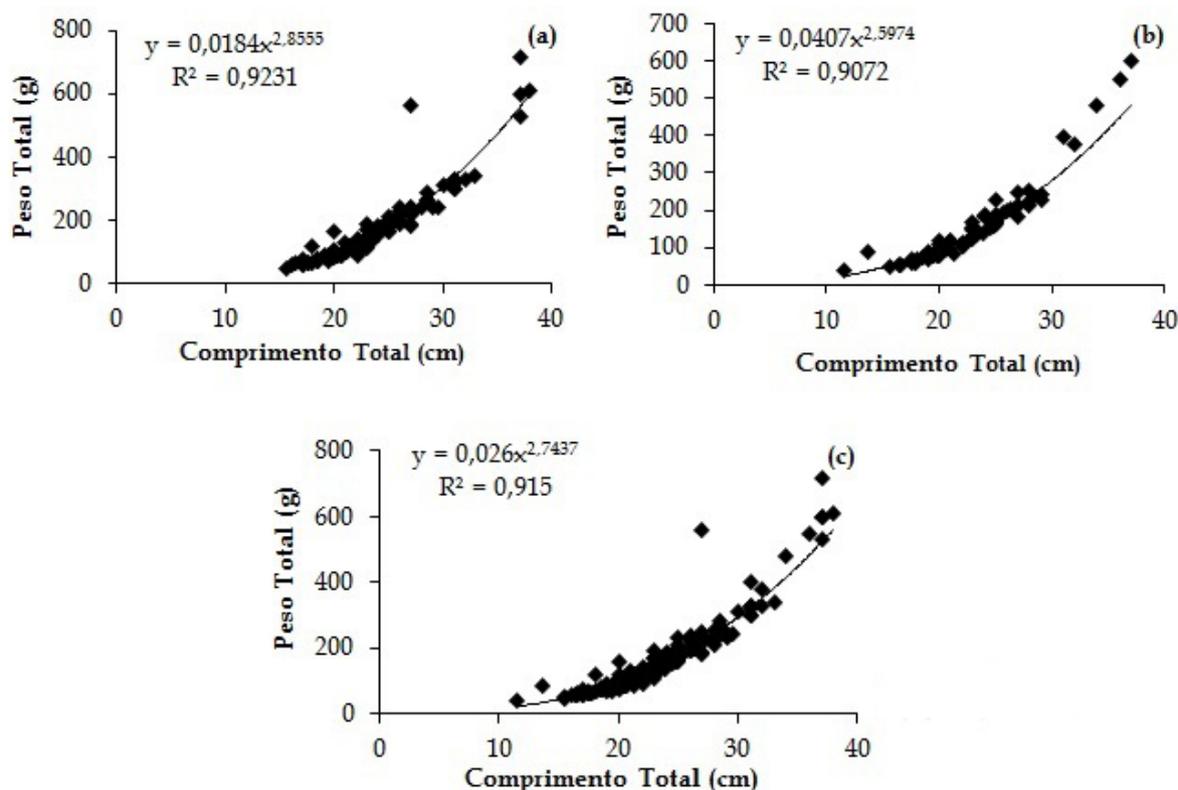


Figura 2. Relação entre peso total (PT) e comprimento total (CT) de fêmea (a), macho (b) e sexos agrupados (c) de exemplares de *Plagioscion squamosissimus* capturados na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

A proporção sexual para o período total foi de 1,2 fêmea para 1 macho. O valor de χ^2 (3,62) indica que para a proporção sexual durante o período total não houve diferença significativa entre os sexos, sendo observado ainda um equilíbrio na distribuição sexual durante todo o período estudado.

A maioria dos indivíduos apresentou comprimentos entre 19,0 e 23,0 cm (Figura 3). O maior comprimento encontrado foi o de uma fêmea, 38 cm, sendo que as mesmas predominaram em todas as classes de comprimento, exceto naquela de 11-15 cm, em que houve somente a presença de machos.

Analisando a distribuição das frequências absolutas e relativas de machos e fêmeas para o período total de estudo, observam-se redução do número de machos nas classes de maiores comprimentos (Figura 3) e presença de indivíduos

imaturos em todas as classes de comprimento, exceto nas classes de 27-31 e 35-39 cm, em que se percebe apenas a presença de indivíduos em estágio de maturação avançada (Figura 4).

Os valores do χ^2 (Tabela 1) mostram que não há diferença significativa em nenhuma das classes de comprimento. O tamanho de primeira maturidade sexual de *P. squamosissimus* para o período estudado foi de 15,303 cm (Figura 5), ou seja, o tamanho mínimo de captura em que pelo menos 50% da população se encontra apta ao início de sua atividade reprodutiva.

O volume, a coloração, a espessura e a irrigação sanguínea dos ovários dos exemplares de *P. squamosissimus* variaram de acordo com o estágio de maturação (Tabela 2), apresentando tonalidades desde róseo claro (período de repouso) até bem amarelada (maturação final) devido à cor dos ovócitos repletos de vitelo.

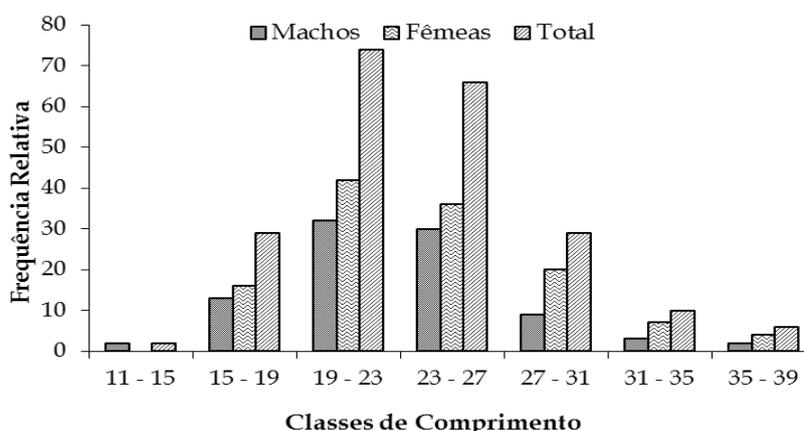


Figura 3. Distribuição da frequência relativa por classe de comprimento total de fêmeas e machos de *Plagioscion squamosissimus* capturados na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

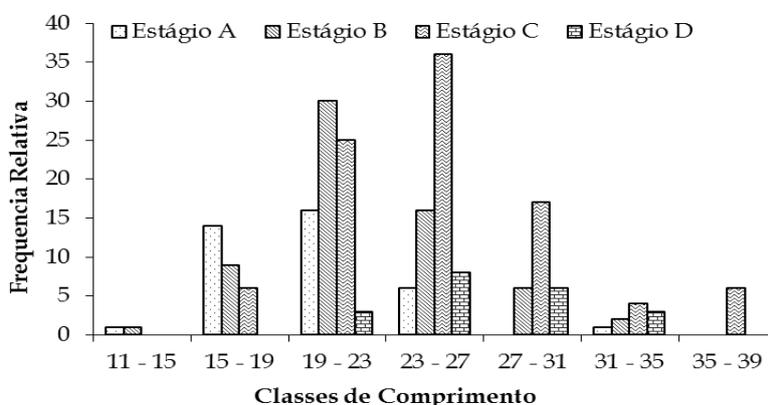


Figura 4. Distribuição da frequência relativa, por estágio maturacional de sexos agrupados, de exemplares de *Plagioscion squamosissimus* capturados na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

Tabela 1. Valores do (χ^2) qui-quadrado por classe de comprimento total (cm) de exemplares de *P. squamosissimus* capturados na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

Classe de comprimento	Macho	Fêmea	Total	Frequência esperada	χ^2
11 – 15	2	0	2	1	2
15 – 19	14	15	29	14,5	0,034
19 – 23	32	42	74	37	1,351
23 – 27	31	35	66	33	0,242
27 – 31	10	19	29	14,5	2,793
31 – 35	3	7	10	5	1,6
35 – 39	2	4	6	3	0,666
Total geral	94	122	216	108	3,629

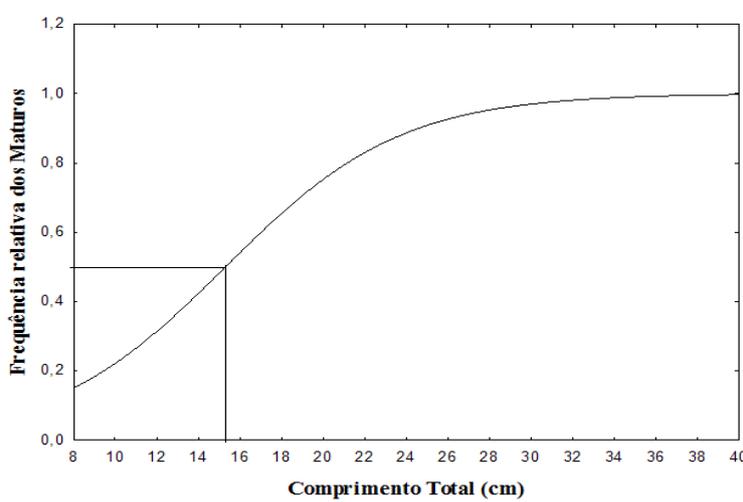


Figura 5. Comprimento de primeira maturação para sexos agrupados de exemplares de *Plagioscion squamosissimus* capturados na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

Tabela 2. Correlação entre os estádios macroscópicos e microscópicos das fêmeas de *Plagioscion squamosissimus* capturadas na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

Características	Classificação proposta				
	Imaturo	Em maturação	Maturo	Desovado	
Aspectos macroscópicos	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	Invisíveis	Esbranquiçados, pequenos e grandes	Amarelos e grandes	-
	Vascularização	Não	Mediana	Elevada	Hemorrágica
	Coloração das gônadas	Translúcida	Amarelo-clara	Amarelo-rósea	Vermelha
Tipos de ovócitos predominantes		Fases I e II	Fases I, II, III	Fases I, II, III, IV, V e VI	Fases I, II, III, IV e FV

Histologicamente, os estádios maturacionais das fêmeas de *P. squamosissimus* foram identificados através da caracterização das células nas diversas fases ovocitárias (Figura 6), sendo estas: ovário imaturo (Figura 6a), ovário em início de maturação (Figura 6b), ovário em maturação final (Figura 6c), ovário esvaziado (Figura 6d). No ovário imaturo verifica-se a presença de células germinativas jovens (fase I) e ovócitos de estoque de reserva (fase II). Durante a maturação inicial há predominância de ovócitos de estoque de reserva (fase II) e ovócitos

em vitelogênese lipídica (fase III), além dos ovócitos observados no estágio de maturação anterior. No ovário maduro, o processo de maturação já está avançado e observa-se, além de ovócitos as fases I, II e III, predominância de ovócitos em vitelogênese lipídica e proteica (fase IV) e ovócitos com vitelogênese completa (fase V). Finalmente, no ovário esvaziado é possível observar a presença de ovócitos nas fases I, II, III e folículos vazios. Durante a maturação final ainda é possível observar a presença de ovócitos em hialinização (fase VI).

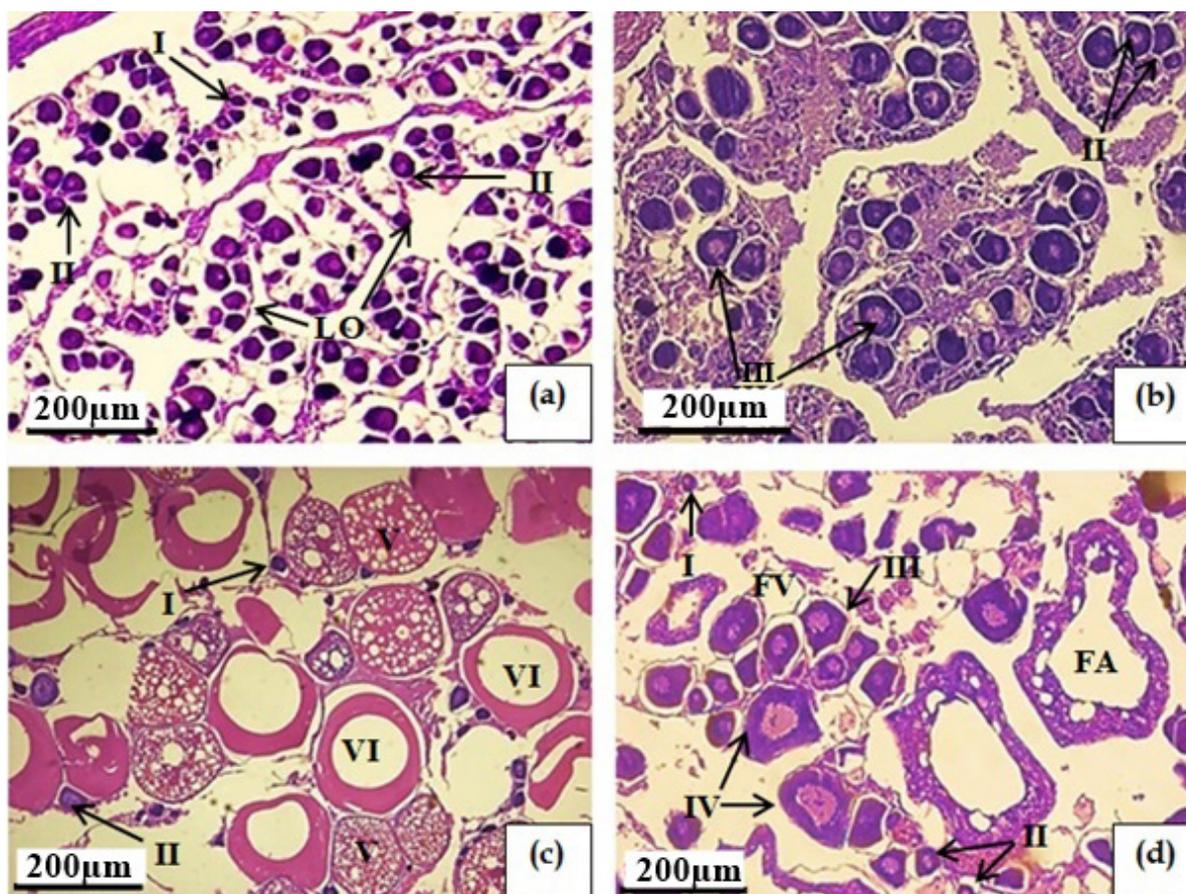


Figura 6. Fotomicrografia do ovário de *Plagioscion squamosissimus* durante o ciclo gonadal. (a) Ovário imaturo; (b) Ovário em maturação inicial; (c) Ovário em maturação final; (d) Ovário esvaziado. I: células germinativas jovens; II: ovócitos de estoque de reserva; III: ovócitos em vitelogênese lipídica; IV: ovócitos em vitelogênese lipídica e proteica; V: ovócitos com vitelogênese completa; VI: ovócitos em hialinização; LO: Lamelas ovígeras; FV: Folículo vazio; FA: Folículo atrésico HE 20x. Escala = 200 μ m.

Através dos valores médios de Δ RGS e Δ K para *P. squamosissimus* (Figura 7a e 7b) foram observados dois picos de atividade reprodutiva, sendo um deles no período de fevereiro a março, e o outro no período de agosto a setembro; após esses picos verificou-se redução do peso das gônadas, indicando expulsão de gametas. Portanto, os bimestres fevereiro/março e agosto/setembro são determinados como época de

desova para *P. squamosissimus* no lago de Viana. Nos meses de abril/maio e outubro/novembro, a espécie encontra-se desovada, pois ocorre diminuição da relação gonadossomática, sendo estes períodos considerados como época de proteção dos juvenis. Observou-se ainda que no lago de Viana ocorrem indivíduos maduros de ambos os sexos ao longo de todo o ano (Figura 7c).

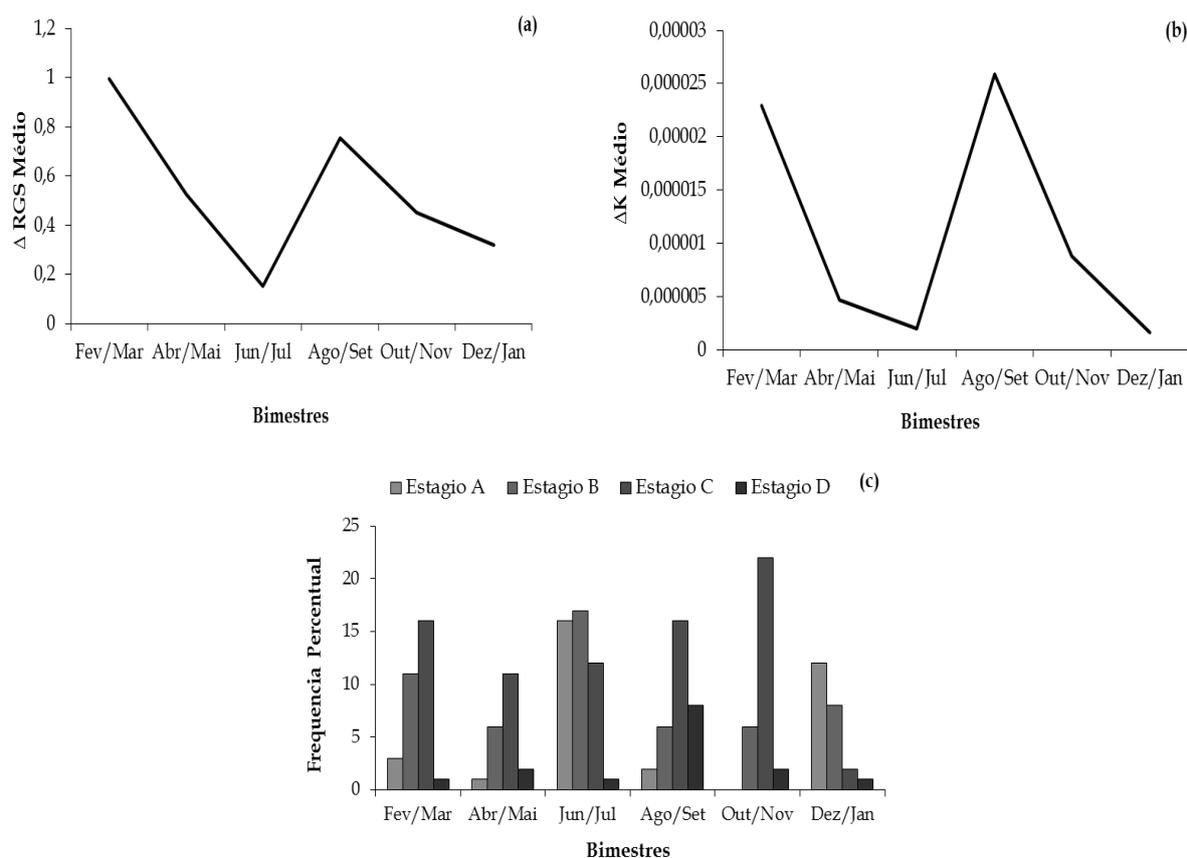


Figura 7. Valores médios de (a) ΔRGS ; (b) ΔK e (c) frequência percentual bimestral dos estádios maturacionais de fêmeas de *Plagioscion squamosissimus* capturadas na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

Os indivíduos fêmeas utilizados para o cálculo de fecundidade apresentaram variação de comprimento de 17 a 38 cm, sendo considerados os ovócitos que se apresentavam em processo de vitelogenese, isto é, com diâmetro a partir de 200 μm . Verificou-se que o número de ovócitos maduros variou de 114.334 a 174.626, por gônada analisada. Estima-se, através da fecundidade absoluta, que em cada desova de *P. squamosissimus* sejam eliminados, em média, 143.337, o que caracteriza uma alta fecundidade. A fecundidade relativa ao comprimento e ao peso foi estimada em 5304 ovócitos por centímetro de comprimento total e 558 ovócitos por grama de peso total da fêmea.

O R^2 , calculado para a relação entre a fecundidade absoluta e os dados biométricos, mostra que há uma forte correlação da mesma com as variáveis peso (0,9187) e comprimento (0,9223), ou seja, a fecundidade absoluta é incrementada à medida que os dados biométricos aumentam (Figura 8).

A medição do diâmetro dos ovócitos dissociados mostrou que existem ovócitos de várias classes de

tamanho em uma mesma gônada. Assim, através de análises histológicas foi possível constatar a distribuição da frequência dos diâmetros dos ovócitos, por meio da presença de ovócitos em uma ou mais fases de desenvolvimento, e da ocorrência constante de mais de duas modas, 150-250 μm , 250-350 μm e 350-400 μm (Figura 9).

A análise da distribuição da frequência de ocorrência dos ovócitos por classe de diâmetro com intervalos de 50 μm revela um desenvolvimento ovocitário sincrônico em mais de dois grupos: ovócitos do estoque de reserva, com diâmetros menores que 100 μm ; ovócitos maiores que 150 μm , que se separam do primeiro grupo e evoluem para as fases III, IV e V, quando ocorre a vitelogenese; e ovócitos maiores que 300 μm , já na fase VI, a fase de hidratação.

Esses resultados indicam que o tipo de desova da espécie é múltipla ou parcelada. Neste tipo de desova, os ovócitos que compõem cada lote desenvolvem-se sincronicamente e, à medida que os lotes mais desenvolvidos atingem a maturação completa, são

eliminados. Esse padrão foi confirmado pela análise microscópica, que permitiu o registro da ocorrência

de ovócitos em várias fases de desenvolvimento, sendo observadas fêmeas maduras ao longo de todo o ano.

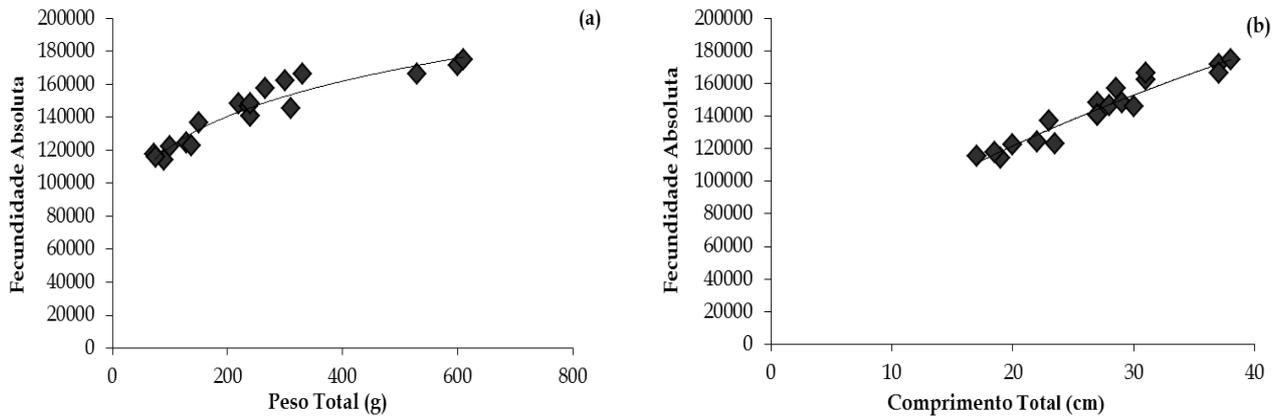


Figura 8. Relações (a) Fecundidade x Peso total e (b) Fecundidade x Comprimento total para a espécie *Plagioscion squamosissimus* capturada na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

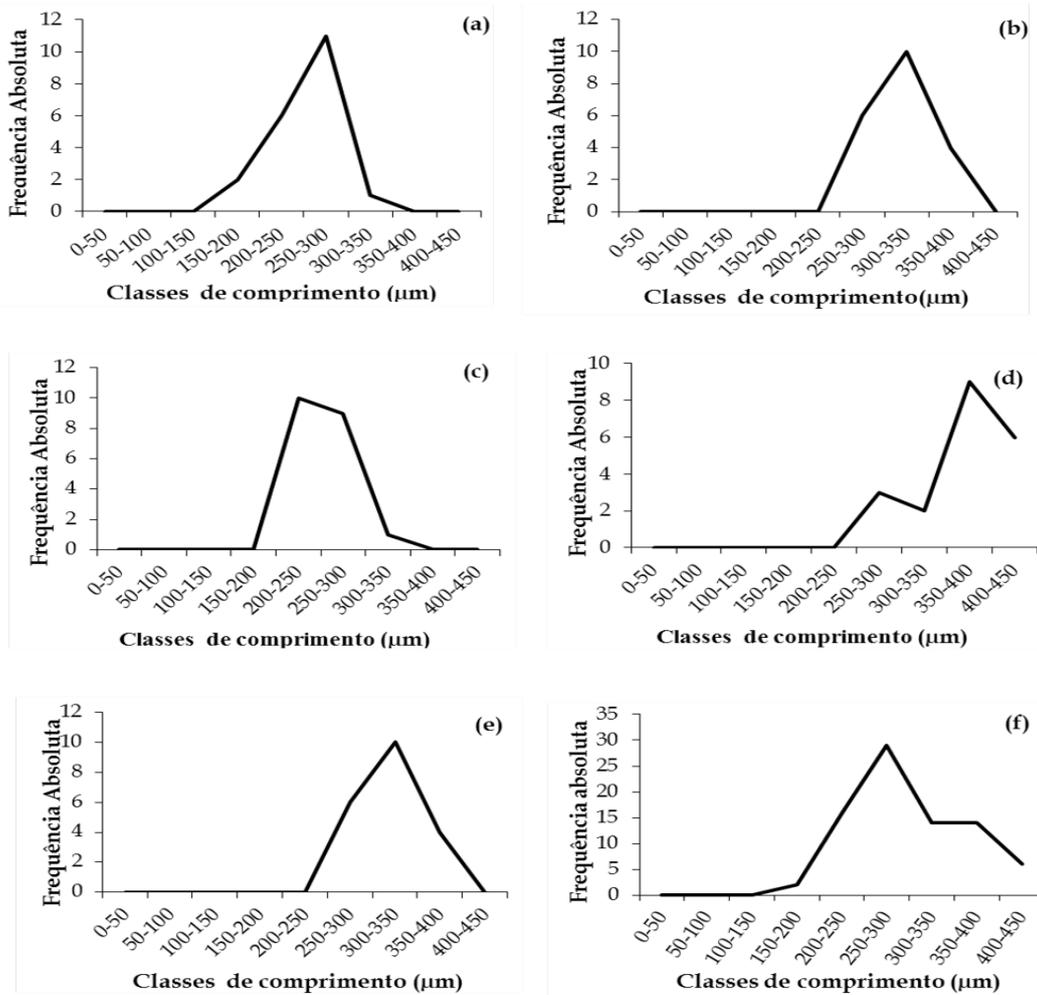


Figura 9. Distribuição da frequência dos diâmetros dos ovócitos de fêmeas de *Plagioscion squamosissimus*, por bimestre: (a) 1º bimestre; (b) 2º bimestre; (c) 3º bimestre; (d) 4º bimestre; (e) 5º bimestre e (f) 6º bimestre, capturadas na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, Sistema Lacustre Pindaré-Mearim, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

DISCUSSÃO

A alometria negativa constatada em *P. squamosissimus* no lago de Viana divergiu do que foi encontrado por JURAS *et al.* (2005) no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí - Pará, onde os exemplares de *P. squamosissimus* analisados apresentaram alometria positiva para machos, fêmeas e sexos agrupados ($b=3,01$ para machos, $b=3,04$ para fêmeas e $b=3,03$ para sexos agrupados). Porém, os resultados deste trabalho são semelhantes aos encontrados por RODRIGUES *et al.* (1988) para os peixes da represa de Bariri, Estado de São Paulo. Segundo Fonteles Filho, *apud* VIANA *et al.* (2006), a alometria está associada a questões adaptativas, sendo a positiva possivelmente influenciada pela predação por outros organismos, servindo de mecanismo de defesa, pois ocorre aumento do tamanho com gasto mínimo de energia. Assim, levando-se em consideração tal premissa, a alometria negativa verificada para esta espécie no lago de Viana deve-se, provavelmente, à baixa predação da espécie por outros organismos, permitindo caracterizar *P. squamosissimus* como espécie de topo na cadeia do lago de Viana.

Em relação à proporção entre machos e fêmeas de *P. squamosissimus* (1,2 fêmeas para cada macho), as fêmeas mostraram-se em maior número, com proporção sexual bem próxima à registrada por BARBOSA (2009), para esta mesma espécie em Barcarena - PA, sendo 1,1 fêmea para 1 macho. Valores semelhantes também foram encontrados nos estudos de RODRIGUES *et al.* (1988) na represa de Bariri - SP (1,6 fêmea para 1 macho). Nesses casos, a predominância de fêmeas durante o período reprodutivo está associada à facilidade de ser capturada devido ao peso de suas gônadas, como sugerido por GURGEL (2004). Porém é provável que o período após a reprodução seja caracterizado por intenso esforço das fêmeas em obter alimento e na recuperação de energia, o que pode refletir na capturabilidade das mesmas, influenciando na proporção destas em relação aos machos (BRAGA *et al.*, 2006). A ocorrência de indivíduos sexualmente maduros em pequenas classes de comprimento demonstra que esta espécie apresenta desenvolvimento gonadal rápido, favorecendo o processo de sua manutenção.

O tamanho mínimo de captura encontrado para *P. squamosissimus* no lago de Viana é de fundamental importância para utilização de seus estoques pesqueiros, servindo ainda, segundo HUNTER

e MACEWICZ (2003), de embasamento para determinação do período de defeso da espécie, em que fica proibida a captura de indivíduos menores que 15,3 cm, resultando em medidas de ordenamento pesqueiro. Assim como BRAGA (2001), que registrou o valor de 26 cm para a primeira maturação de indivíduos de um reservatório no Rio Grande do Sul, ROCHA *et al.* (2013) determinaram comprimento de primeira maturação para sexos agrupados de *Plagioscion squamosissimus* igual a 32,4 cm, superior, portanto, ao registrado no presente trabalho. Já CARNELÓS e BENEDITO-CECILIO (2002) registraram, no reservatório de Itaipu, comprimento de primeira maturação (17,3 cm) bem próximo ao observado neste estudo (15,3 cm). Quando esses números são comparados ao encontrado para *P. squamosissimus* da Baixada Maranhense, conclui-se que os peixes do lago Viana estão amadurecendo precocemente. Esse dado poderá ser usado como indicativo de pressão pesqueira em posteriores estudos nesta área. Outro fato que se observa na região é a presença de barragens entre os lagos, o que contribui para alteração do fluxo de água durante os períodos de estiagem, podendo, provavelmente, estar influenciando na redução do tamanho de primeira maturação das fêmeas. Modificações no ambiente, como as advindas de construções de barragens, que mudam a dinâmica de um sistema natural e estabelecem novas condições ecológicas, podem alterar a estratégia reprodutiva de espécies de peixes, a fim de que estas se adequem às novas condições ambientais (MIMS e OLDEN, 2013). Além disso, no lago de Viana, o nível da água varia sazonalmente, sendo que o período chuvoso corresponde aos meses de janeiro a julho, e o período seco, aos de agosto a dezembro (COSTA, 2006). Essa variação sazonal do nível d'água pode estar alterando o período reprodutivo de *P. squamosissimus*, fazendo com que a população desta espécie inicie sua atividade reprodutiva cada vez mais cedo (BEGOSSI, 2004), uma vez que, nesta região, os períodos seco e chuvoso são instáveis, variando ao longo do ano, seja por um período seco longo e um chuvoso curto ou ainda o contrário. Essa instabilidade acarreta na escassez de pescado em períodos maiores, contribuindo para o aumento do esforço de captura empregado pelos pescadores a fim de manter a quantidade de pescado desembarcado; para isso, seguem diversificando as estratégias de pesca utilizando técnicas predatórias, o que, provavelmente, provoca aumento compensador da capacidade reprodutiva da espécie, resultando

em modificações em sua reprodução, através da diminuição do tamanho de primeira maturação.

Quanto à caracterização macroscópica das gônadas de *P. squamosissimus*, SANTOS *et al.* (2004) identificaram cinco estádios gonadais em indivíduos capturados em açudes do Ceará: imaturo, maturação inicial, maturação avançada, maduro e em repouso. Em relação à caracterização microscópica das gônadas de *P. squamosissimus* foi possível registrar, além dos ovócitos comumente observados durante os quatro estádios de maturação, a presença de ovócitos em hialinização (fase VI) nos ovários em maturação avançada; tais ovócitos, segundo VAZZOLER (1996), são os mais avançados, sendo formados horas antes de serem eliminados, fato que pode ser evidenciado apenas em ovários maduros de peixes marinhos e que se torna plausível quando se observa a intrusão salina que ocorre em grandes ciclos interanuais no lago de Viana, através do canal Maracu, que se estende pelo lago de Viana até o rio Pindaré recebendo influência das marés dinâmicas oriundas do Golfo Maranhense, assim como diretamente da costa pela proximidade com a zona estuarina do rio Mearim (FRANCO, 2008). Deste modo, *P. squamosissimus* caracteriza-se como espécie eurialina, capaz de habitar ambientes estuarinos durante determinada época da vida. Levando em consideração a presença de ovócitos em hialinização, que caracterizam o momento da desova, pode-se supor que a espécie utiliza o estuário para desovar, mais precisamente na região estuarina do rio Mearim.

Em *Plagioscion squamosissimus*, os valores de ΔK foram mais elevados nos períodos de fevereiro a março e de agosto a setembro, estando coerente com os valores da relação gonadossomática, confirmando um longo período reprodutivo e indicando que nestes meses a desova da espécie foi maior. A queda do valor de ΔK em alguns bimestres mostrou que nesses períodos a maioria das fêmeas encontrava-se desovada, comprovando o final do período de desova. A frequência percentual dos estádios de desenvolvimento gonadal das fêmeas de *P. squamosissimus* durante o período em que foram analisados o ΔK e o RGS revela que há predominância de indivíduos nos estádios A e B, indicando que a espécie utiliza a região estuarina do rio Mearim como área de criadouro, provavelmente para alimentação. Tal fato pode ser confirmado através da presença de indivíduos em fase juvenil durante o ano todo, como sugerido por FERREIRA *et al.* (2008). Além disso, a presença de indivíduos nos estádios C e D indica

que o lago de Viana também é utilizado como área de desova pela espécie em estudo. A fecundidade registrada para *P. squamosissimus* mostrou-se elevada quando comparada com o valor médio encontrado por FELIX (2008) no reservatório de Pedra, na Bahia (22.610 ovócitos). BRAGA (1986), ao avaliar a biologia reprodutiva de *P. squamosissimus* na represa de Barra Bonita, constatou a existência de correlação entre a fecundidade relativa e o comprimento, corroborando o encontrado neste estudo. Por outro lado, a fecundidade relativa de *P. squamosissimus* não acompanhou proporcionalmente o ganho de massa corpórea.

Os dados obtidos neste trabalho sugerem que o mecanismo de desenvolvimento ovocitário de *P. squamosissimus* é sincrônico em mais de dois grupos, o que caracteriza desova múltipla ou parcelada. Em *P. squamosissimus*, a desova parcelada pode ser uma estratégia para manter a contínua atividade reprodutiva da espécie ou, ainda, para sobreviver a uma provável competição pelo local de desova ou à pressão de captura local. A desova parcelada é típica de peixes que desovam em águas mais calmas, como é o caso dos lagos. As várias posturas ao longo do período reprodutivo, que caracterizam esse tipo de desova, têm o propósito de reduzir a predação sobre a prole e a competição entre seus indivíduos por alimento e abrigo (GODINHO, 2007). Na desova parcelada, os ovócitos maturam em lotes, sendo eliminados a intervalos durante a estação de desova, ou mesmo exibindo sazonalidade na desova (ARAÚJO, 2009), possibilitando maiores chances de sobrevivência e manutenção da espécie.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesse estudo é possível concluir que o lago de Viana foi favorável ao crescimento e manutenção de *P. squamosissimus*, sendo utilizado como área de criadouro e de desova da espécie.

O comprimento de primeira maturidade sexual de *P. squamosissimus* para o período estudado foi de 15,303 cm, sugerindo que seja este o tamanho mínimo de captura da espécie. A espécie apresenta alta fecundidade, com desova sincrônica e parcelada.

Os dados de reprodução de *P. squamosissimus* obtidos neste trabalho permitem sugerir as seguintes medidas de gerenciamento desse recurso pesqueiro: implantação da época de desova nos bimestres

fevereiro/março e agosto/setembro e proteção dos juvenis nos bimestres abril/maio e outubro/novembro, considerando as características biológicas da espécie e a proteção dos locais de reprodução (lago de Viana); e sensibilização e educação ambiental, visando minimizar os possíveis impactos causados pelo esforço de pesca, aumentando o número de defensores por meio do envolvimento de pescadores no processo de preservação do pescado, contribuindo, assim, para a manutenção da pesca como principal fonte de renda.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, R.B. 2009 *Desova e fecundidade em peixes de água doce e marinhos*. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 9(2): 24-31.
- BARBOSA, N.D. 2009 *Avaliação da biologia reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) e *Plagioscion surinamensis* (Bleeker, 1873) no Terminal de Vila do Conde e área adjacente (Barcarena - PA)*. (Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará). Disponível em: <http://www.ufpa.br/ppgeap/images/stories/ppgeap_dissertacao_neuciane_barbosa.pdf> Acesso em: 19 jun. 2017.
- BEGOSSI, A. (Org.) 2004 *Ecologia de pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia*. São Paulo: Hucitec: Nepam/Unicamp: Nupaub/USP: Fapesp. 331p.
- BRAGA, F.M.S. 1986 Estudo entre fator de condição e relação peso/comprimento para alguns peixes marinhos. *Revista Brasileira de Biologia*, 2(46): 339-346.
- BRAGA, F.M.S. 2001 Reprodução de peixes (OSTEICHTHYES) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande do Sul, sudeste do Brasil. *Iheringia*, 91(1): 67- 74.
- BRAGA, M.R.; MENEZES, M.S.; ARANHA, J.M.R. 2006 Táticas reprodutivas de *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876) (Characidae, Glandulocaudinae) no Rio Colônia Pereira, Paranaguá, Paraná. *Estudos de Biologia*, 28(65): 13-20.
- CARNELÓS, R.C.; BENEDITO-CECILIO, E. 2002 Reproductive strategies of *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840 (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Brazilian Archives of Biology Technology*, 45(3): 317-324.
- COSTA, C.L. 2006 *Sustentabilidade da Pesca Artesanal no Lago de Viana, Áreas de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense*. São Luís. 104 f. (Dissertação de Mestrado. Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão). Disponível em: <http://www.tedebr.ufma.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=477> Acesso em: 19 dez. 2015.
- DAMATO, M.; BARBIERI, E. 2012 Estudo da Toxicidade aguda e alterações metabólicas provocadas pela exposição do Cádmio sobre o peixe *Hyphessobrycon callistus* utilizado como indicador de saúde ambiental. *O Mundo da Saúde*, 36(4): 574-581.
- DIAS, J.F.; PERES-RIOS, E.; CHAVES, P.T.C.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 1998 Análise macroscópica dos ovários de teleósteos: problemas de classificação e recomendações de procedimentos. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(1): 55-69.
- FELIX, R.T.S. 2008 *Atividade Reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Actinopterydii, Perciformes), no Reservatório de Pedra, Rio de Contas, Bahia*. Recife. 94 f. (Dissertação de Mestrado. Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco). Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/URPE_1eb643c2297b766e004f73d9f4fc7872> Acesso em: 02 dez. 2015.
- FERREIRA, P.R.C.; LUZ, V.C.; FRÉDOU, F.L.; LOUREIRO, S.N. 2008 Estudo da dieta alimentar da pescada branca *P. squamosissimus* em Vila do Conde, Pará. *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Oceanografia*, 08 a 12 Dezembro de 2008, São Paulo(SP). CD-ROM.
- FRANCO, J.R.C. 2008 *Sistema Lacustre Vianense: Ensaios de modelos conceituais para os lagos do município de Viana - MA*. São Luís. 164 f. (Dissertação de Mestrado. Departamento de

- Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão). Disponível em: <http://www.tedebc.ufma.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=472> Acesso em: 15 dez. 2015.
- GODINHO, H.P. 2007 Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 31(3): 351-360.
- GURGEL, H. de C. B. 2004 Estrutura populacional e época de reprodução de *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, Tetragonopterinae) do Rio Ceará Mirim, Poço Branco, Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(1): 131-135.
- HAFFRAY, P.; FOSTIER, A.; NORMANT, Y.; FAURE, A.; LOIR, M.; JALABERT, B.; MAISSE, G. 1995 Impact of sea water rearing or freshwater transfer on final maturation and on gamete quality in Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquatic Living Resources*, 8(2): 135-145.
- HUNTER, J.R.; MACEWICZ, B.J. 2003 Improving the accuracy and precision of reproductive information used in fisheries. In: KJESBU, O. S.; HUNTER, J. R.; WITTHAMES, P. R. *Report of the working group on modern approaches to assess maturity and fecundity of warm-and-cold-water fish and squids*. Institute of Marine Research, Bergen. p. 57-68.
- IZQUIERDO M.S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A.G.J. 2001 Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197(1-4): 25-42.
- JEAN-MARC, N. 1999 Vitellogenesis in fish and effects of polycyclic aromatic hydrocarbon contaminants. *Aquatic Toxicology*, 45(2-3): 77-90.
- JURAS, A.A.; ROCHA, J.C.; CINTRA, I.H.A. 2005 Relação peso/comprimento da pescada-branca, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí - Pará. *Boletim Técnico Científico do Cepnor*, 5(1): 105-113.
- KING, M. 1995 *Fisheries biology: assessment and management*. Fishing News Books, 341p.
- LE FRANÇOIS, N.R.; BLIER, P.U. 2003 Reproductive events and associated reduction in the seawater adaptability of brook charr (*Salvelinus fontinalis*): Evaluation of gill metabolic adjustments. *Aquatic Living Resources*, 16(2): 69-76.
- MARQUES, N.E.F.; NUNES, J.L.S.; PIORSKI, N.M. 2013. Ictiofauna da reserva biológica do Gurupi. Disponível em: <<http://peixesdomaranhao.blogspot.com.br/2013/04/ictiofauna-da-reserva-biologica-do.html>>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- MIMS, M.C.; OLDEN, J.D. 2013 Fish assemblages respond to altered flow regimes via ecological filtering of life history strategies. *Freshwater Biology*, 58(1): 50-62.
- MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) 2010 *Convenção Ramsar*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_arquivos/convencao_ramsar_205.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2015.
- PINHEIRO, C.U.B. 2000 *A APA da Baixada Maranhense constitui um ecocomplexo de muitos componentes, tais como rios, lagos, estuários, áreas alagáveis e agroecossistemas*. 2000. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2000/materia_110800_6.html>. Acesso em: 03 jun. 2015.
- PIORSKI, N. M.; CASTRO, A. C. L.; PEREIRA, L. G.; MUNIZ, M.E.L. 1998 Ictiofauna do Trecho do Rio Itapecuru, Nordeste do Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 11(1): 15-24.
- RIBEIRO, C. S.; MOREIRA, R. G. 2012 Fatores ambientais e reprodução dos peixes. *Revista da Biologia*, 8(1): 58-61.
- ROCHA, J.C.; JURAS, A.A.; CINTRA, I. H. A.; SOUZA, R. F. C. 2013 A reprodução da pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí (Pará-Brasil). *Boletim Técnico Científico do Cepnor*, 6(1): 49 - 60.
- RODRIGUES, A. M.; RODRIGUES, J. D.; MORAES,

- M. N. de; FERREIRA, A. E. 1988 Aspectos da estrutura populacional da pescada-do-Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) na represa de Bariri, rio Tietê, estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 15(2): 155-167.
- SANTOS, S. B. A. F.; SILVA, A. C. da; VIANA, M. S. R. 2004 Aspectos reprodutivos da pescada-do-piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), capturada no Açude Pereira de Miranda (Pentecoste - Ceará). *Revista Ciência Agronômica*, 34(1): 57-62.
- SCHRECK, C.B.; CONTRERAS-SANCHEZ, W.; FITZPATRICK, M.S. 2001 Effects of stress on fish reproduction, gamete quality and progeny. *Aquaculture*, 197(1-4): 3-24.
- SILVA, N. K. A da. 2016 *Riqueza taxonômica e diversidade da assembleia de peixes na área de proteção ambiental da Baixada Maranhense*. Maranhão. 77f. (Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão). Disponível em: http://www.ppgrap.uema.br/wp-content/uploads/2016/11/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Nivea-Silva.pdf. Acesso em: 09 abr. 2017.
- SOUSA, M.L.N.M. de. 2011 *Caracterização morfológica de gônadas de machos do robalo, Centropomus undecimalis* (BLOCK, 1970) oriundos de cultivo e de ambiente natural. Ceará. 56 f. (Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Ceará). Disponível em: <http://www.uece.br/ppgcv/dmdocuments/miriamsouza.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2017.
- SOUZA, L. de G.; CHELLAAPPA, S.; GURGEL, H de C. B. 2007 Biologia reprodutiva do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* Cuvier, em recifes rochosos no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(2): 419 – 425.
- VAZZOLER, A.E.A de M. 1996 *Biologia da Reprodução dos Teleósteos: teoria e prática*. SBI/EDUEM, São Paulo. 169p.
- VIANA, A. P.; FRÉDOU, T.; LUCENA, F. 2006 Aplicações de técnicas morfométricas no estudo da morfometria de pescada branca, *Plagioscion squamosissimus*, Heckel (1940), Perciformes, Sciaenidae, desembarcada na Ilha de Mosqueiro-PA. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 19(1): 01-12.
- ZAR, J.H. 2010 *Biostatistical analysis*. 5th ed. Prentice Hall, New Jersey. 944p.