

## Parâmetros reprodutivos de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 (PISCES: CHARACIFORMES, SERRASALMINAE) no lago Cajari, Baixada Maranhense, Brasil

Irayana Fernanda da Silva Carvalho<sup>1</sup>, Lorrane Gabrielle Cantanhêde<sup>2</sup>, Ana Luiza Diniz Caldas<sup>3</sup>, Raimunda Nonata Fortes Carvalho Neta<sup>4</sup>, Zafira da Silva de Almeida

1. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal - PPGCA (Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Brasil). [nanda.dih@live.com](mailto:nanda.dih@live.com) <http://lattes.cnpq.br/1362099751294046> <http://orcid.org/0000-0002-4971-9804>
2. Programa de Pós-graduação em Zoologia - PPGZOO (Universidade Federal do Pará - UFPA, Brasil). [lorranegabrielle@hotmail.com](mailto:lorranegabrielle@hotmail.com) <http://lattes.cnpq.br/4604859649526239> <http://orcid.org/0000-0001-7796-9416>
3. Programa de Pós-graduação em Recursos Aquáticos e Pesca - PPGRAP (Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Brasil). [luizadiniz13@hotmail.com](mailto:luizadiniz13@hotmail.com) <http://lattes.cnpq.br/5932858035685458> <http://orcid.org/0000-0003-2701-566X>
4. Doutora em Biotecnologia (Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO, Brasil) Professora da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Brasil. [rajfortes@gmail.com](mailto:rajfortes@gmail.com) <http://lattes.cnpq.br/9142178397070079> <http://orcid.org/0000-0002-9295-8157>
5. Doutora em Zoologia (Universidade Federal do Pará - UFPA, Brasil), Professora da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Brasil. [zafiraalmeida@hotmail.com](mailto:zafiraalmeida@hotmail.com) <http://lattes.cnpq.br/8369634888345647> <http://orcid.org/0000-0002-8295-5040>

RESUMO

*Pygocentrus nattereri*, é uma espécie abundante nos lagos da Baixada Maranhense, e popularmente conhecida como piranha vermelha. O presente estudo teve como objetivo determinar os parâmetros reprodutivos de *P. nattereri* no Lago Cajari, a fim de determinar medidas protetivas para a região. Os espécimes deste estudo foram coletados e analisados no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013. Em laboratório, procedeu-se com a obtenção de dados biométricos, sexagem e fecundidade. A espécie apresentou alometria negativa. A proporção sexual foi 1,4 para 1 macho. O período de dezembro a março foi determinado como período de maior intensidade reprodutiva. A fecundidade de *P. nattereri* foi considerada baixa (34.494 ovócitos) e a primeira maturidade sexual para os sexos agrupados foi de 14,05 cm. Os dados obtidos nesse trabalho permitem afirmar que o Lago Cajari se mostrou favorável ao crescimento e manutenção de *P. nattereri*.

**Palavras-chave:** Área de proteção ambiental, conservação, nordeste.

### Reproductive parameters of *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 (PISCES: CHARACIFORMS, SERRASALMINAE) on lake Cajari, Baixada Maranhense, Brazil

ABSTRACT

*Pygocentrus nattereri*, is one of the abundant resources in large lakes Baixada Maranhense, and popularly known as red piranhas. This study aimed to determine the reproductive parameters of *P. nattereri* in Lake Cajari in order to determine protective measures for the region. The specimens of this study were collected and analyzed from February 2012 to January 2013. In the laboratory, we proceeded with the weighing and measurements of each individual and a ventrolateral longitudinal incision was made later to observe macroscopically the gonads. Then they were fixed in Bouin solution for microscopic examination and Gilson solution for analysis of fertility. Both sexes showed negative allometry, where the length is more than increase the weight. The sex ratio was 1.4 to 1 male. The period from December to March was determined as higher intensity reproductive period. The fecundity of *P. nattereri* was considered low and first sexual maturity for grouped sexes was 14.05 cm. The data obtained in this study allow us to state that the Cajari Lake is in favor of growth and maintenance *P. nattereri*.

**Keywords:** Environmental Protection area; conservation; northeast.

### Introdução

O Estado do Maranhão apresenta a pesca como uma atividade de grande importância social e econômica, que assume o papel de geração de renda em muitas comunidades tradicionais em municípios da Baixada Maranhense (ALMEIDA et al., 2013). Por se tratar de uma atividade artesanal, presume-se que o seu impacto seja insignificante no que se diz respeito a situações de sobrepesca e irregularidades ambientais (OLIVEIRA et al., 2012). Contudo, a ausência de políticas públicas voltadas para o setor pesqueiro pode gerar exploração desordenada dos recursos, possibilitando impactos negativos tanto para rentabilidade dessas comunidades quanto para o ambiente.

A região da Baixada Maranhense fica inserida no Bioma Amazônia, no Setor Oriental, sendo parte da Amazônia Legal Brasileira, apresentando ainda o maior complexo lacustre da região Nordeste (MACHADO; PINHEIRO, 2016), complexo este influenciado em sua maioria, pelos rios Pindaré e Mearim. Por se tratar de uma região amazônica, apresenta a pesca como atividade extremamente importante, porém não está totalmente estruturada.

Algumas medidas de gestão são desenvolvidas a partir de conhecimento comum e observação em longo prazo em sistemas de gestão tradicionais, tais como acesso limitado, sazonalidade, proteção de estoques reprodutivos ou juvenis (BERKES et al., 2006). Estudos que abordam os aspectos reprodutivos dos peixes permitem compreender o ciclo reprodutivo das espécies, bem como possibilitam analisar as características e adaptações morfológicas das gônadas, e a estratégia adotada para alcançar o sucesso reprodutivo (SADOVY; SHAPIRO, 1987).

Estudos sobre a biologia reprodutiva de uma espécie proporcionam uma análise mais segura sobre o potencial pesqueiro do ambiente, todavia é necessário o conhecimento de outros fatores que influenciam no comportamento de tal espécie. Porém, existe uma grande lacuna no que se refere aos estudos técnico-científicos sobre a biologia reprodutiva das espécies de importância econômica da região, dificultando o gerenciamento dos recursos para as comunidades (ARAÚJO; PINHEIRO, 2008; PAVÃO; FARIAS FILHO, 2013). Portanto, dados científicos sobre o desenvolvimento cíclico das gônadas, época e local de desova e comprimento em que os indivíduos entram no pro-

cesso reprodutivo (SOUZA et al., 2007), tornam-se importantes aliados à implementação de medidas de gestão pesqueira para a Baixada Maranhense, funcionando como dados biológicos básicos para conduzir procedimentos de manejo e para a regulamentação da pesca (TRINDADE-SANTOS; FREIRE, 2015).

A piranha vermelha (*Pygocentrus nattereri*) é um dos recursos abundantes nos grandes lagos da Baixada Maranhense, caracterizada como uma espécie de peixe de água doce da família Characidae, apresentando focinho curto e arredondado com mandíbula volumosa e prognata. Apesar de sua notoriedade, surpreendentemente há pouca informação sobre a ecologia e história de vida de piranhas (MAGURRAN; QUEIROZ, 2003). Sendo assim, aspectos da biologia reprodutiva devem ser estudados para *Pygocentrus nattereri*, visto que ainda são escassos os estudos sobre sua reprodução para o estado do Maranhão, sobretudo para a região da Baixada Maranhense, tendo em visto seu grande papel socioeconômico e biológico no ambiente.

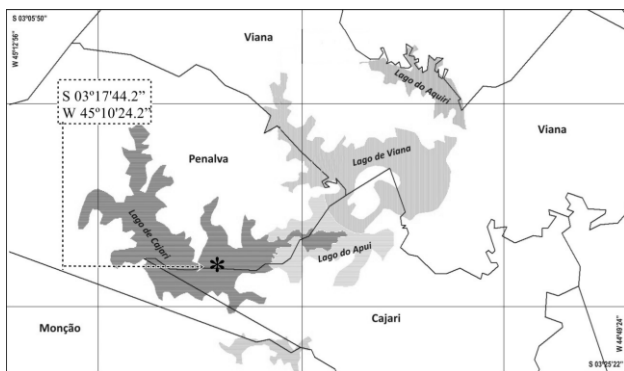
Desta forma, entender a respeito dos parâmetros reprodutivos de *P. nattereri* fornecerá informações pioneiras sobre esta espécie para o estado do Maranhão, bem como contribuirá para manutenção dos estoques da mesma e fornecerá soluções para a rentabilidade pesqueira da região. Em suma, neste trabalho a biologia reprodutiva de *Pygocentrus nattereri* foi estudada com o objetivo de determinar a relação peso total/comprimento total, a proporção sexual, tamanho de primeira maturidade sexual, fecundidade, período e tipo de desova, a fim de subsidiar as medidas de manejo necessárias para manutenção da espécie.

## Material e Métodos

### Área de estudo

A Baixada Maranhense (1°59'04.00" S e 44°21'45.3'3"W), localizada na região de confluência dos rios Mearim e Pindaré, possui uma área de 1.775.035,6 ha, abrangendo 23 municípios, constitui um complexo ecossistema que inclui rios, lagos, estuários, agroecossistemas, além de campos naturais e um grande sistema de áreas inundáveis, peculiares a esta região do estado do Maranhão.

O Lago Cajari (03°17'44.2"S e 45°10'24.2"W) localiza-se no município de Penalva (Figura 1), na porção centro-sul da Baixada Maranhense. O lago compõe o sistema lacustre Viana/Cajari, integrante da bacia do rio Pindaré.



**Figura 1.** Mapa de localização do Lago Cajari, Penalva, Maranhão, Brasil. Simbologia: O asterisco (\*) indica o Lago Cajari e o traço (-) indica os limites municipais. Fonte: NUGEO, UEMA. / **Figure 1.** Location map of Cajari Lake, Penalva, Maranhão, Brazil. Symbology: The asterisk (\*) indicates Cajari Lake and the dash (-) indicates municipal boundaries. Source: NUGEO, UEMA.

### Coleta de dados

As coletas foram efetuadas bimestralmente durante o período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013, onde foram analisados 229 exemplares de *P. nattereri*, obtidos através de

compra comercial ainda às margens do Lago Cajari diretamente com os pescadores. O material foi transportado em caixas de isopor com gelo para o Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, para o prosseguimento das análises. Para cada exemplar foram obtidas medidas do comprimento total (CT), peso total (PT), peso das gônadas (Pg), peso do eviscerado, peso de vísceras, sexo e estágio maturacional.

### Análise de dados

Os estádios maturacionais e o sexo dos indivíduos foram determinados através de análises macroscópicas e confirmados com análise histológica quando necessário. Para classificação dos estádios gonadais, uma escala previamente estabelecida por Lowerre-Barbieri et al. (2011) foi utilizada, onde A = fase imatura; B = fase em desenvolvimento; C = fase de capacidade de desova e D = fase de regressão.

A relação entre comprimento total e peso total foi estabelecida através da regressão não linear. O ajuste da curva representada pela expressão matemática,  $PT = a \times CT^b$ , foi obtida pelo método dos mínimos quadrados (ZAR, 2010) onde PT é o peso total do peixe, a, o coeficiente linear de regressão, CT é o comprimento total do peixe e b, o coeficiente angular de regressão.

O período reprodutivo foi determinado analisando-se a frequência bimestral dos estádios de maturação, a variação dos valores médios da relação gonadosomática ( $\Delta RGS$ ) e do fator de condição ( $\Delta K$ ), utilizando-se apenas as fêmeas, conforme VAZZOLER (1996).

O tamanho de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) foi estimado calculando-se a proporção de indivíduos sexualmente maduros por classes de comprimento médio. Os valores obtidos foram ajustados a uma curva logística utilizando o Programa Statistica 7.0, segundo a fórmula:  $P = 1 / (1 + \exp[-r(L - L_{50})])$ , onde: P é a proporção de indivíduos maduros; r é o declive da curva; L é o comprimento total e;  $L_{50}$  é o comprimento médio de maturação.

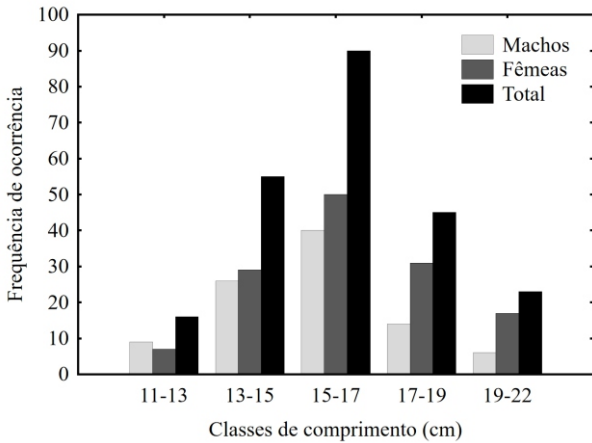
A fecundidade (F) foi estimada pelo método volumétrico (VAZZOLER, 1996), utilizando 12 gônadas. A fecundidade relativa foi estabelecida através da relação entre comprimento total (CT), peso total (PT) e fecundidade (F), expressas pelas equações:  $FR = a \times CT^b$  e  $FR = a \times PT^b$ , onde: FR é a fecundidade relativa; CT é o comprimento total; PT é o peso total; a é o coeficiente linear da regressão e; b é o coeficiente angular da regressão.

O tipo de desova foi definido com base na observação da frequência de ovócitos de cada intervalo de diâmetro e o padrão encontrado foi comparado com a relação gonadosomática, fator de condição e frequência dos estádios maturacionais.

## Resultados e Discussão

Em relação ao período sazonal, nos meses correspondentes ao período seco (julho a dezembro), houve a ocorrência de 68,6% de fêmeas e 31,4% de machos. Já nos meses que correspondem ao período chuvoso (janeiro a junho), foram capturadas 52,4% de fêmeas e 47,6% de machos. Do total analisado, o peso mínimo foi de 40g e o máximo foi de 283g ( $127,59g \pm 55,08g$ ). O comprimento mínimo foi de 11 cm e o máximo foi 21,6 cm ( $15,86cm \pm 2,15cm$ ). Esses números refletem principalmente na proporção sexual encontrada para *P. nattereri*, correspondendo a 1,4 fêmeas para 1 macho, havendo diferença significativa entre os sexos ( $\chi^2 = 6,64; p > 0,05$ ).

Quanto à proporção sexual por classe de comprimento (Figura 2), observou-se a presença de fêmeas e machos em todas as classes, com predominância na classe de comprimento de 15-17 cm. De acordo com a proporção sexual encontrada para este estudo, as fêmeas se mostraram predominantes em relação aos machos, de modo que houve diferença significativa entre os sexos.



**Figura 2.** Distribuição da frequência absoluta por classe de comprimento total dos sexos de *P. nattereri*, capturados no Lago Cajari, área de proteção ambiental da Baixada Maranhense, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013. / **Figure 2.** Absolute frequency distribution by total length class of *P. nattereri* sexes, caught in Lake Cajari, environmental protection area of Baixada Maranhense, from February 2012 to January 2013.

Para a subfamília Serrasalminae, a qual *P. nattereri* pertence, as fêmeas geralmente atingem um tamanho maior do que machos, parâmetro já registrado para *C. macropomum* e *P. brachypomus* (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1997; LOUBENS; PANFILI, 1997, 2001). A proporção sexual favorável às fêmeas também pode ser observada durante o período de dezembro a março, que foi caracterizado no presente estudo como período de desova de *P. nattereri*, segundo Gurgel (2004), a predominância de fêmeas durante o período reprodutivo está associada com a facilidade de captura devido ao peso de suas gônadas. De acordo com Braga et al. (2006), é provável ainda, que essa predominância continue após o período reprodutivo, pois há um intenso esforço das fêmeas em obter alimento e recuperação de energia, refletindo na facilidade de captura das mesmas e influenciando na proporção sexual em relação aos machos.

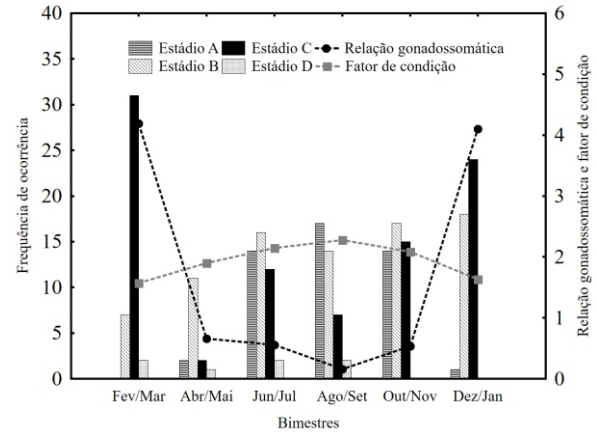
A alometria negativa foi determinada para ambos os sexos indicando que tanto os machos quanto as fêmeas se desenvolveram mais em comprimento do que em peso (Tabela 1). O teste T ( $T=0,0008$ ;  $p>0,05$ ) confirmou que não houve diferença significativa entre os sexos. Segundo Fonteles Filho, *apud* VIANA et al. (2006), a alometria está associada a questões adaptativas da espécie, servindo como mecanismo de defesa, principalmente em razão da predação por outros animais. A piranha vermelha é excepcionalmente abundante nos ambientes em que habita, sendo importantes no equilíbrio dos mesmos como predadores (QUEIROZ; MAGURRAN, 2005). A característica predadora da espécie, possivelmente, é um fator determinante em sua alometria negativa, visto que há uma baixa predação da mesma por outros organismos, assim ocorre o aumento do tamanho do animal, com gasto mínimo de energia.

**Tabela 1.** Relação entre peso total (PT) e comprimento total (CT) de *P. nattereri*, capturados no Lago Cajari, área de proteção ambiental da Baixada Maranhense, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013. / **Table 1.** Relationship between total weight (TW) and total length (TL) of *P. nattereri*, caught in Lake Cajari, environmental protection area of Baixada Maranhense, from February 2012 to January 2013.

	N	CT (Mín-Máx) (cm)	A	B	r <sup>2</sup>	Alometria
Fêmeas	134	11,0 - 21,6	0,031	2,98	0,89	Negativa
Machos	95	11,0 - 20,3	0,033	2,95	0,90	Negativa

Os valores médios correspondentes a relação gonadosomática ( $\Delta$ RGs) e ao fator de condição ( $\Delta$ K) se mostraram inver-

samente proporcionais, onde os maiores e menores valores foram em épocas diferentes (Figura 3). Os meses de dezembro a março foram determinados de acordo com o  $\Delta$ RGs e com a frequência percentual dos estádios maturacionais, como período reprodutivo para a espécie. O período em que a espécie apresentou os maiores valores de  $\Delta$ K foi entre os meses de agosto a setembro.



**Figura 3.** Valores médios da relação gonadosomática ( $\Delta$ RGs), fator de condição ( $\Delta$ K) e abundância relativa dos estádios maturacionais de *P. nattereri*, capturados no Lago Cajari, área de proteção ambiental da Baixada Maranhense, no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013. / **Figure 3.** Mean values of the gonadosomatic relationship ( $\Delta$ RGs), condition factor ( $\Delta$ K) and relative abundance of *P. nattereri* maturational stages, captured in Lake Cajari, Baixada Maranhense environmental protection area, from February 2012 to January 2013.

O período de desova encontrado para *P. nattereri*, inicia-se ao final do período seco quando a vegetação nativa fica exposta, servindo como possíveis ninhos para inicia a desova, e segue até março durante o período chuvoso, quando os níveis do lago começam a subir novamente. Tal fato sugere que o período de precipitação da baixada maranhense influencia diretamente no seu pico de atividade reprodutiva, visto que para o Lago Cajari, de acordo com a relação gonadosomática, a piranha vermelha apresentou apenas um pico de intensidade reprodutiva. Os picos sazonais de atividade parecem ser relacionados com o padrão local de precipitação (VAZZOLER; MENEZES, 1992). No presente estudo o período de desova, dezembro a março, corrobora com o período de defeso estabelecido para a Baixada Maranhense. O decreto que determina o período de defeso é emitido através de uma portaria anual do Ministério do Meio Ambiente, por meio do IBAMA, portaria essa que exige a proteção das espécies durante os períodos de reprodução, e que para as bacias e sistemas lacustres do estado do Maranhão, se estende de 1º de dezembro a 30 de março (IBAMA, 2003), coincidindo com o período reprodutivo encontrado para *P. nattereri*, portanto esta regulamentado corretamente para esta espécie.

Segundo Moreira (2004), o sincronismo generalizado da reprodução com a subida do nível águas, é resultado da forte influência que o pulso de inundação exerce sobre o ciclo de vida destes peixes. Em um estudo realizado na reserva de Mamirauá, a reprodução de *P. nattereri*, esteve intimamente ligada com a variação do nível de água dos rios, lagos e canais (QUEIROZ; CRAMPTON, 1999). Quanto ao tipo de desova, a relação gonadosomática tem sido amplamente utilizado como indicador do período de reprodução de peixes, no entanto, seu uso é mais confiável quando associado a outros indicadores da reprodução, como análises macro e/ou microscópicas das gônadas (CHALLAPPA et al., 2005; SANTOS et al., 2005). Associando tais parâmetros à distribuição da frequência dos diâmetros dos ovócitos, foi possível a visualização de duas modas, 6000-9000  $\mu$ m e 9000-12000  $\mu$ m.

A distribuição da frequência de ocorrência dos ovócitos por classe de diâmetro com intervalos de 3000  $\mu$ m revela a presença de dois picos, através dessas análises, foram encontradas



duas modas ovocitárias para a piranha vermelha, sendo o tipo de desova caracterizado como total, com desenvolvimento sincrônico em dois grupos, com o primeiro grupo formado por células subdesenvolvidas e, o segundo por ovócitos maduros prontos para a desova. Com a desova total encontrada, podemos afirmar a confiabilidade do período de desova indicado pela relação gonadossomática, dezembro a março. Esses resultados corroboram com o encontrado por Queiroz et al. (2010), que encontraram padrão bimodal para a distribuição dos diâmetros em Mamirauá, Amazônia Central brasileira, e Duponchelle et al. (2007), na Amazônia Boliviana, ambos caracterizando como desova total e desenvolvimento ovocitário sincrônico em dois grupos.

O tamanho de primeira maturação sexual de *P. nattereri*, onde pelo menos 50% da população encontra-se apta a reprodução, foi de 14,05 cm. Hunter e Macewicz (2003) sugerem que o tamanho de primeira maturidade de uma espécie é uma ferramenta importante na implantação do período de defeso. Para *P. nattereri*, no Lago Cajari, de acordo com os resultados encontrados nesse estudo, seria proibido à captura de indivíduos menores que 14,05, devendo ser utilizado como medida de ordenamento pesqueiro. A maturação de *P. nattereri*, de acordo com a variação de tamanho encontrada nos indivíduos capturados, ocorre tardiamente, visto que o maior tamanho encontrado foi de 22 cm. De acordo com Duponchelle et al. (2007), *P. nattereri* tende a ajustar a sua estratégia reprodutiva para os principais aspectos do ambiente, tais como a riqueza de nutrientes no água, a disponibilidade de alimento e a sua naturais abundâncias, a Baixada Maranhense, em geral, é um ambiente bastante variável em relação a estes aspectos. Em um estudo realizado na Amazônia Central brasileira, machos e fêmeas de *P. nattereri* alcançaram maturação sexual, em torno de 16 cm de comprimento total (QUEIROZ et al., 2010).

Outro fator que pode ser levado em consideração para explicar o amadurecimento tardio de *P. nattereri* é a possível resistência da espécie para com as artes de pesca utilizadas nos processos de captura no Lago Cajari, no caso a rede de emalhar. Uma vez que as artes de pesca tendem a influenciar diretamente nas táticas adaptativas de uma espécie, e a diminuição do tamanho de primeira maturidade sexual funciona como uma adaptação reprodutiva às artes de pesca predatórias, pouco seletivas, com aberturas entrenós menores que o recomendado. No caso de *P. nattereri*, essa resistência deve-se a característica voraz da mesma, causando danos a essas redes, dificultando a sua captura. Em estudos realizados com outra espécie do gênero *Pygocentrus* nos rios da bacia do São Francisco, Silva (2015) relata o pequeno volume de pesquisas sobre a biologia de *Pygocentrus piraya* e associa às dificuldades de captura da espécie com rede de emalhar, devido ao seu hábito carnívoro voraz, o que também pode justificar o amadurecimento tardio de *P. nattereri* no Lago Cajari, pois devido a esse hábito a espécie não sofre pressão pesqueira. Cantanhêde et al. (2016) também relatam a influência das artes de pesca na diminuição do tamanho de primeira maturidade sexual, os autores associam o tamanho de primeira maturidade sexual encontrada para *Hassar affinis* na Baixada Maranhense, Lago de Viana, menor que o encontrado na literatura para espécies do mesmo gênero, aos tipos de artes de pesca utilizadas durante muito tempo pelos pescadores locais, como redes de arrasto e de captura com pequenos tamanhos de abertura nas malhas, tornando-se altamente predatórias.

O número de ovócitos variou entre 16.343 e 54.102 resultando em fecundidade absoluta média de 34.494 ovócitos.

A fecundidade relativa por peso total foi de 239 ovócitos e por comprimento foi de 2.369 ovócitos. Através da correlação de Pearson ( $F \times CT = r=0,52$ ;  $F \times PT = r=0,22$ ) pode-se afirmar que houve maior relação entre fecundidade e comprimento. A baixa fecundidade encontrada para *P. nattereri* no Lago Cajari, deve-se ao cuidado parental que a espécie apresenta, cuidado esse que já foi descrito por Pauly (1994), sendo caracterizado pela construção de ninho, realizada pelos machos, e a defesa dos ovos e juvenis, que ocorre inicialmente por ambos os sexos, e posteriormente, em certo período, apenas pelo macho. No presente estudo, o número de ovócitos variou entre 16343 e 54102, sendo eliminados em média 34494 ovócitos por desova. Duponchelle et al. (2007), encontrou para esta mesma espécie 3,500-35,600 ovócitos, na Amazônia Boliviana.

## Conclusões

*Pygocentrus nattereri* apresentou primeira maturidade sexual tardia para sexos agrupados e, o mesmo precisa ser testado para essa mesma espécie nos outros lagos da baixada maranhense, a fim de determinar medidas de ordenamento pesqueiro para a região.

A presença de indivíduos nos estágios A e B indica que a espécie a utiliza o Lago Cajari como área de criadouro, provavelmente para a alimentação, assim como a presença de indivíduos nos estágios C e D indica que a área também é utilizada como área de desova. Permitindo concluir que o lago de se mostrou favorável ao crescimento e manutenção de *P. nattereri*.

A partir dos dados obtidos no presente estudo, sugere-se a permanência do período de defeso de *P. nattereri* no período de dezembro a março, época de desova da espécie, em consonância com o estabelecido pelo IBAMA na portaria 85/2003. Sugere-se ainda como medidas protetivas, o mapeamento e a preservação dos locais de desova no Lago Cajari, para que ocorra a manutenção dos estoques pesqueiros e a continuidade das atividades pesqueiras da região.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Rede REBAX pelo apoio e suporte a pesquisa, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA e, ao professor Jucivan Lopes do Núcleo de Geoprocessamento da Universidade Estadual do Maranhão pela confecção do mapa.

## Referências

- ALMEIDA, S. Z.; SANTOS, S. L.; NUNES, S. L. J.; SANTOS, B. N.; FIGUEREDO, B. M.; PIORSKI, M. N. Diversidade e cadeia produtiva de peixes nos grandes lagos da Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense. In: ALMEIDA, S. Z. (Org.). **Sumário executivo para plano de ação na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense**. São Luís - MA: Editora, p. 100-119. 2013.
- ARAÚJO, N. A.; PINHEIRO, C. U. B. Avaliação sócio-econômica da pesca artesanal e do potencial aquícola na região lacustre de Penalva – APA da Baixada Maranhense. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 21, n. 1, 2008.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, M. **So Fruitful a Fish. Ecology, Conservation and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui**. Columbia University Press. New York, 1997.
- BERKES, F.; MAHON, R.; MCCONNEY, P.; POLLNAC, R.; POMEROY, R. **Gestão da pesca de pequena escala: diretrizes e métodos alternativos**. Rio Grande: Ed. FURG. 360 p. 2006.
- BRAGA, M. R.; MENEZES, M. S.; ARANHA, J. M. R. Táticas reprodutivas de *Mimogoniatas microlepis* (Steindachner, 1876) (Characidae, Glandulocaudinae) no Rio Colônia Pereira, Paranaguá, Paraná. **Estudos de Biologia**, v. 28, n. 65, p. 13-20, 2006.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2003. Portaria IBAMA Nº 85, de 31 de Dezembro de 2003. Proibição da pesca em épocas de reprodução. Disponível em <http://www.mma.gov.br> (Acessada em 03/10/2018).

- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em <http://www.sigra.ibge.gov.br> (Acessada em 10/10/2018).
- CANTANHÉDE, L. G.; CARVALHO, I. F. S.; SANTOS, N. B.; ALMEIDA, Z. S. Biologia reprodutiva do *Hassar affinis* (Pisces: Siluriformes, Doradidae), Lago de Viana, Baixada Maranhense, Maranhão, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 46, n. 2, p. 219-226, 2016.
- CHELLAPA, S.; CÂMARA, M. R.; VERANI, J. R. Ovarian development in the Amazonian Red Discus, *Symphysodon discus* Heckel (Osteichthyes: Cichlidae). **Brazilian Journal of Biology**. v. 65, n. 4, p. 609-616, 2005.
- DUPONCHELLE, F.; LINO, F.; HUBERT, N.; PANFILI, J.; RENNO, J. F.; BARAS, E.; TORRICO, J. P.; DUGUE, R.; NUÑEZ, J. Environment-related life-history trait variations of the Red-bellied Piranha *Pygocentrus nattereri* in two river basins of the Bolivian Amazon. **Journal of Fish Biology**. v. 71, p. 1113-1134, 2007.
- GURGEL, H. de C. B. 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**, v. 21, n. 1, p. 131-135, 2004.
- HUNTER, J. R.; MACEWICZ, B. J. 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. **Fisken og Havet**, v. 12, p. 57-68, 2003.
- LOUBENS, G.; PANFILI, J. Biologie de *Colossoma macropomum* (Teleostei: Serrasalminidae) dans le bassin du Mamore (Amazonie bolivienne). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**. v. 8, p. 1-22, 1997.
- LOUBENS, G.; PANFILI, J. Biologie de *Piaractus brachipomus* (Teleostei: Serrasalminidae) dans le bassin du Mamore (Amazonie bolivienne). **Ichthyological Exploration of Freshwaters**. v. 12, p. 51-64, 2001.
- LOWERRE-BARBIERI, S. L.; GANIAS, K.; SABORIDO-REY, F.; MURUA, H.; HUNTER, J. R. Reproductive timing in marine fishes: variability, murporal scales, and methods. **Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science**, v. 3, n. 1, 71-91, 2011.
- MACHADO, M. A.; PINHEIRO, C.U.B. Da água doce à água salgada: mudanças na vegetação de igapó em margens de lagos, rios e canais no baixo curso do rio Pindaré, Baixada Maranhense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 5, p. 1410-1427, 2016.
- MAGURRAN, A.E.; QUEIROZ, H. L. Partner choice in piranha shoals. **Behaviour**. v. 140, n. 1, p. 289-299, 2003.
- MOREIRA, S. S. **Relações entre o ciclo hidrológico, atividade alimentar e táticas reprodutivas de quatro espécies de peixes na área do Catalão, Amazônia Central**. 2004. 108 f. (Dissertação) Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Manaus, 2004.
- OLIVEIRA, S. M.; BRITO, S. I.; SERRA, J.; FARIAS-FILHO, S. M. O espaço geográfico da Baixada Maranhense. In: FARIAS-FILHO, S. M. (Org.). **O espaço geográfico da Baixada Maranhense**. 1 ed. São Luís - MA: Gráfica Editora, p. 33-53, 2012.
- PAVÃO, B. Q.; FARIAS FILHO, M. S. Importância econômica e problemáticas ambientais da pesca na Baixada Maranhense. In: FARIAS FILHO, M. S. (org.). **O espaço geográfico da baixada maranhense**. 2 ed. São Luís -MA: Editora da Universidade Federal do Maranhão - EDUFMA, v. 1, p. 103-128, 2013.
- PAULY, D. Quantitative analysis of published data on the growth, metabolism, food consumption, and related features of the Red-bellied Piranha, *Serrasalmus nattereri* (Characidae). **Environmental Biology of Fishes**. v. 41, p. 423-437, 1994.
- QUEIROZ, H. L.; CRAMPTON, W. (Ed.). **O Manejo Integrado dos Recursos Pesqueiros em Mamirauá**. SCM, CNPq/ MCT, Brasília, 1999, 205p.
- QUEIROZ, H. L.; SOBANSKI, M.B.; MAGURRAN A. E. Reproductive strategies of Red-bellied Piranha (*Pygocentrus nattereri* Kner, 1858) in the white waters of the Mamirauá flooded forest, central Brazilian Amazon. **Environmental Biology of Fishes**. v. 89, p. 11-19, 2010.
- QUEIROZ, H.; MARRUGAN, A. E. Safety in number? Shoaling behavior of the Amazonian red-bellied piranha. **Biology Letters**. 2005. Publicação online. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1626212/> (Acessada em 16/10/2018).
- SADOVY, Y.; SHAPIRO, D. Criteria for the diagnosis of hermaphroditism in fishes. **Copeia**, v. 1, p. 136-156.
- SANTOS, R. N.; ANDRADE, C. C.; SANTOS, A. F. G. N.; SANTOS, L. N.; ARAÚJO, F. G. Histological analysis of ovarian development of the Characiform *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) in a Brazilian reservoir. **Brazilian Journal of Biology**. v. 60, p. 599-605, 2005.
- SILVA, G. M. N. **Avaliação do período reprodutivo de peixes nativos de importância econômica em reservatório do semiárido brasileiro**. 2015. 44 f. (Dissertação) Mestrado em Ecologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.
- SOUZA, L. de L. G.; CHELLAPPA, S.; GURGEL, H. de C. B. Biologia reprodutiva do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* Cuvier, em recifes rochosos no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 24, n. 2, p. 419-425, 2007.
- TRINDADE-SANTOS, I.; FREIRE, K. M. F. Analysis of reproductive patterns of fishes from three Large Marine Ecosystems. **Frontiers in Marine Science**, v. 2, n. 38, p. 1-10, 2015.
- VAZZOLER, A. E. A. M. (1996). Biologia da reprodução de peixes teleosteos: teoria e prática. (pp. 169) Maringá, PR: EDUEM.
- VAZZOLER, A. E. A. M.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). **Revista Brasileira Biologia**. v. 52, p. 627-640, 1992.
- VIANA, A. P.; FRÉDOU, T.; LUCENA, F. 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**. v. 19, n. 1, p. 01-12, 2006.
- ZAR, J.H. (2010). **Biostatistical analysis**. (pp. 944). 5th ed. New Jersey: Prentice Hall.