



Comportamento reprodutivo de *Melanotênia Boesemani* e fecundidade em três faixas de tamanho

Reproductive behavior of Boeseman's rainbowfish and fecundity in three size ranges

Marcella C. Radael¹, Fabrício P. Rezende², Paulo J. Fosse³, Manuel V. Vidal Júnior⁴, Dalcio R. de Andrade⁴

¹Universidade Vila Velha, Boa Vista. Vila Velha, ES, Brasil.

²Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO, Brasil.

³Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, Brasil.

⁴Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goitacazes, RJ, Brasil.

Resumo

Registrou-se o comportamento reprodutivo e se comparou a fertilidade e fecundidade de 16 casais de melanotênia boesemani (*Melanotaenia boesemani* Allen e Cross, 1980), com tamanhos entre 1,437 g e 4,484 g, a fim de elucidar características reprodutivas dessa espécie que é valorizada no comércio de peixes ornamentais. Observou-se que o comportamento de corte e acasalamento é idêntico para todos os tamanhos e similar ao de outras espécies do grupo das melanotênias. Através de análise multivariada percebeu-se distribuição de três faixas de tamanho – 48,7 mm (1,579 g; n = 6), 57,2 mm (2,619 g; n=8) e 65,8 (4,484 g; n=1) – com resultados distintos para características reprodutivas. Sendo as fêmeas de tamanho mediano (57,2 mm) as que apresentaram melhor rendimento reprodutivo com média total de 1.046 ovos, em 32 dias, sendo 691 a média de ovos fecundados e viáveis (66,1%).

Palavras-chave: *Melanotaenia boesemani*; peixe arco-íris; peixe ornamental; desova; reprodução; corte e acasalamento; ovos de peixe.

Abstract

It was registered the reproductive behavior of Boeseman's rainbowfish (Melanotaenia boesemani Allen and Cross, 1980), comparing fecundity and fertility of individuals weighing between 1.437 g and 4.484 g, aiming at understand the reproductive characteristics of this high-value species among the ornamental fish commerce. It was observed that courtship and breeding behavior are identical for all the evaluated sizes and similar for those from the rainbowfish group. Through the multivariate analysis, it was noted the distribution of three size ranges – 48.7 mm (1.579 g; n = 6), 57.2 mm (2.619 g; n=8) and 65.8 (4.484 g; n=1) – with different results for reproductive characteristics. Females with medium size (57.2 mm) presented the best reproductive yield, with total average of 1,046 eggs within 32 days, being 691 the average of fecundated and viable eggs (66.1%).

Keywords: *Melanotaenia boesemani*; rainbowfish; ornamental fish; spawning; reproduction; courtship and mating; fish eggs.

Introdução

Os peixes são conhecidos pela elevada fecundidade, com indivíduos da maioria das espécies liberando centenas a milhões de ovócitos anualmente (Nakatani et al., 2001). A fecundidade, o período e o tipo de desova são características específicas essenciais para a manutenção de qualquer espécie de peixe. O tipo de desova nos peixes é determinado pela interação entre a dinâmica do desenvolvimento ovocitário, a frequência de desovas dentro de um ciclo de reprodução e o número desses períodos durante sua vida (Vazzoler, 1996).

Para a maioria dos teleósteos de águas continentais, o comprimento é a variável que mais se relaciona com a fecundidade (Barbieri, 1994). Porém, a correlação entre fecundidade e peso é, em muitos peixes, maior que com o comprimento (Nikolsky, 1969; Lowe-McConnell, 1999).

A fecundidade de peixes, como a de outros animais, é uma adaptação que garante a sobrevivência da espécie e pode variar em relação ao suprimento de alimento, tipo e frequência de desova, existência ou não de cuidado parental, em espécies que são muito próximas ou na mesma espécie de regiões diferentes (Nikolsky, 1963).

Para o sucesso de uma piscicultura, a qualidade dos ovos e o número de desovas é um ponto importante, pois resultarão em altas taxas de fertilização, eclosão e maior sobrevivência das larvas após a absorção do saco vitelino (Bromage, Cumaranatunga, 1992; Godinho et al., 2007).

A reprodução é fundamental para a manutenção das populações e seu estudo, além de ser fundamental para a implantação da produção, contribui para o estabelecimento de medidas de conservação e manejo das espécies (Ferreira, Suárez, 2015).



Apesar de o processo reprodutivo ser um dos aspectos mais estudados dentro do ciclo de vida dos peixes, o volume de informações disponíveis torna-se bastante reduzido quando são comparados o número de espécies existentes e o número daquelas sobre as quais existem conhecimentos sobre algumas táticas reprodutivas como desova e fecundidade (Araújo, 2009). Alguns aspectos referentes à biologia reprodutiva básica das espécies têm sido considerados particularmente importantes, como o tamanho mínimo para a reprodução e as características do local de desova (Pereira et al., 2006).

Conhecer a biologia reprodutiva de peixes fornece subsídios para o desenvolvimento das técnicas. No entanto, são necessárias mais pesquisas nas áreas de manejo de reprodutores, indução de desova e preservação dos estoques naturais, a fim de propiciar uma maior eficiência na produção de alevinos (Crepaldi et al, 2006; Murgas et al., 2011).

Baseado nisso, buscou-se comparar a fecundidade da *Melanotaenia boesemani*, uma espécie exótica ainda pouco estudada, porém, muito utilizada pelos aquaristas no Brasil, por três faixas de tamanho, a fim de elucidar mais características da reprodução dessa espécie do grupo das melanotênias – rainbowfish – que é valorizado no comércio de peixes ornamentais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Aquicultura da Unidade de Apoio à Pesquisa em Zootecnia do Centro de Ciência e tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. A determinação da fecundidade foi possível a partir do manejo com quinze casais de melanotênia boesemani, os quais foram distribuídos aleatoriamente em 15 unidades experimentais.

As unidades experimentais consistiram de aquários de material plástico transparente, com 40 L de volume útil (dimensões 564 mm x 385 mm x 371 mm). Cada aquário contendo um casal de reprodutores.

As unidades experimentais foram dispostas em sistema fechado em recirculação contínua, contendo uma caixa para a filtragem da água (através de processos físicos e biológicos) e uma caixa depósito, onde a água foi mantida para retorno aos aquários experimentais, com auxílio de bombas submersas. A temperatura da água foi ajustada para 26,0°C com aquecedores de imersão com resistência elétrica blindada inserida em tubo de vidro com termostato para manutenção das condições experimentais.

Os aquários possuíam sistemas de entrada e saída de água, independentes com fluxo constante visando manter o teor de oxigênio elevado e possibilitar autolimpeza e evitar a formação de plâncton e, ou, possíveis mudanças bruscas na qualidade da água.

A estimativa da fecundidade foi realizada diariamente. Cada unidade experimental foi monitorada quanto à ocorrência de desovas em apenas um aguapé (*Eichornia crassipes*) pequeno (cerca de 12 cm a 15 cm de diâmetro de área folhosa) que servia como substrato para a desova. Para a realização de correlação entre o número de ovos e o tamanho dos peixes, estes passaram por uma biometria inicial: comprimento total (mm), comprimento padrão (mm), altura do corpo (mm) e peso (g).

Os peixes eram alimentados duas vezes ao dia com ração comercial para alevinos contendo 45% de proteína bruta, 12% de extrato etéreo, 10% de umidade, 10% de cinzas e 3% de fibra bruta, 1,75% de cálcio e 1,1% de fósforo além de enriquecimento com vitamina C ao nível de 300 mg kg⁻¹. O manejo alimentar ocorria com uso de ração *ad libitum* por volta das 9h e das 17h, além do fornecimento de cerca de 1,5 mL de *Daphnias magna* coadas como alimento vivo complementar por volta das 14h.

O início do experimento foi marcado pela colocação do aguapé nos aquários, o que ocorreu sempre às 5h da manhã. A partir deste momento os reprodutores foram observados para visualização e documentação do processo de corte e do momento da desova. Ao observar o término de cada desova, os aguapés eram retirados e os ovos contados. Este processo foi acompanhado diariamente durante 32 dias.

Nas análises estatísticas, os resultados para as características de eficiência de desova foram submetidos aos testes de normalidade (teste de Lilliefors) e homocedasticidade (teste de Cochran & Bartlett) dos resíduos da análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, os dados foram submetidos à análise multivariada pela técnica de interdependência para a variável peso em agrupamentos, ao nível de 5% de probabilidade (R Core Team, 2013) de acordo com Hair Jr et al. (2009).

Resultados

Os ovos de melanotênia boesemani apresentam como característica serem aderentes, terem diâmetro médio de 1,09 ± 0,02 mm e coloração translúcida brilhante, além de serem facilmente observados nas raízes sob a incidência de iluminação artificial.

A espécie apresenta um comportamento de corte e acasalamento, no qual o macho se aproxima a frente da fêmea arqueando o corpo e eriçando as nadadeiras a uma distância cerca de uma a três vezes o comprimento da fêmea. Esses movimentos natatórios seguem por alternâncias rítmicas entre os lados esquerdo e direito, com duração variando de 3 a 20 segundos e com intervalos de 16 a 68 segundos, culminando no início das desovas após 4 a 9 investidas dos machos sobre as fêmeas.



Assim o macho conduz a fêmea até próximo das raízes do aguapé, em seguida a fêmea aceita a corte e o macho encosta seu corpo lateralmente de forma que os ovócitos expelidos pela fêmea sejam fecundados e aderidos às raízes do aguapé.

Esse comportamento ocorre em geral, no início da manhã, quando o dia está clareando, e é importante que os aguapés (ou outro substrato para desova) sejam colocados com o ambiente ainda escuro, pois foi observado que quando o substrato é inserido com o dia já claro, a desova só ocorre no dia seguinte.

As três faixas de tamanho e peso definidas pela análise multivariada, detalhadas quanto às características morfométricas (peso, comprimento total, comprimento padrão, altura) e reprodutivas (ovos por desova, total de ovos no período, percentual de ovos viáveis) encontram-se detalhadas a seguir (Tab. 1).

Tabela 1. Características reprodutivas de melanotênia boesemani em três diferentes faixas de tamanho

Faixa de tamanho das matrizes	1,579 g (n=6)	2,619 g (n=8)	4,484 g (n=1)
Ovos por desova diária (ovos/dia)	30,5 ± 15,9	35,9 ± 21,6	20,2 ± 9,4
Média de ovos viáveis por fêmea no período experimental	570 (62,9%)	691 (66,1%)	331 (56,5%)
Média de ovos por fêmea no período experimental	906 (703 a 1.098)	1.046 (569 a 1.458)	586
Dias com desova no período experimental	29,7 ± 1,4	29,1 ± 1,9	29 ± 0,0
Peso da fêmea em gramas	1,579 ± 0,197 (1,437 a 1,927)	2,619 ± 0,320 (2,031 a 3,102)	4,484 ± 0,000
Comprimento total da fêmea em milímetros	48,7 ± 3,5	57,2 ± 2,4	65,8 ± 0,0
Comprimento padrão da fêmea em milímetros	41,7 ± 1,8	47,9 ± 1,8	55,3 ± 0,0
Altura da fêmea em milímetros	13,0 ± 0,5	15,3 ± 1,5	21,0 ± 0,0

A maioria dos casais desovou diariamente, com 91,7% dos dias no período avaliado ocorrendo desova, esse período variou de 81,3% a 96,9% de dias no período experimental com ocorrência de desova. Desovas foram observadas por até 27 dias ininterruptos por intervalos de 3 dias sem desovas, que variou de 1 a 6 dias durante o período experimental de 32 dias.

Discussão

O comportamento de corte e acasalamento da melanotênia boesemani é similar ao realizado pelas espécies melanotênia maçã (*Glossolepis incisus*), melanotênia azul (*Melanotaenia lacustris*), melanotênia neon (*Melanotaenia praecox*), melanotênia trifasciata (*Melanotaenia trifasciata*) e iriaterina (*Iriatherina wernerii*), também monitoradas e mantidas no Setor de Aquicultura da Unidade de Apoio à Pesquisa em Zootecnia do CCTA/UENF. Fato que corrobora as observações de campo feitas por piscicultores acerca do manejo reprodutivo das espécies desse grupo.

A puberdade varia entre as espécies, podendo ocorrer mais cedo em climas quentes e, muito mais tarde, em climas frios, quando estes animais estão aptos à vida reprodutiva. Os ciclos reprodutivos da maioria dos peixes são controlados pelos estímulos ambientais, com padrão hormonal regulado pelo eixo hipotálamo-pituitária-gonadal. As gônadas atuam produzindo hormônios esteróides sexuais (estrógenos e andrógenos), responsáveis pela formação e desenvolvimento dos gametas, pela regulação das características sexuais secundárias, pela coloração nupcial e pelo comportamento reprodutivo (Cavalcante et al., 2014). Dessa forma, pode-se perceber que a espécie foco apresenta-se reprodutivamente ativa mesmo no menor tamanho 42,7 mm (1,437 g) para as matrizes avaliadas neste trabalho.

O tipo de desova de um peixe é determinado pela interação entre dinâmica do desenvolvimento ovocitário, frequências de desovas dentro de um período de reprodução e do número desses períodos durante sua vida. Tipo de desova é o modo como as fêmeas liberam ovócitos maduros dentro de um período reprodutivo (Araújo, 2009). A *M. boesemani* apresenta desova intermitente e o padrão de desenvolvimento de ovócitos assíncronico.

O comportamento de desova ocorre no início da manhã, logo ao raiar do dia, com uma média de 32 ovos por desova diária, variando de 19 até 56 ovos por desova. Esse padrão de desova pode ocorrer continuamente durante todo o ano desde que os peixes sejam mantidos em condições adequadas de ambiente e alimentação. Dentre os principais aspectos que compõem a biologia reprodutiva das espécies de peixes, destacam-se o tamanho de primeira maturação sexual, período reprodutivo e fecundidade (Mazzoni, Silva, 2006; Cantanhêde et al., 2016).

O tamanho e o peso não demonstraram correlação com o número de ovos por desova, não representando, portanto, fator determinante para a fecundidade dos peixes na faixa de peso avaliada. O que sugere que tais efeitos só possam ser observados quando comparados com fêmeas de tamanhos muito superiores. As fêmeas desta espécie podem alcançar cerca de 70 mm de comprimento e peso acima das faixas analisadas.



A redução no diâmetro dos ovócitos em relação ao fator de condição das matrizes foi relatado por Andrade et al. (2005). No presente trabalho foram realizadas medidas de peso total e comprimento padrão em todas as matrizes e análise de correlação entre fecundidade, fertilidade e fator de condição, não sendo observada correlação positiva com tamanho. Ao contrário do reportado por Andrade et al. (2005) que consideram o peso total e o comprimento padrão bons indicadores de fecundidade para piau-vermelho (*Leporinus copellandi*). Para os tamanhos avaliados neste experimento, foram observadas diferenças estatísticas na eficiência reprodutiva e fecundidade da melanotênia Boesemani na faixa intermediária 57,2 mm (2,619 g).

Essa característica também foi observada em outras espécies como *Paralichthys brasiliensis* e *Stellifer rastrifer* que não apresentaram aumento de fecundidade relativa e absoluta, relacionado ao aumento do tamanho corporal dos indivíduos (Azeredo, 2014).

Na espécie *Haemulon plumieri*, apesar da fecundidade das fêmeas capazes de desovar ter sido maior nos indivíduos maiores, não ficou demonstrado estatisticamente visto a baixa relação ($R^2 < 0,20$) observada entre a fecundidade relativa e o tamanho dos exemplares analisados (Silva, 2015).

O tamanho das fêmeas está relacionado à idade dos indivíduos, ao início de maturação gonadal. É comum observar em diversas espécies que fêmeas maiores e mais velhas têm um papel importante na estrutura das populações, pois tendem a desovar com mais vigor e suas larvas crescem cerca de três vezes mais rápido do que a de peixes jovens e menores, o que contribui fortemente para o sucesso reprodutivo da espécie (Berkeley et al., 2004a,b; Agostinho et al., 2007; Barbieri, Lowerre-Barbieri, 2011).

Uma série de mecanismos de ajuste está envolvida no processo de maturação gonadal e de desova, basicamente por meio de controles hormonais. No início do desenvolvimento gonadal, ocorre um aumento de concentração de gonadotrofinas na hipófise e no plasma, servindo provavelmente para recrutar os ovócitos e iniciar a vitelogenese no período reprodutivo corrente (Murgas et al., 2009).

Nos peixes, além das outras células germinativas em desenvolvimento, existe uma fonte renovável e contínua de ovócitos a partir do epitélio folicular, o que explicaria o incremento nos valores absolutos da fecundidade com o crescimento. Assim a cada desova um número maior de células permanece nos ovários aumentando o estoque de ovócitos neoformados (Vazzoler, 1996).

Em geral, a fecundidade pode ser expressa por duas maneiras: relativa ou absoluta. A fecundidade relativa é o número de ovócitos por unidade de comprimento ou peso (Vazzoler, 1981) e a fecundidade calculada, em relação ao peso corporal ou ao comprimento total, é um valor indicativo da capacidade reprodutiva individual dos peixes (Shatunovskiy, 1988). O número de ovócitos que completam seu desenvolvimento e são eventualmente eliminados por fêmea de uma dada espécie durante o período reprodutivo é considerado como sendo fecundidade absoluta (Nikolsky, 1963).

Apesar de não ter sido foco do trabalho testar múltiplas dietas sobre efeito na fecundidade de fêmeas. O manejo alimentar da melanotênia boesemani foi reforçado no pré-experimento e no período experimental com ração de alta qualidade e alimento vivo. Visto que a alimentação e a nutrição das matrizes são fatores que também podem influenciar na fecundidade dos peixes. Segundo Navarro et al. (2010), os reprodutores de peixes têm demonstrado necessidade de suplementação de nutriente de alta qualidade, principalmente no início do desenvolvimento gonadal e no período da vitelogenese. Alguns sinais de retardamento no desenvolvimento gonadal, de baixa eclodibilidade, de diminuição na fertilização e de baixa motilidade espermática são fatos que evidenciam a importância nutrição no desenvolvimento reprodutivo. O conhecimento das interações entre peixe e ambiente é determinante para alcançar sucesso na produção em cativeiro (Murgas et al., 2009).

As informações obtidas neste experimento, considerando as condições de manejo e alimentação dos peixes adotadas, possibilitam afirmar que fêmeas de melanotênia boesemani com tamanho 57,2 mm (2,619 g), apresentam maior fecundidade, com média de 36 ovos por desova diária e período ininterrupto entre desovas de 27 dias, ou 29 dias em dias intercalados no período, seguidos por pelo menos 3 dias de intervalo entre desovas. Os resultados sugerem que matrizes jovens desta espécie, com tamanhos intermediários, 55 a 60 mm (2,0 a 3,1 g), são mais prolíficas que peixes muito jovens ou mais velhos, consistindo em uma importante etapa aos aquicultores na busca de maiores produtividades com a seleção de matrizes juvenis.

Conclusão

Fêmeas de melanotênia boesemani com tamanhos médios 57,2 mm (2,619 g) apresentam maiores níveis de fecundidade (1.046 ovos) e de fertilidade (66,1%) que as fêmeas de tamanho inferiores ou superiores. Os ovos são aderentes com diâmetro médio de $1,09 \pm 0,02$ mm e coloração translúcida brilhante. Além de apresentarem comportamento de corte e acasalamento semelhante ao realizado por outras espécies de melanotênias.

Referências

- Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá. EDUEM, 501p, 2007.
- Andrade DR, Souza GAP, Vidal-Júnior MV, Costa APR, Yasui GS. Morfometria como instrumento da



- estimação da fecundidade de fêmeas de piau-vermelho (*Leporinus copelandii*), na Bacia do baixo rio Paraíba do Sul. *Revista Ceres*, v.52, p.467-479, 2005.
- Araújo RB.** Desova e fecundidade em peixes de água doce e marinhos. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.9, p.24-31, 2009.
- Azeredo FG.** Fecundidade e tamanho ideal de captura em peixes *Sciaenidae* (Teleostei). Monografia (Ciências Biológicas). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 36f, 2014.
- Barbieri G.** Dinâmica de reprodução de cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa Cinco, Ipeúna, São Paulo. *Rev Bras Zool*, v.11, p.600-615, 1994.
- Barbieri L, Lowerre-Barbieri.** Sucesso reprodutivo e plasticidade de estoque pesqueiros: O que precisamos saber para melhorar o manejo da pesca. Saborido-Rey et al., (Eds) *Actas I Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías*. Vigo, España, p.11-14, 2011.
- Berkeley SA, Chapman C, Sogard SM.** Maternal age as a determinant of larval growth and survival in a marine fish, *Sebastes melanops*. *Ecology*, v.85, p.1258-1264, 2004.
- Berkeley SA, Hixon MA, Larson RJ, Love MS.** Fisheries sustainability via protection of age structure and spatial distribution of fish populations. *Fisheries*, v.29, p.23-32, 2004.
- Bromage NR, Cumarantunga R.** Egg production in the rainbow trout. In: Muir JF, Roberts R. (Eds.). *Recent advances in aquaculture*. London: Croom Helm, p.63-138, 1992.
- Cantanhêde LG, Carvalho IFS, Santos NB, Almeida ZS.** Biologia reprodutiva do *Hassar affinis* (Pisces: Siluriformes, Doradidae), Lago de Viana, Baixada Maranhense, Maranhão, Brasil. *Acta Amazonica*, v.46, p.219-226, 2016.
- Cavalcante TV, Mazinghy CL, Dias FFE.** Importantes aspectos reprodutivos da espécie de peixe (Jaú) *Zungaro zungaro* na aquicultura - revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, v.12, p.43-56, 2014.
- Crepaldi DV, Faria PMC, Teixeira EA, Ribeiro LP, Costa AAP, Melo DC, Cintra APR, Prado SA, Costa FAA, Drumond ML, Lopes WE, Moraes VE.** Biologia reprodutiva do surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). *Rev Bras Reprod Anim*, v.30, p.159-167, 2006.
- Ferreira SF, Suárez YR.** Estrutura populacional e aspectos reprodutivos de *Corydoras aeneus* (Siluriformes, Callichthyidae) em riachos da bacia do rio Ivinhema, Alto rio Paraná. *Iheringia, Série Zoológica*, v.105, p.474-483, 2015.
- Godinho HP.** Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Rev Bras Reprod Anim*, v.31, p.351-360, 2007.
- Hair Junior JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC.** Análise multivariada dedados. Tradução de Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto, 5. ed. Porto Alegre:Bookman, pp. 593, 2009.
- Lowe-Mcconnell RH.** Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: EDUSP. 535p, 1999.
- Mazzoni R, Silva APF.** Aspectos da história de vida de *Bryconamericus microcephalus* (Miranda Ribeiro) (Characiformes, Characidae) de um riacho costeiro de Mata Atlântica, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Bras Zool*, v.23, p.228-233, 2006.
- Murgas LDS, Drumond MM, Pereira GJM, Felizardo VO.** Manipulação do ciclo e da eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce. *Rev Bras Reprod Anim*, v.1, p.70-76, 2009.
- Murgas LDS, Felizardo VO, Ferreira MR, Andrade ES, Veras GC.** Importância da avaliação dos parâmetros reprodutivos em peixes nativos. *Rev Bras Reprod Anim*, v.35, p.186-191, 2011.
- Nakatani K, Agostinho AA, Baumgartner G, Bialezki A, Sanches PV, Makrakis MC, Pavanelli CS.** Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM, 378p, 2001.
- Navarro RD, Navarro FKSP, Seixas-Filho JT, Ribeiro-Filho OP.** Nutrição e alimentação de reprodutores de peixes. *Revista Augustus*, v.15, p.108-118, 2010.
- Nikolsky GV.** The ecology of fishes. London: Academic Press. 352p, 1963.
- Nikolsky GV.** Theory of fish population dynamics. Edinburg, Oliver & Boyd, 323p, 1969.
- Pereira MO, Calza C, Anjos MJ, Lopes RT, Araújo FG.** Metal concentrations in surface sediments of Paraíba do Sul River (Brazil). *J Radioanal Nucl*, v.269, p.707-709, 2006.
- R Core Team.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013.
- Shatunovskiy MI.** Some indices of reproductive ability of fishes. *Journal of Ichthyology*, v.28, p.119-123, 1988.
- Silva GHC.** Ecologia alimentar e reprodução de *Haemulon plumieri* (Lacepède,1801) (Teleostei – Haemulidae) no banco dos Abrolhos, Bahia - Brasil. Dissertação (Pós-Graduação em Zoologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 36f, 2015.
- Vazzoler AEAM.** Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: EDUEM, São Paulo: SBI. 169p, 1996.
- Vazzoler AEAM.** Manual de métodos para estudo biológico de populações de peixes. Reprodução e crescimento. Brasília, CNPq/Programa Nacional de Zoologia. 108p, 1981.