

**THIAGO PEREIRA GUERRA**

**CONSEQUÊNCIAS DE RESERVATÓRIOS EM CASCATA SOBRE A BIOLOGIA  
REPRODUTIVA DE UM PISCÍVORO NEOTROPICAL NO NORDESTE  
BRASILEIRO**

**RECIFE-PE**

**2015**

**THIAGO PEREIRA GUERRA**

**CONSEQUÊNCIAS DE RESERVATÓRIOS EM CASCATA SOBRE A BIOLOGIA  
REPRODUTIVA DE UM PISCÍVORO NEOTROPICAL NO NORDESTE  
BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Ecologia.

Orientadora: Dra. Ana Carla Asfora El-Deir  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

RECIFE-PE  
2015

**Consequências de reservatórios em cascata sobre a biologia reprodutiva de um piscívoro neotropical no nordeste brasileiro**

**Thiago Pereira Guerra**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Ecologia.

Dissertação apresentada e \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Orientadora:

---

Prof<sup>ª</sup> Dra. Ana Carla Asfora El-Deir - UFRPE

Examinadores:

---

Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira - UFRPE

---

Dra. Patrícia Barros Pinheiro - UNEB

---

Dra. Mariana Gomes do Rego – UFRPE

Suplente:

---

Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura - UFRPE

“Não siga seus sonhos, faça  
com que eles sigam você.”

**Justin Herald**

## **AGRADECIMENTOS**

“Agradeço infinitamente a todas as pessoas que de alguma forma foram responsáveis pela realização deste trabalho. Todos os que me inspiraram, me apoiaram, me financiaram, me ajudaram, me ensinaram e me aguentaram, me proporcionando as condições necessárias para que eu pudesse concluir exitosamente esta dissertação. A todos e todas, o meu muitíssimo Obrigado!”

## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tabelas .....	viii
Resumo.....	9
Abstract .....	10
Introdução Geral .....	11
Fundamentação Teórica .....	13
Referências Bibliográficas .....	16
<b>Artigo: Consequências de Reservatórios em Cascata sobre a Biologia Reprodutiva de um Piscívoro Neotropical no Nordeste Brasileiro .....</b>	<b>23</b>
Resumo.....	24
1. Introdução.....	26
2. Material e Métodos .....	27
3. Resultados.....	30
4. Discussão .....	34
5. Agradecimentos .....	37
5. Referências .....	37
Anexos.....	44

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Fig. 1.</b> Mapa da localização dos reservatórios estudados. Fonte: Google Earth modificado .....	28
<b>Figs. 2a-e.</b> Distribuição de machos e fêmeas por classe de comprimento nos reservatórios de Sobradinho (A), Itaparica (B), Moxotó (C), Complexo PA (D) e Xingó (E) .....	31
<b>Fig. 3.</b> Variação dos estádios maturacionais das fêmeas de <i>Acestrorhynchus britskii</i> ao longo da cascata de reservatórios .....	32
<b>Figs. 4a-b.</b> Variação da relação gonadossomática média (RGS) das fêmeas de <i>Acestrorhynchus britskii</i> ao longo da cascata de reservatórios (A); valor de mediana (retângulo) e desvios interquartílicos (barras) da relação gonadossomática (RGS) (B).....	33
<b>Fig. 5.</b> Variação da média do índice de atividade reprodutiva (IAR) das fêmeas de <i>Acestrorhynchus britskii</i> ao longo da cascata de reservatórios .....	34

## LISTA DE TABELAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabela 1.</b> Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por reservatório .....	31
<b>Tabela 2.</b> Tamanho médio de primeira maturação sexual das fêmeas por reservatório . ...	32
<b>Tabela 3.</b> Valores de $r$ de <i>Spearman</i> que apresentaram correlação entre os aspectos biológicos e os parâmetros ambientais nos reservatórios da cascata.....	35



## RESUMO

Segundo o Conceito da Descontinuidade Serial, os represamentos causam descontinuidade nas características físicas e biológicas dos rios, no qual o efeito combinado de barragens em série pode causar impactos negativos na biologia dos peixes. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi compreender como a biologia reprodutiva do *Acestrorhynchus britskii* é afetada pelo efeito sinérgico de reservatórios em cascata do rio São Francisco, com a hipótese de que os reservatórios em cascata alteram suas características reprodutivas. Os 4651 exemplares de *A. britskii* foram capturados com redes de espera, de variadas aberturas de malha e analisadas as características sexuais de cada indivíduo. Observou-se uma proporção sexual de 2,33 fêmeas para cada macho em todo o conjunto da cascata, sendo verificada diferença significativa entre os sexos em todos os reservatórios, com o número de fêmeas maior que o número de machos. O tamanho médio de primeira maturação das fêmeas mostrou que a maioria dos indivíduos em todos os reservatórios da cascata, está acima do tamanho de primeira maturidade sexual (L50). Na análise da Relação Gonadossomática (RGS), constatou-se uma maior atividade reprodutiva nos reservatórios de Itaparica e Sobradinho, entretanto os valores médios de RGS foram próximos em todos os reservatórios. O Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) foi classificado como muito intenso em todos os reservatórios (>20). Nas análises de correlação entre os aspectos biológicos e os parâmetros ambientais nos reservatórios da cascata, encontrou-se valores de  $rS < 0,6$ , confirmando então uma baixa relação entre eles. De forma geral, a reprodução da espécie *A. britskii*, não está sendo influenciada pela cascata de reservatórios do rio São Francisco, sugerindo que a espécie se encontra bem adaptada ao ambiente.

**Palavras chave:** Reprodução, *Acestrorhynchus britskii*, gradiente longitudinal, barragens, semiárido.

## ABSTRACT

According to the Serial Discontinuity Concept of the impoundments cause discontinuities in the physical and biological characteristics of rivers, where the combined effect of dams in series may cause negative impacts on fish biology. Thus, the aim of this work was to understand how the reproductive biology of *A. britskii* is affected by the synergistic effect of the cascade reservoirs in the São Francisco River, with the hypothesis that reservoir cascade alters the reproductive characteristics of *A. britskii*, reducing their reproductive activity throughout the gradient. The 4651 specimens of *A. britskii* were caught with gill nets of various mesh openings. Subjects were identified and analyzed their gonads. There was a sex ratio of 2.33 females per male on the whole cascade, with significant difference between the sexes in all the tanks, with the number of females greater than the number of males. The average size at first maturity of females showed that the majority of individuals in all the reservoirs of the cascade, is above the size at first sexual maturity ( $L_{50}$ ). In the analysis of the RGS, there was a greater reproductive activity in reservoirs Itaparica and Sobradinho, however the average values of RGS were coming in all the reservoirs. The weight / length ratio is found that there is a positive allometric growth for both sexes ( $b > 3$ ). The IAR was classified as severe in all reservoirs ( $> 20$ ). In the correlation analysis between the biological aspects and environmental parameters in the reservoirs of the cascade, we found values of  $rS < 0.6$ , then confirming a low ratio between them. In general, the reproduction of the species *A. britskii*, is not being influenced by the cascade reservoirs in the São Francisco River, suggesting that the species is well adapted to the environment.

**Keywords:** Reproduction, *Acestrorhynchus britskii*, longitudinal gradient, reservoirs, semi-arid.

## INTRODUÇÃO GERAL

Os reservatórios foram construídos inicialmente com a finalidade de controle de cheias, irrigação e suprimento de água para abastecimento doméstico a cerca de 5000 anos atrás, e somente a partir do final do século XIX, devido ao grande desenvolvimento tecnológico, urbano e industrial, começaram a ser destinados também à geração hidrelétrica. (AGOSTINHO et al., 2007). No Brasil até a década de 1940 a construção de reservatórios hidroelétricos era pouco expressiva, havendo instalação de barragens em diversos rios, principalmente na região sudeste, entretanto com incentivos governamentais o número de represas aumentou exponencialmente na década seguinte (AGOSTINHO et al., 2007). Durante as décadas de 60 e 90 os maiores reservatórios brasileiros foram construídos como Sobradinho, Tucuruí, Balbina, Serra da Mesa, Porto Primavera, Itaipu, Furnas, Ilha Solteira e Três Marias (SANTOS e FREITAS, 2000).

Aproveitando as condições favoráveis de desnível dos terrenos em várias bacias hidrográficas brasileiras (entre elas a do rio São Francisco), construíram-se vários reservatórios em sequência, modificando-se a fisiografia em muitas bacias hidrográficas do país. A cascata de reservatórios, como é conhecida, é a série de barragens construídas em uma mesma bacia hidrográfica (TAKEDA et al., 2005). Estas construções provocam modificações na dinâmica da água, determinando consideráveis alterações nas comunidades bióticas em suas áreas de influência (NOGUEIRA et al., 2005).

A alteração do fluxo natural dos rios constitui um importante fator para a perda da diversidade biológica, uma vez que o fluxo de água representa uma das principais forças estruturadoras de ecossistemas de água doce, sendo responsável pela formação e manutenção da estrutura geológica, hidrológica, ciclagem de nutrientes, padrões de produção e distribuição da biota (POFF et al., 1997). De acordo com o Conceito de Contínuo Fluvial (RCC) os rios são considerados como sistemas que possuem um gradiente contínuo de condições ambientais (VANNOTE et al., 1980). Barragens e grandes represamentos são capazes de perturbar este contínuo ao longo dos rios, e tal fragmento passa a ter seu funcionamento explicado pelo conceito da descontinuidade serial (SDC). Segundo este conceito, represamentos provocam descontinuidade nas características físicas e biológicas, dependendo de forma direta da localização da barragem, número de barragens em série e tipo de operação (WARD e STANFORD, 1995).

Neste sentido, Barbosa et al. (1999) propuseram o conceito de Contínuo de Reservatórios em Cascata (CRCC) como uma base teórica para os processos ecológicos

integrados em sistemas em série de reservatórios, no qual a cascata apresenta comunidades com organizações distintas, entretanto interagindo de forma unidirecional de montante para jusante.

Agostinho et al. (2007) relataram que o rio São Francisco é conhecido como uma das principais fontes brasileiras de pescado, possuindo 21 reservatórios na sua bacia. A ictiofauna é representada por cerca de 150 espécies de água doce, sendo as famílias Characidae, Loricariidae, Rivulidae e Anostomidae as mais diversificadas e várias espécies endêmicas. O peixe-cachorro, *Acestrorhynchus britskii* Menezes 1969, representante da família Acestrorhynchidae, é uma das espécies endêmicas desta bacia (MENEZES, 2003).

Os conhecimentos disponíveis sobre os aspectos reprodutivos das espécies de peixes em reservatórios em cascata são bastante restritos, visto que as informações sobre os eventos do ciclo de vida das espécies são as mais utilizadas para as medidas de manejo, sendo a base na qual a seleção natural atua e, em grande parte, responsáveis pela distribuição e abundância das espécies (VAZZOLER, 1996). Essas informações representam ainda, um dos aspectos mais importantes da biologia de uma espécie, visto que seu sucesso depende de vários fatores como: recursos alocados para reprodução, de onde e quando eles se reproduzem, o recrutamento e, conseqüentemente, a manutenção de populações viáveis. E para que isto aconteça, as larvas devem eclodir em períodos onde as condições sejam apropriadas para o seu desenvolvimento (WOOTTON, 1984).

A reprodução, pelo caráter mais conservador de suas estratégias, impõe relevantes limitações à ocupação dos novos reservatórios pela fauna fluvial (AGOSTINHO, 2007). Segundo Lowe-McConnell (1999), o efeito combinado de barragens em série em alguns rios, tem sido responsabilizado pelo desaparecimento de grandes peixes migradores. As características reprodutivas dos peixes mostram modificações táticas de acordo com as condições ambientais locais, no qual essas modificações podem ser mais ou menos plásticas, representando uma resposta homeostática para minimizar o custo das flutuações ambientais (AGOSTINHO, 2007). Algumas características da estratégia reprodutiva são mais flexíveis, estando mais susceptíveis a alterações, como: época de desova, local de desova e tamanho de primeira maturação, naturalmente dentro do limite de cada espécie (DIAS, 1989).

Todavia os conhecimentos disponíveis sobre os aspectos reprodutivos das espécies de peixes em reservatórios em cascata ainda são bastante restritos. Segundo Vazzoler (1996), as informações sobre os eventos do ciclo de vida das espécies são as mais utilizadas para as medidas de manejo, sendo a base na qual a seleção natural atua e, em grande parte, responsáveis pela distribuição e abundância das espécies. Essas informações representam

ainda, um dos aspectos mais importantes da biologia de uma espécie, em razão de que seu sucesso depende de vários fatores como: recursos alocados para reprodução, de onde e quando eles se reproduzem, o recrutamento e, conseqüentemente, a manutenção de populações viáveis.

O estudo das conseqüências da construção de barragens em série, bem como a relação entre os ciclos de reprodução com os períodos de cheias e secas é importante para tentar elucidar os reais impactos que sucessões de reservatórios possam acarretar nos aspectos reprodutivos da ictiofauna, devido ao impacto constante e cumulativo que o controle artificial das vazões do rio causa no ambiente.

Diante do exposto a nossa hipótese é que os reservatórios em cascata alteram as características reprodutivas do peixe cachorro *Acestrorhynchus britskii*, reduzindo a sua atividade reprodutiva ao longo do gradiente. Isso seria resultado das modificações nos níveis de cotas (diários e mensais), resultante do padrão de operação de cada usina, que alteram de forma distinta as características reprodutivas da espécie ao longo do gradiente de barragens. Desse modo, o nosso objetivo é compreender como a biologia reprodutiva do peixe cachorro *A. britskii* é afetada pelo efeito sinérgico de reservatórios em cascata em um trecho do rio São Francisco.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A família Acestrorhynchidae pertence à Classe Actinopterygii, Ordem Characiformes e apresenta apenas o gênero *Acestrorhynchus*, dividido em 17 espécies, ocupando uma variedade de habitats, preferencialmente ambientes lênticos. Apresentam distribuição restrita à América do Sul com maior diversidade específica ocorrendo nas bacias do Amazonas e do Orinoco, além das drenagens dos rios São Francisco, Paraná, Paraguai e La Plata (MENEZES, 1992).

O gênero *Acestrorhynchus* pertence a uma tribo homogênea, sendo que a maioria das espécies pode ser identificada por várias características externas, inclusive comprimento de focinho, coloração e tamanho máximo. Todas as formas são ictiófagas e requerem água oxigenada e clara com uma temperatura entre 23-28°C (MENEZES, 1992).

A espécie *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969, conhecida popularmente por peixe-cachorro, é endêmica da bacia do São Francisco. Possui focinho cônico, boca terminal e nadadeira caudal bifurcada, corpo alongado e comprimido, boca grande com dentes caniniformes e preferência por ambientes lênticos, como lagos, lagoas e alguns trechos de

rios. Apresenta hábito alimentar piscívoro, costumando preda em cardumes (MENEZES, 1969; BRITSKI et al., 1984; CASTELLA e TORRES, 1984; SATO e GODINHO, 1999; MENEZES, 2003; REIS et al., 2003.)

Esta espécie é uma das espécies numericamente mais representativas do reservatório de Sobradinho-BA (FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO, 2003) representando 7,72% do total capturado entre maio de 2007 a março de 2008 neste reservatório (GABRIEL NETO, 2008).

No que concerne à biologia de uma espécie, a reprodução é um dos aspectos mais importantes, pois é o processo pelo qual ela se multiplica e se perpetua, assegurando a sua continuidade (BRAGA, 1997) e garantindo a manutenção e o equilíbrio dos ambientes. Falhas na reprodução em períodos consecutivos podem levar os estoques naturais à depleção e até mesmo à extinção (WELCOMME, 1979; ESPER et al., 2000). Sendo assim, o conhecimento da biologia reprodutiva das espécies, é um importante instrumento para se compreender parte dos processos naturais que regulam o comportamento das populações de peixes (SANTOS et al., 2003).

Na literatura os estudos a respeito dos aspectos reprodutivos do *A. britskii* são poucos. Barros e Santos (1996), analisaram a fecundidade e os aspectos de desova da espécie no reservatório de Três Marias na bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais, onde os autores relatam que o *A. britskii* apresenta baixa fecundidade e distribuição de frequência de diâmetros ovocitários típica de peixes com desova parcelada. Aragão (2007) estudou os aspectos reprodutivos da espécie no reservatório de Sobradinho-BA e encontrou baixa fecundidade e desova parcelada para o peixe-cachorro, relatando também aspectos como a proporção sexual, onde foi encontrado um maior número de fêmeas do que machos, e que a espécie se encontra adaptada ao ambiente lacustre do reservatório, apresentando picos reprodutivos no período de maior temperatura e nível hidrológico do reservatório. Guerra et al. (2009) analisaram o período reprodutivo da espécie no reservatório de Paulo Afonso (PA I, II, III) - BA, onde observaram que esta se reproduziu em todo o período estudado, apresentando maior intensidade reprodutiva entre os meses de abril a agosto. Por fim Guerra et al. (2011) também analisaram o período reprodutivo do *A. britskii* no reservatório de Itaparica-BA, encontrando novamente uma atividade reprodutiva para todo o período analisado, apresentando pico maturacional nos meses de dezembro, fevereiro e abril.

A biologia reprodutiva de outras espécies do gênero *Acestrorhynchus* em reservatórios foi estudada por Bazzoli e Godinho (1991) que pesquisaram o *A. lacustris* no reservatório de Três Marias-MG; Rodrigues et al. (2005) descreveram morfo-histologicamente os ovários de

*A. pantaneiro* na bacia do médio rio Uruguai; Meurer e Zaniboni-Filho (2012), avaliaram aspectos reprodutivos do *A. pantaneiro* na região do alto rio Uruguai, sul do Brasil;

Outros estudos com a espécie *A. britskii* e *A. lacustris* são encontrados apenas no âmbito alimentar, no qual Amaral (1990) comparou a anatomia do aparelho digestivo destas. Pompeu (1997) verificou a ingestão exclusiva de peixes por *A. lacustris* e *A. britskii* em lagoas marginais do Rio São Francisco sem variações sazonais. E com o objetivo de caracterizar o hábito alimentar destas mesmas duas espécies, Rocha et al. (2011), encontraram o mesmo padrão alimentar piscívoro para ambas no reservatório de Sobradinho-BA.

Vários trabalhos foram realizados com o objetivo de correlacionar as características bióticas e abióticas em reservatórios (CLARAMUNT e WAHL, 2000; GODINHO et al., 2000; IRZ et al., 2002; OLIVEIRA et al. 2004; CAROL et al., 2006; FERREIRA 2008; BAUGMGARTNER 2010), entretanto, a grande maioria destes trabalhos, objetivou avaliar a influência de variáveis ambientais em reservatórios de múltiplas bacias, ou reservatórios isolados, sem levar em conta a distribuição espacial ao longo da cascata de uma bacia.

É importante destacar que para o entendimento de todos os fatores que regem a organização das comunidades em reservatórios em cascata, faz-se necessário analisar o sistema como um todo, uma vez que processos biológicos dentro de qualquer reservatório particular podem ser consequentes de mudanças no reservatório anterior (BARBOSA et al., 1999).

Trabalhos que levam em consideração a distribuição espacial ao longo da cascata de uma única bacia são poucos. Neste sentido, podemos destacar estudos em reservatórios em cascatas para a qualidade da água (BARBOSA et al., 1999; ABE et al., 2003; SENDACZ et al., 2005), comunidade de macroinvertebrados (SAMPAIO et al., 2002; CALLISTO et al., 2005; TAKEDA et al., 2005; JORCIN e NOGUEIRA, 2008), zooplâncton (NOGUEIRA et al., 2008) e pouquíssimos estudos abordando comunidades de peixes (CHICK et al., 2006; MIRANDA et al., 2008).

Trabalhos sobre a influência dos reservatórios em cascata sobre a reprodução de uma espécie de peixe são escassos. Silva (2010) estudou quais as condições ambientais em que a espécie *Pimelodus britskii* estava se reproduzido ao longo da conectividade longitudinal dos reservatórios em cascata do rio Iguaçu, verificando se a biologia reprodutiva da espécie estava sendo influenciada pelos reservatórios sequenciais. O autor encontrou que a biologia reprodutiva do *P. britskii* não estava sendo influenciada ao longo do gradiente de cascata até o reservatório de Salto Santiago, entretanto após este reservatório, os resultados apontaram uma tendência de influência com redução da atividade reprodutiva.

Estudos a respeito de comunidades de peixes ao longo de cascatas de reservatórios, na bacia do São Francisco, no trecho do reservatório de Sobradinho à Xingó estão sendo executados no intuito de avaliar a influência do sistema de reservatórios em cascata sobre a zonação longitudinal da ictiofauna e os efeitos da forma de operação das usinas sobre a abundância de grupos funcionais (Santos, informação pessoal).

No trecho médio até o baixo da bacia do São Francisco o conhecimento da ictiofauna é local e pontual, restringindo-se a poucos grupos. Trabalhos que avaliem a comunidade de peixes são raros, podendo-se citar Luz et al. (2009), sobre a estrutura da assembleia de peixes numa lagoa marginal, Gabriel Neto (2008) e Stegmann (2012) com a comunidade de peixes do reservatório de Sobradinho. Sobre ecologia trófica das espécies *Triporthus guentheri* e *Acestrorhynchus britskii* e *A. lacustris* foram realizados por Pinto et al. (2011) e Rocha et al. (2011) respectivamente. E enfocando a reprodução de *Triporthus guentheri* Freitas Neto (2009) realizou um estudo.

Neste contexto, trabalhos de biologia são essenciais, especificamente com reprodução das espécies ocorrentes na bacia, para compreender como os efeitos ocasionados com a construção de reservatórios em cascata estão influenciando a reprodução destas espécies, em destaque para o peixe cachorro *Acestrorhynchus britskii*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, D.S. et al. Denitrification and bacterial community structure in the cascade of six reservoirs on a tropical river in Brazil. **Hydrobiologia**, v. 504, n. 1, p. 67-76, 2003.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Ed). **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. Cap. 17, p. 319-364.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. 1. ed. Maringá: Eduem, 2007. 501 p.

AMARAL, A. A. Anatomia comparativa do aparelho digestivo de *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 e *Acestrorhynchus lacustris* Reinhardt, 1874 (Pisces, Characidae, Acestrorhynchinae), **Revista Ceres**, v. 37, n. 212, p. 277-288, 1990.

ARAGÃO, T.V. **Aspectos da Biologia Reprodutiva do Peixe-Cachorro, *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 (Actinopterygii: Acestrorhynchidae), do Reservatório de**



**Sobradinho, Brasil.** 2007. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, 2007.

BARBOSA, F. A. R. et al. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the River Tietê, São Paulo State, Brazil. In: TUNDISI, J. G.; M. STRAŠKRABA, (Ed.). **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos, International Institute of Ecology; Leiden, The Netherlands, Backhuys Publishers; Rio de Janeiro, Brazilian Academy of Sciences, 1999. p. 425-437.

BARROS, L. N. V.; SANTOS, G. B. Fecundity and spawning aspects of dogfish *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 (Teleostei, Characidae), **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, n. 1, p. 93-100, 1996.

BASILE-MARTINS, M.A.; GODINHO, H.H.; NARAHARA, M.Y.; FENERICH-VERANI, N.; CIPOLLI, M.N.. Estrutura da população e distribuição espacial do mandi, *Pimelodus maculatus*, Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), dentre os trechos do Rio Jaguari e Piracicaba, São Paulo – Brasil, **Boletim do instituto de pesca**, São Paulo, vol. 13, n1, p. 1-16, 1986.

BAUMGARTNER D. **Zonação, variabilidade e inter-relação da fauna de peixes de dois reservatórios do rio Iguaçu, Paraná, Brasil.** 2010. 75 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá – UEM, Maringá, 2010.

BAZZOLI, N.; GODINHO, H.P. Reproductive biology of the *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Characidae) from Três Marias reservoir, Brazil. **Zool. Anz**, v. 226, p. 285-297, 1991.

BRAGA, F. M. S. Biologia reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Scianidae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba-SP. **Revista UNIMAR**, v. 2, n. 19, p. 447-460, 1997.

BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C. e NETO, A. G. F. **Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica**. São Paulo: EDART (São Paulo Livraria Editora Ltda, Editora da Universidade de São Paulo), 1976. 239 p.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco**. 3 ed. Brasília: Câmara dos deputados/CODEVASF, 1984.

- CALLISTO, M. et al. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco river (northeastern Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 2, p. 229-240, 2005.
- CAROL, J. et al. The effects of limnological features on fish assemblages of 14 Spanish reservoirs. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 15, p. 66-77, 2006.
- CASTELLA, A.C.; TORRES, G.E. Observações sobre o espectro e estratégia alimentares do peixe cachorro, *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Characidae, Acestrorhynchinae) do reservatório de Três Marias – rio São Francisco, MG. **An. Sem. Reg. Ecol.**, São Carlos, v. 4, p. 112-125, 1984.
- CHICK, J. H.; PEGG M. A.; KOEL T. M. Spatial patterns of fish communities in the upper Mississippi River system: assessing fragmentation by low-head dams. **River Research and Applications**, v. 22, p. 413-427, 2006.
- CLARAMUNT, R.M.; WAHL, D.H. The effects of abiotic and biotic factors in determining larval fish growth rates: a comparison across species and reservoirs. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 129, p. 835-851, 2000.
- ESPER, M. L.P.; MENEZES, M.S.; ESPER, W. Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de *Mugilplatanus Günther*, 1880 da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Acta Biology Paranae**, Curitiba, v. 29 n.(1,2,3,4). p. 255-263, 2000.
- FERREIRA, E. A. **Influência de fatores ambientais locais e regionais sobre a abundância de guildas reprodutivas e tróficas de peixes em reservatórios do Estado do Paraná**. 2008. 30 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, 2008.
- FONTELES-FILHO, A. A. Recursos Pesqueiros: **Biologia e Dinâmica Populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 2001. 296p.
- FREITAS NETO, J.J. **Biologia Reprodutiva de *Triplotheus guentheri* (Garman, 1890) (OSTEICHTHYES, CHARACIDAE), no Reservatório de Sobradinho, Rio São Francisco**. 2009. 46 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRP, Recife, 2009.

FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO. **Monitoramento Limnológico e da Produção Pesqueira do Reservatório de Sobradinho**. Relatório Final: Recife, p. 6-8, 2003.

FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO. **Proposta Técnica da Implantação do Programa de Inventário dos Ecossistemas Aquáticos do Reservatório de Sobradinho**. Plano de Trabalho Preliminar: Recife: p. 12-14, 2006

GABRIEL NETO, F.A. **Composição da Ictiofauna do Reservatório de Sobradinho (Bahia)**. 2008. 46 f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, 2008.

GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Breve visão do São Francisco In: GODINHO H. P. (org). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.

GODINHO, F.N.; FERREIRA, M.T.; SANTOS, J.M. Variation in fish community composition along an Iberian river basin from low to high discharge: relative contributions of environmental and temporal variables. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 9, p. 22-29, 2000.

GUERRA, T.P. et al. Período Reprodutivo de *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 no Reservatório de PA I, II, III, Rio São Francisco. In: IX JORNADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 2009, Recife.

GUERRA, T.P. et al. Período Reprodutivo e Estrutura populacional de *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 no Reservatório de Itaparica, Rio São Francisco. . In: XI JORNADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 2011, Recife.

IRZ, P. et al. Influence of site characteristics on fish community patterns in French reservoirs. **Ecology of Freshwater Fish**. v. 11, p. 123–136, 2002.

JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G. Benthic macroinvertebrates in the Paranapanema reservoir cascade (southeast Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 1013-1024, 2008.

LIMA, A.E.; SEVERI, W. Estado trófico na cascata de reservatórios de um rio no semiárido brasileiro. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v. 9, n. 1, p. 124-133, 2014.

LUZ, S. C. S. et al. Estrutura da assembleia de peixes de uma lagoa marginal desconectada do rio, no submédio Rio São Francisco, Pernambuco. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 117-129, 2009.

- MENEZES, N. A. Redefinição taxonômica das espécies de *Acestrorhynchus* do grupo *lacustris* com a descrição de uma espécie (Osteichthyes, Characiformes, Characidae). **Sér. Zool.**, Porto Alegre, p. 39-54, 1992.
- MENEZES, N.A. Family Acestrorhynchidae. In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. **Check list of the Freshwater of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, p. 231-233, 2003.
- MENEZES, N.A. Systematics and evolution of the tribe Acestrorhynchinae (PISCES, Characidae). **Arquivos de Zoologia**, São Paulo, v. 118, p. 51-59, 1969.
- MEURER, S.; ZANIBONI-FILHO, E. Reproductive and feeding biology of *Acestrorhynchus pantaneiro* Menezes, 1992 (Osteichthyes: Acestrorhynchidae) in areas under the influence of dams in the upper Uruguay River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 1 p. 159-166, 2012.
- MIRANDA, L. E. Longitudinal gradients along a reservoir cascade. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 137, p. 1851-1865, 2008.
- NIKOLSKY, G.V. **Theory of fish population dynamics**. Edinburgh, Oliver and Boyd, 1969. 323 p.
- NOGUEIRA, M. G.; OLIVEIRA, P. C. R.; BRITTO, Y. T. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). **Limnetica**, v. 27, p. 151-170, 2008.
- NOGUEIRA, M.G. et al. Reservatórios em Cascata e os Efeitos na Limnologia e Organização das Comunidades Bióticas (Fitoplâncton, Zooplâncton e Zoobentos) – Um estudo de Caso no Rio Paranapanema (SP/PR). In NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. **Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata**, 2005. p. 89-126.
- OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E.; MINTE-VERA, C. V. Fish diversity along spatial gradients in the Itaipu reservoir, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, p. 447-458, 2004.
- PAIVA, M. P. **Grandes represas do Brasil**. Brasília: Editerra, 1982.
- PINTO, G. A. et al. Variação sazonal na dieta de *Thiportheus guentheri* (Garman, 1890) (Actinopterygii: Characidae), no reservatório de Sobradinho, rio São Francisco, BA. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, p. 297-308, 2011.

- POFF, N. L. et al. The natural flow regime. **Bio Science**, v. 47, p. 769-784, 1997.
- POMPEU, P.S. **Efeitos das estações seca e de cheia e da ausência de cheias nas comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco**. 1997. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Minas Gerais, 1997.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742 p.
- ROCHA, A.A.F. et al. Diet composition and food overlap of *Acestrorhynchus britskii* and *A. lacustris* (Characiformes: Acestrorhynchidae) from Sobradinho reservoir, São Francisco river, Bahia State. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 407-415, 2011.
- RODRIGUES, L. P.; QUEROL, E.; BRACCINI, M.C. Descrição Morfo-Histológica do Ovário de *Acestrorhynchus pantaneiro* (Menezes, 1992) (Teleostei, Characidae), em seus Diferentes Estádios de Desenvolvimento, na Bacia do Rio Uruguai Médio, Uruguaiana, RS. **Biodiversidade Pampeana**, Uruguaiana, v. 3, p. 11-18, 2005.
- SAMPAIO, E.V. et al. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic of seven reservoirs of the Paranapanema river. **Brasilia Journal of biology**, v. 62, p. 525-545, 2002.
- SANTOS, A.H.M.; FREITAS, M.A.V. Hidrelétricas e desenvolvimento no Brasil. In: **Workshop Barragens, Desenvolvimento e Meio Ambiente Workshop on Dams, Development and The Environment**. São Paulo-SP: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2000. p. 59-76.
- SANTOS, S. B. A. F.; SILVA, A. C.; VIANA, M. S. R. Aspectos reprodutivos da pescada-do-piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), capturada no açude Pereira de Miranda (Petencoste-Ceará). **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 1, p. 5-10, 2003.
- SATO, Y.N.; GODINHO, H.P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: LOWE-McCONNELL, R.H. (Ed.) **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. p. 401-413.
- SATO, Y.N.; GODINHO, H.P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: LOWE-McCONNELL, R.H. (Ed.) **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. p. 401-413.
- SENDACZ, S. et al. Sistemas em Cascata: Concentrações e Cargas de Nutrientes no sistema Produtor Alto Tietê, São Paulo. In NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. **Ecologia**

**de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata.** 2005. p. 417-434.

SILVA, P. R. L. **Efeitos de Reservatórios em Cascata sobre a Biologia Reprodutiva de um Piscívoro Neotropical.** 2010. 36 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UEOP, Toledo, 2010.

STEGMANN, L. F. **Estrutura da Ictiofauna ao Longo do Eixo Longitudinal em um Trecho Segmentado do Submédio São Francisco.** 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2012.

SUZUKI, H.I.; AGOSTINHO, A.A. Reprodução de Peixes do Reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. (Ed). **Reservatório de Segredo: Bases Ecológicas para o Manejo.** Maringá: EDUEM, 1997, p. 163-182.

TAKEDA, et al. Larvas Chironomidae em Cascata de Reservatórios no Rio Iguaçu, Paraná. In RODRIGUES, L. et al. (ed). **Biocenoses em Reservatórios: padrões espaciais e temporais.** São Carlos: RIMA, 2005. p. 147-160.

UFR (Use of Fishes in Research) **Committee Guidelines for the use of fishes in research.** American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 53 p. 2004.

VANNOTE, R. L. et al. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, p. 130-137, 1980.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** Maringá: EDUEM, 1996.

WARD, J. V.; STANFORD, J. A. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. In: FONTAINE, T. D.; BARTELL, S. M. (ed) **Dynamics of Lotic Ecosystems**, Ann Arbor Michigan: Ann Arbor Science, 1983. p. 29-42.

WARD, J. V.; STANFORD, J. A. The **serial discontinuity concept**: extending the model to floodplain rivers. *Regul Rivers: Res. Mgmt*, p. 159-168, 1995.

WELCOMME, R.L. **Fisheries ecology of floodplains rivers.** London: Longman, 1979.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes.** London: Chapman & Hall, 1990.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 1999.

**Artigo**

**CONSEQUÊNCIA DE RESERVATÓRIOS EM CASCATA SOBRE A BIOLOGIA  
REPRODUTIVA DE UM PISCÍVORO NEOTROPICAL NO NORDESTE  
BRASILEIRO**

Normas para a publicação em *Neotropical Ichthyology*

(Anexos)

Consequência de reservatórios em cascata sobre a biologia reprodutiva de um piscívoro neotropical no nordeste brasileiro

Consequence of cascade reservoirs on reproductive biology of a Neotropical piscivorous in northeast Brazil

Thiago Pereira Guerra<sup>1\*</sup>, Natália Carneiro Lacerda dos Santos<sup>2</sup>, , Wiliam Severi<sup>3</sup>, Ana Carla Asfora El-Deir<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratório de Ecologia de Peixes, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros - s/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. CEP 52.171-900.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais – PEA, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900 Maringá, PR, Brasil. E-mail: natalia.ictio@gmail.com.

<sup>3</sup> Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-PE. E-mail: wseveri@gmail.com

\*e-mail: thiagoguerra@yahoo.com.br

## Resumo

Segundo o Conceito da Descontinuidade Serial, os represamentos causam descontinuidade nas características físicas e biológicas dos rios, no qual o efeito combinado de barragens em série pode causar impactos negativos na biologia dos peixes. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi compreender como a biologia reprodutiva do *Acestrorhynchus britskii* é afetada pelo efeito sinérgico de reservatórios em cascata do rio São Francisco, com a hipótese de que os reservatórios em cascata alteram suas características reprodutivas. Os 4651 exemplares de *A. britskii* foram capturados com redes de espera, de variadas aberturas de malha e analisadas as características sexuais de cada indivíduo. Observou-se uma proporção sexual de 2,33 fêmeas para cada macho em todo o conjunto da cascata, sendo verificada diferença significativa entre os sexos em todos os reservatórios, com o número de fêmeas maior que o número de machos. O tamanho médio de primeira maturação das fêmeas mostrou que a maioria dos indivíduos em todos os reservatórios da cascata, está acima do tamanho de primeira maturidade sexual (L50). Na análise da Relação Gonadossomática (RGS), constatou-se uma maior atividade reprodutiva nos reservatórios de Itaparica e Sobradinho, entretanto os



valores médios de RGS foram próximos em todos os reservatórios. O Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) foi classificado como muito intenso em todos os reservatórios ( $>20$ ). Nas análises de correlação entre os aspectos biológicos e os parâmetros ambientais nos reservatórios da cascata, encontrou-se valores de  $rS < 0,6$ , confirmando então uma baixa relação entre eles. De forma geral, a reprodução da espécie *A. britskii*, não está sendo influenciada pela cascata de reservatórios do rio São Francisco, sugerindo que a espécie se encontra bem adaptada ao ambiente.

**Palavras chave:** Reprodução, *Acestrorhynchus britskii*, gradiente longitudinal, barragens, semiárido.

### **Abstract**

According to the Serial Discontinuity Concept of the impoundments cause discontinuities in the physical and biological characteristics of rivers, where the combined effect of dams in series may cause negative impacts on fish biology. Thus, the aim of this work was to understand how the reproductive biology of *A. britskii* is affected by the synergistic effect of the cascade reservoirs in the São Francisco River, with the hypothesis that reservoir cascade alters the reproductive characteristics of *A. britskii*, reducing their reproductive activity throughout the gradient. The 4651 specimens of *A. britskii* were caught with gill nets of various mesh openings. Subjects were identified and analyzed their gonads. There was a sex ratio of 2.33 females per male on the whole cascade, with significant difference between the sexes in all the tanks, with the number of females greater than the number of males. The average size at first maturity of females showed that the majority of individuals in all the reservoirs of the cascade, is above the size at first sexual maturity ( $L_{50}$ ). In the analysis of the RGS, there was a greater reproductive activity in reservoirs Itaparica and Sobradinho, however the average values of RGS were coming in all the reservoirs. The weight / length ratio is found that there is a positive allometric growth for both sexes ( $b > 3$ ). The IAR was classified as severe in all reservoirs ( $> 20$ ). In the correlation analysis between the biological aspects and environmental parameters in the reservoirs of the cascade, we found values of  $rS < 0,6$ , then confirming a low ratio between them. In general, the reproduction of the species *A. britskii*, is not being influenced by the cascade reservoirs in the São Francisco River, suggesting that the species is well adapted to the environment.

**Keywords:** Reproduction, *Acestrorhynchus britskii*, longitudinal gradient, reservoirs, semi-arid.

## **Introdução**

O represamento dos habitats fluviais ocasiona alterações drásticas na dinâmica da água, e conseqüentemente, seus atributos físicos, químicos e biológicos também são modificados (AGOSTINHO e GOMES, 1997). Com a mudança do fluxo natural dos rios, é formado um “novo” ecossistema, o reservatório, que se diferencia em vários aspectos do sistema original (POFF *et al.*, 1997). Inevitavelmente, os reservatórios causam um grande impacto sobre a estruturação da ictiofauna, alterando a composição e abundância das espécies, elevando a proliferação de algas e reduzindo ou mesmo eliminando outras (AGOSTINHO, 2007).

De acordo com o Conceito da Descontinuidade Serial, os represamentos provocam descontinuidade nas características físicas e biológicas dos rios, dependendo de forma direta da localização da barragem, número de barragens em série e tipo de operação (WARD e STANFORD, 1995). Neste sentido, Barbosa *et al.*, (1999) propuseram o Conceito de Contínuo de Reservatórios em Cascata (CRCC) como uma base teórica para os processos ecológicos integrados em sistemas em série de reservatórios, no qual a cascata apresenta comunidades com organizações distintas, porém interagindo de forma unidirecional de montante para jusante.

A reprodução, pelo caráter mais conservador de suas estratégias, impõe relevantes limitações à ocupação dos novos reservatórios pela fauna fluvial (AGOSTINHO, 2007). Segundo Lowe-McConnell (1999), o efeito combinado de barragens em série em alguns rios, tem sido responsabilizado pelo desaparecimento de grandes peixes migradores. As características reprodutivas dos peixes mostram modificações táticas de acordo com as condições ambientais locais, no qual essas modificações podem ser mais ou menos plásticas, representando uma resposta homeostática para minimizar o custo das flutuações ambientais (AGOSTINHO, 2007). Algumas características da estratégia reprodutiva são mais flexíveis, estando mais susceptíveis a alterações, como: época de desova, local de desova e tamanho de primeira maturação, naturalmente dentro do limite de cada espécie (DIAS, 1989).

Todavia os conhecimentos disponíveis sobre os aspectos reprodutivos das espécies de peixes em reservatórios em cascata ainda são bastante restritos. Segundo Vazzoler (1996), as informações sobre os eventos do ciclo de vida das espécies são as mais utilizadas para as

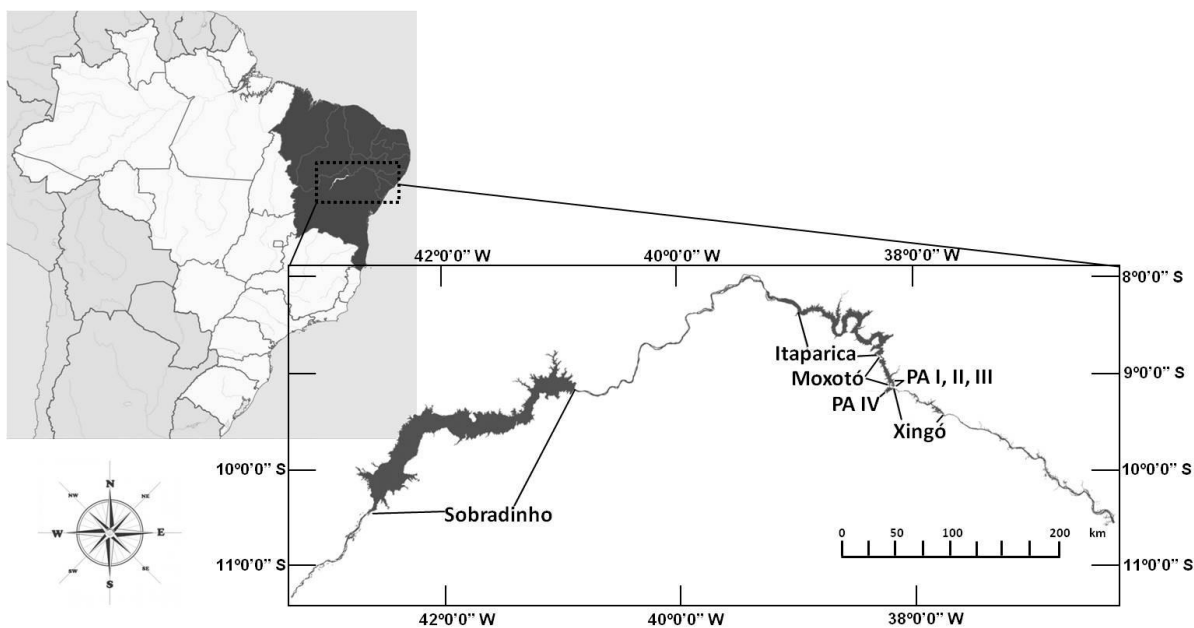
medidas de manejo, sendo a base na qual a seleção natural atua e, em grande parte, responsáveis pela distribuição e abundância das espécies. Essas informações representam ainda, um dos aspectos mais importantes da biologia de uma espécie, em razão de que seu sucesso depende de vários fatores como: recursos alocados para reprodução, de onde e quando eles se reproduzem, o recrutamento e, conseqüentemente, a manutenção de populações viáveis.

O estudo das conseqüências da construção de barragens em série, bem como a relação entre os ciclos de reprodução com os períodos de cheias e secas é importante para tentar elucidar os reais impactos que sucessões de reservatórios possam acarretar nos aspectos reprodutivos da ictiofauna, devido ao impacto constante e cumulativo que o controle artificial das vazões do rio causa no ambiente.

Diante do exposto a nossa hipótese é que os reservatórios em cascata alteram as características reprodutivas do peixe cachorro *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969, reduzindo a sua atividade reprodutiva ao longo do gradiente. Isso seria resultado das modificações nos níveis de cotas (diários e mensais), resultante do padrão de operação de cada usina, que alteram de forma distinta as características reprodutivas de *A. britskii* ao longo do gradiente de barragens. Desse modo, o nosso objetivo é compreender como a biologia reprodutiva do peixe cachorro *A. britskii* é afetada pelo efeito sinérgico de reservatórios em cascata em um trecho do rio São Francisco.

## **Material e Métodos**

Os cinco reservatórios estudados estão inseridos nas regiões do médio (Sobradinho), sub-médio (Itaparica, Moxotó e Complexo Paulo Afonso) e baixo São Francisco (Xingó) (Fig. 1). Os diferentes reservatórios estão sujeitos a diferenças operacionais em suas usinas geradoras, sendo Sobradinho e Itaparica classificados como reservatórios de acumulação e Moxotó, Complexo Paulo Afonso e Xingó, como reservatórios de fio d'água. Por este motivo, em função de sua posição na cascata e modo de operação, estão sujeitos a diferentes amplitudes de variação de nível e tempo médio de residência da água.



**Fig. 1.** Mapa da localização dos reservatórios estudados. Fonte: Google Earth modificado.

Os exemplares do *Acestrorhynchus britskii* capturados, foram provenientes das coletas bimestrais efetuadas entre novembro de 2007 e setembro de 2009, no reservatório de Sobradinho, e entre fevereiro de 2008 e dezembro de 2010 nos reservatórios de Itaparica, Moxotó, Complexo Paulo Afonso e Xingó. Foram utilizadas redes de espera com aberturas de malha variadas (12, 15, 20, 25 e 30 mm entrenós adjacentes), expostas sempre ao anoitecer e recolhidas na manhã seguinte, com exposição de aproximadamente 12 h. Após a retirada das redes, os exemplares foram acondicionados em caixas térmicas com gelo em escamas, para anestesia e subsequente eutanásia, através do método de “cold shock” recomendado pelo UFR (2004). Em seguida foram devidamente identificados segundo Britskii et al. (1984).

Para cada indivíduo foram obtidos dados de comprimento padrão (CP em mm), peso total (PT em g), peso das gônadas (PG em g), sexo e estádios de maturidade gonadal. A identificação do sexo e estádios de maturidade foi realizada através da inspeção macroscópica das gônadas baseado na descrição proposta por Vazzoler (1996) modificada, sendo que a definição foi em função do tamanho, forma, coloração, possibilidade de visualização dos ovócitos (para fêmeas), posição na cavidade abdominal, grau de turgidez e ocorrência de regiões hemorrágicas, sendo atribuída a seguinte escala: I – imaturo; II – em maturação; III – maduro; IV – esvaziado (machos), repouso (fêmeas). Posteriormente as gônadas foram fixadas em formol a 10% por 48 horas, conservadas e armazenadas em álcool a 70%.

A proporção sexual foi expressa relacionando o número total de machos com o de fêmeas, aplicando-se o teste qui-quadrado para análise de diferença significativa (nível de 5%) através da equação:  $\chi^2 = 2.(O-E)^2/E$  (Vazzoler, 1996).

O tamanho de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) foi realizado utilizando a fórmula:  $Mf=1/[1+\exp(a+b*CP)]$ , onde  $Mf$  é a fração dos indivíduos que se encontram aptos à reprodução (Fonteles-Filho, 2001). Os imaturos foram excluídos da análise, e os pontos foram ajustados através do método de máxima verossimilhança (*maximum likelihood*).

Para determinar os valores quantitativos dos estádios maturacionais gonadais para as fêmeas, foi utilizada a relação gonadossomática (RGS), considerando as frequências de indivíduos nos diferentes estádios de maturação gonadal, conforme metodologia proposta por Vazzoler (1996) com base na equação:  $RGS = (PG/PT) \times 100$ , onde  $PG$  = peso da gônada e  $PT$  = peso total, nos quatro estádios maturacionais.

O índice de atividade reprodutiva (IAR) foi estimado segundo metodologia proposta por Suzuki e Agostinho (1997), como método para quantificar a energia canalizada ao processo de desenvolvimento gonadal, e que associado às porcentagens de indivíduos com gônadas maduras, se constitui num indicador quantitativo do grau de desenvolvimento dos ovários, detectando os casos de desova iminente, segundo a expressão:

$$IAR = \frac{\ln N_i \left( \frac{n_i}{\sum n_i} + \frac{n_i}{N_i} \right) \times \frac{RGS_i}{RGS_e}}{\ln N_m \left( \frac{n_m}{\sum n_i} + 1 \right)} \times 100$$

Sendo:  $N_i$  = número de fêmeas na unidade amostral  $i$ ;  $n_i$  = número de fêmeas “em reprodução” (a partir do estágio II) na unidade amostral  $i$ ;  $N_m$  = número de fêmeas na maior unidade amostral;  $n_m$  = número de fêmeas “em reprodução” na unidade amostral com maior  $n$ ;  $\ln$  = logaritmo neperiano;  $RGS_i$  = RGS médio das fêmeas “em reprodução” na unidade amostral  $i$ ;  $RGS_e$  = maior valor individual de RGS das fêmeas.

A interpretação do índice foi baseada na classificação sugerida por Suzuki e Agostinho (1997) onde: atividade reprodutiva nula ( $IAR \leq 2$ ), incipiente ( $2 < IAR \leq 5$ ), moderada ( $5 < IAR \leq 10$ ), intensa ( $10 < IAR \leq 20$ ) e muito intensa ( $IAR > 20$ ).

Para a análise limnológica, foram realizadas campanhas trimestrais entre outubro de 2007 e julho de 2009 no reservatório de Sobradinho, e entre dezembro de 2007 e setembro de 2010 nos demais reservatórios. Com auxílio de um analisador multiparâmetro foram medidos temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica da água. A transparência da coluna d'água foi medida com um disco de Secchi.

Em seguida, foram obtidos através da Divisão de Operação de Recursos Hídricos (DORH) da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) os valores de afluência, defluência e cota dos reservatórios e de pluviosidade, onde estes foram avaliados em função do período de cheia e seca dos reservatórios.

Todos os dados primeiramente tiveram sua normalidade verificada através dos testes de Shapiro-Wilk e Kolmogorov Smirnov. Para averiguar se houve diferença significativa nos parâmetros avaliados entre os reservatórios, foi feita uma análise de Kruskal Wallis ao nível de 5%. Foi realizada também uma análise de correlação de Spearman para verificar correlação entre dados ambientais e parâmetros reprodutivos. Todas as análises foram feitas através do programa Statistica 7.0 e seguiram as recomendações de Zar (2010).

## Resultados

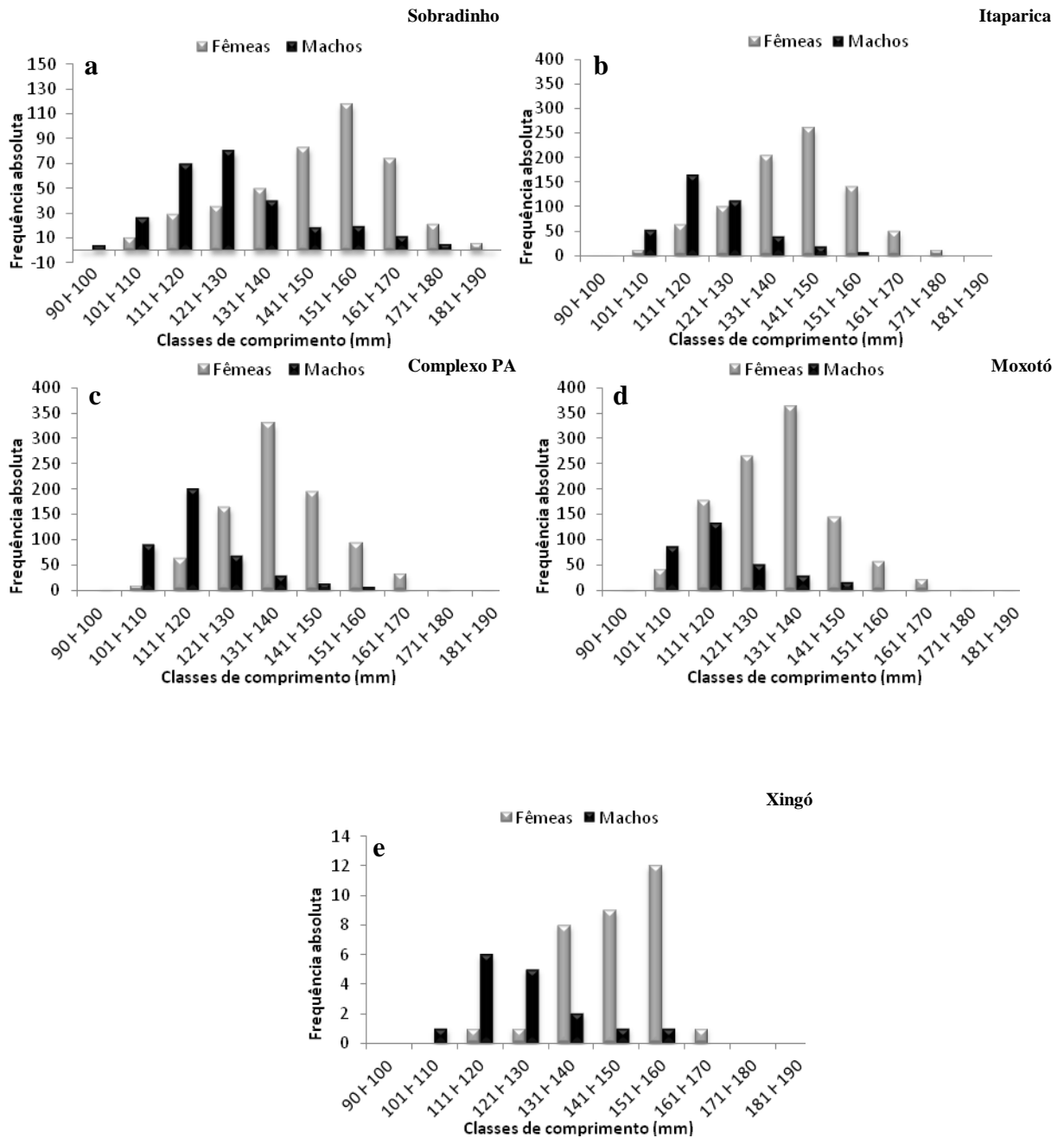
Durante o período analisado, foram capturados 4651 exemplares de *A. britskii*, dos quais 3254 identificados como fêmeas e 1397 identificados como machos. A proporção sexual observada para a espécie foi de 2,33 fêmeas para cada macho em todo o conjunto da cascata de reservatórios, apresentando menor valor no reservatório de Sobradinho, com 1,59 fêmeas para cada macho e maior valor no reservatório do Complexo PA, com 3,40 fêmeas para cada macho capturado. Observou-se que o número de fêmeas foi maior do que o número de machos em todos os reservatórios da cascata, apresentando diferença significativa em cada reservatório e na análise total ( $\chi^2$  calculado = 15,94 >  $\chi^2$  tabelado = 3,84) (Tabela 1).

**Tabela 1-** Frequência de indivíduos e nível de significância entre os sexos por reservatório.

Reservatórios	Frequência Absoluta		Frequência Relativa (%)		$X^2$	Proporção Sexual Fêmea:Macho
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos		
Sobradinho	429	270	61,37	38,63	5,17*	1,59 : 1,00
Itaparica	832	389	68,14	31,86	13,16*	2,14 : 1,00
Moxotó	888	406	68,62	31,38	13,87*	2,19 : 1,00
Complexo PA	1073	316	77,25	22,75	29,70*	3,40 : 1,00
Xingó	32	16	66,67	33,33	11,11*	2,00 : 1,00
<b>Total</b>	<b>3254</b>	<b>1397</b>	<b>69,96</b>	<b>30,04</b>	<b>15,94*</b>	<b>2,33 : 1,00</b>

\*Diferença significativa para  $X^2 > 3,84$

Analisando as classes de comprimento para machos e fêmeas, verificou-se que em todos os reservatórios as fêmeas foram mais abundantes nas maiores classes de comprimento, já os machos foram mais abundantes nas menores classes para todos os reservatórios estudados (Figs. 2a-e).



**Figs. 2a-e.** Distribuição de machos e fêmeas por classe de comprimento nos reservatórios de Sobradinho (a), Itaparica (b), Moxotó (c), Complexo PA (d) e Xingó (e).

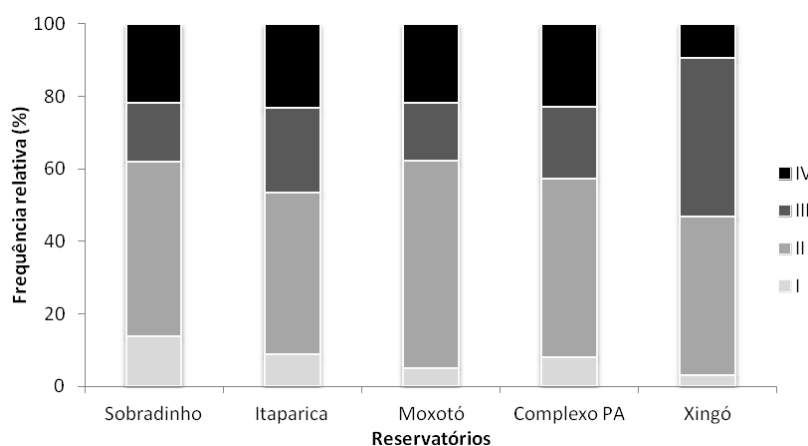
Foi determinado o tamanho médio de primeira maturação através da proporção de fêmeas que se encontravam a partir do estágio em maturação (II). Em todos os reservatórios

da cascata, mais de 90% dos indivíduos está acima do tamanho de primeira maturidade sexual ( $L_{50}$ ), indicando a atividade reprodutiva da espécie em toda a cascata (Tabela 2).

**Tabela 2** – Tamanho médio de primeira maturação sexual das fêmeas por reservatório.

Reservatório	$L_{50}$ (mm)
Sobradinho	112
Itaparica	99
Moxotó	96
Complexo PA	98
Xingó	116

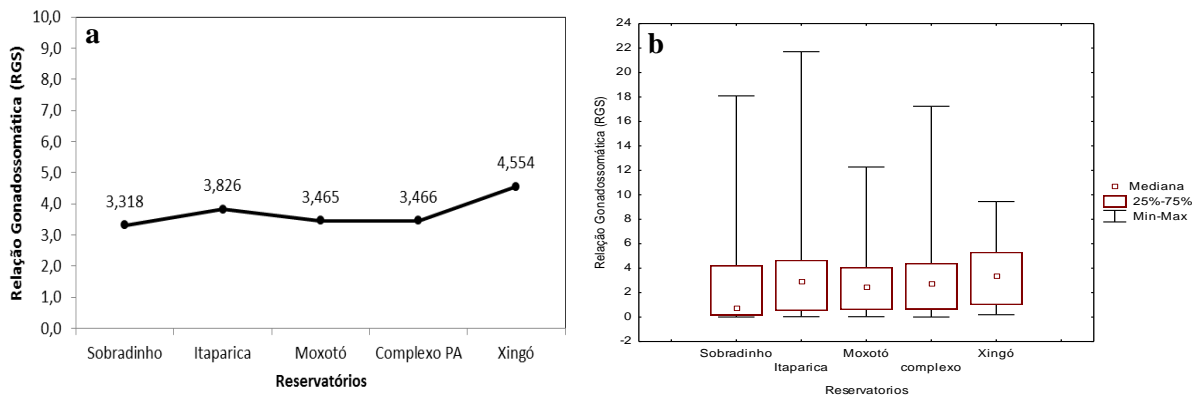
Os estádios maturacionais das fêmeas de *A. britskii* por reservatório, apresentaram-se bem diferentes, o que foi confirmado pelo teste de Kruskal Wallis ( $p = 0,0029$ ). Fêmeas em reprodução (estádios II, III e IV) tiveram grande ocorrência em toda a cascata de reservatórios (Fig. 3).



**Fig. 3.** Variação dos estádios maturacionais das fêmeas de *A. britskii* ao longo da cascata de reservatórios; I – imaturo; II – em maturação; III; maduro; IV - repouso.

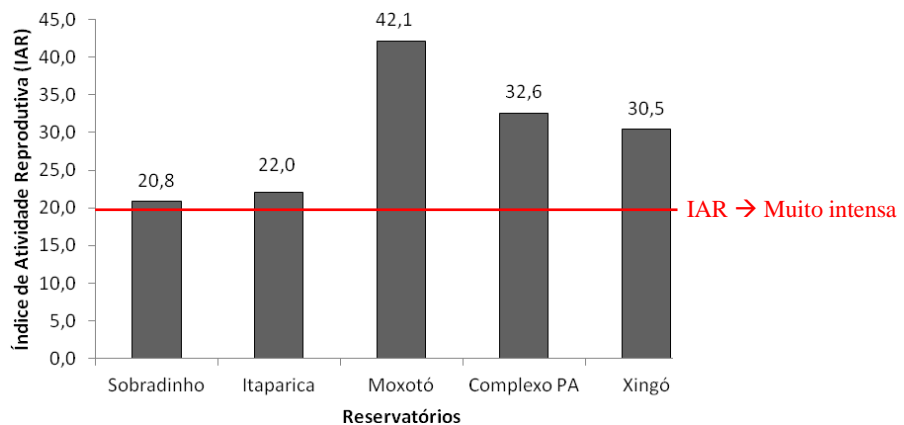
A relação gonadossomática (RGS) para *A. britskii* apresentou maior valor médio no reservatório de Xingó (4,554) (Fig. 4a). Entretanto os maiores valores de RGS foram observados nos reservatórios de Itaparica (21,706) e Sobradinho (18,092), onde os valores máximos e a mediana, sugerem maior diferença no reservatório de Sobradinho (Fig. 4b). A análise de Kruskal Wallis demonstrou diferenças significativas entre os valores de RGS e os reservatórios ( $p = 0,00$ ).





**Figs. 4a-b.** Variação da relação gonadossomática média (RGS) das fêmeas de *A. britskii* ao longo da cascata de reservatórios (a); valor de mediana (retângulo) e desvios interquartílicos (barras) da relação gonadossomática (RGS) (b).

Em relação ao índice de atividade reprodutiva (IAR) de *A. britskii*, todos os reservatórios da cascata apresentaram atividade reprodutiva muito intensa (IAR >20,0), onde os reservatórios do Moxotó e Complexo PA apresentaram os maiores valores para este índice (42,1 e 32,6 respectivamente). O menor valor de IAR foi observado no reservatório de Sobradinho (20,8), mostrando que a espécie *A. britskii*, encontra-se bem adaptada ao gradiente da cascata (Figura 5).



**Fig. 5.** Variação da média do índice de atividade reprodutiva (IAR) das fêmeas de *A. britskii* ao longo da cascata de reservatórios.

A análise da correlação de Spearman entre as variáveis abióticas e RGS e estágio maturacional apenas demonstrou relação entre RGS, estágio maturacional, cota e tipo de reservatório (acumulação e fio d'água) ( $p < 0,05$ ) confirmando relações significativas. Os outros parâmetros não apresentaram correlações ( $p > 0,05$ ). A cota apresentou relação inversa com RGS e tipo de reservatório, porém a relação foi baixa  $r_s < 0,6$ . E o tipo de reservatório

teve relação direta com RGS e inversa com estágio maturacional. Sintetizando, a espécie está se reproduzindo nos reservatórios, independentemente da cota e tipo de reservatório.

**Tabela 3.** Valores de  $r$  de *Spearman* que apresentaram correlação entre os aspectos biológicos e os parâmetros ambientais nos reservatórios da cascata.

<b>Parâmetros ambientais</b>	<b><math>rS</math></b>
RGS x tipo de reservatório	0,057
RGS x cota	-0,136
Estádio maturacional x tipo de reservatório	-0,007
Estádio maturacional x cota	-0,07

*Correlação para valores onde  $rS > 0,6$*

## **Discussão**

A proporção sexual clássica em uma população de peixes é de 1:1, uma vez que no nascimento, a relação numérica entre fêmeas e machos geralmente é próxima, podendo posteriormente passar por alterações equivalentes entre os sexos por diferentes fatores (DAJOZ, 2005). No presente estudo a espécie apresentou grandes diferenças na proporção sexual em todos os reservatórios, apresentando-se sempre maior que 1,5:1,0. Deste modo, a diferença na proporção sexual de peixes na natureza pode ser explicada por variações intra ou interespecíficas e variações anuais, na qual podem ser afetadas pela susceptibilidade de captura no período de reprodução, resposta diferenciada à disponibilidade de alimento, taxa de mortalidade, comportamento e pelo crescimento diferenciado entre machos e fêmeas, podendo acarretar na predominância de um dos dois sexos (NIKOLSKY, 1963; VAZZOLER, 1996). Fonteles-Filho (2001) afirma que alterações na estrutura populacional de uma espécie podem estar relacionadas à sua estratégia reprodutiva, ao aproveitar os recursos alimentares que estão disponíveis no ambiente para acumular reservas nutritivas, onde serão utilizadas no processo de desenvolvimento gonadal, para manter o processo fisiológico cíclico da reprodução.

Em um sistema de cascata de reservatórios, geralmente, os maiores valores de nutrientes ocorrem no primeiro reservatório do sistema, pois o mesmo está sujeito à afluência de trecho de rio sem barramentos. Segundo Lima e Severi (2014), que estudaram a características limnológicas da cascata entre 2007 e 2008, no rio São Francisco o reservatório de Sobradinho caracteriza-se como um ambiente mesotrófico a eutrófico, diferindo da tendência dos reservatórios acumuladores de água que apresentam as condições tróficas mais elevadas numa

cascata, entretanto a maior quantidade de nutrientes foi encontrada nos reservatórios intermediários (Moxotó e Complexo PA). Ainda segundo o autor, isto ocorre devido às influências antrópicas locais sofridas por estes reservatórios e o incremento da carga de nutrientes oriundos de tributários. Desta forma, as maiores diferenças na proporção sexual entre machos e fêmeas nos reservatórios de Moxotó e Complexo PA podem ser explicadas pela maior quantidade de nutrientes encontrada nestes reservatórios, pois para Nikolsky (1969) a estrutura em sexo é também uma adaptação ao suprimento alimentar que quando adequado, favorece o aumento na proporção de fêmeas. Sendo assim, o desequilíbrio na proporcionalidade sexual de *A. britskii* na cascata do rio São Francisco com o predomínio significativo de fêmeas em todos os reservatórios da cascata, sugere que a espécie encontra-se bem adaptada ao ambiente.

Ao que se refere às classes de comprimento, diferenças entre os sexos também podem ocorrer, como foi observado com o *A. britskii* em todos os reservatórios da cascata, havendo o predomínio de fêmeas nas maiores classes de tamanho. De acordo com Basile-Martins *et al.* (1986), em indivíduos mais velhos a taxa de mortalidade dos machos aumenta, ocasionando diferenças na proporção sexual, favorecendo o aumento da quantidade de fêmeas nas maiores classes de tamanho. Este aspecto coincide com o que foi observado por Vazzoler (1996), no qual ela afirma que na análise da distribuição de indivíduos da população nas diferentes classes de comprimento, observa-se ocorrência de fêmeas nas maiores classes, em função destas apresentarem taxa de crescimento maior que a dos machos, atingindo assim, comprimentos superiores para uma mesma idade. Desta forma, é possível sugerir que os reservatórios em cascata não estão afetando as características estruturais das populações do *A. britskii*.

A época da primeira maturação gonadal varia consideravelmente entre as espécies e às vezes dentro da mesma população (NIKOLSKY, 1963). Como todos os peixes, *A. britskii* inicia a atividade reprodutiva e atinge sua primeira maturação sexual em diferentes comprimentos, o que é determinado pelas condições ambientais e pela dinâmica hidrológica do local. De acordo com Nikolsky (1963), em condições alimentares restritas, os indivíduos tendem a ter um crescimento lento e capacitam-se a viver nestes ambientes. Entretanto na cascata de reservatórios do rio São Francisco, os reservatórios intermediários de Complexo PA e Moxotó, que possuem as maiores quantidades de nutrientes, as fêmeas apresentaram os menores tamanhos de primeira maturação ( $L_{50}$ ). Estes resultados podem ser provenientes de altas taxas de predação que a espécie deve estar sofrendo, nas quais influenciam diretamente

no pequeno tamanho de algumas espécies de peixes, havendo uma compensação no aumento da capacidade reprodutiva da população.

De acordo com Wootton (1990) a utilização do RGS apresenta desvantagens, pois sua variação pode estar incorporando, além das alterações no peso das gônadas, a do corpo ou resíduos de uma relação alométrica entre o peso da gônada e o do corpo. Entretanto, os valores são largamente utilizados em inferências acerca do estado funcional das gônadas ou ainda para indicar o gasto reprodutivo dos peixes (BARBIERE e MARINS, 1995; VAZZOLER, 1996; MAZZONI e CARAMASCHI, 1997). Os valores médios de RGS de *A. britskii* encontrados na cascata de reservatórios do rio São Francisco mostram que a espécie está se reproduzindo em todo o gradiente, havendo algumas diferenças entre seus valores em alguns reservatórios. Como o reservatório de Sobradinho não apresenta as maiores quantidades de nutrientes da cascata (LIMA e SEVERI, 2014), é possível sugerir que os menores valores das médias e medianas do RGS ocorrem devido a estes fatores. Segundo Silva (2012), a influência mútua dos fatores abióticos, associado à oscilação de nível de água, a estabilização do reservatório, a disponibilidade alimentar e disponibilidade de abrigos, maximiza as chances de sobrevivência da prole da maioria das espécies. Sendo assim, as pequenas oscilações dos valores das médias e medianas do RGS em toda a cascata, sugerem que o *A. britskii* está utilizando todo o gradiente longitudinal para a reprodução, sem ser afetado pela disposição dos reservatórios em cascata.

No contínuo de reservatórios do rio São Francisco, o IAR mostrou valores de atividade reprodutiva muito intensa, apresentando seus maiores índices nos reservatórios intermediários, onde segundo Lima e Severi (2014), encontram-se as maiores quantidades de nutrientes da cascata, fazendo com que as populações destes ambientes venham a se reproduzir com maior intensidade. Por ser uma espécie de preferência por ambientes lênticos, a presença da cascata de reservatórios no rio São Francisco provavelmente não prejudicou a biologia reprodutiva do *A. britskii*, mesmo alterando o contínuo original do rio e a qualidade da água.

De maneira geral, as populações do *Acestrorhynchus britskii* têm encontrado as condições necessárias para sua reprodução em toda a cascata, podendo então sugerir que suas características reprodutivas não estão sendo influenciadas pela cascata de reservatórios do rio São Francisco, mostrando que a espécie encontra-se bem adaptada ao ambiente.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes pela bolsa concedida ao primeiro autor, à Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional – Fadurpe e à Companhia Hidro Elétrica do São Francisco, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

## Referências

ABE, D.S. et al. Denitrification and bacterial community structure in the cascade of six reservoirs on a tropical river in Brazil. **Hydrobiologia**, v. 504, n. 1, p. 67-76, 2003.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Ed). **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 1997. Cap. 17, p. 319-364.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. 1. ed. Maringá: Eduem, 2007. 501 p.

AMARAL, A. A. Anatomia comparativa do aparelho digestivo de *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 e *Acestrorhynchus lacustris* Reinhardt, 1874 (Pisces, Characidae, Acestrorhynchinae), **Revista Ceres**, v. 37, n. 212, p. 277-288, 1990.

ARAGÃO, T.V. **Aspectos da Biologia Reprodutiva do Peixe-Cachorro, *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 (Actinopterygii: Acestrorhynchidae), do Reservatório de Sobradinho, Brasil**. 2007. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, 2007.

BARBOSA, F. A. R. et al. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the River Tietê, São Paulo State, Brazil. In: TUNDISI, J. G.; M. STRAŠKRABA, (Ed.). **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos, International Institute of Ecology; Leiden, The Netherlands, Backhuys Publishers; Rio de Janeiro, Brazilian Academy of Sciences, 1999. p. 425-437.

BARROS, L. N. V.; SANTOS, G. B. Fecundity and spawning aspects of dogfish *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 (Teleostei, Characidae), **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, n. 1, p. 93-100, 1996.

BASILE-MARTINS, M.A.; GODINHO, H.H.; NARAHARA, M.Y.; FENERICH-VERANI, N.; CIPOLLI, M.N.. Estrutura da população e distribuição espacial do mandi, *Pimelodus maculatus*, Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), dentre os trechos do Rio Jaguari e Piracicaba, São Paulo – Brasil, **Boletim do instituto de pesca**, São Paulo, vol. 13, n1, p. 1-16, 1986.

BAUMGARTNER D. **Zonação, variabilidade e inter-relação da fauna de peixes de dois reservatórios do rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2010. 75 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá – UEM, Maringá, 2010.

BAZZOLI, N.; GODINHO, H.P. Reproductive biology of the *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Characidae) from Três Marias reservoir, Brazil. **Zool. Anz**, v. 226, p. 285-297, 1991.

BRAGA, F. M. S. Biologia reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Scianidae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba-SP. **Revista UNIMAR**, v. 2, n. 19, p. 447-460, 1997.

BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C. e NETO, A. G. F. **Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica**. São Paulo: EDART (São Paulo Livraria Editora Ltda, Editora da Universidade de São Paulo), 1976. 239 p.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco**. 3 ed. Brasília: Câmara dos deputados/CODEVASF, 1984.

CALLISTO, M. et al. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco river (northeastern brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 2, p. 229-240, 2005.

CAROL, J. et al. The effects of limnological features on fish assemblages of 14 Spanish reservoir. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 15, p. 66-77, 2006.

CASTELLA, A.C.; TORRES, G.E. Observações sobre o espectro e estratégia alimentares do peixe cachorro, *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1874) (Characidae, Acestrorhynchinae) do reservatório de Três Marias – rio São Francisco, MG. **An. Sem. Reg. Ecol.**, São Carlos, v. 4, p. 112-125, 1984.

CHICK, J. H.; PEGG M. A.; KOEL T. M. Spatial patterns of fish communities in the upper Mississippi River system: assessing fragmentation by low-head dams. **River Research and Applications**, v. 22, p. 413-427, 2006.

CLARAMUNT, R.M.; WAHL, D.H. The effects of abiotic and biotic factors in determining larval fish growth rates: a comparison across species and reservoirs. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 129, p. 835-851, 2000.

ESPER, M. L.P.; MENEZES, M.S.; ESPER, W. Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de *Mugilplatanus Günther*, 1880 da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Acta Biology Paranae**, Curitiba, v. 29 n.(1,2,3,4). p. 255-263, 2000.

FERREIRA, E. A. **Influência de fatores ambientais locais e regionais sobre a abundância de guildas reprodutivas e tróficas de peixes em reservatórios do Estado do Paraná**. 2008. 30 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, 2008.

FONTELES–FILHO, A. A. Recursos Pesqueiros: **Biologia e Dinâmica Populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 2001. 296p.

FREITAS NETO, J.J. **Biologia Reprodutiva de *Triportheus guentheri* (Garman, 1890) (OSTEICHTHYES, CHARACIDAE), no Reservatório de Sobradinho, Rio São Francisco**. 2009. 46 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRP, Recife, 2009.

FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO. **Monitoramento Limnológico e da Produção Pesqueira do Reservatório de Sobradinho**. Relatório Final: Recife, p. 6-8, 2003.

FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO. **Proposta Técnica da Implantação do Programa de Inventário dos Ecossistemas Aquáticos do Reservatório de Sobradinho**. Plano de Trabalho Preliminar: Recife: p. 12-14, 2006

GABRIEL NETO, F.A. **Composição da Ictiofauna do Reservatório de Sobradinho (Bahia)**. 2008. 46 f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, 2008.

GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Breve visão do São Francisco In: GODINHO H. P. (org). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.

GODINHO, F.N.; FERREIRA, M.T.; SANTOS, J.M. Variation in fish community composition along an Iberian river basin from low to high discharge: relative contributions of environmental and temporal variables. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 9, p. 22-29, 2000.

GUERRA, T.P. et al. Período Reprodutivo de *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 no Reservatório de PA I, II, III, Rio São Francisco. In: IX JORNADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 2009, Recife.

GUERRA, T.P. et al. Período Reprodutivo e Estrutura populacional de *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 no Reservatório de Itaparica, Rio São Francisco. . In: XI JORNADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 2011, Recife.

IRZ, P. et al. Influence of site characteristics on fish community patterns in French reservoirs. **Ecology of Freshwater Fish**. v. 11, p. 123–136, 2002.

JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G. Benthic macroinvertebrates in the Paranapanema reservoir cascade (southeast Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 1013-1024, 2008.

LIMA, A.E.; SEVERI, W. Estado trófico na cascata de reservatórios de um rio no semiárido brasileiro. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v. 9, n. 1, p. 124-133, 2014.

LUZ, S. C. S. et al. Estrutura da assembleia de peixes de uma lagoa marginal desconectada do rio, no submédio Rio São Francisco, Pernambuco. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 117-129, 2009.

MENEZES, N. A. Redefinição taxonômica das espécies de *Acestrorhynchus* do grupo *lacustris* com a descrição de uma espécie (Osteichthyes, Characiformes, Characidae). **Sér. Zool.**, Porto Alegre, p. 39-54, 1992.

MENEZES, N.A. Family Acestrorhynchidae. In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. **Check list of the Freshwater of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, p. 231-233, 2003.

MENEZES, N.A. Systematics and evolution of the tribe Acestrorhynchinae (PISCES, Characidae). **Arquivos de Zoologia**, São Paulo, v. 118, p. 51-59, 1969.

MEURER, S.; ZANIBONI-FILHO, E. Reproductive and feeding biology of *Acestrorhynchus pantaneiro* Menezes, 1992 (Osteichthyes: Acestrorhynchidae) in areas under the influence of



dams in the upper Uruguay River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 1 p. 159-166, 2012.

MIRANDA, L. E. Longitudinal gradients along a reservoir cascade. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 137, p. 1851-1865, 2008.

NIKOLSKY, G.V. **Theory of fish population dynamics**. Edinburgh, Oliver and Boyd, 1969. 323 p.

NOGUEIRA, M. G.; OLIVEIRA, P. C. R.; BRITTO, Y. T. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). **Limnetica**, v. 27, p. 151-170, 2008.

NOGUEIRA, M.G. et al. Reservatórios em Cascata e os Efeitos na Limnologia e Organização das Comunidades Bióticas (Fitoplâncton, Zooplâncton e Zoobentos) – Um estudo de Caso no Rio Paranapanema (SP/PR). In NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. **Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata**, 2005. p. 89-126.

OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E.; MINTE-VERA, C. V. Fish diversity along spatial gradients in the Itaipu reservoir, Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, p. 447-458, 2004.

PAIVA, M. P. **Grandes represas do Brasil**. Brasília: Editerra, 1982.

PINTO, G. A. et al. Variação sazonal na dieta de *Thiportheus guentheri* (Garman, 1890) (Actinopterygii: Characidae), no reservatório de Sobradinho, rio São Francisco, BA. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, p. 297-308, 2011.

POFF, N. L. et al. The natural flow regime. **Bio Science**, v. 47, p. 769-784, 1997.

POMPEU, P.S. **Efeitos das estações seca e de cheia e da ausência de cheias nas comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco**. 1997. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Minas Gerais, 1997.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 742 p.

ROCHA, A.A.F. et al. Diet composition and food overlap of *Acestrorhynchus britskii* and *A. lacustris* (Characiformes: Acestrorhynchidae) from Sobradinho reservoir, São Francisco river, Bahia State. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 407-415, 2011.

RODRIGUES, L. P.; QUEROL, E.; BRACCINI, M.C. Descrição Morfo-Histológica do Ovário de *Acestrorhynchus pantaneiro* (Menezes, 1992) (Teleostei, Characidae), em seus Diferentes Estádios de Desenvolvimento, na Bacia do Rio Uruguai Médio, Uruguaiana, RS. **Biodiversidade Pampeana**, Uruguaiana, v. 3, p. 11-18, 2005.

SAMPAIO, E.V. et al. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic of seven reservoirs of the Paranapanema river. **Brasilia Journal of biology**, v. 62, p. 525-545, 2002.

SANTOS, A.H.M.; FREITAS, M.A.V. Hidrelétricas e desenvolvimento no Brasil. In: **Workshop Barragens, Desenvolvimento e Meio Ambiente Workshop on Dams, Development and The Environment**. São Paulo-SP: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2000. p. 59-76.

SANTOS, S. B. A. F.; SILVA, A. C.; VIANA, M. S. R. Aspectos reprodutivos da pescada-do-piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), capturada no açude Pereira de Miranda (Petencoste-Ceará). **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 1, p. 5-10, 2003.

SATO, Y.N.; GODINHO, H.P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: LOWE-McCONNELL, R.H. (Ed.) **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. p. 401-413.

SATO, Y.N.; GODINHO, H.P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: LOWE-McCONNELL, R.H. (Ed.) **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. p. 401-413.

SENDACZ, S. et al. Sistemas em Cascata: Concentrações e Cargas de Nutrientes no sistema Produtor Alto Tietê, São Paulo. In NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. **Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata**. 2005. p. 417-434.

SILVA, P. R. L. **Efeitos de Reservatórios em Cascata sobre a Biologia Reprodutiva de um Piscívoro Neotropical**. 2010. 36 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UEOP, Toledo, 2010.

STEGMANN, L. F. **Estrutura da Ictiofauna ao Longo do Eixo Longitudinal em um Trecho Segmentado do Submédio São Francisco**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2012.

- SUZUKI, H.I.; AGOSTINHO, A.A. Reprodução de Peixes do Reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. (Ed). **Reservatório de Segredo: Bases Ecológicas para o Manejo**. Maringá: EDUEM, 1997, p. 163-182.
- TAKEDA, et al. Larvas Chironomidae em Cascata de Reservatórios no Rio Iguaçu, Paraná. In RODRIGUES, L. et al. (ed). **Biocenoses em Reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: RIMA, 2005. p. 147-160.
- UFR (Use of Fishes in Research) **Committee Guidelines for the use of fishes in research**. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 53 p. 2004.
- VANNOTE, R. L. et al. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, p. 130-137, 1980.
- VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM, 1996.
- WARD, J. V.; STANFORD, J. A. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. In: FONTAINE, T. D.; BARTELL, S. M. (ed) **Dynamics of Lotic Ecosystems**, Ann Arbor Michigan: Ann Arbor Science, 1983. p. 29-42.
- WARD, J. V.; STANFORD, J. A. The **serial discontinuity concept**: extending the model to floodplain rivers. *Regul Rivers: Res. Mgmt*, p. 159-168, 1995.
- WELCOMME, R.L. **Fisheries ecology of floodplains rivers**. London: Longman, 1979.
- WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. London: Chapman & Hall, 1990.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 1999.

## **Anexos**

## **Normas da Revista Neotropical Ichthyology**

### **Escopo e política**

O manuscrito deve conter os resultados de pesquisas originais em peixes neotropicais de água doce e marinhos nas áreas de Biologia, Ecologia, Etologia, Fisiologia, Genética e Biologia Molecular e Sistemática.

Notas científicas não são aceitas. O Editor e os editores de área irão realizar uma análise prévia do manuscrito submetido para analisar se o seu conteúdo é apropriado para a revista Neotropical Ichthyology.

A revista está aberta para submissões a todos os pesquisadores da ictiofauna Neotropical. O pagamento dos custos de publicação pode ser requerido se nenhum dos autores for membro da Sociedade Brasileira de Ictiologia.

### **Submissão de manuscritos**

Manuscritos devem ser submetidos como arquivos digitais no sítio

<http://mc04.manuscriptcentral.com/ni-scielo>

Com a submissão de manuscrito, os autores devem incluir uma carta com uma declaração de que se constitui em pesquisa original não submetida a outro periódico.

Nos manuscritos com múltiplos autores, o autor responsável pela submissão deve declarar na carta de submissão que todos os co-autores estão cientes e de acordo com a submissão do manuscrito.

Todos os co-autores e respectivos e-mails devem ser registrados nos formulários indicados durante a submissão do manuscrito.

Durante a submissão, indicar a área da revista (Bioquímica e Fisiologia, Biologia, Ecologia, Etologia, Genética e Biologia Molecular, Sistemática) a que o manuscrito se refere.

Durante a submissão, indique três possíveis referees (nome, instituição, país e email) para a análise do manuscrito.

Manuscritos submetidos fora do formato requerido nas instruções aos autores serão devolvidos.

Manuscritos submetidos com uso inapropriado da língua inglesa serão devolvidos sem revisão. O uso adequado da língua inglesa é um requisito para a revisão e publicação.

### **Forma e preparação de manuscritos**

Texto deve ser em Word for Windows ou arquivos rtf.

Figuras e tabelas devem ser carregadas separadamente como arquivos individuais.

Não duplique informações no texto, figuras e tabelas. Apresente apenas figuras e tabelas que são estritamente necessárias.

### **Formato**

Texto deve ser apresentado em inglês.

O manuscrito deve conter os seguintes itens, nesta ordem:

Título

-Título em minúsculas da seguinte forma: "Isbrueckerichthys epakmos, a new species of loricariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Teleostei: Siluriformes)".

- Táxons subordinados devem ser separados por dois-pontos, como segue: "(Siluriformes: Loricariidae)".

Autor (es) nome (s)

-Só as iniciais devem ser em letras maiúsculas. Nunca abrevie o primeiro nome.

Endereços

-Não apresente os endereços em nota de rodapé.

-Use números arábicos sobrescritos 1 para identificação no caso de múltiplos autores e endereços.

-Listar endereços completos e email de todos os autores.

Abstract

-Em inglês.

Resumo

-Em Português ou espanhol. Deve ter o mesmo conteúdo do Abstract em inglês.

Palavras-chave

-Cinco palavras-chave em inglês, não repetir palavras ou expressões do título.

Introdução

Material e Métodos

Resultados

Discussão

Agradecimentos

Literatura citada

Tabela (s)

Legenda(s) da(s) Figura(s)

Em trabalhos taxonômicos Verifique também: Neotropical Ichthyology taxonomic contribution style sheet.

Texto

-Páginas de texto não podem incluir cabeçalhos, rodapés, ou notas de rodapé (exceto o número de página) ou qualquer formato de parágrafo. Texto deve ser alinhado à esquerda.

-Usar Times New Roman fonte tamanho 12.

-Não hifenizar o texto.

-Usar a fonte "symbol" para representar os caracteres a seguir:  $\chi$   $\mu$   $\theta$   $\omega$   $\varepsilon$   $\rho$   $\tau$   $\psi$   $\nu$   $\iota$   $\omicron$   $\pi$   $\alpha$   $\sigma$   $\delta$   $\Phi$   $\kappa$   $\lambda$   $\epsilon$   $\varpi$   $\beta$   $\nu$   $\equiv$   $\Theta$   $\Omega$   $\Sigma$   $\Delta$   $\Phi$

-Espécies, gêneros e termos em Latim (et al., in vitro, in vivo, vs.) devem ser em itálico.

- Termos em Latim apresentados entre os nomes genéricos e específicos - cf., aff. (por exemplo, *Hoplias cf. malabaricus*) não devem ser em itálico.

-Não abreviar o nome do gênero no início de uma frase.

-Não sublinhar palavras.

-Os títulos a seguir devem ser apresentados em negrito: Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, Literature Cited.

-Listar abreviaturas utilizadas no texto em Material e métodos, exceto para aqueles de uso comum (por exemplo, min, km, mm, kg, m, s, h, ml, L, g).

-As medidas devem usar o sistema métrico.

-Manuscritos devem conter as siglas institucionais e os números de catálogo de espécimes-testemunho.

-Descritores geográficos (rio, igarapé, arroio, córrego) devem ser em letras minúsculas, exceto quando se refere a um nome de localidade (e.g. municipality of Arroio dos Ratos, State of Rio Grande do Sul, etc).

-O agradecimento deve ser conciso.

Nomenclatura

-Nomes científicos devem ser citados de acordo com o ICZN (1999).

-A autoria de nomes científicos é necessária apenas em trabalhos taxonômicos e na primeira referência de uma espécie ou gênero. Não inclua autoria no resumo e abstract.

-Verifique a ortografia, nomes válidos e autoria de espécies no Catalog of fishes em <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

**Tabelas**

-Tabelas devem ser numeradas sequencialmente de acordo com a sua ordem de citação no texto, usando os seguintes formatos: Table 1, Tables 1-2, Tables 1, 4.

- A palavra Table e o respectivo número devem ser grifados em negrito nas legendas das Tabelas.
- Tabelas devem ser construídas usando linhas e colunas; não use tabulações e espaços.
- Tabelas não podem conter linhas verticais ou notas de rodapé. Arquivos digitais de tabelas devem ser formatados em células. Arquivos digitais de tabelas com colunas separadas por tabulação ou espaço não serão aceitas.
- Tabelas e legendas devem ser incluídas no final do manuscrito, no seguinte formato:  
Table 1. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma speculiferum*...
- Os locais aproximados onde as tabelas devem ser inseridas devem ser indicados ao longo da margem do texto.

### **Figuras**

- Figuras devem ser numeradas sequencialmente de acordo com a sua ordem de citação no texto, usando os seguintes formatos: Fig. 1, Figs. 1-2, Fig. 1a, Figs. 1a-b, Figs. 1a, c.
- A palavra Fig. e respectivo número devem ser apresentados em negrito nas legendas.
- Figuras devem ser de alta qualidade e definição.
- Texto incluído em gráficos e imagens deve ter tamanho de fonte compatível com reduções à largura da página (175 mm) ou largura da coluna (85 mm). Gráficos serão impressos preferencialmente com a largura de uma coluna (85 mm).
- Fotos coloridas serão aceitas somente se necessário e o custo da impressão poderá ser cobrado dos autores.
- Figuras compostas devem ser preparadas a fim de ajustar-se à largura da página (175 mm) ou largura da coluna (85 mm).
- Ilustrações devem incluir uma escala ou uma referência para o tamanho do item ilustrado na legenda da figura.
- Nunca inclua objetos ou ilustrações na legenda da figura. Substituir por texto (por exemplo, "triângulo negro") ou representar seu significado na própria figura.
- Uma lista de legendas das figuras deve ser apresentada no final do arquivo do manuscrito.

### **Literatura citada**

- Use os seguintes formatos de citação no texto: Eigenmann (1915, 1921) ou (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948) ou Eigenmann & Norris (1918) ou Eigenmann et al. (1910a, 1910b).
  - Não inclua resumos e relatórios técnicos na literatura citada.
  - Evite referências desnecessárias a teses ou dissertações.
  - Nunca use tabulação ou espaço para formatar referências.
  - A literatura citada deve ser ordenada em ordem alfabética. Referências com dois ou mais autores devem ser listadas na ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor e, em seguida, do sobrenome do segundo autor e assim sucessivamente.
  - Não abreviar nomes dos periódicos.
  - Não use itálico ou negrito para títulos de livros e revistas.
  - As citações no texto devem corresponder às referências em Literatura Cited.
  - Use os seguintes formatos:
- Livros:
- Campos-da-Paz, R. & J. S. Albert. 1998. The gymnotiform "eels" of Tropical America: a history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriphysi). Pp. 419-446. In: Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre, Edipucrs.
- Teses/Dissertações:

Langeani, F. 1996. Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (sensu Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes). Unpublished Ph.D. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo. 171p.

Artigos:

Lundberg, J. G., F. Mago-Leccia & P. Nass. 1991. *Exallodontus aguanai*, a new genus and species of Pimelodidae (Teleostei: Siluriformes) from deep river channels of South America and delimitation of the subfamily Pimelodinae. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 104: 840-869.

Artigos no prelo:

Burns, J. R., A. D. Meisner, S. H. Weitzman & L. R. Malabarba. (in press). Sperm and spermatozeugma ultrastructure in the inseminating catfish, *Trachelyopterus lucenai* (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae). *Copeia*, 2002: 173-179.

Recursos da Internet:

Author. 2002. Title of website, database or other resources, Publisher name and location (if indicated), number of pages (if known). Available from: <http://xxx.xxx.xxx/> (Date of access)

### **Informações adicionais**

Contate o editor em [neoichth@ufrgs.br](mailto:neoichth@ufrgs.br)