



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**AVALIAÇÃO DO PERÍODO REPRODUTIVO DE PEIXES NATIVOS DE
IMPORTÂNCIA ECONÔMICA EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

RECIFE-PE
2015

GÉRSICA MORAES NOGUEIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO PERÍODO REPRODUTIVO DE PEIXES NATIVOS DE
IMPORTÂNCIA ECONÔMICA EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

Profa. Dra. Ana Carla Asfora El-Deir
Orientadora

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Prof. Dr. Günter Gunkel
Co-orientador

Universidade Técnica de Berlim (TUB)

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

**RECIFE-PE
2015**

GÉRSICA MORAES NOGUEIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO PERÍODO REPRODUTIVO DE PEIXES NATIVOS DE
IMPORTÂNCIA ECONÔMICA EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

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

Dissertação defendida e aprovada em 25 de fevereiro de 2015 pela banca:

Orientadora:

Profa. Dra. Ana Carla Asfora El-Deir
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Examinadores:

Profa. Dra. Flavia Lucena Frédou
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof. Dr. Mauro de Melo Junior
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dra. Mariana Gomes do Rêgo
Programa Nacional de Pós-Doutorado / CAPES– UFRPE

Suplente:

Prof. Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

**RECIFE-PE
2015**

DEDICATORIA

Aos pescadores e pescadoras artesanais do lago de Itaparica, que desde o início me confiaram esse trabalho participativo e me presentearam com suas histórias de vida, saberes e amizades.

AGRADECIMENTOS

Ao nosso eterno Deus, por abençoar a minha vida e me privilegiar com mais anos de vida ao lado de minha avó, Dona Geneide, a quem devo muito da minha vida e amo muito.

A minha família, meus pais Anita e Gerson, que são meus alicerces no dia a dia e irmãos (Soraya, Raphaela e Pedro / Bianca, Bárbara e Bruno), que sempre torceram pelo meu sucesso e que pelas diversas viagens e pesquisas sempre entenderam meus sumiços.

A minha nova família, Vanessa, a quem devo grande parte desse trabalho, que me ajudou tanto nas viagens, em campo, em laboratório, com tanta paciência enquanto eu escrevia e reescrevia grande parte da dissertação. Obrigada por todo o amor e compreensão.

A minha orientadora Profa. Ana Carla (Aninha), a quem tenho como uma mãe e amiga, sempre acolhedora e carinhosa, pronta pra ouvir e aconselhar. Insostituível e exemplo de batalhadora.

A toda a equipe de pesquisadores do Projeto Innovate, pela imensa troca de conhecimento e participação nas viagens de campo, principalmente aos mais próximos do Grupo de Saneamento Ambiental (Gustavo, Marianny, Jana, André, Érika, Maristela), além de minhas co-orientações pelo Prof. Gunkel, Profa. Maria do Carmo e Profa. Renata Carvalho, pela oportunidade de participar de um projeto com tantos especialistas e me proporcionar enorme aprendizagem.

A todos os integrantes dos Laboratórios de Ecologia de Peixes/LEP, desde os mais antigos como Kaka, Miguel, Carol, Valdir, Thiago, “Ísis e Cecília” (que sempre deram aquela mãozinha nas amostras) até os mais novos e orientandos George, Elenice e Andreza, que desejo muito sucesso nas monografias.

Aos antigos/eternos amigos de trabalho do LabIctio, professor William Severi e Renata Felix por toda a orientação desde a concepção do projeto.

Aos eternos amigos da graduação, que sempre tenho muita saudade, mas que quando nos encontramos é uma alegria só. E minhas amigas da vida Lilian, Camila e Thalita pelas ausências e presenças tão importantes.

A todos os professores do PPGE, por todo o conhecimento construído e pela constante disponibilidade da Profa. Paula Braga e do Prof. Geraldo Jorge, dos quais admiro muito.

E por fim, aos meus amigos do IFPE, pelos quais tenho muita saudade, minhas lions (Renata, Suzana, Jéssica, Thamires, Nélio, Dandara, Natália e tantos outros... como foi bom passar esses últimos anos com vocês na Gestão ambiental.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. Introdução Geral.....	09
2. Revisão Bibliográfica.....	11
2.1. Região semiárida.....	11
2.2. Rio São Francisco.....	11
2.3. Impactos à ictiofauna nativa.....	12
2.4. Pesca artesanal.....	13
2.5. Período de Defeso.....	14
2.6. Espécies <i>versus</i> Reprodução.....	14
3. Referências Bibliográficas.....	16
4. Artigo: Avaliação do período reprodutivo de peixes nativos e endêmicos em reservatório do semiárido brasileiro.....	20
Introdução.....	22
Material e métodos	23
Resultados.....	26
Discussão	31
Agradecimentos	34
Referências Bibliográficas	34
5. Anexo I: Normas para submissão na revista <i>Journal of Fish Biology</i>.....	38

RESUMO

O período de defeso das espécies de peixes é estabelecido por lei, através da instrução normativa nº 48/2005, a qual objetiva garantir a sobrevivência das espécies ícticas ao menos durante a fase inicial de seu desenvolvimento. Esta lei é uma importante ferramenta para a conservação das espécies nativas da bacia do rio São Francisco, uma vez que as características naturais do rio foram modificadas com a construção de hidroelétricas, que geram potenciais impactos negativos aos aspectos reprodutivos da ictiofauna. O objetivo do presente estudo foi caracterizar a reprodução das espécies curimatã (*Prochilodus argenteus*), curvina-bicuda (*Pachyurus francisci*), piranha (*Pygocentrus piraya*) e pirambeba (*Serrasalmus brandtii*) e confirmar o período de defeso, subsidiando informações para um manejo mais adequado das espécies. Os exemplares foram coletados mensalmente, entre o período de junho/2013 a maio/2014, em conjunto com as colônias de pescadores dos municípios de Petrolândia, Floresta, Itacuruba e Belém de São Francisco, Estado de Pernambuco. Foram observados os estádios maturacionais e mensurada a intensidade reprodutiva, através do Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) das espécies além do cálculo do índice gonadosomático das fêmeas capturadas no reservatório de Itaparica. Todas as espécies estudadas apresentam um mínimo de 50% de aproveitamento do período de defeso, equivalente a dois meses de picos de maturação sexual. *P. argenteus* foi a única espécie a apresentar diferença significativa ($p=0,000052$) na relação do IGS com os meses, apresentando pico reprodutivo nos meses de janeiro a maio, além dos maiores valores do IAR em janeiro e fevereiro. *P. francisci* apresentou um pico reprodutivo com atividade reprodutiva intensa ($10 < \text{IAR} \leq 20$), e *P. piraya* e *S. brandtii*, apresentaram grau de desenvolvimento dos ovários entre moderado e intenso em grande parte dos meses do ano. Quanto aos aspectos ambientais, a precipitação apresentou relação positiva principalmente para *P. piraya* e *S. brandtii* e a vazão afluyente apresentou relação negativa para *P. argenteus* para o IGS máximo ($p=-0,873$), IGS médio ($p = -0,918$) e o IAR ($p = -0,909$). Logo, podemos confirmar que o período de defeso vem apresentando importante função na conservação das espécies nativas estudadas no reservatório de Itaparica, mas se faz necessário acompanhar as alterações dos fatores ambientais uma vez que eles apresentam relação direta com o pico reprodutivo das espécies.

Palavras-chave: Pico reprodutivo; Defeso; Pesca artesanal; Proteção; Barramento.

ABSTRACT

The closed season of the fish species is defined by law, by the Normative Ruling No. 48/2005, which aims to ensure the survival of the fish species at least during the initial phase of its development. This law is an important tool for the conservation of the native species of the São Francisco river basin, since the natural characteristics of the river have been modified with the construction of the hydroelectric, which generates potential negative impacts to the reproductive aspects of the fish. This research was aimed to characterize the reproduction of the curimatã (*Prochilodus argenteus*), curvina-bicuda (*Pachyurus francisci*), piranha (*Pygocentrus piraya*) and pirambeba (*Serrasalmus brandtii*) species and confirm the closed season, supporting information for a more adequate management of the species. The samples were collected monthly, between June/2013 and May/2014, together with the fishermen colonies of the towns of Petrolândia, Floresta, Itacuruba and Belém de São Francisco, in the State of Pernambuco. The maturational stages were observed and the reproductive intensity was measured based on the Reproductive Activity Index (RAI) of the species and the estimation of the GSI of females captured in the Itaparica reservoir. All species have a minimum of 50% recovery in the closed season, equivalent to two months of sexual maturation peaks. *P. argenteus* was the only species to show a significant difference ($p = 0.000052$) in the relationship between the GSI and the months throughout the year, with the reproductive peak from January to May, as well as a higher value of the RAI in January and February. *P. francisci* presented a reproductive peak with intense reproductive activity ($10 < \text{RAI} \leq 20$), and *P. piraya* and *S. brandtii* presented from a moderate to an intense degree of development of the ovaries in most months of the year. As for the environmental aspects, the precipitation had a positive relationship mainly with *P. piraya* and *S. brandtii* and the inflow showed a negative relationship with *P. argenteus* for the maximum GSI ($p = -0.873$), for the average GSI ($p = -0.918$) and the RAI ($p = -0.909$). Therefore, we can confirm that the closed season has played an important role in the conservation of the native species studied in the Itaparica reservoir, but it is necessary to monitor the changes in the environmental factors since they have a direct relationship with the reproductive peak of the species.

Key words: Reproductive peak; Closure; Artisanal fishery; Protection; Dam.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O semiárido é uma região conhecida por suas vulnerabilidades, onde secas prolongadas e a desertificação têm ocasionado mudanças do regime hidrológico, perdas na agricultura, ameaça à biodiversidade, conseqüentemente, impactos sociais, econômicos e ambientais (SANTOS, 2008).

A maior disponibilidade de água na região semiárida, no Nordeste brasileiro, é a bacia do rio São Francisco, que ocupa 8% do território brasileiro, sendo a terceira maior e única bacia totalmente nacional. Atualmente a bacia é seccionada por oito barragens, sendo a barragem de Itaparica, correspondente a Usina Hidroelétrica Luiz Gonzaga, a terceira maior em volume útil, inaugurada em 1988 (ANA, 2009).

A construção de grandes empreendimentos, como a exemplo as usinas hidroelétricas, está associada a diversos impactos ao meio ambiente e à biodiversidade. Dentre as alterações ambientais, destacam-se: a qualidade da água, a interrupção do processo de migração reprodutiva de peixes, o regime lótico original para lêntico e a estrutura das comunidades aquáticas, principalmente a ictiofauna (HAHN et al., 1998).

Os conflitos pelo uso dos recursos foram agravados, devido aos barramentos do rio com fins de geração de eletricidade, que provou ser uma realidade drástica para a manutenção dos estoques naturais em toda a bacia do São Francisco, estando boa parte dos estoques pesqueiros sobrexplorados (BARBOSA E SOARES, 2009).

Algumas populações de peixes nativos e endêmicos do rio São Francisco estão reduzidas no reservatório de Itaparica, localizado no trecho do submédio São Francisco, como é o caso do surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), matrinhã (*Brycon orthotaenia*), dourado (*Salminus franciscanus*), piauí-verdadeiro (*Leporinus elongatus*), curvina-bicuda (*Pachyurus francisci*) e a curimatã (*Prochilodus argenteus*), entre outros de grande importância econômica para a pesca artesanal (BARBOSA E SOARES, 2009).

Para Santos e Santos (2005), o principal ponto a ser considerado para a sustentabilidade do setor pesqueiro está relacionado com a redução dos estoques e demais efeitos negativos que se abatem sobre a ictiofauna, que advêm em parte da superexploração da pesca, além das modificações realizadas no rio natural com o seu represamento e dos impactos negativos do entorno, como a derrubada das matas ciliares, a destruição de nascentes, o assoreamento e a poluição.

As medidas mitigadoras para manutenção da comunidade íctica quali e quantitativamente estão associadas à proibição da pesca no período reprodutivo das espécies nativas e do uso de apetrechos que capturam indivíduos que ainda não atingiram a primeira

maturação sexual. Segundo Instrução Normativa Nº 48/2005, o período de proteção (defeso) à reprodução natural dos peixes na Bacia hidrográfica do rio São Francisco é anual, de 1º de novembro a 28 de fevereiro (BRASIL, 2005). No entanto, essa medida de gestão adotada para limitar a captura de peixes no período reprodutivo pode não está em conformidade com a realidade, devido às alterações ambientais e climáticas.

Doria et al. (2008), avaliando o período reprodutivo da ictiofauna na sub-bacia do rio Guaporé (RO), constatou através de informações fornecidas por pescadores artesanais locais que o período de reprodução diferia do período defeso, para algumas categorias comerciais importantes, podendo comprometer os estoques locais, por não cumprimento da efetividade na manutenção dos estoques pesqueiros e promovendo uma situação de fragilidade ao pescador profissional artesanal, principalmente.

Diversos trabalhos desenvolvidos com comunidades tradicionais relacionados à pesca têm demonstrado a importância do conhecimento gerado nessas comunidades, principalmente quanto à percepção das modificações no ambiente e os impactos diretos aos recursos necessários para subsistência da atividade pesqueira (SILVANO E BEGOSSI, 2002; RAMIRES et al., 2007; SILVANO et al., 2008).

O conhecimento tradicional desses povos abrange inúmeros aspectos da vida, da relação com os rios, dos tipos e hábitos dos peixes, como migração, alimentação, época e lugares de desova dos cardumes, desenvolvendo técnicas de captura como armadilhas fixas de baixo impacto sobre a ictiofauna (RESENDE, 2006).

Neste intuito, é imprescindível conhecer a autoecologia e os aspectos reprodutivos que afetam a manutenção da ictiofauna, principalmente de importância econômica no reservatório de Itaparica, onde vem sendo implementado um novo empreendimento de grande magnitude como o Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, conhecido como Transposição do São Francisco.

Desta forma, o presente estudo tem o objetivo de caracterizar o período reprodutivo de espécies nativas e endêmicas da bacia do rio São Francisco, verificando se este encontra-se de acordo com o período de defeso estabelecido, sendo as espécies alvo deste estudo a cumatã (*Prochilodus argenteus*), a curvina-bicuda (*Pachyurus francisci*), a piranha (*Pygocentrus piraya*) e a pirambeba (*Serrasalmus brandtii*).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Região semiárida

As regiões semiáridas são caracterizadas, de modo geral, pela aridez do clima, pela deficiência hídrica, com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas, e pela presença de solos pobres em matéria orgânica. O prolongado período seco anual eleva a temperatura local, caracterizando a aridez sazonal (SILVA, 2006).

O semiárido é uma região conhecida por suas vulnerabilidades, onde secas prolongadas e a desertificação têm ocasionado mudanças do regime hidrológico, perdas na agricultura, ameaça à biodiversidade e conseqüentemente impactos sociais, econômicos e ambientais (SANTOS, 2008). Tratar destas vulnerabilidades com os atores sociais que vivem nessas regiões é um aspecto muito importante uma vez que a convivência adequada com o semiárido é fundamental.

Dentre diversos elementos que interagem para caracterizar a região semiárida, o fator climático é sem dúvida o mais importante, sendo delimitador da disponibilidade de recursos hídricos. Segundo o IPCC (2014), com as mudanças climáticas os riscos de escassez relacionados com os recursos de água doce são de alta concordância, onde projeta-se ao longo do século XXI a redução significativa dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos renováveis, assim como os riscos de redução da qualidade da água bruta potável. Esse panorama já vem sendo apresentado na bacia do São Francisco, com as piores médias de chuvas dos últimos oitenta anos, acarretando severo comprometimento da vazão do rio e diminuição do volume hídrico dos reservatórios.

2.2. Rio São Francisco

A bacia hidrográfica do rio São Francisco é a terceira maior em extensão do Brasil, ocupando 8% do território brasileiro, onde se insere totalmente. O rio São Francisco apresenta em sua calha principal uma cascata de reservatórios, desde o alto São Francisco, com a represa de Três Marias, seguindo por Sobradinho e Itaparica, até o baixo São Francisco, com os reservatórios de Moxotó, Complexo de Paulo Afonso e Xingó, totalizando oito barragens de grande captação, das quais a barragem de Itaparica é a terceira maior em volume útil, inaugurada em 1988 (ANA, 2009).

Por ser um corpo hídrico de usos múltiplos, os conflitos são agravados, pois além da geração de eletricidade, a região tem como principal atividade econômica a agricultura, seguida da pesca artesanal, que demandam quantidade e qualidade de água, com uma realidade drástica para a manutenção dos estoques naturais em toda a bacia do São Francisco, estando boa parte dos estoques pesqueiros sobrepexplorados (BARBOSA E SOARES, 2009).

2.3. Impactos à ictiofauna nativa

Em levantamento preliminar da ictiofauna da bacia do São Francisco realizado por Barbosa e Soares (2009) foram listadas 244 espécies, sendo 214 nativas, 24 introduzidas e algumas com identificação até gênero, apresentando número superior às listas anteriormente divulgadas, fato normal em virtude da constante descrição de espécies novas para a referida bacia.

O levantamento mais recente da ictiofauna especificamente para o reservatório de Itaparica foi realizado por Silva (2011b), entre o período de 2008 a 2010, onde foram coletados 16.188 indivíduos pertencentes a cinco ordens, 16 famílias e 47 espécies. Esse dado demonstra a baixa riqueza encontrada, se comparado à riqueza verificada na bacia do rio São Francisco.

Latini e Petreire (2004), estudando a comunidade íctica dos lagos na bacia do rio Doce (MG), constataram redução na riqueza dos peixes nativos, devido à predação e competição por espécies introduzidas, de mesma guilda trófica. A introdução de espécies é uma atividade comum nas bacias hidrográficas do Brasil, principalmente em reservatórios, devido aos programas de peixamento e ao escape de tanques de piscicultura (SATO E SAMPAIO, 2005; AGOSTINHO et al., 2007).

A portaria nº 145 de 29 de outubro de 1998 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), resolve em seu art. 1º estabelecer normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos, e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura, em oito bacias hidrográficas, entre elas a bacia do rio São Francisco. Em seu anexo IV, a portaria nº 145/98, apresenta uma lista de espécies e híbridos de animais aquáticos nativos e exóticos alóctones, detectadas na área de abrangência da bacia do São Francisco, composta por 13 espécies. Segundo o artigo 3º desta portaria fica proibida a introdução de espécies de peixes de água doce, bem como de macrófitas de água doce.

Pompeu e Alves (2003), analisando a extinção de peixes nativos na lagoa Santa, Minas Gerais, citam que a obstrução do canal de comunicação da lagoa, a introdução de espécies exóticas, as mudanças no nível da água, a poluição orgânica e a eliminação da vegetação marginal e submersa são as prováveis causas para a perda de espécies neste ambiente.

Diversos autores têm obtido relatos acerca da diminuição de ocorrência de espécies, como: dourado (*Salminus franciscanus*), pintado ou surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*), matrinxãs (*Brycon* spp.), mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*), mandi-açu (*Duopalatinuse marginatus*), pirá (*Conorhynchus conirostris*), pacamão (*Lophiosilurus alexandri*), piaus (*Leporinus* spp. e *Schizodon knerii*), entre outros, que são espécies que habitam ambientes de

água corrente, no entanto com as alterações naturais do rio, de lótico para lântico, teria sido um dos aspectos da diminuição dessas populações.

Além da sobreexploração dos recursos pesqueiros e dos diversos impactos ambientais causados à bacia diante de todas as modificações físico-químicas e biológicas já realizadas, as mudanças climáticas tem favorecido a modificação do período chuvoso na região, ocasionando o aumento do período de estiagem e a intensificação do período chuvoso em menor espaço temporal (MARENGO, 2008).

Estudos demonstram relação dos fatores climáticos e da variação sazonal das águas (JUNK et al., 1989) na distribuição e abundância da ictiofauna nos corpos hídricos e a influência destes fatores na autoecologia das espécies, principalmente quanto aos aspectos reprodutivos (SILVA, 2011a).

O controle das cheias e as sucessivas ausências de pulsos de inundação naturais, resultante à construção das barragens, são considerados danosos, alterando as condições hidrológicas e interferindo na presença dos organismos que habitam a zona de transição terra-água. Este ecótono é importante na integração dos componentes entre as várzeas marginais e o rio, num sistema dinâmico de aporte de recursos conectados por uma forte interação entre processo hidrológico e ecológico (TOCKNER et al., 2000).

A flutuação sazonal hidrológica é considerada o principal fator controlador da biota, pois as inundações estão associadas ao sucesso reprodutivo de muitas espécies, promovendo recrutamento de recursos para as diversas guildas (JUNK et al., 1989).

Menezes (2010) contatou o efeito das diversas alterações ambientais sob os estoques pesqueiros, realizando diagnóstico socioeconômico e ambiental da pesca artesanal no município de Petrolândia (PE), onde 90% dos pescadores afirmaram que os recursos pesqueiros diminuíram, tanto em quantidade de indivíduos quanto em tamanho, além da dificuldade de captura de algumas espécies como a piranha e o surubim.

2.4. Pesca artesanal

A pesca artesanal constitui a segunda atividade básica da economia dos municípios do entorno do reservatório de Itaparica, graças à importância histórica do rio São Francisco como uma das principais fontes brasileiras de pescado para atendimento às populações ribeirinhas e aos mercados das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil (RICARDO et al., 2008).

Segundo Gisler e Vasconcelos (2004) a pesca artesanal é considerada fonte de alimento e sustento para as populações de pescadores da bacia do São Francisco, a qual tem sofrido intenso declínio nas últimas décadas. Várias e múltiplas são as pressões econômica, ecológica

e cultural a que esta atividade está submetida, o que tem afetado enormemente a sua manutenção.

Diante deste cenário, se mostra fundamental a integração entre o poder público e a sociedade civil para adotar medidas mitigadoras aos impactos negativos causados à bacia do São Francisco, e especificamente à ictiofauna, de forma a garantir a sustentabilidade do recurso. Faz-se necessário conhecer a percepção do que vem acontecendo com estes ambientes pelo olhar dos pescadores, com grande importância a ser considerada na tomada de decisões.

2.5. Período de Defeso

A Instrução Normativa nº 48 estabelece o período defeso anual, de 1º de novembro a 28 de fevereiro, na bacia do rio São Francisco. É uma medida de proteção à reprodução natural dos peixes nativos, principalmente às espécies que realizam a piracema. No entanto, pesquisadores apontam através da percepção de comunidades locais que essa medida de gestão adotada para limitar a captura de peixes no período reprodutivo tenha sofrido alterações, contestando a efetividade do período na manutenção dos estoques pesqueiros, promovendo uma situação de fragilidade ao pescador profissional artesanal principalmente.

Doria et al. (2008) investigando o período de defeso para as categorias de pescado estabelecido pela legislação da pesca aplicada na região do rio Guaporé (RO) verificaram que dentre as 28 categorias de pescado analisadas, sete apresentaram divergência quando ao período reprodutivo estabelecido através de pescaria experimental e confirmou a correlação destas diferenças com conhecimento tradicional local, sugerindo que a portaria direcionada à bacia do rio Guaporé seja revista e específica para cada categoria alterada.

Muitos estudos são desenvolvidos para caracterizar a biologia reprodutiva dos peixes neotropicais, mas poucos são relacionados com os aspectos legislativos que visam à manutenção das populações, através de restrições de captura e de introdução de espécies, além de adoção de medidas mitigadoras de impactos ambientais oriundos da construção de grandes empreendimentos.

2.6. Espécies versus Reprodução

As espécies foram selecionadas de acordo com informações acerca de sua distribuição e frequência de ocorrência no reservatório de Itaparica, onde segundo Silva (2011b), *P. francisci* é constante em ambiente lótico e transição, *P. argenteus* é uma espécie acessória,

presente apenas em ambiente lótico, *S. brandtii* é constante em todos os ambientes e *P. piraya* ocorre acidentalmente, em ambiente lêntico e em transição.

Estudos realizados acerca da biologia reprodutiva das espécies-alvo para o reservatório de Itaparica são escassos, exemplificando a curvina-bicuda (*P. francisci*), que é uma espécie endêmica da bacia do São Francisco. Andrade et al. (1996), estudando uma espécie do mesmo gênero, também conhecida como curvina (*Pachyurus squaminnis*) na represa de Três Marias (MG), não conseguiram estabelecer o período reprodutivo da espécie, pois das 382 fêmeas analisadas apenas nove, encontravam-se em estágio de maturação avançada, estando em todos os meses do ano mais de 95% das fêmeas em estágio de repouso.

Para a cumatã (*P. argenteus*) Boncompagni-Júnior et al. (2013), estudaram a biologia reprodutiva da espécie no rio São Francisco, no estado de Minas Gerais e confirmaram a desova total para a espécie. Os autores caracterizam os picos da reprodução das fêmeas durante o período de outubro a novembro (maturação avançada) e dezembro a janeiro (maduro), coincidindo com o período de defeso. No entanto, os dados utilizados nas análises foram coletados entre 1999 e 2000, o que pode configurar nos dias de hoje outra realidade, devido principalmente às alterações ambientais e climáticas no semiárido.

Espécies pertencentes ao gênero *Prochilodus*, experimentam migrações de longa distância (GODINHO E KYNARD, 2006) e são consideradas as principais espécies de estruturação em ecossistemas aquáticos, devido a seus hábitos detritívoros (FLECKER, 1996). Considerando que o gênero possui o hábito de realizar piracema durante a reprodução é possível que a espécie sofra influência de fatores ambientais na sua reprodução (CARVALHO et al., 2009). Estudos mostraram que imediatamente à jusante da barragem de Três Marias, onde as características naturais do rio foram modificadas, ocorreram alterações endócrinas na reprodução de *P. argenteus* (ARANTES et al., 2011).

Sobre a pirambeba (*S. brandtii*), Teles e Godinho (1997) avaliando o período reprodutivo na represa de Três Marias/MG, verificaram que a espécie apresentou desova parcelada, apresentando um longo período reprodutivo. Honorato-Sampaio (2009) também verificou o tipo de desova para a espécie, com pico de desova sazonal. Segundo Lowe McConnell (1987) a estação chuvosa fornece locais protegidos para a postura de ovos e de alimentação para larvas e juvenis.

Estudos sobre a biologia da piranha (*P. piraya*) são limitados aos rios da bacia do São Francisco e o pequeno volume de pesquisas encontradas está associado às dificuldades de captura da espécie com rede de emalhar, devido ao seu hábito carnívoro voraz. Ferreira et al. (1996) avaliando o período reprodutivo da espécie observaram picos de desova entre janeiro e

abril, relacionados ao período em que o nível de água a represa de Três Marias (MG) estava em elevação, sendo os dados referentes ao período de julho de 1985 a junho de 1986.

Desta forma, estudos sobre a reprodução destas espécies são essenciais para se confirmar o período de reprodução natural das mesmas, de forma a garantir os efeitos positivos da medida legislativa e contribuir para a conservação das espécies e da comunidade íctica da bacia do São Francisco.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANA - Agência Nacional de Águas. Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco, v. 4, p. 1-15, 2009.

ANDRADE, R. F. et al. Aspectos da biologia reprodutiva da corvina *Pachyurus squamipinnis* Agassiz, 1829 (Teleostei, Sciaenidae) na represa de Três Marias, MG. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 48, n. 01, p. 77-84, 1996.

ARANTES, F. P. et al. Collapse of the reproductive process of two migratory fish (*Prochilodus argenteus* and *Prochilodus costatus*) in the Três Marias Reservoir, São Francisco River, Brazil. **Journal of. Appl. Ichthyol**, v. 27, p. 847–853, 2011.

BARBOSA, J. M.; SOARES, E. C. Perfil da ictiofauna da bacia do São Francisco: Estudo preliminar. **Rev. Bras. Enga. Pesca**, v. 4(1), jan. 155pp. 2009.

BONCOMPAGNI-JÚNIOR, O. et al. Reproductive biology of *Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829 (Pisces: Prochilodontidae) in São Francisco River, Brazil. **Journal of. Appl. Ichthyol**, v. 29, p. 132–138, 2013.

BRASIL. A portaria nº 145, de 29 de outubro de 1998. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Ministerios/IBAMA/1998/PORTARIA_N_145_DE_29_DE_OUTUBRO_DE_1998.pdf>. Acessado em: 01 de set. 2014.

BRASIL. Instrução normativa no-48, de 28 de outubro de 2005. Diário Oficial da União (DOU). Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/documentos-recursos-pesqueiros/instrucao-normativa>>. Acessado em: 01 de set. 2013.

CARVALHO, F. E. **Trabalho na Atividade Pesqueira à Luz do Direito do Trabalho**. Ano 2009. Disponível em <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=13113>> Acesso em 01 de jun. de 2010.

DORIA, C. R. C. et al. Contribuição da etnoictiologia à análise da legislação pesqueira referente ao defeso de espécies de peixes de interesse comercial no oeste da Amazônia Brasileira, rio Guaporé, Rondônia, **Brazil. Biotemas**, v. 21 (2): p. 119-132, 2008.

FERREIRA, R. M. A. et al. Aspectos reprodutivos da piranha *Pygocentrus piraya* (Teleostei, Characiformes), espécie nativa da bacia do rio São Francisco. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 48, n. 1, p. 71-76, 1996.

FLECKER, A. S., 1996. **Ecosystem engineering by a dominant detritivore in a diverse tropical stream.***Ecology*, v. 77, n. 6,p. 1845-1854.

GISLER, C. V. T; VASCONCELOS, R. T. **Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco ANA/PNUMA/OEA**. 2004.

GODINHO, A. L.; KYNARD, B. **Migration and Spawning of Radio-Tagged Zulega *Prochilodus argenteus* in a Dammed Brazilian River** *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 135, n.3, p. 811-824. 2006.

HAHN, N. S., et al. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná, Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interciência**, v. 23, p.299-305, 1998.

HONORATO-SAMPAIO, K. et al. Observations on the seasonal breeding biology and fine structure of the egg surface in the white piranha *Serrasalmus brandtii* from the São Francisco River basin, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 75, p. 1874–1882, 2009.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2014). Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policymakers. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_en.pdf>. Acessado em: 01 de set. 2014.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Food Pulse Concept in river-foodplain systems. **Can. Spec. Publ. Fish.Aquat.Sci**, v. 106, p. 110-127, 1989.

LATINI, A. O.; PETRERE Jr., M. Reduction of a native fish fauna by alien species: an example from Brazilian freshwater tropical lakes. **Fisheries Manag. Ecol**, v. 1, p. 71-79. 2004.

LOWE MCCONNELL, R. H. (1987). **Ecological Studies in Tropical Fish Communities**. Cambridge: Cambridge University Press.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 22 (63), 2008.

MENEZES, R. A. M. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Pesca Artesanal do Município de Petrolândia** – PE. 2010. Universidade do Estado da Bahia Departamento de Educação – *Campus VIII* Curso de Engenharia de Pesca. Paulo Afonso – BA.

POMPEU, P. S.; ALVES, C. B. M. Local fish extinction *in a* small tropical lake *in* Brazil. **Neotrop. Ichthyol.**, v. 1, n. 2, p. 133-135. 2003.

RAMIRES, M.; MOLINA, S. M. G.; HANAZAKI, N. Etnoecologia caiçara: o conhecimento dos pescadores artesanais sobre aspectos ecológicos da pesca. **Biotemas**, v. 20, n. 1, p. 101-113, março de 2007.

RESENDE, E.K. de. **A pesca em Águas Interiores**. 2006. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicações/online>>. Acessado em: 30 de jun. 2010.

RICARDO, C. dos S., et al. A degradação do rio São Francisco influenciando na pesca artesanal no município de Buritizeiro/MG Brasil: Uma análise nas relações de trabalho entre pescadores e o comércio de peixe. 2008

SANTOS, A. S. **Vulnerabilidade Socioambientais diante das mudanças climáticas projetadas para o semi-árido da Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Centro de desenvolvimento sustentável. 2008. 48p.

SANTOS, G. M.; SANTOS, C. M. **Sustentabilidade da Pesca na Amazônia**. Dossiê Amazônia Brasileira II. Estudos Avançados, São Paulo: v. 19, n. 54, 2005.

SATO, Y.; SAMPAIO, E.V. 2005, A ictiofauna na região do alto São Francisco, com ênfase no reservatório de Três Marias, Minas Gerais. *In: Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. (M.G. Nogueira, R. Henry e A. Jorcin, orgs.). Rima Editora, São Carlos: 2005. p. 251-304.

SILVA, G. M. N. S. **Relação trófica e influência sazonal no espectro alimentar de peixes carnívoros em reservatório do Semiárido Brasileiro**. 2011. Monografia – Departamento de biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2011a.

SILVA, F. L de. **Estrutura e composição da ictiofauna do reservatório de Itaparica, bacia do rio São Francisco, Pernambuco, Brasil**. 2011. 41f. Monografia - Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2011b.

SILVA, R. M. A. **Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: Transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Centro de desenvolvimento sustentável. 2006. 15pp.

SILVANO, R. A. M.; BEGOSSI, A. Ethnoichthyology and fish conservation in the Piracicaba river (Brazil). **Journal of Ethnobiology**, v. 22, n. 2, Oct. 2002.

SILVANO, R. A. M. et al. Contributions of ethnobiology to the conservation of tropical rivers and streams. **Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.**, v. 18, p. 241–260. 2008.

TELES, M. E. O.; GODINHO, H. P. Ciclo reprodutivo da Pirambeba *Serrasalmus brandtii* (Teleostei, Characidae) na represa de Três Marias, rio São Francisco. **Rev Bras de Biol.**, v. 57, n. 2, p. 177-184, 1997.

TOCKNER, K.; MALARD, F.; WARD, J.V. An extension of the flood pulse concept. *In: Hydrological Process*, Wiley, J.; Sons, v.14, p.2861–1883, 2000.

4. ARTIGO CIENTÍFICO

AVALIAÇÃO DO PERÍODO REPRODUTIVO DE PEIXES NATIVOS E ENDÊMICOS EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Artigo científico a ser encaminhado a *Journal of
Fish Biology*.

Normas para publicação em anexo I.

AVALIAÇÃO DO PERÍODO REPRODUTIVO DE PEIXES NATIVOS E ENDÊMICOS EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Gérsica Moraes Nogueira da Silva¹, Renata Triane da Silva Félix¹, Günter Gunkel², Maria do Carmo Sobral³, Ana Carla Asfora El-Deir¹

¹Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife - PE - Brasil. e-mail: gersicamns@hotmail.com

²Departamento de Controle de Qualidade de Água, Universidade Técnica de Berlim, Alemanha.

³Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE - Brasil.

RESUMO

O período reprodutivo para as espécies estudadas está parcialmente dentro do estabelecido no período de defeso da bacia do rio São Francisco, equivalendo 50% de aproveitamento, em dois meses. O mês de novembro foi ineficiente, principalmente para a espécie endêmica e migradora *Prochilodus argenteus*, única a apresentar diferença significativa ($p \leq 0,001$) na relação do Índice gonadossomático (IGS) com os meses e maior valor do índice de Atividade Reprodutiva (IAR) em janeiro e fevereiro, necessitando, portanto este período ser revisto. As demais espécies apresentaram picos reprodutivos e grau de desenvolvimento gonadal distintos. A precipitação acumulada mensal apresentou relação positiva principalmente para *Pygocentrus piraya* e *Serrasalmus brandtii* e a vazão afluyente apresentou relação negativa para *P. argenteus* no IGS ($p = -0,873$) e IAR ($p = -0,909$), demonstrando relação de influência dos fatores ambientais como gatilhos reprodutivos.

Palavras-chave: Pico reprodutivo; Defeso; Pesca artesanal; Proteção; Barramento.

ABSTRACT

The reproductive period of the species studied is partially within the established seasonal closure of the São Francisco River Basin, being equivalent to 50% of its use, in two months. November was an inefficient month, mainly for the endemic and migratory *Prochilodus argenteus* species, the last being the only one to have a significant difference ($p \leq 0,001$) in the relationship between the Gonadosomatic Index (GSI) and the months with higher intensity of Reproductive Activity Index (RAI) in January and February, being required, therefore, for this period to be reviewed. All other species showed reproductive peaks and distinctive levels of gonadal development. The accumulated monthly precipitation presented a positive relationship mainly with *Pygocentrus piraya* and *Serrasalmus brandtii* and the affluent flow presented negative relationship with *P. argenteus* in the GSI ($p = -0.873$) and the RAI ($p = -0.909$), demonstrating an influential correlation of the environmental factors as reproductive triggers.

Key words: Reproductive peak; Closure; Artisanal fishery; Protection; Dam.

INTRODUÇÃO

O semiárido é uma região conhecida por sua vulnerabilidade hídrica, onde as secas prolongadas e o processo de desertificação têm ocasionado mudanças no regime hidrológico, ameaçando a biodiversidade e gerando, conseqüentemente, impactos sociais, econômicos e ambientais (Vasconcellos et al., 2010).

A maior disponibilidade hídrica na região semiárida do nordeste brasileiro é a bacia do rio São Francisco, que ocupa 8% do território brasileiro e tem como principais usos a geração de energia hidroelétrica e a agricultura irrigada. Os empreendimentos hidroelétricos estão associados a diversos impactos ambientais, entre eles, a modificação na estrutura das comunidades aquáticas, principalmente da ictiofauna, devido à interrupção do processo de migração reprodutiva de peixes e ausência de picos de inundação, que possibilitam a conexão entre o rio e as lagoas marginais (Agostinho et al., 2007; Luz et al., 2009).

Uma vez impactados os aspectos reprodutivos, considerado o principal aspecto para a manutenção e equilíbrio dos ambientes aquáticos, o sucesso reprodutivo de peixes em ambientes represados, depende principalmente da capacidade adaptativa das espécies às novas condições ambientais, para que se garanta a manutenção da ictiofauna nativa (Wootton, 1989).

Essas modificações causam grande impacto nas populações de peixes nativos e endêmicos do rio São Francisco, que possuem grande valor econômico para a pesca artesanal, entretanto vem apresentando redução populacional no trecho do submédio São Francisco, principalmente de espécies migradoras, como é o caso do surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), matrinhã *Brycon orthotaenia* Günther, 1864, dourado *Salminus franciscanus* Lima & Britski, 2007, piau-verdadeiro *Leporinus elongatus* Valenciennes, 1850, curvina-bicuda *Pachyurus francisci* (Cuvier, 1830) e da curimatã *Prochilodus argenteus* (Cuvier, 1830) (Coelho, 2005; Luz et al. 2009).

Além das questões ambientais, problemas nas escalas social, econômica e político-institucional, têm enfraquecido a atuação da pesca artesanal e a sustentabilidade do setor (Barbosa & Soares, 2009). Há intensificação de conflitos entre os diferentes usos da água, principalmente quando são gerados passivos, como a exemplo, a poluição da água e o risco de eutrofização dos reservatórios através da atividade de piscicultura intensiva em tanques-rede (Gunkel et al., 2013).

Diante deste cenário, o principal aspecto a ser considerado para a sustentabilidade do setor pesqueiro está na redução dos estoques e demais efeitos negativos que se abatem sobre a ictiofauna (Santos & Santos, 2005). A mitigação destes impactos pode ser possível através do

conhecimento da autoecologia das espécies e acerca os diferentes estádios de maturação gonadal dos peixes, subsidiando informações necessárias para a proibição da pesca no período de reprodução das espécies nativas, permitindo assim, que os estoques pesqueiros se recuperem com ações de conservação e manejo (Noble & Jones, 1993; Bazzoli et al., 1991; Agostinho et al., 2008).

Segundo Instrução Normativa Nº 48, de 27 de outubro de 2005, o período de proteção à reprodução natural dos peixes (defeso) na Bacia hidrográfica do rio São Francisco é de 1º de novembro a 28 de fevereiro (BRASIL, 2005). No entanto, essa medida mitigadora de gestão, pode não estar cumprindo sua efetividade na manutenção dos estoques pesqueiros se não estiver em conformidade com a realidade, uma vez que o semiárido vem apresentando alterações hidrológicas, que podem está agravando a situação de fragilidade do setor pesqueiro e do pescador profissional artesanal.

O objetivo do presente estudo foi caracterizar a reprodução das espécies curimatã (*Prochilodus argenteus*), curvina-bicuda (*Pachyurus francisci*), piranha (*Pygocentrus piraya* Cuvier, 1819) e pirambeba (*Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875) e confirmar o período de defeso, subsidiando informações para um manejo mais adequado das espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O reservatório de Itaparica está localizado no trecho submédio da bacia do rio São Francisco (Fig. 1), entre o estado de Pernambuco e Bahia, nas coordenadas da projeção UTM 501870/9032825 e 577050/8987314, WGS 84, fuso 24 (Fig. 1). Compreende uma área de 828 km², extensão de aproximadamente 150 km, capacidade de armazenamento de 10,7 bilhões de m³, cujo nível pode variar até 5 metros, entre o nível operativo máximo de 304 m e mínimo de 299 m. O início da operacionalização da Usina Hidrelétrica de Itaparica, também chamada de Usina Luiz Gonzaga ocorreu em 1988, com o objetivo de geração de energia elétrica e regularização das vazões afluentes aos reservatórios a jusante (CHESF, 2014). Durante o período de estudo o nível da água variou de 300,48 metros (maio/14) a 301,06 metros (junho/13) segundo a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco.

Os municípios no entorno do reservatório estão inseridos na mesorregião do São Francisco pernambucano, área de clima semiárido e vegetação de caatinga, com o período chuvoso compreendido entre os meses de dezembro e maio, segundo dados da Agência Nacional de Águas (ANA), com precipitação mensal acumulada inferior a 200 mm, resultando em um período de estiagem com duração de sete meses, entre maio e novembro.

PROCEDIMENTOS EM CAMPO E LABORATÓRIO

Os exemplares foram coletados mensalmente, entre o período de junho/2013 a maio/2014, em conjunto com as colônias de pescadores dos municípios de Petrolândia, Floresta, Itacuruba e Belém de São Francisco, Estado de Pernambuco, na área de abrangência do reservatório de Itaparica (Fig.1). Durante o período de defeso foi concedida autorização para os pescadores, através do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade de Nº 41664 no SISBio (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade) em 16 de outubro de 2013.

Os peixes foram coletados utilizando redes de espera de seda e nylon (com malhas entre 14 e 24 mm entre nós adjacentes), expostas ao anoitecer e recolhidas na manhã seguinte. Os exemplares foram identificados quanto ao seu nome popular e mensurados pelos pescadores para obtenção dos dados biométricos (peso em gramas e comprimento total em centímetros). Alguns indivíduos intactos foram formalizados para confirmação da espécie e incluídos na Coleção de Peixes da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e os demais indivíduos foram eviscerados pelos pescadores para retirada das gônadas, sendo em seguida acondicionados em potes plásticos com solução de formalina a 4% e posteriormente conservadas em álcool a 70%.

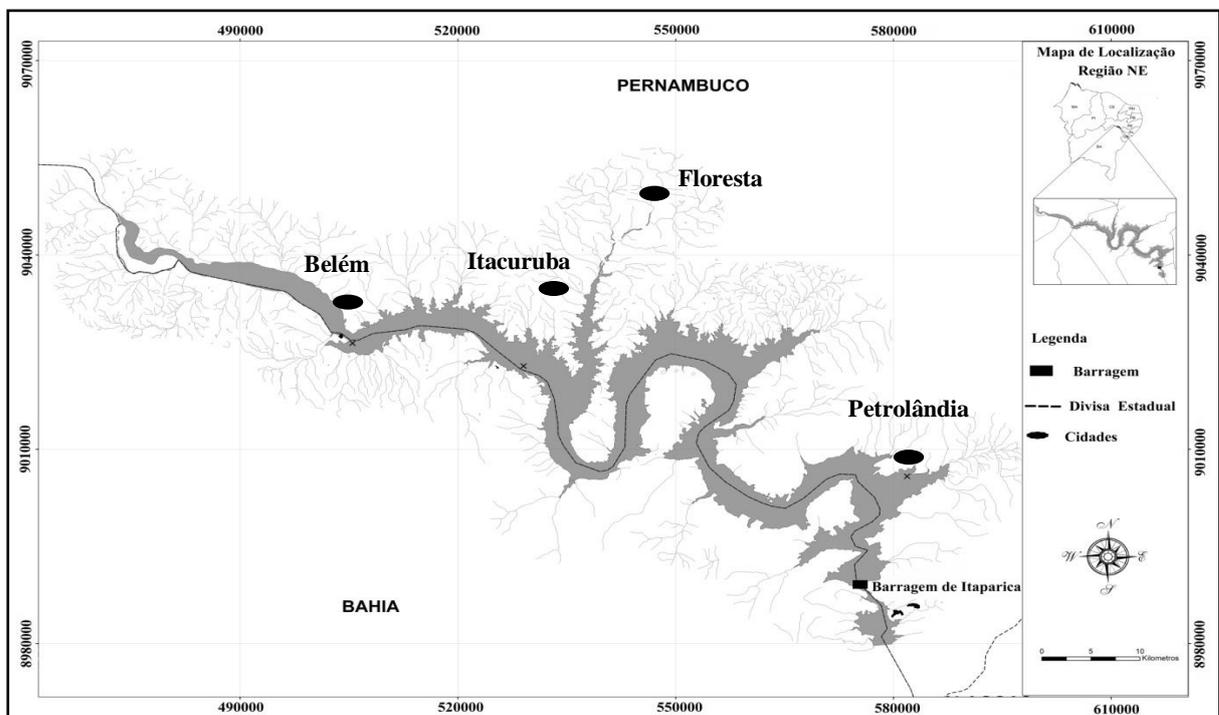


Fig.1 - Localização do reservatório de Itaparica na bacia do rio São Francisco, região nordeste do Brasil. Coordenadas em UTM = Universal Transversa de Mercator.

Foi realizada a identificação do sexo e classificação do estágio maturacional das gônadas através de análise macroscópica, com auxílio de estereomicroscópio, avaliando aspectos como: consistência, vascularização e visibilidade dos ovócitos (para fêmeas), utilizando a escala maturacional de Vazzoler (1996), que considera cinco estágios maturacionais para as fêmeas: I (imatura), IIA (em maturação inicial), IIB (em maturação avançada), III (madura) e IV (esvaziada) - e três estágios para os machos: I (imaturo), II (em maturação), III (maduro).

ANÁLISE DOS DADOS

O estudo do período reprodutivo de cada espécie no reservatório de Itaparica foi realizado a partir de dados mensais do total de indivíduos capturados em todo o reservatório. Na avaliação dos estágios maturacionais, foi realizado a priori o teste de homogeneidade de Kolmogorov-Smirnov de normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk, para aplicação do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, no Software Statistica 8.0, visto que os dados não apresentaram distribuição normal, ao nível de 5%, entre a frequência relativa dos estágios maturacionais e os meses do ano.

Verificou-se a proporção sexual das espécies a partir do teste do Qui-quadrado (χ^2), pela fórmula $\chi^2 = (2 * (O - E)^2) / E$, onde, O = frequência percentual de fêmeas e machos observado, e E = proporção sexual esperada. (Vazzoler, 1996).

O índice gonadossomático (IGS) foi obtido através da relação do peso da gônada com o peso total de cada indivíduo fêmea a partir do estágio de maturação avançada (IIB), novamente realizados os testes de homogeneidade e a normalidade dos dados, através do teste de Fligner-Killeen e posteriormente, foi realizada Análise de Variância (ANOVA) fatorial do IGS em relação aos meses. A posteriori, foi realizada a comparação múltipla das médias através do teste de TukeyHSD, ambos no software RStudio 10.1.

Por fim, segundo a metodologia proposta por Suzuki & Agostinho (1997) foi estimado o Índice de Atividade Reprodutiva (IAR), como método para quantificar a energia canalizada ao processo de desenvolvimento gonadal, onde a atividade reprodutiva pode ser nula ($IAR \leq 2$), incipiente ($2 < IAR \leq 5$), moderada ($5 < IAR \leq 10$), intensa ($10 < IAR \leq 20$) e muito intensa ($IAR > 20$).

Foram obtidos os dados de nível da água (m) do reservatório, vazão de afluência (m^3/s) adota pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), através da Divisão de Recursos Hídricos (DORH/CHESF), além de parâmetros ambientais de precipitação total e número de dias com precipitação, obtidos na Agência Nacional de Águas (ANA) e no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de

Meteorologia (INMET). Foi avaliada a influência de todos os parâmetros obtidos com os dados biológicos, através do teste de Correlação de Spearman através do Software Statistica 8.0 (2008).

RESULTADOS

Foram capturados um total de 725 indivíduos das quatro espécies estudadas. O número de indivíduos por espécie, com seus respectivos sexos e dados biométricos estão apresentados na tabela I.

Tabela I. Nome popular, número de indivíduos coletados (N°), número de fêmeas (F), número de machos (M), comprimento total (CT) e peso total (PT) mínimo e máximo das quatro espécies estudadas no reservatório de Itaparica.

Espécies	Nome Popular	N°	F	M	CT (cm)	PT (g)
<i>Prochilodus argenteus</i>	Curimatã	71	63	8	30 - 82	1800 – 10000
<i>Pachyurus francisci</i>	Curvina-bicuda	212	128	84	10 - 70	150 – 6000
<i>Pygocentrus piraya</i>	Piranha	189	128	61	15 - 50	250 – 3300
<i>Serrasalmus brandtii</i>	Pirambeba	253	135	118	12 - 30	60 – 750

Não foi estabelecido o tamanho de primeira maturação sexual, pois foram capturados apenas indivíduos adultos, devido à legislação brasileira proibir o uso de rede de emalhar com malha inferior a 140 mm no reservatório de Itaparica e estabelecer o tamanho mínimo de captura para algumas espécies, através da Portaria nº 18/2008 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/IBAMA (BRASIL, 2008).

Prochilodus argenteus apresentou predominância de fêmeas, com diferença significativa em todos os meses em que foram coletados indivíduos de ambos os sexos, obtendo proporção sexual média de 7,9 fêmeas para cada macho. Para as demais espécies, em alguns meses ocorreu a predominância de machos, como *Serrasalmus brandtii*, que obteve diferença significativa nos meses de novembro ($\chi^2 = 25,0$) e janeiro ($\chi^2 = 18,3$), apresentando maior equilíbrio na proporção sexual da população com média de 1,1 fêmea para cada macho (Tabela II).

Tabela II. Número de fêmeas/machos (F/M) e valores do qui-quadrado (χ^2) das quatro espécies estudadas no reservatório de Itaparica. Onde: ---, refere-se à ausência de proporção sexual e qui-quadrado, devido à ocorrência de apenas um gênero.

Mês	<i>P. argenteus</i>		<i>P. francisci</i>		<i>P. piraya</i>		<i>S. brandtii</i>	
	F/M	χ^2	F/M	χ^2	F/M	χ^2	F/M	χ^2
Jun	---	---	8/5	5.3*	11/9	1	14/8	7.4*
Jul	6/1	51.0*	6/16	20.6*	9/4	14.7*	16/16	0.3
Ago	5/2	18.3*	29/19	4.3*	17/9	9.4*	9/10	0.3
Set	---	---	23/21	0.2	10/8	1.2	8/11	2.5
Out	3/1	25.0*	16/5	27.4*	10/5	11.1*	9/8	0.3
Nov	---	---	---	---	11/5	14.0*	4/12	25.0*
Dez	---	---	---	---	11/2	47.9*	22/19	0.5
Jan	3/2	4.0*	---	---	½	11.1*	2/5	18.3*
Fev	---	---	5/2	13.2*	15/9	6.2*	18/16	0.3
Mar	6/1	51.0*	15/7	2	14/2	56.2*	11/4	21.7*
Abr	7/1	56.2*	8/6	51.0*	11/3	32.6*	9/5	8.1*
Mai	8/2	36.0*	12/2	4.3*	8/3	20.6*	13/4	28.0*
Média		7.9		1.5		2.1		1.1

*Diferença significativa para $\chi^2 > 3.84$

Período reprodutivo

ESTÁDIOS MATURACIONAIS

Prochilodus argenteus apresentou o período de reprodução entre os meses de janeiro a maio, com pico maturacional em janeiro e fevereiro. O teste de Kruskal-Wallis entre o estágio maturacional e os meses, apresentou diferença significativa ($p = \leq 0,001$). Após o mês de março, deu-se início a uma maior frequência relativa de fêmeas esvaziadas, nos meses subsequentes de abril (58%), junho (52%) e julho (84%) (Fig. 3). Para a espécie endêmica *Pachyurus francisci* a maior frequência relativa de fêmeas em estágio avançado se deu entre os meses de outubro a março, não havendo diferença significativa quando realizado o teste de Kruskal-Wallis entre o estágio maturacional e os meses ($p \leq 0,05$).

Pygocentrus piraya apresentou predomínio de fêmeas maduras durante todos os meses do ano, principalmente de dezembro a abril e indivíduos em repouso entre abril a junho, sendo possível verificar ainda o recrutamento de fêmeas em maturação avançada (IIB), nos meses de setembro e outubro, que antecedem o período de defeso. Para *S. brandtii* o período de maior número de fêmeas maduras deu-se entre novembro e março (Fig. 3).

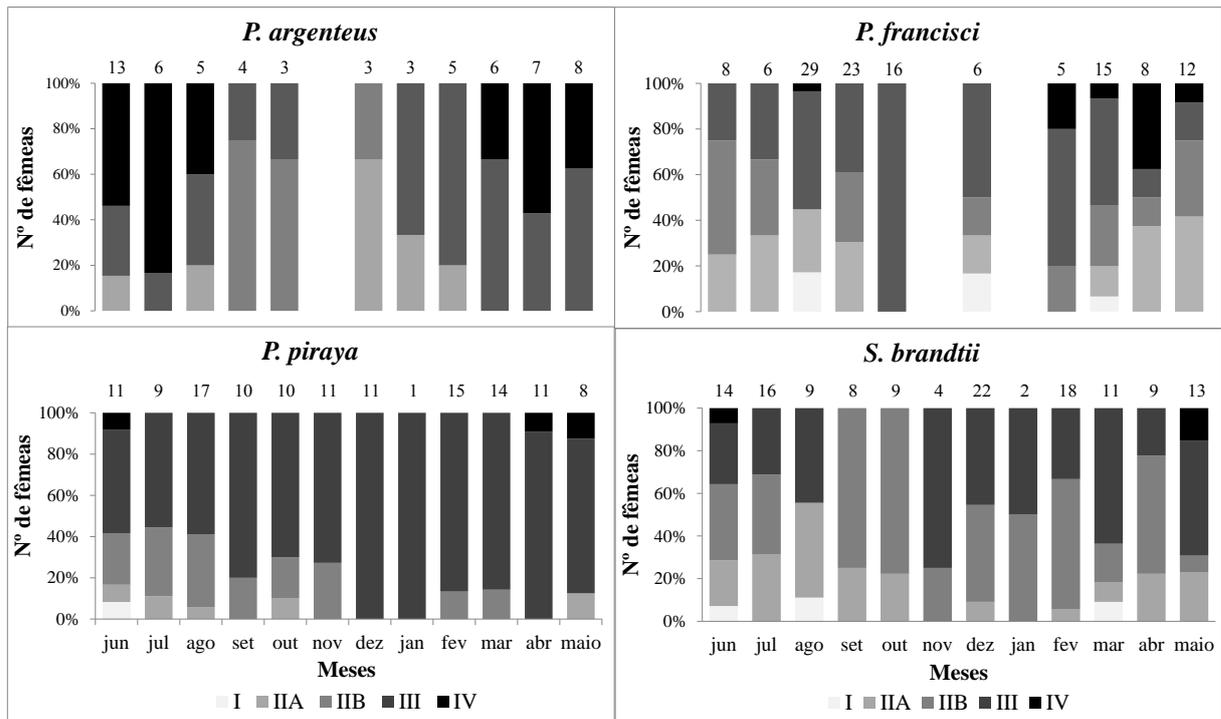


Fig. 3. Distribuição mensal das frequências relativas por estádios de maturação gonadal das fêmeas, com seus respectivos números de indivíduos, sendo I (imaturo), IIA (em maturação inicial), IIB (em maturação avançada), III (maduro) e IV (esvaziado). Onde: □, corresponde ao período de defeso.

ÍNDICE GONADOSSOMÁTICO

Os dados de todas as espécies estudadas foram considerados homogêneos através do teste de Fligner-Killeen e apresentaram diferença significativa apenas para *P. argenteus* ($p=0.00048$) na Anova fatorial (Tabela III) observada em análise exploratória através do boxplot, onde a mediana dos valores do IGS nos meses de janeiro e fevereiro são superiores aos demais (Fig. 4).

A análise de comparação múltipla entre meses através do teste de TukeyHDS, também apresentou diferença significativa para *P. argenteus* entre o período de maior pico reprodutivo (janeiro e fevereiro) e os meses de maior predomínio de fêmeas em estágio de repouso (junho, julho e agosto), como observado na Fig. 3.

A análise de variância entre o IGS não foi significativa para as demais espécies, devido a pouca variação ao longo do ano, principalmente para *S. brandtii* e *P. piraya*. A espécie endêmica *P. francisci* apresentou a mediana dos valores do IGS elevadas nos meses de agosto, dezembro e fevereiro. Não houve captura nos meses de novembro e janeiro, pois segundo o conhecimento dos pescadores locais, estes são meses difíceis de captura tanto para *P. francisci* quanto *P. argenteus*, devido à alta transparência da água (Fig. 4).

Tabela III. Resultados de p, obtidos na análise de homogeneidade para dados não-paramétricos (Fligner-Killeen) e ANOVA, onde N refere-se ao número de fêmeas que tiveram o CT mensurado dentre o total de fêmeas capturadas.

	N	Fligner-Killeen	Anova fatorial
<i>P. argenteus</i>	35	p = 0,1251	p = 0,00048*
<i>P. francisci</i>	71	p = 0,7972	p = 0,13
<i>P. piraya</i>	102	p = 0,4345	p = 0,311
<i>S. brandtii</i>	98	p = 0,965	p = 0,13

*Diferença significativa para $p \leq 0,05$

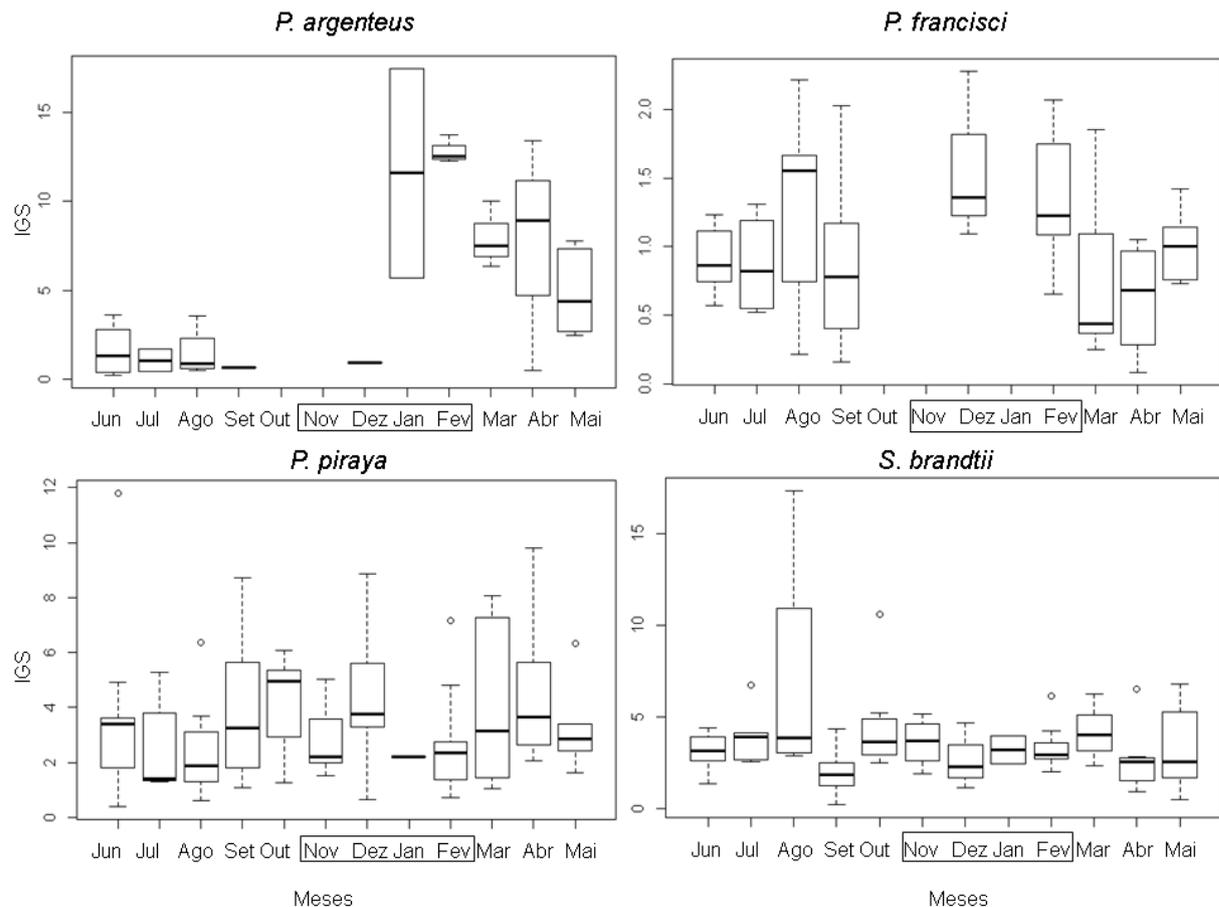


Fig. 4. Índice gonadosomático (IGS) mensal das fêmeas, a partir do estágio de maturação avançada. Onde: corresponde ao período de defeso.

ÍNDICE DE ATIVIDADE REPRODUTIVA

Na avaliação do IAR, *P. argenteus* apresentou um pico reprodutivo no ano, com atividade muito intensa (IAR > 20), entre os meses de janeiro a maio (Fig. 5), enquanto que nos demais meses a atividade reprodutiva foi nula e moderada em junho/13. O maior valor do IAR associado às porcentagens de indivíduos com gônadas maduras constitui um indicador quantitativo do grau de desenvolvimento dos ovários, detectando os casos de desova iminente, que ocorreu com maior intensidade no mês de fevereiro, observando-se tipo de desova total.

P. francisci apresentou pico reprodutivo com atividade reprodutiva intensa ($10 < \text{IAR} \leq 20$), nos meses de agosto, setembro, dezembro e fevereiro, não sendo possível calcular o IAR para os meses de outubro, novembro e janeiro, pois os poucos indivíduos obtidos foram do sexo masculino (Fig. 5).

P. piraya apresentou durante quase todo o ano atividade reprodutiva intensa, com pico reprodutivo no mês de dezembro e atividade muito intensa ainda nos meses de março e abril de 2014. Enquanto a pirambeba *S. brandtii*, apresentou ao longo do ano predomínio de atividade reprodutiva moderada ($5 < \text{IAR} \leq 10$), com maior valor obtido no mês de maio/2014 (Fig.5).

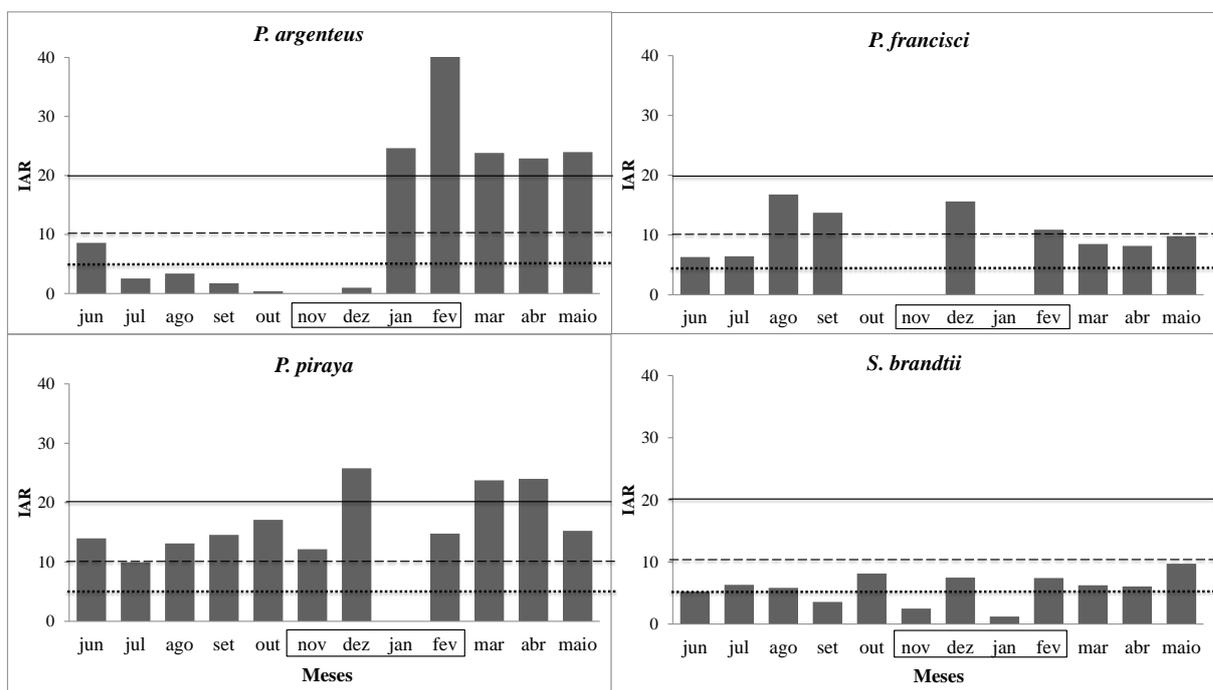


Fig. 5. Valores do IAR obtidos mensalmente para as espécies, sendo a atividade reprodutiva: Muito intensa (—), Intensa (---) e Moderada (...). Onde: , corresponde ao período de defeso.

RELAÇÃO COM PARÂMETROS AMBIENTAIS

A precipitação apresentou relação positiva com o valor do IAR para *P. piraya* ($rS = 0,745$) e *S. brandtii* ($rS = 0,615$), assim como para o IGS médio de *P. piraya* ($rS = 0,713$). Também se observou relação com o percentual de fêmeas em reprodução de *S. brandtii* ($rS = 0,678$) e relação negativa para *P. francisci* ($rS = -0,634$).

A vazão afluyente apresentou correlação significativa para o IGS máximo ($rS = -0,873$), IGS médio ($rS = -0,918$) e IAR ($rS = -0,909$) em *P. argenteus*, demonstrando a importância do período subsequente à entrada de água no reservatório como gatilho reprodutivo para espécie.

DISCUSSÃO

A espécie migradora *P. argenteus*, no presente estudo, apresentou pico reprodutivo entre os meses de janeiro a maio diferentemente ao obtido na porção do médio rio São Francisco por Boncompagni-Júnior et al. (2013), na região da cidade de Pirapora, Minas Gerais (MG), onde a espécie apresentou pico de fêmeas maduras durante o período de outubro a janeiro, coincidente com o período reprodutivo da espécie e outros peixes migradores na mesma região, entre os anos de 1998 a 1999 (Bazzoli, 2003).

Diferenças no período reprodutivo de *P. argenteus* entre os distintos trechos da bacia do rio São Francisco, pode ser reflexo na diferença de início do período chuvoso, uma vez que no alto São Francisco as chuvas se iniciam com dois meses de antecedência, diferenciando o momento dos gatilhos reprodutivos para uma determinada espécie, que é intensificado com a fragmentação do rio pelas barragens. Estudos realizados no rio São Francisco, imediatamente à jusante da barragem Três Marias, em Minas Gerais, no trecho do alto São Francisco, onde as características naturais do rio foram modificadas, observaram alterações endócrinas na reprodução de *P. argenteus* (Arantes et al., 2011).

Embora o controle da vazão, incluindo a época, frequência e a intensidade dos pulsos seja a principal fonte de impacto no trecho à jusante de um reservatório, outras causas são também relevantes, com destaque para a retenção de sedimentos e nutrientes, o bloqueio de rotas migratórias de peixes e a alteração da qualidade da água liberada (Agostinho et al., 2007).

No presente estudo a espécie *P. argenteus* apresentou correlação negativa significativa com a vazão afluente, presente em ambientes represados onde há o controle do nível da água. O mês de dezembro foi o mês que a precipitação foi mais elevada, superior a 180 mm. Desta forma a espécie atingiu o período de desenvolvimento gonadal avançado em janeiro e fevereiro, onde se finaliza o período de defeso e é retomada a atividade pesqueira. No entanto, a espécie ainda se encontra em reprodução, propiciando um aspecto negativo ao estoque pesqueiro e à manutenção da espécie.

A evidência de apresentar apenas um pico reprodutivo no ano presume que *P. argenteus* apresenta tipo de desova total, corroborando os resultados obtidos por Boncompagni-Júnior et al. (2013). Esta estratégia é comum ao gênero e às espécies que apresentam alta taxa de fecundidade e atividade reprodutiva muito intensa em um curto período, seguido de um período de repouso, como observado nos meses de junho e julho para a espécie.

Na região do rio São Francisco, trabalhos foram desenvolvidos, sobre espécies migradoras, como o surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) e outras do gênero *Salminus* e *Prochilodus* (Barbieri et al., 2000; Godinho & Kynard, 2006;

Boncompagni-Júnior et al., 2013). Isto se deve ao fato destas espécies serem de grande importância econômica na região e sofreram intensivamente com as alterações do rio natural após a construção das barragens.

Em estudos com peixes migradores, outro aspecto a ser considerado na conservação das espécies, refere-se à implicação negativa na heterogeneidade genética de suas populações devido à restrição em movimento com os represamentos, o que é altamente preocupante, pois, quanto menor a exigência em relação aos longos deslocamentos, mais se promoverá impactos relevantes sobre a variabilidade genética inicial, com a extinção de ecótipos migradores de longas distâncias (Agostinho et al., 2007).

O único estudo realizado no rio São Francisco sobre a biologia reprodutiva do gênero *Pachyurus*, foi no reservatório de Três Marias por Andrade et al. (1996), no entanto não obtiveram êxito em caracterizar o período reprodutivo de *Pachyurus squamipinnis*, no período de 1985 a 1986, pois apesar de terem sido coletadas 382 fêmeas, apenas nove encontravam-se em estágio de maturação avançada.

Lagemann & Fialho (2014), avaliando a biologia reprodutiva de *Pachyurus bonariensis* em tributário da bacia do rio Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul (RS) observou apenas um pico de reprodução entre os meses de novembro a janeiro, sucedido por um aumento do número de fêmeas esgotadas nos meses de fevereiro e março, semelhante ao observado no presente estudo. A caracterização histológica das gônadas de *P. bonariensis*, indicou tipo de desova parcelada, mesmo a espécie apresentando apenas um pico reprodutivo.

Segundo informações dos pescadores artesanais locais, a pescada branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), introduzida no rio São Francisco, com o objetivo de melhorar a produção pesqueira na região já apresenta adaptação mais efetiva que *P. francisci* às modificações do rio natural, tanto que é considerada uma das espécies mais constantes no reservatório de Itaparica.

Pygocentrus piraya apresentou atividade reprodutiva moderada e predominância de fêmeas maduras durante todo o ano, com destaque no período de dezembro a abril, quando a atividade reprodutiva foi muito intensa. Esses resultados corroboram os obtidos por Ferreira et al. (1996) e Teles & Godinho (1997), que avaliando a biologia reprodutiva da piranha no reservatório de Três Marias, observaram maior número de fêmeas em estágio de maturação avançada no período de novembro a fevereiro e desova entre janeiro e abril no reservatório de Três Marias.

Honorato-Sampaio et al. (2009) estudando *S. brandtii* na barragem de Juramento, Estado de Minas Gerais (MG) observaram maiores medianas de IGS nos meses de outubro e novembro, determinando para a espécie tipo de desova múltipla e um pico de desova sazonal,

reforçando a importância da estação chuvosa para obtenção de áreas protegidas para postura dos ovos e alimentação das larvas e juvenis.

P. piraya e *S. brandtii*, apresentaram alguns aspectos semelhantes do ponto de vista reprodutivo, como o início de fêmeas maduras no mês de novembro e a influência da precipitação através da correlação positiva com IAR. No entanto, devido à complexidade do processo reprodutivo e das interações ecológicas, a fisiologia reprodutiva dos peixes pode não ser influenciada unicamente por um fator abiótico, mas pela interação dos fatores endógenos com parâmetros ambientais, como a temperatura da água, fotoperíodo, precipitação, nível de coluna d'água (Barbieri et al., 2000).

Muitos estudos são desenvolvidos para caracterizar a biologia reprodutiva dos peixes neotropicais, mas poucos levam em consideração as mudanças ambientais para revisar os aspectos legislativos que visam à manutenção das populações, através de restrições de captura e de introdução de espécies, além de adoção de medidas mitigadoras de impactos ambientais oriundos da construção de grandes empreendimentos.

Doria et al. (2008), investigando o período de defeso para as categorias de pescado estabelecido pela legislação da pesca aplicada na região do rio Guaporé, Rondônia (RO), verificaram que dentre as 28 categorias de pescado analisadas, sete apresentaram divergência quando ao período reprodutivo estabelecido através de pescaria experimental e confirmou a correlação destas diferenças com conhecimento tradicional local, sugerindo que a portaria direcionada à bacia do rio Guaporé fosse revista e específica para cada categoria alterada.

A análise da distribuição mensal da frequência relativa dos estádios maturacionais, variou de acordo com a espécie estudada, no entanto, todas as espécies tiveram no mínimo dois meses de maturação sexual, incluso no período de defeso, que atualmente é de 01 de novembro a 28 de fevereiro. Assim, o período reprodutivo para as quatro espécies estudadas está parcialmente dentro do estabelecido para o defeso na bacia do rio São Francisco. *Prochilodus argenteus* apresentou o período reprodutivo de janeiro a maio no reservatório de Itaparica sendo diferente do estabelecido para toda a bacia. Para as demais espécies, o período reprodutivo inicia a partir de dezembro, estando o mês de novembro do defeso ineficaz, no presente ano estudado.

Pode-se reafirmar que o período de defeso vem apresentando importante função na conservação das espécies nativas estudadas no reservatório de Itaparica. Entretanto devido às pressões ambientais mais fortes sob *P. argenteus*, que tem sua reprodução estabelecida diretamente pela vazão afluente, e as demais espécies nativas, os impactos ambientais oriundo numa bacia por barramentos devem ser mitigados ao máximo. O período de defeso para as espécies migradoras no reservatório de Itaparica deve ser revisto, acompanhando as alterações

e os aspectos ambientais, uma vez que eles apresentam relação direta com o processo reprodutivo dos peixes.

Recomenda-se, para o estabelecimento do período de defeso uma avaliação por trechos da bacia do rio São Francisco, uma vez que a mesma é heterogênea e que as variáveis ambientais, como a precipitação e a vazão de cada reservatório nos diferentes trechos influenciam em diferentes momentos na reprodução.

Pra mitigar os impactos causados as espécies nativas, faz-se necessário o controle das redes utilizadas na piscicultura intensiva em tanque rede, como instrumento para reduzir o repovoamento de espécies introduzidas, mantendo a ictiofauna nativa e biodiversa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os pescadores artesanais que contribuíram de forma direta e indireta com as informações obtidas e todo o material biológico trabalhado com a coparticipação das colônias da Região de Desenvolvimento (RD) de Itaparica; ao apoio logístico e financeiro fornecido pelo Projeto Innovate (*Interplay Among Multiple uses of Water Reservoirs via Innovate coupling Aquatic and Terrestrial Ecosystems*) através do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI); a todos do Laboratório de Ecologia de Peixes (LEP-UFRPE); a CAPES/CNPq pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostinho, A. A., Gomes, L. C. & Pelicice, F. M. (2007). Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. EDUEM, Maringá.

Andrade, R. F., Sato, Y., Rizzo, E. Ferreira, R. M. A. & Bazzoli, N. (1996). Aspectos da biologia reprodutiva da corvina *Pachyurus squamipinnis* Agassiz, 1829 (Teleostei, Sciaenidae) na represa de Três Marias, MG. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia **48**, 01, 77-84.

Arantes, F. P., Santos, H. B, Rizzo, E., Sato, Y & Bazzoli, N. 2011. Collapse of the reproductive process of two migratory fish (*Prochilodus argenteus* and *Prochilodus costatus*) in the Três Marias Reservoir, São Francisco River, Brazil. *J. Appl. Ichthyol.* **27**, 847–853. doi: 10.1111 / j.1439-0426.2010.01583.x

Barbieri, G., Sales, F. A. & Cestaroli, M. A. (2000). Influência de fatores abióticos na reprodução do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimatá, *Prochilodus lineatus* do Rio Mogi Guaçu (Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP). *Acta. Limnol. Bras.* **12**, 85-91.

Barbosa, J. M. & Soares, E. C. (2009). Perfil da ictiofauna da bacia do São Francisco: Estudo preliminar. *Rev. Bras. Enga. Pesca* **4**, 155.

Bazzoli, N. (2003). Reproductive parameters of fishes of commercial interest at Pirapora region. In: Godinho HP, Godinho AL (eds) *Waters, fishes, and fishermen of the São Francisco of Minas Gerais*. PUC Minas, Belo Horizonte, Brazil, 291–306.

Boncompagni-Júnior, O., Normando, F. T., Brito, M. F. G. & Bazzoli, N. (2013). Reproductive biology of *Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829 (Pisces: Prochilodontidae) in São Francisco River, Brazil. *Journal of Appl. Ichthyol.* **29**, 132–138. doi: 10.1111/jai.12018

BRASIL. A portaria nº 18, de 11 de junho de 2008. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/documentos-recursos-pesqueiros/legislacao>>. (Último acesso em 01 de setembro de 2014).

BRASIL. Instrução Normativa nº 48, de 27 de outubro de 2005. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/documentos-recursos-pesqueiros/instrucao-normativa>>. (Último acesso em 01 de setembro de 2014).

Collier, C. A., Almeida Neto, M. S., El-deir, A. C. A., Silva, G. M. N. & Severi, W. (2012). Influência da sazonalidade sobre a dinâmica da partilha de recursos alimentares na guilda de peixes piscívoros numa lagoa do semi-árido nordestino. (2012) In: El-Deir, A. C. A et al. *Ecologia e Conservação de Ecossistemas no Nordeste do Brasil*. Recife: NUPEEA, 2012, **1**, 189-214.

Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) Disponível em: <http://www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/paginas/sistema_chesf/sistema_chesf_geracao/container_geracao?p_name=8A2EEABD3BE1D002E0430A803301D002> (Último acesso em 01 de setembro de 2014).

Doria, C. R. C., Araújo, T. R., Souza, S. T. B., & Torrente-Vilara, G. (2008). Contribuição da etnoictologia à análise da legislação pesqueira referente ao defeso de espécies de peixes de interesse comercial no oeste da Amazônia Brasileira, rio Guaporé, Rondônia, Brazil. *Biotemas* **21** (2): 119-132.

Dufech, A. P. S. & Fialho, C. B. (2006). Biologia populacional de *Pachyurus bonariensis* Steindachner, 1879 (Perciformes, Sciaenidae), uma espécie alóctone no sistema hidrográfico da laguna dos patos, Brasil. *Biota Neotropica* **7**, 105-110.

Ferreira, R. M. A., Bazzoli, N., Rizzo, E. & Sato, Y. (1996). Aspectos reprodutivos da piranha *Pygocentrus piraya* (Teleostei, Characiformes), espécie nativa da bacia do rio São Francisco. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **48**, 1, 71-76.

Godinho, A. L.; Kynard, B. (2006). Migration and Spawning of Radio-Tagged Zulega *Prochilodus argenteus* in a Dammed Brazilian River. *Transactions of the American Fisheries Society*. **135**, 3, 811-824. doi: 10.1002/rra.1180

Gunkel, G., Steemann, J. & Sobral, M. C. (2013). Carrying capacity of Itaparica reservoir in net cage fish aquaculture. In: Gunkel G., Silva J.A.A. de, Sobral M. do C. (Eds.) 2013 – *Sustainable Management of Water and Land in Semiarid Areas*. Editora Universitária UFPE, Recife, 99-117.

Honorato-Sampaio, K., Santos, G. B., Bazzoli, N., Rizzo, E. (2009). Observations on the seasonal breeding biology and fine structure of the egg surface in the white piranha *Serrasalmus brandtii* from the São Francisco River basin, Brazil. *Journal of Fish Biology* **75**, 1874–1882, 2009. doi: 10.1111 / j.1095-8649.2009.02422.x

Lagemann, G. I & Fialho, C. B. (2014). Biologia reprodutiva de *Pachyurus bonariensis* (Perciformes, Sciaenidae), na fase pré-represamento do arroio Taquarembó, sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre **2**, 216-222. doi: 10.1590/1678-476620141042216222

Luz, S. C. S., El-Deir, A. C. A., França, E. J. & Severi, W. (2009). Estrutura da assembleia de peixes de uma lagoa marginal desconectada do rio, no submédio Rio São Francisco, Pernambuco, *Biota Neotropica* **9**, 3, pp. 117–129, 2009.

Piorski, N. M., Alves, J. R. L., Machado, M. R. B. & Correia, M. M. F. (2005). Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. *Acta Amazonica* **35**(1), 63–70.

Santos, G. M. & Santos, C. M. (2005). *Sustentabilidade da Pesca na Amazônia*. Dossiê Amazônia Brasileira II. Estudos Avançados, São Paulo, **19**, n. 54.

Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTMA. Cenários para o bioma caatinga- Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga. Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio ambiente – SECTMA. Recife. 2004. 283p.

Suzuki, H. I. & Agostinho, A. A. (1997). 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, 163-182.

Teles, M. E. O. & Godinho, H. P. (1997). Ciclo reprodutivo da Pirambeba *Serrasalmus brandtii* (Teleostei, Characidae) na represa de Três Marias, rio São Francisco. *Rev Bras. de Biol.* **57** (2), 177-184.

Trindade, M. E. J. & Jucá-Chagas, R. (2008). Diet of two serrasalmin species, *Pygocentrus piraya* and *Serrasalmus brandtii* (Teleostei: Characidae), along a stretch of the rio de Contas, Bahia, Brazil. *Neotropical Ichthyology* **6**(4): 645-650.

Vasconcelos, M.; Diegues; A. C. S. A. & Sales, R. R. (2007). Limites e possibilidades na gestão da pesca artesanal costeira. In: Costa, A. L. (Org.) *Nas Redes da Pesca Artesanal*, Brasília: IBAMA – MMA, 15-83.

Vazzoler, A. E. A. M. (1996). *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI, 169p.

Vazzoler, A. E. A. M. (1981). *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes - reprodução e crescimento*. Brasília, CNPq. 108p.

ANEXO I: NORMAS PARA SUBMISSÃO NA REVISTA *JOURNAL OF FISH BIOLOGY*

1. *Journal of Fish Biology* welcomes research manuscripts containing new biological insight into any aspect of fish biology. We invite papers that report results and ideas of value to fish biology that will serve a wide international readership. Hence the novelty of the content of manuscripts should have relevance beyond a particular species or place in which the work was carried out. **All material submitted must be original and unpublished, and not under consideration for publication elsewhere.** If in doubt about overlap, please give details of any related work submitted or in press when submitting your manuscript. The *Journal* uses plagiarism detection software, so in submitting your manuscript you accept that it may be screened against previously published literature.

2. **Submission of manuscripts.** We will consider: Regular papers (original research), Review papers, which will either be invited or agreed with an Associate Editor (see 17), Brief Communications (see 18), Letters (see 19), and Comments and Replies (see 20). Contributors to the *Journal of Fish Biology* should read the Editorial on submissions and authorship in *Journal of Fish Biology* **79**, 1-2 (2011). Manuscripts are submitted online at <http://jfb.edmgr.com>, where a user ID and password are assigned on the first visit. Full instructions and support are available on this site. **Authors are expected to suggest potential referees**, selected internationally, for their manuscripts in the 'Suggest Reviewers' section.

3. **Preparation of manuscripts.** Authors should consult a recent issue of *Journal of Fish Biology* for details of style and presentation. **If their manuscript does not follow the format of the Journal, it will be returned to them unreviewed.** Manuscripts must be **double-spaced throughout**, all pages must be numbered and **line numbering set to continuous**, including tables, figure legends and reference lists. **Use a font size ≥ 12 . Do not save files in PDF (portable document format) format.**

The first page must contain the following information: the title of the paper, name(s) (initials ONLY for forenames) and FULL academic address(es) of ALL author(s); if the address of any author has changed, it should be added as a footnote. Telephone number and email address for the corresponding author (**one only**) should be provided as a footnote. A concise running headline of not more than 45 characters inclusive of spaces should also be given on this page. For regular papers arrange sections in the following sequence: Title page (as a separate page), Abstract and Key Words (as a separate page), Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion (**a combined Results and Discussion is not acceptable and Conclusions as a heading is only acceptable in Review Papers**), Acknowledgements (for individuals use initials only for forenames and no titles), References, Tables (with captions; see 6 below), Figure captions, Figures and Appendices. Within sections, subdivisions should not normally exceed two grades; decimal number classification of headings and subheadings should not be used (see recent past issues). Footnotes should not be used except in Tables. Spelling must be U.K. English, e.g. Concise Oxford English Dictionary (as distinct from American English) throughout, except in quotations and references. All Latin words (but excluding scientific words other than genus and species) should be in italics. **Do not write text in the first person.**

Do not duplicate information in tables and figures, or *vice versa* or in text and figures. Do not repeat table headings and figure legends in the text. Punctuation should be consistent and only a single space inserted between words and after punctuation. **Do not indicate positions of tables and figures in the text.** Two blank lines should be left after headings and between paragraphs. Text should be typed without end of line hyphenation, except for compound words. Lower case ‘l’ for ‘1’ or ‘O’ for ‘0’ should not be used.

4. **Abstract.** This must be concise and summarize **only** the significant findings of the paper (*i.e.* not the background or methods). It should be followed by a list of ≤ 6 **key words or key phrases that are not included in the title, with a maximum of 100 characters (including punctuation and spacing).**

5. **Illustrations.** Photographs should be selected only to illustrate something that cannot adequately be displayed in any other manner. Magnification should be given in actual terms and all stains used should be described in full. Colour figures can be included; the first two will be produced free of charge, additional figures will be produced online free of charge, print production will be at the author’s expense. Number figures consecutively using Arabic numerals [Fig. 1, 2, *etc.*: subdivide by (a), (b), *etc.*], in order of their mention in the text. A fully descriptive caption must be provided for every figure and the complete list of captions typed together on a separate page. Captions must not be included on the figures. All relevant information, *e.g.* keys to the symbols and formulae, should be included in the caption. The minimum reduction for the figures may be indicated. Artwork should be received in digital format. Line artwork (vector graphics) should be saved as Encapsulated PostScript (EPS) and bitmap files (half-tones or photographic images) as Tagged Image Format (TIFF).

6. **Tables.** Number consecutively in Roman numerals (Table I, II, *etc.*), **in the order of their mention in the text.** Captions for tables should be **typed directly above each table**, not on a separate page. Footnotes to tables should be indicated by superscripts and typed at the bottom of the tables. Tables and figures must ‘stand alone’ and so all abbreviations must be defined in the figure captions and as footnotes in the tables. Tables, figures and figure captions should be saved in separate files from the main text of the manuscript. Tables should not be embedded in the text file in picture format.

7. **Units and symbols.** Use metric units. Physical measurements should be in accordance with the Système International d’Unités (SI), *e.g.* mm, mm³, s, g, µg, m s⁻¹, g l⁻¹. Use joules not calories. Authors will find the following two publications helpful: *British Standard 1991: Part 1: 1967 Recommendations for Letter Symbols, Signs and Abbreviations and Units, Symbols and Abbreviations. A Guide for Biological and Medical Editors and Authors* (Baron, D.N., ed.) published by the Royal Society of Medicine, London.

In mathematical expressions, single letters (italics) should be used for variables, qualifying them with subscripts (not italics) if required, e.g. length L, fork length L_F, standard length L_S, index I, gonado-somatic index I_G, hepato-somatic index I_H, etc. The 24 hour clock should be used for time of day, *e.g.* 1435 hours, not 2.35 p.m. Calendar dates should be as, *e.g.* 15 June 1998. In the text, one-digit numbers should be spelt out unless they are used with units of measure (in which case they should not be hyphenated), *e.g.* five boxes, 5 cm. Numerals should be used for all numbers of two or more digits, *e.g.* 34 boxes. Use mass(es) rather than

weight(s). Means and error (S.D., S.E., 95% C.L., *etc.*), should be to the same number of decimal places. Salinity is dimensionless with no units; do not use psu, ‰ or similar.

8. **Statistics.** Present statistics as follows: name of test, test statistic with associated degrees of freedom (d.f.; note that an *F*-distribution has TWO d.f. values) and probability level (*P*). If data conform to all the assumptions of the statistical method used, precise *P*-values can be given, otherwise *P*-values should be >0.05, 0.05, 0.01 and 0.001. The *P*-values given by statistical packages assume that all the assumptions of the statistical method are fully met. Although ANOVA and regression are robust, the real *P*-values are likely to be different from the values printed by the package, because of violations of the assumptions. Provide confidence intervals (95% C.I.) for parameters estimated by ANOVA and regression analysis. Contributors to the *Journal of Fish Biology* should read the Editorial on reporting statistical results in *Journal of Fish Biology* **78**, 697-699 (2011).

9. **Species nomenclature.** On first mention of a species name in the main text, the common name of the species, if one is available, followed by the scientific species name (Latin binomial name, in italics) with the describing authority and date of authorship must be given. The common name should not be separated from the scientific name by a comma nor should the species name be in parentheses. The describing authority and date of authorship should not be separated by a comma. For example: the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792); NOT, the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)]. First use of species names in the title and Abstract should include common and scientific names as above, but do not require the describing authority and date of authorship.

Use standard sources for species common names, including: Wheeler, A. (1992). A list of the common and scientific names of fishes of the British Isles. *Journal of Fish Biology* **41**(Supplement A) (for British fishes); Wheeler, A.C., Merrett, N.R. & Quigley, D.T.G. (2004). Additional records and notes for Wheeler's (1992) *List of the Common and Scientific Names of Fishes of the British Isles*. *Journal of Fish Biology* **65**, Supplement B (for British fishes); Nelson, J.S., Crossman, E.J., Espinosa-Pérez, H., Findley, L.T., Gilbert, C.R., Lea, R.N. & Williams, J.D. (2004). *Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico*. Committee on Names of Fishes. 6th edn. Bethesda, MD, U.S.A.: American Fisheries Society (for North American fishes; except those covered above for British fishes); Froese, R. & Pauly, D. (Eds) (2010). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org; *FAO Guides for Fisheries Purposes*.

When first using scientific species names the describing authority name appears in parentheses only if the binomial combination of the name has changed since the original description. *Oncorhynchus clarkii* (Richardson 1836) for example, includes the authority name in parentheses because Richardson initially described the species in the genus *Salmo*, under the name *Salmo clarkia*, whereas the name *Salmo marmoratus* Cuvier 1829 is currently recognized exactly as originally named by Cuvier. When the describing authority is Linnaeus, this should be abbreviated to L., e.g. *Cyprinus carpio* L. 1758. The citation for the original description of a species should not be included in the References unless additional specific details (*i.e.* more than just the species name) supplied by that publication are discussed in the manuscript. Use the online *Catalog of Fishes* as the standard authority for species nomenclature and date of description: Eschmeyer, W. N. (Ed.) *Catalog of Fishes* electronic version (5 January 2011). After initial use of the species' common and scientific names,

subsequent reference to the species should use the scientific name (without describing author or date) NOT the common name.

The plural ‘fish’ should be used for the same species, ‘fishes’ for more than one species. Any specimens used for taxonomic analyses should, wherever possible, be deposited in appropriate scientific collections (*e.g.* museums and university collections, or private collections when there is good evidence that these are adequately maintained), with identifying catalogue numbers, so that they are accessible to the scientific community for subsequent examination and taxonomic revision. **Name bearing type specimens of taxa that are described in the *Journal of Fish Biology* as new to science must be deposited in recognized national or international institutions that can meet Recommendations 72F.1-5 of the International Code of Zoological Nomenclature (ICZN, 1999) for institutional responsibility.** The chosen institute for deposition of name-bearing type specimens should be able to meet these responsibilities into the foreseeable future. A paratype series may be distributed among more than one recognized national or international institution at the discretion of the authors. This is encouraged for paratype series that include numerous specimens, where the paratype series can be split into two or more representative samples, comprising several specimens that are deposited at different institutions.

10. **Genetic nomenclature.** The *Journal* uses the zebrafish system for genes and proteins of fish origin. Genes should be in italic lower case text and proteins in non-italic lower case text with the first letter capitalized. If the genes and proteins are of human origin, use the human nomenclature, with genes in upper case italic text and proteins in upper case non-italic text. Contributors to the *Journal of Fish Biology* should read the Editorial on correct nomenclature in *Journal of Fish Biology* **78**, 1283-1290 (2011).

11. **Sequence data.** Manuscripts containing novel amino acid sequences (*e.g.* primer sequences) will only be accepted if they carry an International Nucleotide Sequence Databases (INSD) accession number from the European Biology Laboratory (EMBL), GenBank Data Libraries (GenBank) or DNA Data Bank of Japan (DDBJ). The *Journal of Fish Biology* strongly recommends that when authors deposit data in genetic data banks they include specimen catalogue numbers (for specimens preserved in collections), a note identifying sequences that are derived from type specimens (see 9) and collection locality data. The data base accession number must be given in the Materials and Methods section of the manuscript. For taxonomic papers that refer to sequences derived from specimens preserved in collections (see 9), authors should include a table that clearly links each sequence accession number with the specimen from which it was derived. Sequences from type specimens should also be clearly identified in this Table. A nomenclature for genetic sequences for type and some non-type specimens has been proposed by Chakrabarty *et al.* (2013) [Chakrabarty, P., Warren, M., Page, L., Baldwin, C. (2013). GenSeq: An updated nomenclature for genetic sequences and a formal ranking of sequences from type and non-type sources. *Zookeys* **346**, 29–41, doi: 10.3897/zookeys.346.5753] and may be used (but is not obligatory): sequences from holotypes are identified as genseq-1, paratypes genseq-2, those from topotypes are genseq-3, and the genetic marker(s) used are incorporated into the nomenclature (*e.g.* genseq-2 ND2). Lengthy nucleotide sequences will only be published in the text if, in the judgement of the Editor-in-Chief, these results are of general interest and importance.

12. **RAPD.** Data derived by RAPDs (randomly amplified polymorphic DNAs) technology are frequently not satisfactory and conclusions derived from them unreliable. Papers submitted to the *Journal* should not include data generated by this technique.

13. **Acknowledgement of copyright.** Authors should obtain permission from the copyright owner (usually this is the publisher) to use any figure, table or extended quotation from material that has previously been published. Acknowledgements, however, should cite the author: ‘Reproduced with permission from Einstein (1975)’.

14. **References.**

The list of references should be arranged alphabetically according to the surname of the first author and set out as follows:

Boisvert, C. A. (2005). The pelvic fin and girdle of *Panderichthys* and the origin of tetrapod locomotion. *Nature* **438**, 1145–1147.

Nagahama, Y., Yoshikuni, M., Yamashita, M., Tokumoto, T. & Katsu, Y. (1995). Regulation of oocyte growth and maturation in fish. In *Current Topics in Developmental Biology*, Vol. 30 (Pederson, R. A. & Schatten, G., eds), pp. 103–145. San Diego, CA: Academic Press.

Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*, 4th edn. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

It is important to include the article’s Digital Object Identifier (DOI) (see section 24) in the reference as volume and page information is not always available for articles published online. Please note the following example:

Song, J., Mathieu, A., Soper, R. F. & Popper, A. N. (2006). Structure of the inner ear of blue fin tuna *Thunnus thynnus*. *Journal of Fish Biology* **68**, 1767–1781. doi:10.1111/j.1095-8649.2006.01057.x

The order in the list should be:

- (i). Single authors. Where more than one reference is given for a single author the publications should be listed chronologically.
- (ii). Two authors. These should be arranged first alphabetically, then chronologically. For text citations, use the names of both authors and the year. Do not use *et al.* for two-author references.
- (iii). Three or more authors. These should be arranged chronologically. For all text citations, use the surname of the first author only, followed by *et al.* and the date.

If more than one reference by the same author(s) published in the same year is cited, use *a*, *b*, *etc.* after the year in both text and list, *e.g.* (1963*a*). Text citations can be given in either of two ways: (a) with date in parentheses, ‘as demonstrated by Jones (1956)’; (b) with names and date in parentheses, ‘according to recent findings (Jones, 1956)’. **Where more than one reference is cited in the text these should be in chronological order, e.g.** Smith, 1975; Arnold, 1981; Jones, 1988. **Journal titles must be given in full.** Provide names and initials of **all** authors, the full title of the paper, the volume number and the page numbers. **Authors should check that all citations in the text are in the list of references and vice versa**, and that their dates match. Journal titles, book titles and any other material within the reference list which will be italicized in print should be italicized or underlined in the manuscript. References must be available in the public domain, *e.g.* ‘do not include grey’ literature. List electronic references separately, under the heading **Electronic References**.

15. **Supporting Information.** As a service to authors and readers, the *Journal of Fish Biology* will host supporting information online. Supporting Information files are hosted by the Publisher in the format supplied by the author and are not copy-edited by the Publisher. **It is the responsibility of the author to supply Supporting Information in an appropriate file format and to ensure that it is accurate and correct. Authors should therefore prepare Supporting Information with the same rigour as their main paper, including adherence to journal style (e.g. formatting of references).** Supporting Information can be provided as separate files or as one combined file. Authors are discouraged from supplying very large files or files in non-standard file formats, both of which may reduce their use to the readership. Files should be prepared without line numbers or wide line spacing, and with all track-change edits accepted. Supporting Information files containing videos and animations are accepted.

16. **Ethics.** Contributors to the *Journal of Fish Biology* must read the Editorials on ethics in *Journal of Fish Biology* **68**, 1-2 (2006) and *Journal of Fish Biology* **78**, 393-394 (2011). They will be required to complete a questionnaire on submission of their paper.

17. **Reviews.** Reviews should be concise, critical and creative. They should seek to stimulate topical debate and new research initiatives. Prospective authors are asked to submit a synopsis (two pages maximum) of their paper to an Associate Editor. The Editor-in-Chief can be consulted to advise on the appropriate Associate Editor to be approached. The synopsis should outline why the review is topical, its main points and objectives, and how it will stimulate debate and research. When the proposal has been accepted by an Associate Editor, he or she will invite the author to submit a manuscript, following the Instructions for Authors, within an agreed time limit.

18. **Brief Communications.** A Brief Communication may be concerned with any subject within the scope of the *Journal of Fish Biology* but should be **confined to a single point or issue of progress**, such as an unusual occurrence, an interesting observation, or a topical and timely finding. The manuscript must, however, have some relevance beyond the species or locality under consideration. To qualify for inclusion as a Brief Communication a paper **must be short (five printed pages maximum; c. 2500 words)**. An abstract of not more than three sentences is required. **No subheadings or subdivisions should be included.** In other respects submitted manuscripts should comply with the instructions given above.

19. **Letters.** These **must be very short (one and a half printed pages maximum; c. 750 words)** and deal with single significant finding or point for discussion that needs rapid publication. Include title page, key words (note no Abstract), main text and references (maximum four) (no tables or figures).

20. **Occasional Comments.** Comments concerning recent published papers in the *Journal* may be considered by the Editor-in-Chief. The comments will be sent to the original authors to provide an opportunity for reply. Publication of the Comment and Reply will end the debate.

21. **Acceptance of papers.** Papers will normally be critically reviewed by two or more independent experts in the relevant discipline and evaluated for publication by the Editors, but

the Editors may return to authors without review any manuscripts deemed to be of inadequate quality or inappropriate for the *Journal of Fish Biology*. The final decision to accept a paper will be made by the Editor-in-Chief.

22. **Copyright and Online Open.** Authors submitting a manuscript do so on the understanding that, if it is accepted for publication, the licence to publish the article, including the right to reproduce the article in all forms and media, shall be assigned exclusively to the FSBI. If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper. **Authors are themselves responsible for obtaining permission to reproduce copyright material from other sources.**

23. **Proofs and offprints.** Proofs are downloaded as a PDF file from a designated web site. Full details will be sent to the corresponding author by email. Therefore, a working email address must be provided. Proofs should be returned to the Managing Editor within 3 days of receipt. Free access to the final PDF offprint of the article will be available *via* author services only. Authors must therefore sign up for author services to access the article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers. In addition to this electronic offprint, paper offprints may be ordered online. Paper offprints are normally dispatched within 3 weeks of publication of the issue in which the paper appears. Please contact the publishers if offprints do not arrive; however, please note that offprints are sent by surface mail, so overseas orders may take up to 6 weeks to arrive.

24. **Early View.** *Journal of Fish Biology* is covered by Wiley-Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled print issue. Early View articles are complete and final, and no changes can be made after online publication. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Early View articles lack a volume, an issue and page numbers, and cannot be cited in the traditional way. Instead they have a DOI, which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.

25. **Author material archive policy.** Please note that unless specifically requested, Wiley-Blackwell will dispose of all hard copy or electronic material 2 months after publication. If the return of any submitted material is required, the Managing Editor or Production Editor must be informed as soon as possible.