

ALINE ALVES FERREIRA DA ROCHA

**Padrões de distribuição e ecologia trófica de espécies carnívoras no sistema de cascata
de reservatórios do rio São Francisco.**

**RECIFE,
2014**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

**Padrões de distribuição e ecologia trófica de espécies carnívoras no sistema de cascata
de reservatórios do rio São Francisco.**

Aline Alves Ferreira da Rocha
Orientador: Prof. Dr. William Severi

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção do título de Doutor.

RECIFE,
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQÜICULTURA

**Padrões de distribuição e ecologia trófica de espécies carnívoras no sistema de cascata
de reservatórios do rio São Francisco.**

Aline Alves Ferreira da Rocha

**Tese julgada adequada para obtenção do título de doutor em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura. Defendida e aprovada em 12/11/2014 pela seguinte Banca Examinadora:**

Prof. Dr. William Severi (Orientador)
Departamento de Pesca e Aquicultura – UFRPE

Prof. Dr (a). Flávia Lucena Frédou
Departamento de Pesca e Aquicultura – UFRPE

Professor Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira
Departamento de Pesca e Aquicultura – UFRPE

Prof. Dr (a). Simone Ferreira Teixeira
Instituto de Ciências Biológicas– UPE

Prof. Dr (a). Patricia Barros Pinheiro
Departamento de Educação – Colegiado de Engenharia de Pesca - UNEB

Prof. Dr. Paulo Eurico Travassos
Departamento de Pesca e Aquicultura – UFRPE

Prof. Dr (a). Rosângela Paula Texeira Lessa
Departamento de Pesca e Aquicultura – UFRPE



“Se amanhã o que eu sonhei não for bem aquilo, eu tiro um arco-íris da cartola. E refaço. Colo. Pinto e bordo. Porque a força de dentro é maior. Maior que todo mal que existe no mundo. Maior que todos os ventos contrários. É maior porque é do bem. E nisso, sim, acredito até o fim”.

(Caio Fernando Abreu)

Agradecimentos

À Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) e à Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE), pelo apoio logístico e financeiro para a realização do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco e a todos os professores do seu corpo docente, que proporcionaram informações importantes na minha formação.

Aos funcionários do Departamento de Pesca e Aquicultura, em especial, a Selma Santiago, Telma e Eliane, pelo sempre pronto atendimento em servir o que lhes fosse solicitado.

À toda equipe participante dos Programas de Inventário dos Ecossistemas Aquáticos de Sobradinho e Baixo São Francisco, que de uma forma ou de outra, estiveram, competentemente, participando das coletas e análise dos peixes que foram objeto desta tese, bem como à todos os meus amigos do Laboratório de Ictiologia, que fazem com que nosso ambiente de trabalho seja tão alegre e dinâmico.

Ao meu orientador, William Severi, pela confiança ao me aceitar como orientanda, por todo ensinamento dado ao longo de todos esses anos. A ele devo minha estima, respeito, amizade e gratidão. Aproveito também para agradecer à sua esposa, Verônica Severi, por todos os conselhos e palavras sábias que ela sempre me deu, com certeza estarão sempre guardados em meu coração.

À Viviane Melo, pelo auxílio na identificação dos insetos.

Ao pessoal da Universidade Estadual de Maringá – UEM, nas pessoas de Natália Lacerda e Rosa Dias, por contribuírem com a ideias originais para este trabalho e com análise estatística.

À minha mãe, Quitéria, a quem não tenho palavras para descrever tão grande amor, compreensão e auxílio em todas as horas. Mãe, você é minha fortaleza!

Aos meus irmãos, Alexandre e Adriana, por nossa eterna união e por estarem sempre presentes, mesmo quando distantes.

E, finalmente, a Deus, aquele que sem o qual o meu sonho não seria realizado e todas essas coisa não teriam sido possíveis.

Resumo

Peixes desempenham um importante papel na biocenose de reservatórios e são capazes de compartilhar eficientemente os recursos disponíveis no meio, embora, a formação de um reservatório acarrete grandes alterações nestas características. A compreensão da dinâmica da ictiofauna que habita reservatórios depende do conhecimento das mudanças decorrentes das alterações nos habitats. Neste contexto, este trabalho teve por objetivos avaliar a influência da cascata de reservatórios na partilha de recursos alimentares, atividade alimentar e condição corporal de espécies carnívoras. As espécies selecionadas para o presente estudo foram provenientes de coletas bimestrais realizadas ao longo dos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010. Concomitantemente, a transparência da água foi estimada através da profundidade média de desaparecimento visual do disco de Secchi. Os exemplares de *Acestrorhynchus britskii*, *A. lacustris*, *Hoplias malabaricus*, *Pygocentrus piraya*, *Serrasalmus brandtii* e *Plagioscion squamosissimus* foram identificados, medidos e pesados. A dieta de *A. britskii* e *P. squamosissimus* foi avaliada quanto à proporção relativa em peso de cada item alimentar consumido, à amplitude de nicho trófico, a sobreposição alimentar e a similaridade da dieta entre as espécies, a fim de comparar semelhanças entre os itens alimentares consumidos em cada reservatório. A atividade alimentar e condição corporal de todas as espécies foram aferidas por ANCOVA, através do software Statistica 7.0. O aumento da transparência evidenciou a retenção de sólidos ao longo da cascata de reservatórios. A abundância geral de todos os carnívoros decaiu a partir do segundo reservatório. *A. britskii* e *P. squamosissimus* apresentaram baixos valores de amplitude de nicho trófico e sobreposição alimentar. *A. britskii* teve a dieta caracterizada como piscívora e um total de 16 itens consumidos, enquanto *P. squamosissimus* apresentou uma flexibilidade na composição da dieta, com ingestão de 54 itens, evidenciada pelo consumo de peixes e invertebrados. A análise de variância aplicada à atividade alimentar e à relação peso-comprimento revelou diferenças significativas para todas as espécies. Pode-se concluir, então que, cascatas de reservatórios contribuem para a oligotrofização do rio, com reflexos na atividade alimentar e condição corporal de peixes.

Palavras-chave: ecologia trófica, oligotrofização, rios regulados.

Abstract

Fish have an important role in the biocenosis reservoirs and are able to share efficiently the resources available in the environment, however, the formation of a reservoir causes large changes in these characteristics. The understanding of the dynamics of fish populations inhabiting reservoirs depends on the knowledge of the changes resulting from alterations in the habitats. In this context, this study aimed to evaluate the influence of reservoir's cascade in the distribution of food resources, feeding activity and body condition of piscivorous fishes. Selected for this study were species from bimonthly samples taken along the Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV and Xingó reservoirs, from September 2006 to October 2010. Concomitantly, the water transparency was estimated by the average depth of visual disappearance of the Secchi disk. The specimens of *Acestrorhynchus britskii*, *A. lacustris*, *Hoplias malabaricus*, *Pygocentrus piraya*, *Serrasalmus brandtii* and *Plagioscion squamosissimus* were identified, measured and weighed. The diet of *A. britskii* and *P. squamosissimus* was evaluated as the relative proportion by weight of each food item consumed, was also estimated trophic niche breadth, dietary overlap and similarity of the diet in order to compare similarities between the food items in each reservoir. The feeding activity and body condition of all species were taken by ANCOVA, using the Statistica 7.0 software. The reading of the Secchi disk showed an increase in transparency due to the retention of solids along the reservoir cascade. The overall abundance of all piscivores declined from the second reservoir. *A. britskii* and *P. squamosissimus* showed low values of trophic niche breadth and feeding overlap. *A. britskii* was characterized as piscivorous and had a total of 16 items consumed, while *P. squamosissimus* showed a flexibility in the composition of the diet, with intake of 54 items, as indicated by the consumption of fish and invertebrates. The analysis of variance applied to the feeding activity and the length-weight relationship showed significant differences for all species. We can conclude then, cascades of reservoirs contribute to oligotrofication of the river, reflecting in the feeding activity and body condition of fish.

Keywords: trophic ecology, oligotrofication, regulated rivers.

Lista de figuras

ARTIGO I

	Página
Figura 1 - Mapa dos trechos médio, submédio e baixo rio São Francisco, com indicação dos reservatórios em cascata.....	28
Figura 2 - Frequência de ocorrência e abundância relativa (%) dos itens alimentares consumidos por <i>A. britskii</i> com base no método proposto por AMUNDSEN et al. (1996).....	34
Figura 3 - Frequência de ocorrência e abundância relativa (%) dos itens alimentares consumidos por <i>P. squamosissiumus</i> com base no método proposto por AMUNDSEN et al. (1996).....	35
Figura 4 - Representação gráfica da análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada nos valores de peso dos itens alimentares consumidos por <i>A. britskii</i> nos reservatórios de Sobradinho (Sob), Itaparica (Ita), Moxotó (Mox), PA I, II, III e PA IV e Xingó (Xin). stress=0,01.....	36
Figura 5 - Representação gráfica da análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada nos valores de peso dos itens alimentares consumidos por <i>P. squamosissimus</i> nos reservatórios de Sobradinho (Sob), Itaparica (Ita), Moxotó (Mox), PA I, II, III e PA IV e Xingó (Xin). Stress=0,01.....	37

ARTIGO II

Página

Figura 1 - Mapa dos trechos médio, submédio e baixo rio São Francisco, com indicação dos reservatórios em cascata.....	51
Figura 2 - Variação na transparência da água (DS) ao longo da cascata de reservatórios do rio São Francisco.....	53
Figura 3 - Abundâncias dos piscívoros coletados por reservatório, na ordem da cascata de reservatórios do rio São Francisco.....	53
Figura 4 - Variações na atividade alimentar de peixes (perseguidor e não-perseguidor) com base nos resíduos derivados da regressão linear entre os logaritmos dos pesos total do peixe e do estômago.....	54
Figura 5 - Fator de condição das espécies estudadas, com base nos logaritmos do peso total do peixe e comprimento padrão, entre os reservatórios da cascata do rio São Francisco.....	55
Figura 6 - Variações no fator de condição dos peixes (perseguidor e não perseguidor) com base nos resíduos derivados da regressão linear entre os logaritmos dos pesos total do peixe e comprimento padrão.....	56
Figura 7 - Variações no fator de condição dos peixes (perseguidor e não perseguidor) com base nos resíduos derivados da regressão linear entre os logaritmos dos pesos total do peixe e comprimento padrão.....	57

Lista de tabelas

ARTIGO I

	Página
Tabela 1 - Número de indivíduos coletados (n), comprimento padrão (CP), peso (PT) e número de estômagos com alimento dos exemplares coletados nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó durante todo período de estudo.....	30
Tabela 2 - Participação (%) em peso dos itens alimentares consumidos por <i>A. britskii</i> nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó durante todo período de estudo.....	31
Tabela 3 - Participação (%) em peso dos itens alimentares consumidos por <i>P. squamosissimus</i> nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó durante todo período de estudo.....	32
Tabela 4 - Valores de amplitude de nicho de <i>A. britskii</i> e <i>P. squamosissimus</i> nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó durante todo período de estudo. n = número de recursos consumidos, B = amplitude de nicho, BA = amplitude de nicho padronizada.....	36
Tabela 5 - Sobreposição alimentar de <i>A. britskii</i> e <i>P. squamosissimus</i> entre os pares de reservatórios.....	38

Sumário

Página

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Lista de figuras

Lista de tabelas

1. Introdução.....	11
2. Revisão de literatura.....	12
3. Referências bibliográficas	16
4.1. Artigo científico I.....	23
4.2. Artigo científico II.....	46
5. Considerações finais.....	65
6. ANEXOS	
6.1. Normas da Revista Boletim do Instituto da Pesca.....	66
6.2. Normas da Revista Neotropical Ichthyology.....	78

1. Introdução

Barramentos de rios são empreendimentos que tem como finalidade a formação de reservatórios. Inicialmente, os reservatórios foram construídos para facilitar atividades de irrigação e reserva de água e, posteriormente, para outros usos, incluindo a navegação, o abastecimento de água potável, o aumento da pesca, o abastecimento hídrico urbano e industrial, e, por último, a geração de energia e recreação (STRASKRABA e TUNDISI, 2000; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Com o barramento de um rio, a hidrologia local é severamente alterada, passando de um estado lótico para uma condição lântica, o que significa que as condições químicas e físicas da água, assim como a quantidade e qualidade de habitats para a ictiofauna são modificadas (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

O conceito de contínuo de rios desenvolvido por Vannote *et al.* (1980) estabelece que os rios seguem gradientes físicos, onde seus elementos constituintes estão ligados longitudinalmente de maneira contínua, tratando basicamente o perfil do rio como um contínuo de gradientes físicos e adaptações bióticas associadas, onde a abundância dos diversos tipos de alimento varia de forma previsível da cabeceira até a foz, influenciando nas abundâncias relativas de diferentes guildas tróficas (ESTEVES e ARANHA, 1999). Ainda, segundo este conceito (VANNOTE *et al.*, 1980), das cabeceiras à foz forma-se um gradiente de condições físicas que faz com que as populações de organismos aquáticos se ajustem, tendendo a um equilíbrio. Os organismos de uma biocenose, portanto, são capazes de compartilhar eficientemente os recursos disponíveis no meio (LOWE-McCONNELL, 1999). No entanto, a formação de um reservatório acarreta grandes alterações nestas características, entre as quais, a modificação da disponibilidade de recursos (TUNDISI, 1999), as quais irão gerar diferentes guildas tróficas no ambiente formado.

Na bacia do rio São Francisco, a exemplo do que ocorre em muitas outras, muitos reservatórios construídos em rios seguem a configuração de cascata (AGOSTINHO *et al.*, 1999; TUNDISI, 1999), o que significa que dois ou mais reservatórios encontram-se distribuídos ao longo do curso d'água. Mundialmente, sistemas de reservatórios em cascata foram construídos em vários rios, como Krama (Rússia), Douro (Portugal), Colorado (EUA), Tietê (Brasil) e Paraná (Brasil/Paraguai) (BARBOSA *et al.*, 1999).

A presença de reservatórios em sequência implica em uma interrupção da natureza da água com comportamento típico de rio, produzindo alterações no sistema aquático que ainda não são completamente conhecidas. As mudanças na velocidade e perfis de temperatura e oxigênio da água são somente algumas consequências imediatas que a alteração de um

sistema lótico para lântico produz no ambiente aquático (BARBOSA *et al.*, 1999). Além disso, em reservatórios em cascata ocorre a diminuição dos poluentes ao longo de sua sequência espacial, uma vez que o reservatório à montante atua como um quimiostato retendo parte dos nutrientes e diminuindo a quantidade de sedimento, diminuindo por consequência a transparência da água cascata abaixo (STRASKRABA, 1994; BARBOSA *et al.*, 1999), com efeitos biológicos indiretos como redução da produção primária (LIMA e SEVERI, 2014).

A compreensão da dinâmica da ictiofauna que habita os reservatórios artificiais depende do conhecimento das mudanças decorrentes das alterações nos habitats. Muitas vezes, este conjunto de modificações é tão marcante que o processo equivale à criação de um novo ecossistema (BAXTER, 1977). Esses compartimentos com dinâmicas distintas influenciam a composição e a abundância dos recursos aquáticos e devem, por exemplo, ser considerados na avaliação dos impactos sobre a ictiofauna na avaliação e na elaboração de planos de manejo para sua atenuação (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

O efeito da variabilidade hidrológica sobre os recursos alimentares e sobre as populações de peixes é um fator que deve ser considerado na análise das relações tróficas, a fim de auxiliar na compreensão das variações sazonais da dieta, nos padrões de obtenção de alimento, partição de recursos e outros processos (ESTEVES e ARANHA, 1999).

O período de enchimento de um reservatório pode favorecer espécies carnívoras e/ou piscívoras, devido à abundância de espécies-presa (HAHN *et al.*, 1998), bem como as espécies com elevada plasticidade trófica são favorecidas (LOUREIRO-CRIPPA e HAHN, 2006).

Nos ecossistemas aquáticos, a sazonalidade influencia os períodos reprodutivos e a frequência alimentar das espécies de peixes (VAZZOLER 1996). Além disso, padrões de distribuição espacial podem ser influenciados pelo hábito alimentar da espécie, em função do qual ocorre o deslocamento em busca de fontes alimentares. Segundo Bennemann *et al.* (2000), o alimento é o maior segregador entre espécies de peixes, permitindo entendimento das interações interespecíficas dentro de uma assembleia.

Neste contexto, este trabalho teve por objetivos avaliar a influência da cascata de reservatórios na partilha de recursos alimentares, atividade alimentar e condição corporal de espécies carnívoras em ambientes sujeitos a diferentes condições hidrológicas.

2. Revisão de Literatura

A carnivoraria é um hábito alimentar muito difundido, tanto em número de indivíduos, quanto de espécies (ARAÚJO-LIMA *et al.*, 1995). Por sua vez, peixes com hábito alimentar

piscívoro exercem um papel fundamental na estruturação de comunidades (GERKING, 1994; TURESSON *et al.*, 2002), pelo fato de ocuparem o topo da hierarquia trófica, além de serem considerados carnívoros generalistas, alimentando-se de acordo com as espécies presas disponíveis no ambiente (RESENDE *et al.*, 1996), e atuando no ajuste das mais abundantes (POPOVA, 1978).

Dentre as estratégias de predação, existem espécies que caçam emboscando suas vítimas (traíras), outras que formam cardumes para pescar (peixes-cachorros) enquanto outras predam de forma oportunística (piranhas) (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

O rio São Francisco é conhecido como uma das principais fontes brasileiras de pescado (AGOSTINHO *et al.*, 2007), e sua ictiofauna é representada por cerca de 158 espécies de água doce e, entre elas, destacam-se *Acestrorhynchus britskii*, *Acestrorhynchus lacustris*, *Hoplias malabaricus*, *Plagioscion squamosissimus*, *Pygocentrus piraya* e *Serrasalmus brandtii* (Gabriel Neto, 2008).

A família Acestrorhynchidae tem *Acestrorhynchus* como único gênero, representado por 15 espécies ocorrentes na América do Sul. Seus membros possuem corpo alongado e comprimido, boca grande com dentes cônicos e/ou caniniformes, costumam preda em cardumes, têm hábito alimentar piscívoro e preferência por ambientes lênticos, como lagos, lagoas e alguns trechos de rios (BRITSKI *et al.*, 1984; SATO e GODINHO, 1999; REIS *et al.*, 2003).

Os peixes-cachorro, *A. britskii* e *A. lacustris* têm o corpo fusiforme, focinho cônico, boca terminal e nadadeira caudal bifurcada (MENEZES, 1969). *Acestrorhynchus lacustris* distribui-se nas bacias do rio São Francisco e alto rio Paraná, e se diferencia de *A. britskii* por vários caracteres merísticos e, mais facilmente, por possuir uma mancha umeral bem conspícua. Este é endêmico da bacia do São Francisco (MENEZES, 2003), sendo uma das espécies numericamente mais representativas do reservatório de Sobradinho (FADURPE, 2006).

Exemplares da família Erithrinidae são peixes carnívoros, predadores, de corpo grosso, nadadeira caudal arredondada, dentes caniniformes na maxila superior e inferior, dentes muito pequenos no palato e, às vezes, sobre a língua. Não possuem fontanela nem nadadeira adiposa (BRITSKI *et al.*, 2007).

Hoplias malabaricus Bloch, 1794, popularmente conhecida como traíra, é uma espécie predadora oportunista, emboscadora, habitando preferencialmente a região litorânea e estruturada dos ambientes aquáticos (LOUREIRO e HAHN, 1996). Esta espécie é capaz de suportar variações climáticas nas regiões onde habita e pode sobreviver em ambiente pouco

oxigenado, além de apresentar grande resistência a períodos de privação de alimento (RIOS *et al.*, 2002).

As espécies da família, vulgarmente conhecidas como pescadas ou curvinas, apresentam considerável valor comercial devido a sua importância na pesca continental das diversas bacias neotropicais onde ocorrem naturalmente ou foram introduzidas, apresentando quatro gêneros exclusivos da América do Sul, dois deles com ocorrência na bacia do São Francisco: *Pachyurus* e *Plagioscion* (BRITSKI *et al.*, 1999; CASATTI, 2003).

Plagioscion squamosissimus é endêmica da bacia Amazônica (SOARES, 1978), sendo encontrada em abundância nos lagos e rios da região, representando uma das principais espécies amazônicas com sucesso na colonização em reservatórios de diversas regiões do país. Possui hábito alimentar carnívoro e é encontrada em ambientes litorâneos, contudo, pode formar grandes cardumes e permanecer nas regiões mais profundas e próximas ao sedimento, realizando periódicas migrações verticais e laterais em direção à região litorânea (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Das espécies pertencentes à subfamília Serrasalminae, *Pygocentrus piraya* e *Serrasalmus brandtii* são peixes piscívoros de porte mediano, corpo fortemente comprimido e alto. Apresentam dentes numa série única em ambas as maxilas e uma quilha serrilhada no peito formada por espinhos (BRITSKI *et al.*, 2007). São peixes neotropicais capazes de arrancar pedaços de suas presas, possuem hábitos mutilantes e oportunistas (SAZIMA e ZAMPROGNO, 1985; SAZIMA e POMBAL JR., 1988; SAZIMA e MACHADO, 1990).

A predação por peixes piscívoros tem sido relatada por ter efeitos diretos nas populações de peixe-presa, como pela ocorrência dos efeitos top-down, que contribuem na manutenção da diversidade de presas, por influenciar indiretamente nas relações de grupos trófico inferiores, gerando as chamadas interações em cascata (CARPENTER E KITCHELL, 1993), bem como pela mudança de comportamento da presa em resposta aos predadores, além de expor por falta de alternativas, as espécies presas à pesca (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

A disponibilidade dos recursos alimentares desempenha um papel fundamental no modelo de partição de recursos, que pode ser definida por qualquer diferença no uso de recursos entre espécies coexistentes (ROSS, 1986), sendo que diversos fatores podem influenciar a segregação entre espécies, entre eles a competição. Deste modo, estudos que contemplam a partilha de recursos entre peixes são fundamentais para o conhecimento dos mecanismos que levam um grande número de espécies a coexistirem em uma mesma assembleia (GERKING, 1994). Além disso, fornecem informações para uma melhor compreensão dos mecanismos que permitem a exploração de recursos entre as espécies de peixes (GOULDIN, 1981; HAHN *et al.*, 1997).

O estudo da alimentação em comunidades de peixes, em um dado ambiente, é um importante indicador das relações ecológicas entre espécies, além de permitir reconhecer categorias tróficas distintas e inferir sobre sua estrutura, grau de importância dos diferentes níveis tróficos e inter-relações entre seus componentes (GERKING, 1994; AGOSTINHO *et al.*, 1997; PIET e GURUGE, 1997).

Entre as ferramentas utilizadas para caracterizar a dieta, o fator de condição é um índice que indica o estado de bem estar do peixe (GOMIERO e BRAGA, 2003), podendo fornecer uma possível relação de sua condição corporal e seu estado fisiológico com o meio onde vive.

Vazzoler (1996) comenta que o fator de condição é um importante indicador do grau de higidez de um indivíduo e seu valor reflete as condições nutricionais recentes e/ou gastos das reservas em atividades cíclicas, sendo possível relacioná-lo às condições ambientais e aos aspectos comportamentais das espécies. Este parâmetro é uma ferramenta útil e eficiente para evidenciar mudanças na condição dos peixes ao longo do ano, podendo ser usado para indicar o período reprodutivo, períodos de alterações alimentares e de acúmulo de gordura (GOMIERO e BRAGA, 2003; GOMIERO, 2010), assim como mudanças sazonais nas condições do ambiente (BRAGA, 2001).

O conhecimento das fontes alimentares utilizadas pelos peixes pode fornecer dados sobre habitat, disponibilidade do alimento no ambiente e aspectos comportamentais (HAHN *et al.*, 1997; LUZ-AGOSTINHO *et al.*, 2006), sendo considerada uma abordagem consistente na avaliação de processos interativos dentro de comunidades (WINEMILLER, 1989). Portanto, o conhecimento da cadeia trófica, através do estudo dos hábitos alimentares, permite compreender como o ecossistema está estruturado, além de fornecer informações acerca da estrutura da assembleia estudada.

Com base no exposto acima, o estudo da alimentação de peixes carnívoros é importante não somente para o conhecimento das características biológicas das espécies em particular, mas também como ferramenta na compreensão das interações das diferentes populações de uma ictiocenose (PERET, 2004).

No Brasil, destacam-se trabalhos realizados com alimentação de peixes piscívoros em vários reservatórios, como os de Hahn *et al.* (1997, 1998, 2000) no reservatório de Itaipu/PR, Balassa *et al.* (2004) no reservatório de Manso/MT, Catella e Torres (1984), Mourão e Torres (1995), Gomes e Verani (2003) e Alvim e Peret (2004) em Três Marias/MG. Para a região nordeste, as informações acerca da dinâmica da alimentação são escassas e, sobretudo recentes: Pinto *et al.* (2011), Rocha *et al.* (2011) e Santos *et al.* (2014), restringindo-se ao reservatório de Sobradinho/BA.

É conhecido que a ictiofauna neotropical é uma das mais ricas do planeta. Apesar de muitas espécies ainda não estarem descritas, as alterações promovidas em ambientes aquáticos continentais nas últimas décadas vem ameaçando a perpetuação de populações naturais (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Com base nisso, o direcionamento de pesquisas devido à crescente alteração dos ecossistemas hídricos e a necessidade de estudos aprofundados sobre a ictiofauna neotropical de água doce são imprescindíveis para a elaboração de estratégias de manejo de populações naturais.

Na presente tese, a retenção de nutrientes, bem como o aumento da transparência impostos pelo efeito da oligotrofização que ocorre em cascata de reservatórios, foi estudada com a finalidade de verificar possíveis diferenças na alimentação, no fator de condição e na atividade alimentar de peixes, dando origem a dois capítulos. No capítulo I, foram avaliadas diferenças na alimentação de *A. britskii* e *P. squamosissimus*, com enfoque na disponibilidade de recursos alimentares, na diferença de estado trófico e nas características físicas de cada reservatório da cascata e no capítulo II, foi investigada a influência da transparência sobre a condição corporal e a atividade alimentar de peixes carnívoros com diferentes táticas alimentares adotadas.

3. Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, A. A.; MIRANDA, L. E.; BINI, L. M.; GOMES, L. C.; THOMAZ, S. M.; SUZUKI, H. I. Patterns of colonization in neotropical reservoir, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J.G. e STRASKRABA, M. **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: International Institute of Ecology. 1999. 592p.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. Maringá: EDUEM, 2007. 501p.

ALVIM, M. C. C.; PERET, A. C. 2004. Food resource sustaining the fish fauna in a section of the Upper São Francisco River in Três Marias, MG, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** v. 64, n. 2, p.195-202.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; AGOSTINHO, A. A.; FABRÉ, N. N. Trophic aspects of fish communities in brazilian rivers and reservoirs. In: TUNDISI, J. B.; BICUDO, C. E. M., MATSUMURA-TUNDISI, T. eds. **Limnology in Brazil**. São Paulo, ABC/SBL. 1995. p. 105-136.

BALASSA, G.C.; R. FUGI; N.S. HAHN & A.B. GALINA. Dieta de espécies do Anostomidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Manso, Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 94, p. 77-82. 2004.

BARBOSA, F. A. R.; PADISAK, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its applications to the river Tietê-basin, São Paulo State, Brazil. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. **Theoretical reservoir ecology and its applications**. São Carlos: International Institute of Ecology, 1999. P. 425-437.

BAXTER, R. M. Environmental effects of dams and impoundments. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 8, p. 255-283. 1977.

BENNEMANN, S. T.; SHIBATA, O. A.; GARAVELLO, J. C. **Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica**. Londrina: EDUEL. 2000. 62p.

BRAGA, F. M. S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande, Sudeste do Brasil. **Iheringia, Ser. Zool.**, Porto Alegre, v. 91, p. 67-74. 2001.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco**. 3^a ed. Brasília: Câmara dos deputados/CODEVASF, 1984. 115p.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal - Manual de identificação**. 2^a edição. EMBRAPA, 2007. 184p.

CARPENTER, S. R.; J. F. KITCHELL. **The trophic cascade in lakes**. Cambridge University Press, 1993. 385p.

CASATTI, L. 2003. Family Sciaenidae (Drums or croakers). Pp.599-602. In: **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. REIS, R. E; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (eds.). EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil. 729p

CATELLA, A. C.; TORRES G. E. Observações sobre o espectro e estratégias alimentares do peixe-cachorro, *Acestrorhynchus lacustris* (Reinhardt, 1974), (Characidae, Acestrorhynchini), do Reservatório de Três Marias, Rio São Francisco, MG, **An. Sem. Reg. Ecol.** São Carlos, 1984, v. 4, p. 103-125.

ESTEVES, K. E.; ARANHA, J. M. R. Ecologia trófica de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E.P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P.R. Ecologia de peixes de riachos. **Oecologia Brasiliensis**, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, v. 4, p. 157-282. 1999.

FADURPE. Proposta Técnica da Implantação do Programa de Inventário dos Ecossistemas Aquáticos do Reservatório de Sobradinho. Recife: **Plano de Trabalho Preliminar**, 12-14, 2006.

GABRIEL-NETO, F. A. **Composição da ictiofauna do reservatório de Sobradinho (Bahia)**. Monografia (Bacharelado em Ciência Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2008.

GERKING, S.D. **Feeding ecology of fishes**. California: Academic Press, 1994. 416p.

GOMES, J. H. C.; VERANI, J. R. Alimentação de espécies de Peixes do reservatório de Três Marias, In: H. P. Godinho (org). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. Relação peso- comprimento e fator de condição para *Cichla* cf. *ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande - MG/SP. **Acta Sci. Biol. Sci.**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 79-86. 2003.

GOMIERO, L. M.; VILLARES-JUNIOR, G. A.; BRAGA F. M. S. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 101-105. 2010.

GOULDING, M. **Man and Fisheries on an Amazon Frontier**. J. W. Junk Publishers, The Hague, 1981. 121p.

HAHN, N. S.; ANDRIAN, I. F.; FUGI, R.; ALMEIDA. Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, 1997. p. 209-228.

HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; BINI, L. M. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipú (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. **Interciência**, Caracas, v. 23, n. 5. p. 299-305. 1998.

HAHN, N. S.; DELARIVA, R. L.; LOUREIRO, V. E. Feeding of *Acestrorhynchus lacustris* (Characidae): A Post Impoundment Studies on Itaipu Reservoir, Upper Paraná River, PR. **Braz. arch. biol. technol.** Curitiba, vol. 43 n. 2. 2000.

LOUREIRO, V. E.; HAHN, N. S. Dieta e atividade alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do Reservatório de Segredo - PR. **Acta limnol. bras.**, Rio Claro, v. 8, p. 195-205. 1996.

LOUREIRO-CRIPPA, V. E; HAHN, N. S. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. **Neotropical Ichthyol.**, Porto Alegre, v. 4, p. 357-362. 2006.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. 534p.

LUZ-AGOSTINHO, K. D. G.; BINI, L. M.; FUGI, R.; AGOSTINHO, A. A. & JÚLIO JÚNIOR, H. F. Food spectrum and trophic structure of the ichthyofauna of Corumbá reservoir, Paraná river Basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 61-68. 2006.

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

MOURÃO G. M.; TORRES, G. E. Espectro Alimentar e Atividade Predatória da Corvina, *Pachyurus squamipinnis* (Pisces, Sciaenidae) no Reservatório de Três Marias, Rio São

Francisco, MG. **Seminário Regional de Ecologia**, São Carlos. Anais, Universidade Federal de São Carlos, v. 4, p. 295-309. 1995.

PERET, A. M. **Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da Represa de Três Marias, MG**. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos. 2004.

PIET, G. J.; GURUGE, W. A. H. P. Diel variation in feeding and vertical distribution of ten co-occurring fish species: consequences for resource partitioning. **Environmental Biology of Fishes** v. 50, p, 293–307. 1997.

PINTO, G. A.; ROCHA, A. A. F.; SANTOS, N. C. L.; MEDEIROS, T. N.; SEVERI, W. Variação sazonal na dieta de *Thiportheus guentheri* (Garman, 1890) (Actinopterygii: Characidae), no reservatório de Sobradinho, rio São Francisco, BA. **Boletim do Instituto de Pesca**, São José do Rio Preto, v.37, n. 3, p. 297-308. 2011.

POPOVA, O. A. The role of predaceous fish in ecosystems. In: GERKING, S. D. **Ecology of freshwater fish production**. Blackwell Scientific, Oxford, 1978. p. 215-249.

RESENDE, E. K.; PEREIRA, R. A. C.; ALMEIDA, V. L. L.; SILVA, A. G. Alimentação de peixes carnívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Corumbá, **EMBRAPA-CPAP**. Boletim de Pesquisa 03. 36p. 1996.

RIOS, F. S.; KALININ, A. L.; RANTIN, F. T. The effects of long-term food deprivation on respiration and haematology of the neotropical fish *Hoplias malabaricus*. **Journal of Fish Biology**, Liverpool, v. 61, n. 1, p. 85-95. 2002.

ROCHA, A. A. F.; PINTO, G. A.; SANTOS, N. C.; MEDEIROS, T. N.; SEVERI, W. Diet composition and food overlap of *Acestrorhynchus britskii* and *A. lacustris* (Characiformes: Acestrorhynchidae) from the Sobradinho reservoir, São Francisco River (BA). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 407-415. 2011

ROSS, S. T. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. **Copeia**, Lawrence, v. 2, p. 352-388. 1986.

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

SANTOS, N. C. L.; MEDEIROS, T. N.; ROCHA, A. A. F.; DIAS, R. M.; SEVERI, W. Padrão do uso de recursos alimentares por *Plagioscion squamisissimus* – Piscívoro não-nativo no reservatório de Sobradinho-BA. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 397-408. 2014.

SAZIMA, I.; MACHADO, F. A. Underwater observations of piranhas in western Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 28, p. 17-31. 1990.

SAZIMA, I.; POMBAL-JR., J. P., Mutilação de nadadeiras em acarás, *Geophagus brasiliensis*, por piranhas, *Serrasalmus spilopleura*. **Rev. Brasil. Biol.**, São Carlos, v. 48, n. 3, p. 477-483. 1988.

SAZIMA, I.; ZAMPROGNO, C. Use of water hyacinths as shelter, foraging place, and transport by young piranhas, *Serrasalmus spilopleura*. **Environmental Biology of Fishes**. v. 12, n. 3, p. 237-240. 1985.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. **Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas**. São Carlos ILEC; IEE. 280 p. 2000.

SOARES, L. H. **Revisão taxonômica dos sciaenideos de água doce da região amazônica brasileira (Osteichthyes, Perciformes, Sciaenidae)**. Dissertação (Fundação Universidade do Amazonas) Manaus, 88p. 1978.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. **Check list of the Freshwater of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. 729p.

TUNDISI, J.G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicação e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, 1999. cap. 1, p. 19-38.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 632p.

TURESSON, H.; PERSSON, A.; BRÖNMARK C. Prey size selection in piscivorous pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) includes active prey choice. **Ecology of Freshwater Fish**. n. 11, p. 223–233. 2002

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science**, Ottawa, v. 37. p. 130-137. 1980.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: Eduem/SBI/CNPq/Nupelia, 1966. 169p.

WINEMILLER, K. O. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, vol. 81, n. 2, p. 225-241. 1989.

4. Artigo científico

4. 1. Artigo científico I: Alimentação de duas espécies de peixes carnívoros no sistema de cascata de reservatórios do rio São Francisco

Artigo científico submetido para publicação no
Boletim do Instituto da Pesca

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

ALIMENTAÇÃO DE DUAS ESPÉCIES DE PEIXES CARNÍVOROS NO SISTEMA DE CASCATA DE RESERVATÓRIOS DO RIO SÃO FRANCISCO*

*CHESF/Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE)

Aline A. F. ROCHA¹, Natália C. L. SANTOS², Tatiane N. MEDEIROS³, William SEVERI³

1. Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil, CEP 52.171-900. E-mail: alinerochabio@hotmail.com (autor correspondente)
2. Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, Maringá, Paraná, Brasil, CEP 87.020-900. E-mail: nathy_lacerda@gmail.com
3. Laboratório de Ictiologia, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil, CEP 52.171-900. E-mail: tnmedeiros@hotmail.com, wseveri@depaq.ufrpe.br

RESUMO

A presença de reservatórios em sequência produz alterações no sistema aquático, entre as quais a modificação da disponibilidade de recursos, e a compreensão da dinâmica da ictiofauna que habita estes ambientes depende do conhecimento dessas mudanças. O objetivo deste trabalho é verificar possíveis diferenças na alimentação de *Acestrorhynchus britskii* e *Plagioscion squamosissimus* nos reservatórios em cascata do rio São Francisco. As espécies usadas para este estudo foram provenientes de coletas realizadas ao longo dos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010. A dieta foi avaliada quanto à proporção relativa em peso de cada item alimentar consumido (%). Além disso, foi estimada a amplitude de nicho trófico, sobreposição alimentar entre as espécies e similaridade da dieta a fim de comparar semelhanças entre os itens alimentares consumidos em cada reservatório. As duas espécies apresentaram um padrão de dominância das presas consumidas, com baixos valores de amplitude de nicho trófico e sobreposição alimentar. *Acestrorhynchus britskii* consumiu peixes em todos os reservatórios com uma dieta caracterizada como piscívora e um total de 16 itens consumidos, enquanto *P. squamosissimus* apresentou uma flexibilidade na composição da

dieta, com ingestão de 54 itens, evidenciada pelo consumo de peixes e invertebrados. A análise entre a alimentação de *A. britskii* e *P. squamosissimus* por reservatório revelou uma separação bem evidenciada entre Sobradinho e Xingó, primeiro e último reservatório da cascata, o que parece refletir a diferença no estado trófico entre os mesmos.

Palavras-chave: ecologia trófica; variação espacial; peixes; rios regulados.

FEEDING OF TWO CARNIVOROUS FISH SPECIES IN THE RESERVOIR CASCADE SYSTEM OF THE SÃO FRANCISCO RIVER

ABSTRACT

The presence of reservoirs in sequence produces changes in the aquatic system, including the modification in resource availability, and understanding the dynamics of fish populations inhabiting these environments depends on the knowledge of such changes. The objective of this study is to identify possible differences in feeding of *Acestrorhynchus britskii* and *Plagioscion squamosissimus* in the reservoir cascade of São Francisco River. The species used for this study were obtained from samples taken along the Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV and Xingó reservoirs from September 2006 to October 2010. The diet was evaluated as the relative proportion by weight of each food item consumed (%). Furthermore, it was estimated the amplitude of food niche, dietary overlap between species and diet similarity, in order to compare the similarities between the food items consumed in each reservoir. The two species showed a pattern of prey dominance consumed, with low values of trophic niche breadth and feeding overlap. *Acestrorhynchus britskii* consumed fish in all the reservoirs with a characteristic piscivorous diet, and a total of 16 items consumed, whereas *P. squamosissimus* showed flexibility in diet composition, with ingestion of 54 items, as indicated by the consumption of fish and invertebrates. The analysis of the diet between *A. britskii* and *P. squamosissimus* per reservoir revealed a well evidenced separation between Xingó and Sobradinho, respectively the first and the last reservoir in the cascade, which seems to reflect the difference in trophic state between them.

Keywords: trophic ecology; spatial variation; fishes; regulated rivers.

INTRODUÇÃO

O conceito de contínuo de rios estabelece que os rios seguem gradientes físicos, onde seus elementos constituintes estão ligados longitudinalmente de maneira contínua, tratando basicamente o perfil do rio como um contínuo de gradientes físicos e adaptações bióticas associadas (VANNOTE *et al.*, 1980), onde a abundância dos diversos tipos de alimento varia

de forma previsível da cabeceira até a foz, influenciando na abundância relativa das diferentes guildas tróficas (ESTEVES e ARANHA, 1999). Ainda, segundo este conceito, desde a cabeceira até a foz forma-se um gradiente de condições físicas que faz com que as populações de organismos aquáticos se ajustem, tendendo a um equilíbrio. No entanto, a formação de um reservatório acarreta profundas alterações nestas características, entre as quais, a modificação da disponibilidade de recursos (TUNDISI, 1999), que levam à interrupção do contínuo, e o segmento do rio passa a ter o funcionamento predito pelo conceito da descontinuidade serial (SDC), que postula que o represamento rompe o gradiente do rio em relação às condições ambientais, produzindo mudanças longitudinais (WARD e STANFORD, 1983).

A presença de reservatórios em sequência implica em uma interrupção da natureza da água com comportamento típico de rio, produzindo alterações no sistema aquático que ainda não são completamente conhecidas. As mudanças na velocidade e perfis verticais de temperatura e oxigênio da água são alguns efeitos imediatos que a alteração de um sistema lótico para lântico produz no ambiente aquático (BARBOSA *et al.*, 1999).

Os reservatórios em cascata do rio São Francisco apresentam o componente teórico descrito por STRASKRABA (1990) e BARBOSA *et al.* (1999), com diminuição de nutrientes e aumento da retenção de sólidos, causando a oligotrofização das águas dos reservatórios posteriores (LIMA e SEVERI, 2014), devido à redução na concentração de fósforo; decréscimo da turbidez; decréscimo na temperatura superficial; decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido; aumento da profundidade de zona de mistura e decréscimo da produção primária.

Em cadeias alimentares formadas linearmente, a base da cadeia e cada nível trófico superior acima dela adquirem menor biomassa se a disponibilidade de nutrientes na água diminuir (SAMUELSSON *et al.*, 2002). A retenção de nutrientes em reservatórios, propiciada pela sedimentação de material particulado inorgânico, influencia a absorção de elementos essenciais pela comunidade fitoplanctônica (THOMAZ *et al.*, 1997), modificando o fluxo de energia na estrutura das comunidades (RODRIGUES *et al.*, 2012). Deste modo, a distribuição da ictiofauna nos ambientes aquáticos é resultante dessa complexa interação ecológica entre as espécies e seu ambiente (WELCOMME, 1979). A compreensão da dinâmica da ictiofauna que habita reservatórios artificiais depende do conhecimento das mudanças decorrentes das alterações nos habitats, que acarretam mudanças nos padrões espaciais e temporais das comunidades de peixes, como a composição taxonômica, a estrutura trófica, guildas de reprodução e diversidade, dentre outras, anteriormente diferentes em decorrência dos ciclos sazonais naturais do sistema (WINEMILLER, *et al.*, 1992).

O rio São Francisco é conhecido como uma das principais fontes brasileiras de pescado (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Sua ictiofauna é representada por cerca de 158 espécies de água doce e, entre elas, destaca-se o peixe-cachorro, *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969, endêmico da bacia do São Francisco (MENEZES, 2003), que apesar de não possuir valor comercial, faz parte da dieta de espécies de valor pesqueiro, sendo considerada como controladora de populações de peixes forrageiros (PERET, 2004). Além dela, a pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), endêmica da bacia Amazônica (SOARES, 1978), proliferou em vários reservatórios brasileiros e encontra-se entre as principais espécies amazônicas com sucesso na colonização em reservatórios de diversas regiões do país (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Peixes com hábito alimentar carnívoro exercem um papel fundamental na estruturação de comunidades (GERKING, 1994; TURESSON *et al.*, 2002), pelo fato de ocuparem o topo da hierarquia trófica, além de serem consideradas generalistas, alimentando-se de acordo com as espécies-presa disponíveis no ambiente (RESENDE *et al.*, 1996), atuando no ajuste das mais abundantes (POPOVA, 1978).

O efeito da variabilidade hidrológica sobre os recursos alimentares e sobre as populações de peixes é um fator que deve ser considerado na análise das relações tróficas, a fim de auxiliar na compreensão das variações sazonais da dieta, nos padrões de obtenção de alimento, partição de recursos e outros processos (ESTEVES e ARANHA, 1999).

A regularização do rio provoca descontinuidades longitudinais, diminuindo a velocidade e o volume da água a jusante dos barramentos, alterando a magnitude e frequência dos fluxos verticais e laterais (STANFORD e WARD, 2001; AMORIM, 2009). Então, com o controle de fluxo, é esperado que ocorram mudanças na alimentação de peixes em ambientes submetidos a tais processos de regularização, em decorrência da oligotrofização dos reservatórios, no sentido montante-jusante. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi verificar possíveis diferenças na alimentação de duas espécies carnívoras em reservatórios em cascata do rio São Francisco, com diferentes graus de trofia ao longo da cascata.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O rio São Francisco apresenta 2.700 Km de extensão, drenando uma área de 634.000 km², que inclui terras dos Estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas (AGOSTINHO *et al.*, 2007), sendo conhecido historicamente como uma das principais fontes brasileiras de pescado (Godinho e Godinho, 2003). Sua ictiofauna é

representada por cerca de 158 espécies de água doce, sendo as famílias Characidae, Loricariidae, Rivulidae e Anostomidae as mais diversificadas (BRITSKI *et al.*, 1984; SATO e GODINHO, 1999).

A área de trabalho inclui os reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, PA I, II, III e PA IV) e Xingó (Figura 1), localizados entre os trechos médio e baixo da bacia.

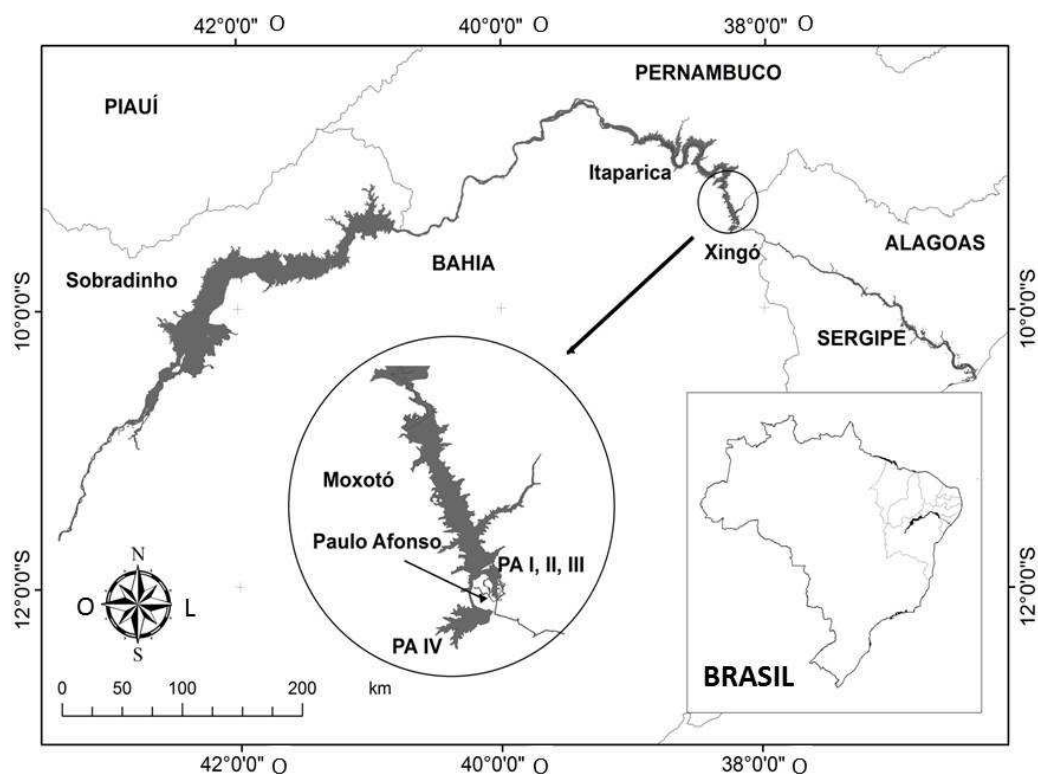


Figura 1. Mapa dos trechos médio, submédio e baixo rio São Francisco, com indicação dos reservatórios em cascata.

Procedimento em Campo

As espécies selecionadas para o estudo foram provenientes de coletas bimestrais realizadas ao longo dos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010. Foi utilizada uma bateria de redes de espera com diferentes aberturas de malha (12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 mm entre nós adjacentes), com altura variando entre 1,5 e 2,5 m e 5,0 m, armadas na superfície da água na região litorânea dos reservatórios, sempre ao anoitecer, e recolhidas na manhã seguinte, ficando expostas por aproximadamente 12 horas.

Após a retirada das redes foi realizada a eutanásia dos peixes através do método de "cold shock", onde, após a captura os espécimes foram acondicionados em recipiente com gelo em

escamas, submetendo-os a um choque térmico, recomendado pelo Use of Fishes in Research Committee - UFR (2004).

Procedimento em laboratório

No laboratório, os exemplares foram identificados segundo BRITSKI *et al.* (1984), separados por espécie, medidos (comprimento padrão - CP, 0,1 cm), pesados (peso total - PT, g) e abertos por meio de uma incisão abdominal, para retirada dos tratos digestórios. Os estômagos foram pesados (0,001 g), fixados em formol a 4% durante 24 horas e conservados em álcool a 70%, para posterior análise de seu conteúdo. Este foi analisado sob estereomicroscópio e os itens alimentares identificados ao menor nível taxonômico possível, utilizando bibliografia especializada, com identificação dos peixes-presa e demais itens segundo BRITSKI *et al.* (1984), MERRITT e CUMMINS (1996) e SIMONE (2006).

Processamento dos Dados

A dieta foi avaliada quanto à participação em peso das categorias de peixes-presa e demais itens, sendo calculada a proporção relativa (%) em peso de cada item pelo método gravimétrico (HYSLOP, 1980), expressa por: $P = (P_i/P_t) \cdot 100$; em que P_i corresponde ao peso do item alimentar i e P_t é o peso total de todos os itens de cada estômago analisado.

Com o objetivo de demonstrar o nível relativo de especialização na dieta das espécies, foi estimada a amplitude de nicho trófico (amplitude da dieta), através do índice padronizado de Levins (KREBS, 1989), expresso por:

$$B = 1 / \sum_{i=1}^n P_i^2$$

Este varia de 0, quando uma espécie consumiu somente um tipo de presa, a 1, quando uma espécie consumiu de forma similar vários tipos de presa. Para uniformização da medida do nicho trófico, foi aplicada a fórmula de HURLBERT (1978):

$$BA = \frac{(B - 1)}{(N - 1)}$$

A sobreposição alimentar entre os reservatórios foi calculada através do Índice de Pianka (1973):

$$O_{jk} = \frac{\sum_i^n P_{ij} P_{ik}}{(\sum_i^n P_{ij}^2 \sum_i^n P_{ik}^2)^{1/2}}$$

que varia de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total), (GOTELLI e ENTSMINGER, 2007), tendo os resultados da sobreposição sido arbitrariamente considerados como alto (> 0,6), intermediário (0,4 - 0,6) ou baixo (<0,4) (GROSSMAN, 1986).

Com a finalidade de avaliar o caráter generalista ou especialista da espécie, foi utilizada a representação gráfica de COSTELLO (1990), modificada por AMUNDSEN *et al.* (1996), considerando a importância das presas em cada reservatório.

Para avaliar a similaridade da dieta, foi realizado um escalonamento multidimensional (MDS), baseado na análise de cluster utilizando UPGMA, construído através da matriz de similaridade de Bray-Curtis, utilizando o programa Primer 6.0, com base numa matriz com os valores de peso dos itens transformados pelo Log (x+1), de modo a minimizar os efeitos de valores extremos.

RESULTADOS

Foram analisados 5271 exemplares de *Acestrorhynchus britskii* e 4969 exemplares de *Plagioscion squamosissimus* nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó. A variação do comprimento padrão e peso e do número de espécimes analisados em cada reservatório constam da Tabela 1.

Tabela 1. Número de indivíduos coletados (n), comprimento padrão (CP), peso (PT) e número de estômagos com alimento dos exemplares coletados nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, durante todo período de estudo.

Espécie	Reservatório	N	CP (mm)	PT (g)	Estômagos com alimento	Estômagos vazios
<i>A. britskii</i>	Sobradinho	1303	96-195	8-85	322	981
	Itaparica	1243	99-179	55-455	520	723
	Moxotó	1283	70-189	56-435	420	863
	PA I, II, III	707	86-190	69-482	195	512
	PA IV	692	97-180	90-340	202	490
	Xingó	43	111-166	40-418	10	33
<i>P. squamosissimus</i>	Sobradinho	1667	60-556	5-2714	988	679
	Itaparica	1513	55-455	4-1850	1263	250
	Moxotó	931	56-435	5-1911	728	203
	PA I, II, III	214	69-482	6-2500	171	43
	PA IV	123	90-340	15-868	93	30
	Xingó	521	40-418	5-1554	332	189

Comparando-se a composição da dieta de *A. britskii* nos diferentes reservatórios foi possível observar que *Anchoviella vaillanti* foi o item predominante em todos os reservatórios

em termos percentuais de peso, com exceção de Sobradinho, onde o item Characiformes teve maior proporção.

De todos os itens consumidos, apenas *Anchoviella vaillanti* foi comum a todos os reservatórios, tendo os itens *Hemigrammus gracilis*, *Orthospinus franscensis*, *Psellogrammus kennedyi*, *Tetragonopterus chalceus*, *Triportheus guentheri*, Cheirodontinae e *Plagioscion squamosissimus* sido consumidos em apenas um dos reservatórios, com um maior consumo de peixes em Sobradinho (Tabela 2).

Tabela 2. Participação em peso (%) dos itens alimentares consumidos por *A. britskii* nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, durante todo período de estudo.

Itens	Reservatórios					
	Sobradinho	Itaparica	Moxotó	PA I, II, III	PA IV	Xingó
Clupeiformes						
<i>Anchoviella vaillanti</i>	18,36	85,27	63,59	68,15	79,96	100,00
Characiformes						
Characiformes (n.i.)	55,88	5,16	11,26	0,19		
<i>Astyanax lacustres</i>	1,48			21,33		
<i>Astyanax fasciatus</i>	3,98	2,23	8,86		13,65	
<i>Astyanax</i> spp.		3,99	12,71	9,63	6,39	
<i>Hemigrammus gracilis</i>	0,64					
<i>Moenkhausia costae</i>	8,97		3,10			
<i>Psellogrammus kennedyi</i>	2,94					
<i>Triportheus guentheri</i>	1,69					
<i>Serrasalmus brandtii</i>	0,52	1,22				
<i>Orthospinus franscensis</i>	0,48					
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	3,92					
Cheirodontinae				0,71		
Gymnotiformes						
Gymnotiformes (n.i.)		0,66	0,48			
Perciformes						
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,25					
<i>Cichla</i> sp.	0,91	1,47				

A análise da dieta de *P. squamosissimus* revelou que Characiformes foi o item mais participativo em Sobradinho, enquanto nos outros reservatórios o item mais importante foi Camarão. Invertebrados também foram representativos na complementação alimentar da

espécie, com destaque para o grupo dos insetos. Apesar de recursos de origem vegetal terem sido ingeridos em quase todos os reservatórios, a dieta da espécie pode ser caracterizada como carnívora, devido à predominância de itens desta origem ingeridos (Tabela 3).

Tabela 3. Participação em peso (%) dos itens alimentares consumidos por *P. squamosissimus* nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, durante todo período de estudo.

Itens	Reservatórios					
	Sobradinho	Itaparica	Moxotó	PA I, II, III	PA IV	Xingó
Mollusca						
Bivalvia			0,363			
Gastropoda	0,004	0,009	0,067	0,026		
Crustacea						
Conchostraca	0,169	0,799	0,020		0,147	
Ostracoda	0,062	0,016	0,006			
Isopoda		0,059	0,037	0,001	0,011	0,004
Camarão	12,820	40,125	65,492	92,421	74,676	64,822
Insecta						
Insetos (n.i.)	4,725	6,476	0,575	0,697	0,520	1,031
Odonata	1,450	4,986	0,744	0,492	0,277	0,342
Anisoptera	6,512	17,189	4,755	0,895	1,629	0,792
Gomphidae	0,036					
Zygoptera	8,195	0,319	0,167			
Ephemeroptera	2,822	0,996	0,002	0,001		0,024
Polymitarcyidae	0,019					
<i>Campsurus</i> sp.		0,096				
Plecoptera		0,006				
Hemiptera					0,049	0,001
Trichoptera	0,069	0,007				
Hydropsychidae	0,158					
Diptera		0,037	0,003			
Chironomidae	0,815	0,001				
Coleoptera	0,008					
Hymenoptera		0,000				0,030
Actinopterygii						
<i>Anchoviella vaillanti</i>	0,383	7,413	2,334		0,570	12,096
<i>Schizodon knerii</i>	0,604					
Characiformes (n.i)	24,523	0,617	1,015			1,889
<i>Curimatella lepidura</i>	3,672					
<i>Astyanax</i> sp.	1,992			0,116		
<i>Moenkhausia costae</i>	3,544					
<i>Triportheus guentheri</i>			3,475			
<i>Pygocentrus piraya</i>						6,440
<i>Serrasalmus brandtii</i>	2,552	2,134				
<i>Metynnis</i> spp.	0,828					

<i>Roeboides xenodon</i>			0,135			
<i>Tetragonopterus chalcus</i>	7,646	4,732	1,162			
Cheirodontinae		0,053				
<i>Acestrorhynchus</i> sp.	0,777					
Erythrinidae						1,539
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,454					
Siluriformes		0,032	0,054			
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	0,444					
<i>Pimelodus maculatus</i>	0,490	3,365				
<i>Franciscodoras marmoratus</i>					0,415	
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	0,541	0,977	0,262			
Gymnotiformes	1,677		0,838			
<i>Eigenmannia virescens</i>	1,289		8,267	5,233	18,637	7,721
Poeciliidae	1,147					
<i>Synbranchus marmoratus</i>	1,894	1,669	0,895	0,118	3,060	1,657
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	3,494	7,254	8,991			1,399
<i>Cichla</i> sp.	1,759	0,377				
<i>Crenicichla lepidota</i>	2,153					
Vegetais						
Semente	0,100	0,001				
Alga filamentosa		0,004	0,069			0,013
Macrófita	0,173	0,251	0,270		0,011	0,201

Através da análise gráfica do método proposto por Amundsen *et al.* (1996), foi possível atribuir que *A. britskii* apresenta padrão especialista (Figura 2), com amplitudes de nicho trófico variando entre 0,0 e 0,14. Para *P. squamosissimus*, a mesma análise (Figura 3) revelou que, embora a espécie utilize diversos tipos de recursos, aproveita diferentemente os mesmos entre os reservatórios.

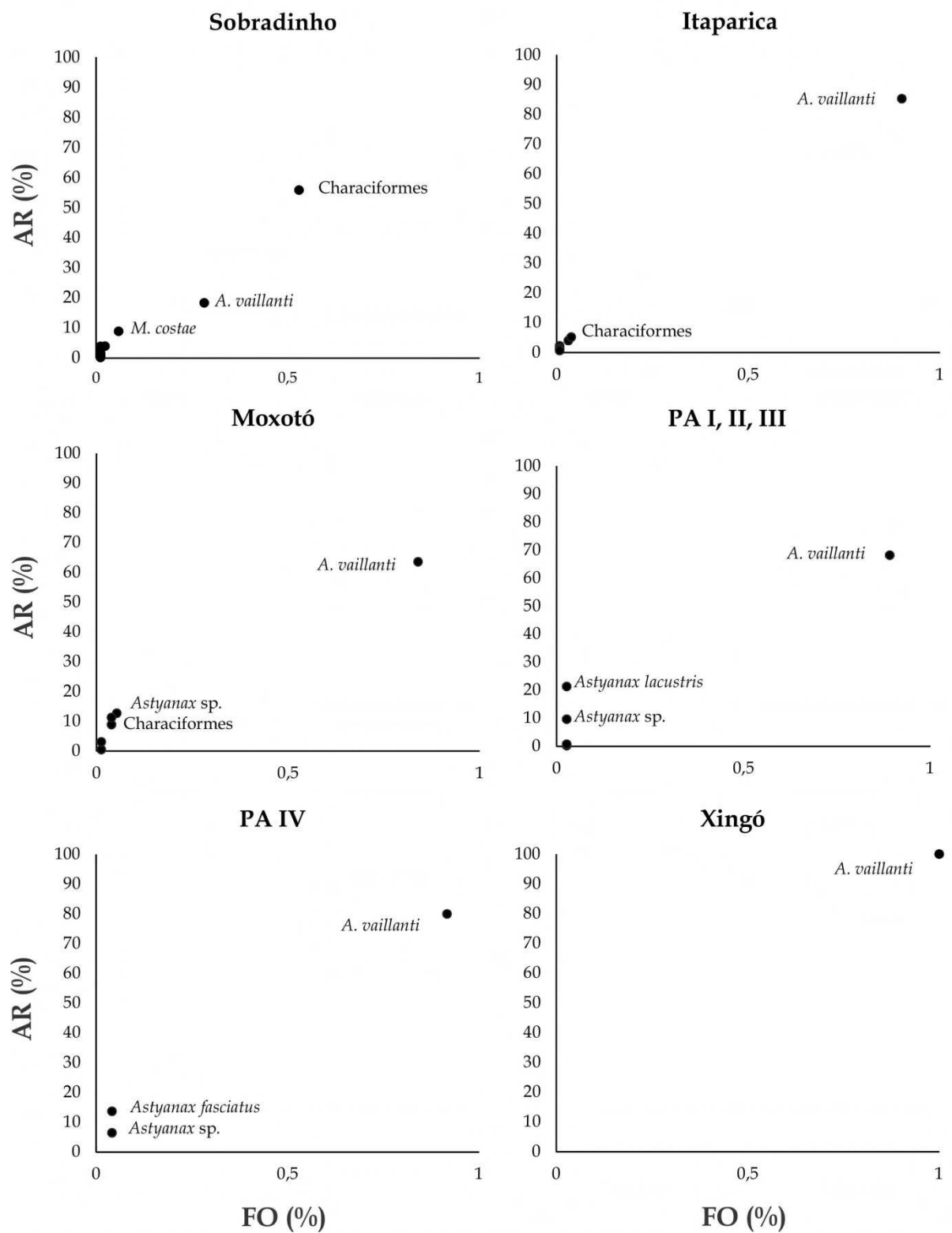


Figura 2. Frequência de ocorrência (FO%) e abundância relativa (AR%) dos itens alimentares consumidos por *A. britskii*, com base no método proposto por AMUNDSEN *et al.* (1996).

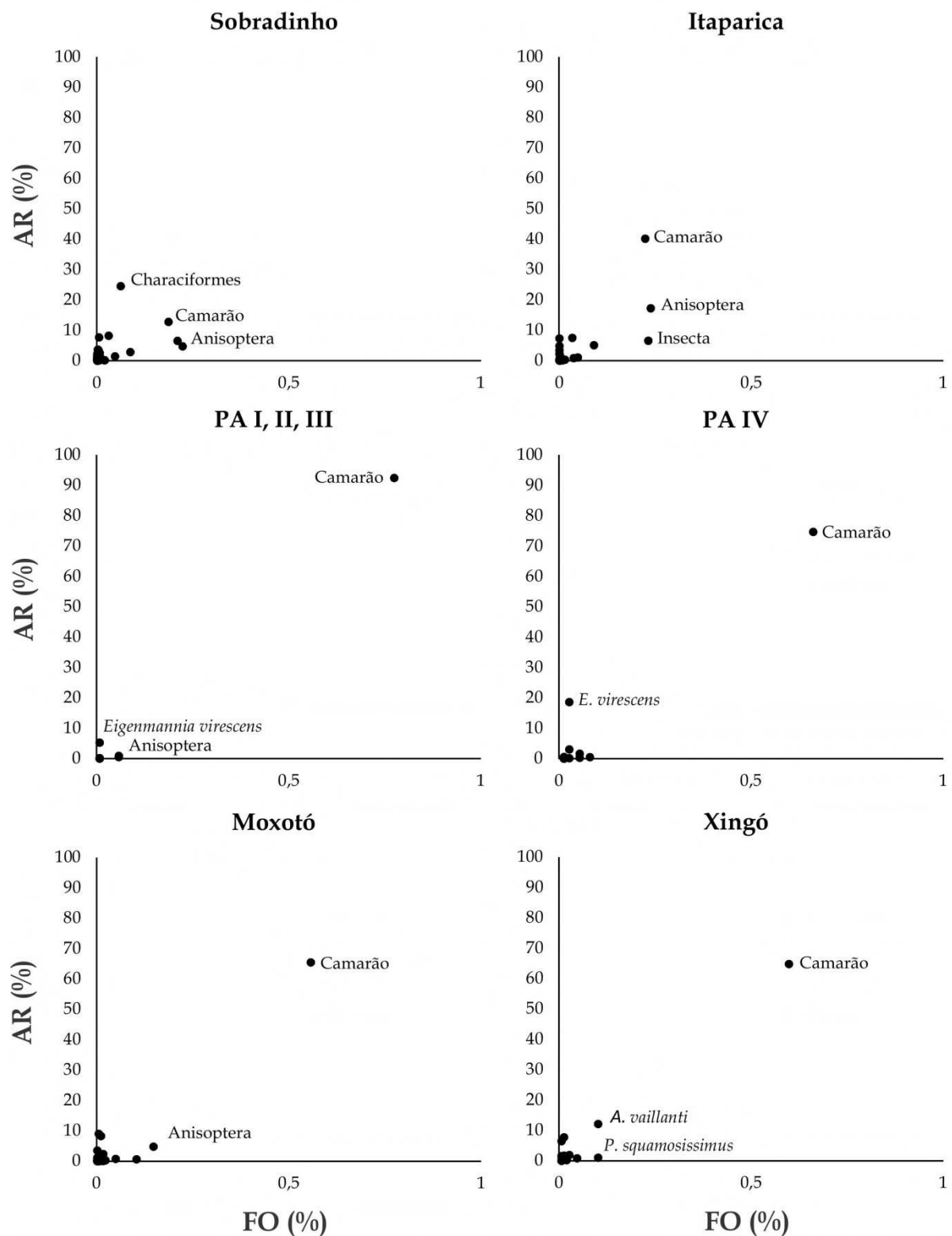


Figura 3. Frequência de ocorrência (FO%) e abundância relativa (AR%) dos itens alimentares consumidos por *P. squamosissimus* com base no método proposto por Amundsen *et al.* (1996).

Os valores de nicho trófico encontrados para as duas espécies foram baixos em todos os reservatórios (Tabela 4), embora as mesmas tenham apresentado maiores amplitudes no

reservatório de Sobradinho, ainda assim com valores abaixo de 0,5, sugerindo um elevado nível de especialização trófica.

Tabela 4. Valores de amplitude de nicho de *A. britskii* e *P. squamosissimus* nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, durante todo período de estudo. n = número de recursos consumidos, B = amplitude de nicho, BA = amplitude de nicho padronizada.

	<i>A. britskii</i>			<i>P. squamosissimus</i>		
	n	B	BA	N	B	BA
Sobradinho	13	2,738	0,145	38	6,847	0,158
Itaparica	7	1,229	0,038	31	5,649	0,155
Moxotó	6	1,404	0,081	25	2,874	0,078
PA I, II, III	5	1,253	0,063	10	1,636	0,071
PA IV	3	1,185	0,093	12	2,203	0,109
Xingó	1	1,000	0,000	17	2,606	0,100

A análise de MDS baseada nos valores de peso dos itens alimentares consumidos por *A. britskii* nos reservatórios revelou um agrupamento bem evidenciado dos reservatórios de Itaparica e Moxotó, que apresentaram similaridade superior a 80% (Figura 4). A espécie apresentou uma distribuição distinta dos grupos em função dos itens consumidos em cada reservatório, tendo Sobradinho apresentado seis itens que não foram consumidos em nenhum outro reservatório, e Xingó onde a espécie consumiu apenas um tipo de alimento, sendo estes os reservatórios que mais se distanciaram dos demais em termos de similaridade.

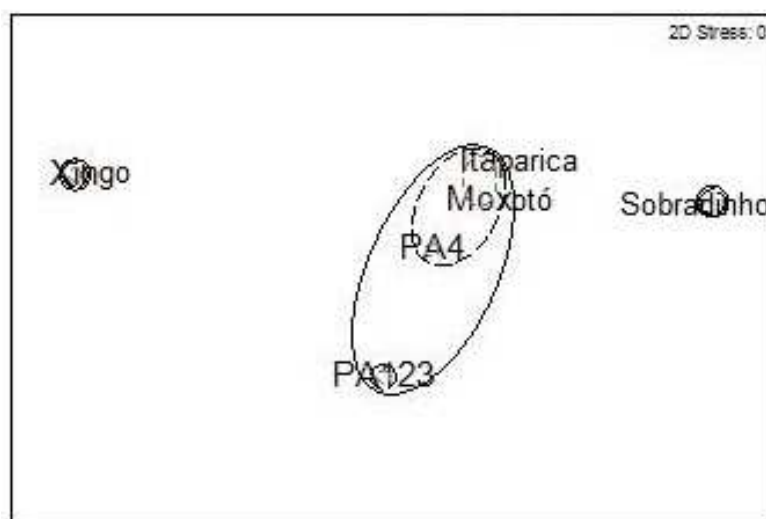


Figura 4. Representação gráfica da análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada nos valores de peso dos itens alimentares consumidos por *A. britskii* nos

reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III (PA 123), PA IV (PA4) e Xingó. Stress=0,01.

Para *P. squamosissimus*, a análise de escalonamento multidimensional agrupou os reservatórios de Itaparica e Moxotó, com 50% de similaridade, e PA I, II, III, PA IV e Xingó, com similaridade superior a 80%. Sobradinho não se agrupou a qualquer outro reservatório (Figura 5). O grupo formado por Itaparica e Moxotó se deveu ao fato dos itens Ostracoda, Zygoptera, *Parauchenipterus galeatus* e *Tetragonopterus chalceus* terem sido consumidos exclusivamente nestes reservatórios, enquanto o grupo mais similar formado por PA I, II, III, PA IV e Xingó decorreu da ausência simultânea de 32 itens na dieta da espécie nesses reservatórios, presentes nos demais da cascata.

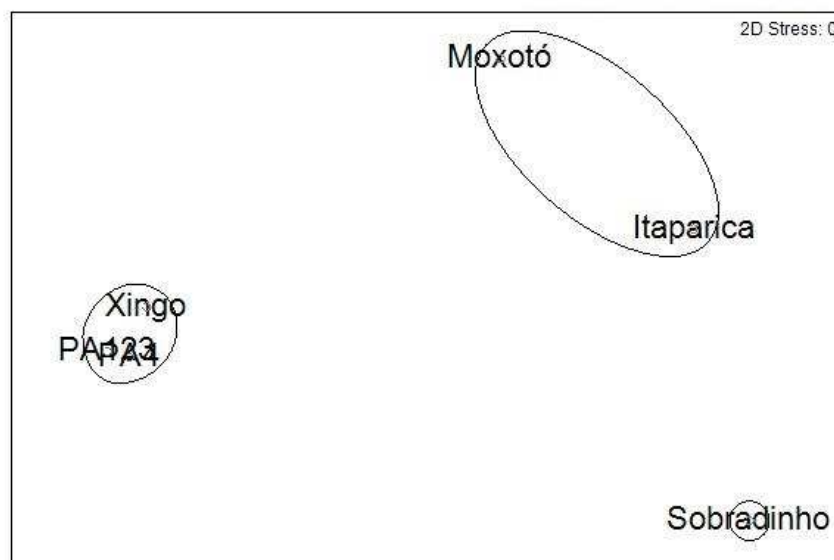


Figura 5. Representação gráfica da análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada nos valores de peso dos itens alimentares consumidos por *P. squamosissimus* nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III (PA 123), PA IV (PA4) e Xingó. Stress=0,01.

Considerando-se a sobreposição entre os reservatórios, pode-se observar que a sobreposição alimentar foi geralmente alta para *A. britskii*, assumindo valores acima de 0,6, com exceção dos valores encontrados entre Sobradinho e os demais reservatórios. Para *P. squamosissimus*, a sobreposição também foi alta entre a maioria dos reservatórios, porém, Sobradinho e Itaparica apresentaram sobreposição intermediária entre os últimos reservatórios, e alta entre os primeiros (Tabela 5).

Tabela 5. Sobreposição alimentar de *A. britskii* e *P. squamosissimus* entre os pares de reservatórios.

	Reservatórios					
	Sobradinho	Itaparica	Moxotó	PA I, II, III	PA IV	Xingó
<i>A. britskii</i>						
Sobradinho		0,466	0,482	0,457	0,466	0,413
Itaparica			0,996	0,998	0,998	0,993
Moxotó				0,995	0,994	0,981
PA I, II, III					0,997	0,991
PA IV						0,994
<i>P. squamosissimus</i>						
Sobradinho		0,964	0,66	0,46	0,524	0,564
Itaparica			0,728	0,526	0,594	0,628
Moxotó				0,938	0,972	0,971
PA I, II, III					0,985	0,953
PA IV						0,981

DISCUSSÃO

A. britskii apresentou hábito alimentar piscívoro, independente do reservatório estudado, concentrando sua dieta quase que exclusivamente no recurso alimentar Peixe, enquanto *P. squamosissimus* foi considerada como carnívora, com uma dieta caracterizada principalmente pela ingestão de Peixes, Camarão e Insetos.

Os padrões alimentares em assembleias de peixes são pouco consistentes, dada a flexibilidade na dieta de muitas espécies, embora possam ser detectados alguns padrões de consumo relacionados ao ambiente em que a assembleia está inserida, provavelmente em razão de uma elevada disponibilidade de recursos (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Entre as espécies de peixe predadas por *A. britskii* e *P. squamosissimus*, vale ressaltar a importância de Characiformes no reservatório de Sobradinho e do engraulídeo *A. vaillanti* em todos os reservatórios da cascata, o que pode estar relacionada à abundância destas presas. Sobradinho, o primeiro e maior reservatório da cascata juntamente com sua área adjacente, possui uma ictiofauna composta por, pelo menos, 61 espécies, dentre as quais se destacam numericamente aquelas pertencentes a Characidae (LUZ *et al.*, 2012). *A. vaillanti* é considerada uma espécie forrageira, com importante papel como recurso alimentar para peixes piscívoros em reservatórios do São Francisco, nas regiões de Três Marias (PERET, 2004) e Sobradinho (ROCHA *et al.*, 2011). Além disso, esta espécie não possui estruturas

corporais de defesa, sendo uma espécie tipicamente pelágica, o que pode conferir-lhe uma maior vulnerabilidade, devido aos seus aspectos morfológicos e comportamentais (POMPEU e GODINHO, 2003).

Nos ambientes estudados, ficou evidente o comportamento oportunista de *P. squamosissimus*, que apresentou dieta diversificada e composta por recursos abundantes em cada ambiente (dados não publicados). Essa elevada plasticidade alimentar foi caracterizada por ABELHA *et al.* (2001) como a habilidade dos peixes de explorar os recursos alimentares mais abundantes em determinado ambiente. Apesar de *P. squamosissimus* ter apresentado alta ingestão de Peixes, também ingeriu diversos invertebrados, o que foi anteriormente observado nos estudos de CHACON e BEZERRA e SILVA (1971), HAHN *et al.* (1999), BENNEMANN *et al.* (2000), SANTOS *et al.* (2014), já na região amazônica, *Plagioscion* foi considerada carnívora com tendência carcinófaga-insetívora, como o item camarão apresentando participação destacada na dieta (GOULDING e FERREIRA 1984; BARBOSA e LUCENA-FRÉDOU 2010). Dessa forma, é compreensível que a grande amplitude na dieta possa ter favorecido a colonização e ampla distribuição de *P. squamosissimus* na região estudada.

A variabilidade na composição da dieta de uma determinada espécie, embora relacionada a limitações comportamentais e morfológicas está fortemente relacionada com diferenças na disponibilidade local do alimento (POPOVA, 1978).

O fato de Camarão ter sido registrado como o item mais participativo na dieta da pescada em quase todos os reservatórios, parece estar associado à sua disponibilidade no ambiente, considerando-se as características lênticas destes corpos d'água, o que facilita a permanência de organismos bentônicos, sobretudo na região litorânea dos mesmos (BATISTA, 2001). Além disso, segundo ESTEVES (1998), em águas com elevada transparência há uma maior penetração de luz elevando a biomassa de fitoplâncton e zooplâncton, itens importantes para os camarões, que se adaptam facilmente ao ambiente com elevada oferta de alimento.

Outro fator que reflete a importância deste item para a alimentação da espécie se deve à sua capacidade de explorar diversos compartimentos dos reservatórios, como por exemplo, a zona epibentônica e a zona pelágica (SANTOS *et al.*, 2014).

A alteração na dieta de uma espécie está estritamente relacionada às variações na disponibilidade do alimento e às alterações ambientais, principalmente em reservatórios, que apresentam grande variação no regime hidrológico, causando constantes modificações na oferta de recursos alimentares disponíveis. (SANTOS *et al.*, 2014). Por sua grande extensão e baixa declividade lateral de suas margens, o que favorece o desenvolvimento da zona

litorânea, Sobradinho possui uma ampla diversidade de habitats para o forrageamento das espécies. Por sua vez, o reservatório de Xingó é o último da cascata e está inserido num cânion com margens íngremes, sem desenvolvimento de região litorânea, o que parece ter contribuído para sua menor similaridade com os demais reservatórios.

Complementarmente, o estado trófico da cascata do rio São Francisco avaliado por LIMA e SEVERI (2014) pode ser considerado como outro fator determinante para a similaridade na dieta observada entre os reservatórios intermediários da cascata e localizados mais próximos entre si, associado à maior similaridade da ictiofauna dos mesmos (dados não publicados), a exemplo de outras cascatas de reservatórios, como aquela do rio Mississippi (CHICK *et al.*, 2006).

Quanto à utilização dos recursos, tanto *A. britskii* quanto *P. squamosissimus* apresentaram baixa amplitude de nicho trófico. Embora *P. squamosissimus* tenha apresentado um amplo espectro alimentar, os itens de maior importância na dieta apresentaram pesos extremamente elevados, comparados àqueles ingeridos esporadicamente, corroborando o caráter especialista registrado para as duas espécies.

A análise proposta por AMUNDSEN *et al.* (1996) não revelou uma contribuição evidente nem do componente interfenótipo (BPC) nem do componente intrafenótipo (WPC), não indicando qualquer tipo de variação morfológica nos indivíduos de ambas as populações. Isto significa que os diferentes indivíduos de ambas as espécies não apresentam especialização para o consumo de diferentes tipos de recursos, nem utilizam muitos tipos de recursos simultaneamente.

Considerando a sobreposição entre os reservatórios, a maioria deles apresentou altos valores, com exceção de Sobradinho, reforçando a similaridade encontrada entre os reservatórios subsequentes.

Uma baixa sobreposição alimentar foi reportada entre as duas espécies no reservatório de Sobradinho, enquanto nos demais reservatórios da cascata do rio São Francisco praticamente não houve sobreposição alimentar entre elas. ZARET e RAND (1971) comentam que diferenças na distribuição espacial podem reduzir o efeito da sobreposição, diminuindo uma possível competição entre as espécies. A tática empregada na predação parece ter sido outro fator que contribuiu para a baixa sobreposição entre as duas espécies, em adição às diferentes formas hidrodinâmicas, bem como a posição da boca, tipos de dentes e formato da cabeça. Tais aspectos possibilitam a peixes carnívoros utilizar diferentes estratégias e consumir diferentes presas, ou ainda o consumo de uma mesma presa por diferentes espécies, quando esta é abundante (RESENDE *et al.*, 1996).

Apesar de ambas serem consideradas como predadoras, *A. britskii* possui inclinação a consumir presas preferencialmente pelágicas (Clupeiformes e Characiformes). Em contrapartida, *P. squamosissimus* apresentou uma flexibilidade na composição da dieta, evidenciada pelo consumo de invertebrados (principalmente camarão e insetos). Assim, o uso dos recursos alimentares pelas espécies estudadas são resultados da abundância de presas preferenciais no ambiente, bem como das diferentes táticas de predação adotadas pelas espécies e dos diferentes microhabitats explorados pelas mesmas.

CONCLUSÃO

As duas espécies apresentaram um padrão de dominância das presas consumidas por cada uma delas, com baixos valores de amplitude de nicho trófico e sobreposição alimentar. *A. britskii* consumiu peixes em todos os reservatórios, com uma dieta caracterizada como piscívora, enquanto *P. squamosissimus* apresentou uma flexibilidade na composição da dieta, evidenciada pelo consumo de diversos invertebrados. A análise da alimentação das duas espécies entre reservatórios revelou uma separação evidente entre Sobradinho e Xingó, primeiro e último da cascata, o que parece refletir a diferença no estado trófico entre os dois reservatórios.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) e à Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE), pelo apoio logístico e financeiro para a realização do presente trabalho. TNM, AAFR e NCLS agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas de doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELHA, M.C. F.; AGOSTINHO, A.A.; GOULART, E. 2001 Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, 23(2): 425-434.
- AGOSTINHO A.A. HAHN, N.S.; GOMES, L.C.; BINI, L.M. 1997 Estrutura Trófica. In: VAZZOLER, A.E.A.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. *A Planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM. p. 229-248.
- AGOSTINHO, A.A.; MIRANDA, L.E.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; THOMAZ, S.M.; SUZUKI, H.I. 1999 Patterns of colonization in neotropical reservoir, and prognoses on aging. In: TUNDISI, J.G. e STRASKRABA, M. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: International Institute of Ecology. 592p

- AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. 2007. Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil. Maringá: EDUEM, 501p.
- AMORIM, F.B. 2009 *Impacto da adoção de vazões ecológicas no baixo curso do rio São Francisco sobre a geração hidrelétrica*. (Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia, Salvador). Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/9718/1/FI%C3%A1via.pdf>>
- AMUNDSEN, P.A.; GABLER, H.M.; STALDVIK, F.J. 1996 A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, Malden, 48: 607-614.
- BARBOSA, F.A.R.; PADIASK, J.; ESPÍNDOLA, E.L.G.; ROCHA, O. 1999 The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its applications to the river Tietê-basin, São Paulo State, Brazil. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: International Institute of Ecology, P. 425-437.
- BARBOSA, C. e LUCENA-FRÉDOU, F. 2010 Dieta da pescada curuca *Plagioscion magdalenae* (STEINDACHNER, 1878) (PERCIFORMES: SCIAENIDAE) da baía de Marajó (estuário amazônico). *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, São Luís, 23: 51-56.
- BATISTA, D.F.; BUSS, D.F.; DORVILLE, L.F.M.; NESSIMIAN, J.L. 2001 Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 61: 249-258.
- BENNEMANN, S.T.; SHIBATA, O.A.; GARAVELLO, J.C. 2000 *Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica*. Londrina: EDUEL. 62p.
- BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. 1984 *Manual de identificação de peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco*. 3ª ed. Brasília: Câmara dos deputados/CODEVASF. 115p.
- CHACON, J.O. de; BEZERRA E SILVA, J.W. 1971 Alimentação da *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840). *Bol. Cear. Agr., Fortaleza*, 12: 41-44.
- CHICK, J.H.; PEGG, M.A.; KOEL, T.M. 2006 Spatial patterns of fish communities in the upper Mississippi River system: assessing fragmentation by low-head dams. *River Research and Applications*. 22: 413-427.
- COSTELLO, M.J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, Malden, 36: 261-263.
- ESTEVES, K.E. e ARANHA, J.M.R. 1999 Ecologia trófica de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E.P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P.R. *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, 4: 157-282.

- GERKING, S.D. 1994 *Feeding ecology of fishes*. California: Academic Press. 416p.
- GODINHO A.L., GODINHO H.P. 2003 Uma breve visão sobre o São Francisco. In: GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L (Orgs.). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, v.1: p.15-24.
- GOTELLI, N.J. e G.L. ENTSMINGER. 2007 EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.7. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Jericho, VT 05465. Disponível em: <<http://garyentsminger.com/ecosim.htm>>
- GOULDING, M.; FERREIRA, E. J. G. (1984) Shrimp-eating fishes and a case of prey-switching in Amazon rivers. *Revista brasileira de zoologia*, 2(3): 85-97.
- GROSSMAN, G.D. 1986 Food resources partitioning in a rocky intertidal fish assemblage. *Journal of Zoology*, London, 1: 317-355.
- Guidelines for the Use of Fishes in Research, 2004. American Fisheries Society, American Institute of Fisheries Research Biologists, and American Society of Ichthyologists and Herpetologists. *American Fisheries Society*. <http://www.fisheries.org/afs/publicpolicy/guidelines2004.pdf>
- HAHN, N.S.; LOUREIRO, V.E.; DELARIVA, R.L. 1999 Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1844) (Perciformes, Sciaenidae) no rio Paraná. *Acta Scientiarum*, Maringá, 21(2): 309-314.
- HURLBERT, S.H. 1978 The Measurement of Niche Overlap and Some Relatives. *Ecology*, Ithaca, 59(1): 67-77.
- HYSLOP, E.P. 1980 Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, Malden, 17: 411-429.
- KREBS, C.J. 1998 *Ecological Methodology*. 2ª ed. Mento Park: Benjamin/Cummings. 620p.
- LIMA, A.E. e SEVERI, W. 2014 Estado trófico na cascata de reservatórios de um rio no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, 9(1): 124-133.
- LUZ, S.C.; LIMA, H.C.; SEVERI, W. 2012 Composição da ictiofauna em ambientes marginais e tributários do médio-submédio rio São Francisco. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, 7(2): 358-366.
- MENEZES, N.A. 2003 Family Acestrorhynchidae. In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. *Check list of the Freshwater of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs. p. 231 - 233.
- MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. 1996 *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company. 548p.

PERET, A.M. 2004 *Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da Represa de Três Marias, MG.* (Dissertação de Mestrado. Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos) Disponível em: <<http://www.sfrancisco.bio.br/arquivos/Peret%20AM001.pdf>>

POMPEU, P.S.; GODINHO, H.P. 2003 Dieta e estrutura trófica das comunidades de peixes de três lagoas marginais do médio São Francisco. In: GODINHO, H.P. e GODINHO, A.L. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas. 468p.

POPOVA, O.A. 1978 The role of predaceous fish in ecosystems. In: GERKING, S. D. *Ecology of freshwater fish production*. Blackwell Scientific, Oxford, p. 215-249.

RESENDE, E.K.; PEREIRA, R.A.C.; ALMEIDA, V.L.L.; SILVA, A.G. 1996 Alimentação de peixes carnívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Corumbá, EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa 03. 36p.

ROCHA, A.A.F.; PINTO, G.A.; SANTOS, N.C.; MEDEIROS, T.N.; SEVERI, W. 2011 Diet composition and food overlap of *Acestrorhynchus britskii* and *A. lacustris* (Characiformes: Acestrorhynchidae) from the Sobradinho reservoir, São Francisco River (BA). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, 33(4): 407-415.

RODRIGUES, L.M.; SCHWARZBOLD, A.; OLIVEIRA M.A. 2012 Spatial and temporal variation of Dona Francisca reservoir (Jacuí river, Rio Grande do Sul State), a subtropical reservoir. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, 34(3): 279-288.

SAMUELSSON, K.; BERGLUND, J.; HAECKY, P.; ANDERSSON, A. 2002 Structural changes in an aquatic microbial food web caused by inorganic nutrient addition. *Aquatic Microbial ecology*, Oldenorf, 29(1): 29-38.

SANTOS, N.C.L.; MEDEIROS, T.N.; ROCHA, A.A.F.; DIAS, R.M.; SEVERI, W. 2014 Padrão do uso de recursos alimentares por *Plagioscion squamisissimus* – Piscívoro não-nativo no reservatório de Sobradinho-BA. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 397-408.

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

SIMONE, L.R.L. 2006 *Land and freshwater molluscs of Brazil*. São Paulo: EGB, FAPESP. 390 p.

SOARES, L.H. 1978 *Revisão taxonômica dos sciaenídeos de água doce da região amazônica brasileira* - Manaus, Amazonas. 72p. (Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA). Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/view/14697095/atividade-reprodutiva-de-plagioscion-squamosissimus-heckel1840/51>>

- STANFORD, J.A.; WARD, J.V. 2001 Revisiting the Serial Discontinuity Concept. *Regulated River Research & Management* 17: 303-210.
- STRASKRABA, M. 1990 Limnological particularities of multiple reservoir series. *Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 33: 677-678.
- THOMAZ, S. M., BINI, L. M.; ALBERTI, S. M. 1997 Limnologia do reservatório de Segredo: padrões de variação espacial e temporal. Pp 20-37. In: AGOSTINHO, A.A. e Gomes, L.C. *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá, EDUEM, 387p.
- TUNDISI, J.G. 1999 Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicação e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP. cap. 1, p. 19-38.
- TURESSON, H.; PERSSON, A.; BRÖNMARK C. 2002 Prey size selection in piscivorous pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) includes active prey choice. *Ecology of Freshwater Fish*. 2002(11): 223-233.
- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C. E. 1980 The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*, Ottawa, 37: 130-137.
- WARD, J.V.; STANFORD, J.A. 1983 The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. In: FONTAINE, TD e BARTELL, S. M. *Dynamics of Lotic Ecosystems*. Michigan: Ann Arbor Science, p. 29-42.
- WELCOMME, R.L., 1979 Fisheries ecology of floodplains rivers. London: Longman. 371p.
- WINEMILLER, K.O. e ROSE, K.A. 1992 Patterns of life-history diversification in north America fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and aquatic sciences*, Ottawa, 49: 2196-2218.
- ZARET, N.T.; RAND, A.S. 1971 Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, Ithaca, 52(2): 336-34.

4.2. Artigo científico II: A transparência da água afeta o fator de condição e a atividade alimentar de peixes em cascatas de reservatórios?

Artigo científico a ser submetido para publicação na Revista Neotropical Ichthyology

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem às estabelecidas pela referida revista (em anexo).

A transparência da água afeta o fator de condição e a atividade alimentar de peixes em cascatas de reservatórios?

Aline A. F. Rocha¹, Natália C. L. Santos², Rosa M. Dias², Tatiane N. Medeiros³, William Severi³.

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Rua Dom Manoel de Medeiros - s/n, CEP: 52.171-900 – Recife/PE, Brasil. alinerochabio@hotmail.com.

²Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Av. Colombo, 5790, CEP: 87020-900 – Maringá/PR, Brasil. natalia.ictio@gmail.com, rmdias2003@yahoo.com.br

³Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca, Laboratório de Ictiologia. Av. Dom Manoel de Medeiros, 68, Dois Irmãos, 52171-900 - Recife, PE – Brasil. tnmedeiros@hotmail.com, wseveri@gmail.com

Abstract

Fish play an important role in reservoirs' biocenoses and are able to efficiently share the resources available in such environments. However, the formation of a reservoir causes significant changes in these characteristics, among which, change in resources' availability. The understanding of the dynamics of fish populations inhabiting reservoirs depends on the knowledge of the changes resulting from alterations in habitats. In this context, the aim of this study is to evaluate the body condition, and feeding activity of piscivorous fish in a cascade of reservoirs. The species selected for this study were sampled bimonthly along the Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV and Xingó reservoirs, from September 2006 to October 2010. Concomitantly, water transparency was estimated by the average depth of visual disappearance of the Secchi disk. The specimens were identified, sorted by species, weighed, measured and classified according to their feeding tactic in persecutor (*Acestrorhynchus britskii*, *A. lacustris*, *Pygocentrus piraya*, *Serrasalmus brandtii*, *Plagioscion squamosissimus*) and non-persecutor (*Hoplias malabaricus*). The feeding activity and body condition of the species were measured by ANCOVA, using the Statistica 7.0 software. The Secchi disk reading showed an increase in transparency due to the retention of solids along the reservoir cascade. The abundance of all piscivorous declined from Itaparica reservoir, and it showed the highest value and lowest Xingó, respectively. The analysis of variance applied to the feeding activity for the combined species showed no significant differences between the

tactics, but the feeding activity was higher for the non-persecutor category. Significant differences were observed in the length-weight relationship for all species, between the reservoirs. The fact that the control imposed by dams in sequence increases water transparency indicates that variations in the condition of non-persecutors are not natural. This trend, coupled with a reduced feeding activity of the pursuing category indicates that the reservoir cascade had a negative impact on both categories. Therefore, we can conclude that reservoir cascades contribute to river oligotrophication, reflecting on the feeding activity and body condition of fish.

Keywords: oligotrophication, carnivorous, São Francisco river.

Resumo

Peixes desempenham um importante papel na biocenose de reservatórios e são capazes de compartilhar eficientemente os recursos disponíveis no meio. No entanto, a formação de um reservatório acarreta profundas alterações nestas características, entre as quais, a modificação da disponibilidade de recursos. A compreensão da dinâmica da ictiofauna que habita reservatórios depende do conhecimento das mudanças decorrentes das alterações nos habitats. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a condição corporal e a atividade alimentar de espécies piscívoras numa cascata de reservatórios. As espécies selecionadas para o presente estudo foram provenientes de coletas bimestrais realizadas ao longo dos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010. Concomitantemente, a transparência da água foi estimada através da profundidade média de desaparecimento visual do disco de Secchi. Os exemplares foram identificados, separados por espécie, medidos, pesados e classificados segundo a sua tática alimentar, em perseguidor (*Acestrorhynchus britskii*, *A. lacustris*, *Pygocentrus piraya*, *Serrasalmus brandtii*, *Plagioscion squamosissimus*) e não-perseguidor (*Hoplias malabaricus*). A atividade alimentar e condição corporal das espécies foram aferidas por ANCOVA, através do software Statistica 7.0. O aumento da transparência evidenciou a retenção de sólidos ao longo da cascata de reservatórios. A abundância de todos os piscívoros decaiu a partir do reservatório de Itaparica, tendo este apresentado o maior valor e Xingó menor, respectivamente. A análise de variância aplicada à atividade alimentar para as espécies combinadas não mostrou diferenças significativas entre as táticas, embora a atividade alimentar tenha sido maior para a categoria não-perseguidor. Diferenças significativas foram verificadas na relação peso-comprimento para todas as espécies, entre os reservatórios. O fato do controle imposto por barragens em sequência aumentar a transparência da água aponta que as variações na condição de piscívoros não-perseguidores não são naturais. Esta tendência,

juntamente com a atividade alimentar reduzida na categoria dos perseguidores, indica que a cascata de reservatórios tem um impacto negativo sobre as duas categorias. Pode-se concluir, então, que cascatas de reservatórios contribuem para a oligotrofização do rio, com reflexos na atividade alimentar e condição corporal de peixes.

Introdução

Os represamentos alteram profundamente a dinâmica da água, a quantidade e qualidade de habitats, os processos de produção primária e, conseqüentemente, a estrutura das comunidades naturais dos sistemas fluviais em que se inserem (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Essas alterações levam à interrupção do contínuo fluvial, e o segmento do rio passa a funcionar conforme o conceito de descontinuidade serial (STANFORD & WARD, 2001), que prevê o rompimento da continuidade através da alteração dos processos abióticos e bióticos, devida à construção de barragens ou outros impactos no sentido de montante a jusante. A presença de reservatórios em sequência implica em uma interrupção da natureza da água com comportamento típico de rio, produzindo alterações no sistema aquático que ainda não são completamente conhecidas. As mudanças na velocidade e perfis de temperatura e oxigênio da água são somente algumas conseqüências imediatas que a alteração de um sistema lótico para lântico produz no ambiente aquático (Barbosa *et al.*, 1999). Além disso, em reservatórios em cascata ocorre a diminuição dos poluentes ao longo de sua sequência espacial, uma vez que o reservatório à montante atua como um quimiostato retendo parte dos nutrientes e diminuindo a quantidade de sedimento, diminuindo por conseqüência a transparência da água cascata abaixo (STRASKRABA, 1994; BARBOSA *et al.*, 1999), com efeitos biológicos indiretos como redução da produção primária (LIMA & SEVERI, 2014). A compreensão da dinâmica da ictiofauna que habita os reservatórios artificiais depende do conhecimento das mudanças decorrentes das alterações nos habitats. Muitas vezes, este conjunto de modificações é tão marcante que o processo equivale à criação de um novo ecossistema (Baxter, 1977). Esses compartimentos com dinâmicas distintas influenciam a composição e a abundância dos recursos aquáticos e devem, por exemplo, ser considerados na avaliação dos impactos sobre a ictiofauna na avaliação e na elaboração de planos de manejo para sua atenuação (AGOSTINHO *et al.*, 2007). O efeito da variabilidade hidrológica sobre os recursos alimentares e sobre as populações de peixes é um fator que deve ser considerado na análise das relações tróficas, a fim de auxiliar na compreensão das variações sazonais da dieta, nos padrões de obtenção de alimento, partição de recursos e outros processos (ESTEVES & ARANHA, 1999).

O período de enchimento de um reservatório pode favorecer espécies piscívoras, devido à abundância de espécies-presa (HAHN *et al.*, 1998), bem como espécies com elevada plasticidade trófica (LOUREIRO-CRIPPA & HAHN, 2006). Nos ecossistemas aquáticos, a sazonalidade influencia os períodos reprodutivos e a frequência alimentar das espécies de peixes (VAZZOLER 1996). Além disso, padrões de distribuição espacial podem ser influenciados pelo hábito alimentar da espécie em função do qual ocorre o deslocamento em busca de fontes alimentares. Segundo Bennemann *et al.* (2000), o alimento é o maior segregador entre espécies de peixes, permitindo entendimento das interações interespecíficas dentro de uma assembléia.

Peixes desempenham um importante papel na biocenose de reservatórios e são capazes de compartilhar eficientemente os recursos disponíveis no meio (LOWE-McCONNELL, 1999). No entanto, a formação de um reservatório acarreta profundas alterações nestas características, entre as quais, a modificação da disponibilidade de recursos (TUNDISI, 1999). Tem sido observado que peixes de pequeno porte, que atuam como espécies forrageiras, proliferam nos primeiros anos após o represamento de um rio, em especial as espécies eurípagas, como registrado em reservatórios da bacia do rio Iguaçu/PR (DELARIVA, 2002), incrementando assim a guilda piscívora em reservatórios (AGOSTINHO *et al.*, 1999). Este padrão é recorrente nestes ambientes, sendo promovido pela oligotrofização da água e pela reestruturação da comunidade de peixes local frente ao novo ambiente formado (PELICICE *et al.*, 2005).

Essas mudanças refletem os efeitos dos fatores ambientais exógenos e endógenos sobre os peixes, que respondem às mesmas com alterações no seu crescimento (WOOTTON, 1991). De acordo com Le Cren (1951), a estreita correlação entre peso e comprimento, expressa pelo fator de condição, descreve características estruturais dos indivíduos da população, fornecendo informações importantes acerca da população de uma determinada espécie. Considerando que esse índice reflete o estado nutricional de peixes, indivíduos com uma maior massa relativa ao comprimento estão em melhor condição (LIMA-JÚNIOR *et al.*, 2002; GOMIERO & BRAGA, 2005), sendo possível relacioná-lo às variações ambientais e aspectos comportamentais (VAZZOLER, 1996).

Os estudos em reservatórios predizem que a mudança no crescimento da comunidade íctica é o aspecto mais evidente em relação às flutuações ambientais sobre a ictiofauna (AGOSTINHO *et al.*, 1997, 2007; BENEDITO-CECÍLIO & AGOSTINHO, 1997; BENEDITO-CECILIO *et al.*, 1997). Assim, é esperado que a presença do controle do fluxo imposto por cascatas de reservatórios em grandes rios, bem como a retenção de nutrientes nos segmentos superiores, afete a atividade alimentar e a condição corporal das espécies

piscívoras. Deste modo, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência da transparência sobre a condição corporal e a atividade alimentar de peixes numa cascata de reservatórios da região nordeste do Brasil.

Material e Métodos

Área de estudo

A área de trabalho inclui o rio São Francisco, que possui uma área de aproximadamente 640.000 km², o que corresponde a cerca de 8% do território (AGOSTINHO *et al.*, 2007) e suas principais usinas hidrelétricas, em área alagada ou potência, encontram-se na calha principal do rio. Apenas uma, Três Marias, foi construída no seu terço superior, enquanto as demais (Sobradinho, Itaparica, Moxotó, o complexo de Paulo Afonso e Xingó) encontram-se no terço inferior (GODINHO & GODINHO, 2003).

Sua ictiofauna é representada por cerca de 158 espécies de água doce, sendo as famílias Characidae, Loricariidae, Rivulidae e Anostomidae as mais diversificadas (BRITSKI *et al.*, 1984; SATO & GODINHO, 1999).

O trabalho foi conduzido nos reservatórios de Sobradinho, localizado no médio São Francisco; Itaparica, Moxotó e Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso localizados no trecho submédio e, finalmente, Xingó na região do baixo São Francisco (Fig. 1). Devido a sua posição relativa na cascata e regime de geração de energia, os reservatórios estão sujeitos a diferentes amplitudes de variação de nível e tempo médio de residência da água.

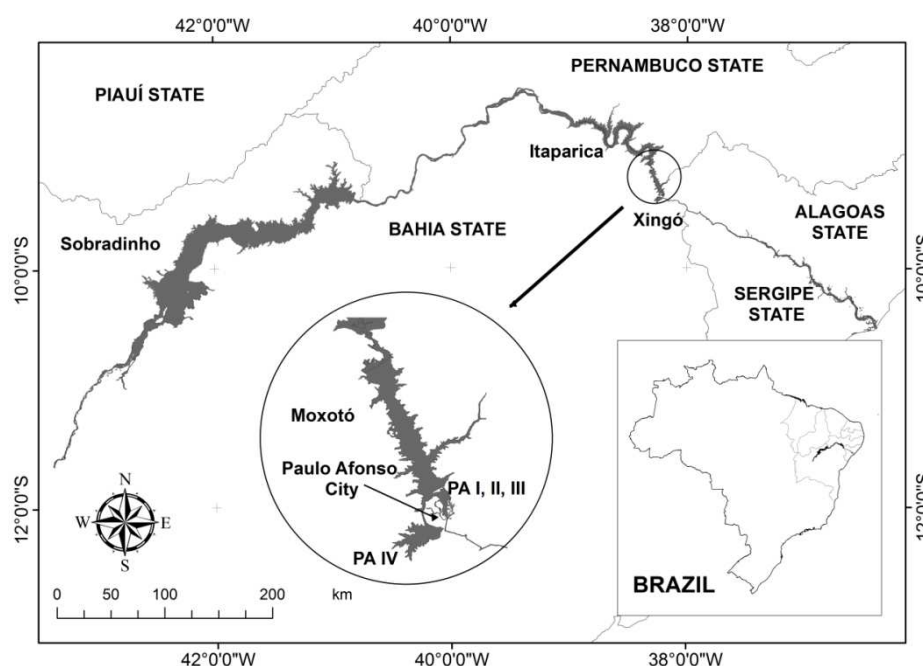


Fig. 1. Localização dos reservatórios estudados nas porções do médio, submédio e baixo rio São Francisco.

Procedimento em Campo

As espécies selecionadas para o estudo foram provenientes de coletas bimestrais realizadas ao longo dos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010. Foi utilizada uma bateria de redes de espera com diferentes aberturas de malha (12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 mm entre nós adjacentes), com altura variando entre 1,5 e 2,5 m e 5,0 m, armadas na superfície da água na região litorânea dos reservatórios sempre ao anoitecer e recolhidas na manhã seguinte, ficando expostas por aproximadamente 12 horas. Após a retirada das redes foi realizada a eutanásia dos peixes através do método de “cold shock”, onde, após a captura os espécimes foram acondicionados em recipiente com gelo em escamas, submetendo-os a um choque térmico, recomendado pelo Use of Fishes in Research Committee - UFR (2004).

Em cada local de coleta, foi estimada a transparência da água através da leitura do disco de Secchi.

Procedimento em laboratório

No laboratório, os peixes foram identificados segundo Britski *et al.* (1984), separados por espécie, medidos (comprimento padrão - CP, 0,1 cm), pesados (peso total - PT, g) e classificados segundo sua tática alimentar, em perseguidor: *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969, *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875), *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819), *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 e *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), conforme Sazima & Pombal Jr. (1988), Pompeu (1999), Sazima & Machado (1990), Reis *et al.* (2003), Krinski (2010); e não-perseguidor: *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1874), segundo Sabino & Zuanon (1998), Abelha *et al.* (2001) e Agostinho *et al.* (2007).

Processamento dos Dados

A atividade alimentar e condição corporal das espécies foram aferidas por ANCOVA (GARCIA-BERTHOU, 2001) utilizando-se as relações peso total (PT)/peso do estômago (PE) e peso (PT)/comprimento (CP), respectivamente, com os dados log transformados, tendo “reservatório” como variável categórica. A diferença entre os sexos foi testada a priori a partir dos dados de comprimento (CP) e, na ausência de diferenças significativas, as análises foram realizadas com os sexos agrupados. Estas análises foram realizadas com o software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2007).

Resultados

A leitura do disco de Secchi (DS) evidenciou o aumento da transparência (Fig. 2) ao longo da cascata de reservatórios, com menores valores para Sobradinho, o primeiro da cascata, e maiores valores para Xingó, o último barramento no São Francisco.

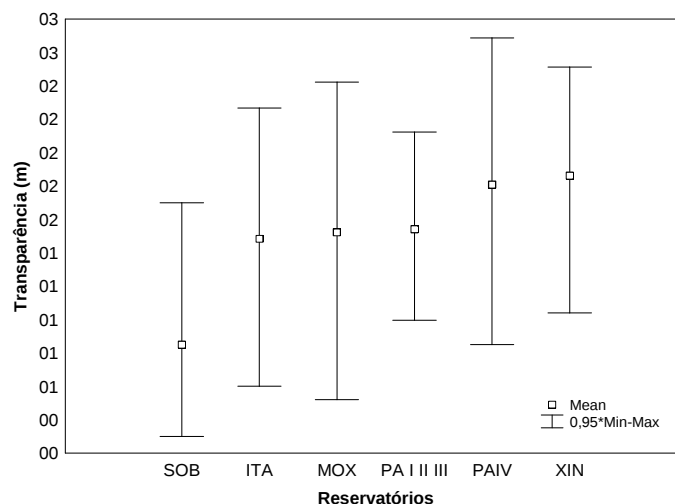


Fig. 2. Variação da transparência da água ao longo da cascata de reservatórios do rio São Francisco.

Durante o período de estudo foi capturado um total de 8.259 indivíduos distribuídos entre as espécies *A. lacustris* (n= 605), *A. britskii* (n= 2577), *H. malabaricus* (n= 339), *P. squamosissimus* (n= 4232), *P. piraya* (n= 73) e *S. brandtii* (n= 433).

Em relação ao total de espécimes capturados, verificou-se que Sobradinho, o primeiro reservatório da cascata, foi aquele com maior número de indivíduos (n= 2948) e a abundância geral de todas as espécies decaiu a partir deste, até o reservatório de PA IV, que apresentou o menor valor de abundância na cascata (n=304) (Fig. 3).

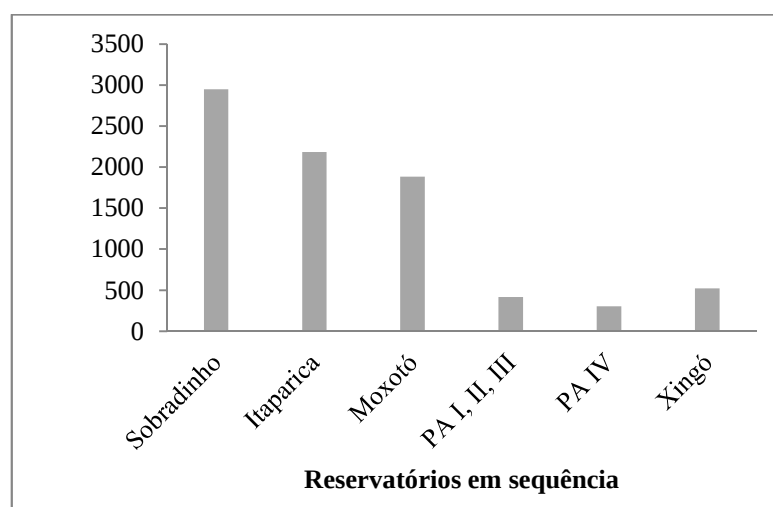


Fig. 3. Abundâncias dos piscívoros coletados por reservatório, na ordem da cascata de reservatórios do rio São Francisco.

Foram encontradas diferenças significativas na atividade alimentar de todas as espécies, entre os reservatórios: *A. britskii* ($F(6, 1058)=24,164$, $p=0,0000$), *A. lacustris* ($F(3, 215)=53,209$, $p=0,0000$), *H. malabaricus* ($F(6, 325)=57,103$, $p=0,0000$), *P. piraya* ($F(2, 70)=36,505$, $p=0,0000$), *P. squamosissimus* ($F(6, 2111)=211,55$, $p=0,0000$) e *S. brandtii* ($F(6, 426)=69,441$, $p=0,0000$). A atividade alimentar apresentou padrões distintos para cada uma das espécies, sendo *H. malabaricus* (em Xingó) e *P. piraya* (em Sobradinho), aquelas que apresentaram maior atividade alimentar (Fig. 4).

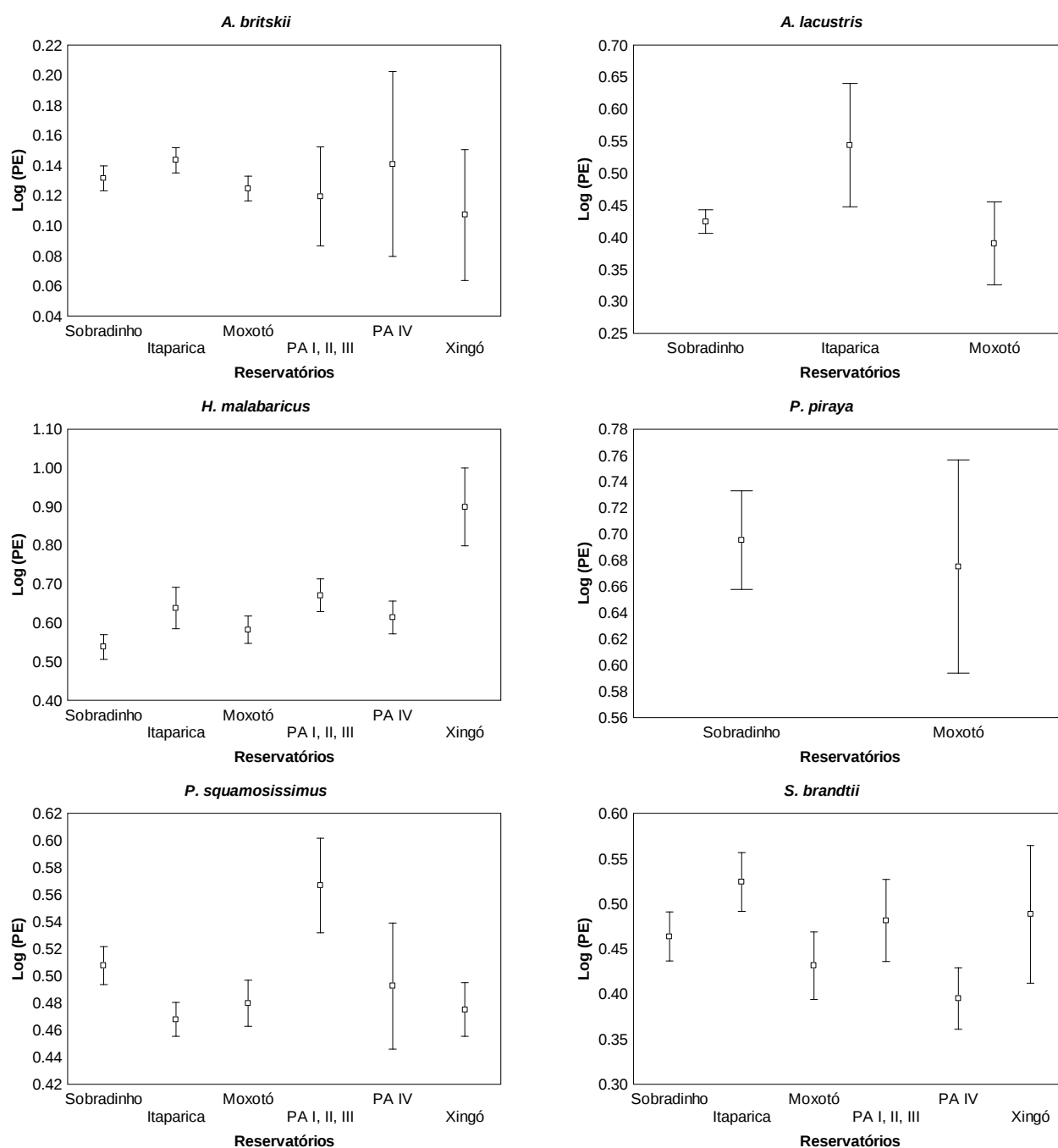


Fig. 4. Atividade alimentar das espécies estudadas, com base nos logaritmos do peso total do peixe e peso do estômago, entre os reservatórios da cascata do rio São Francisco.

A média dos valores log-transformados para a relação entre o peso do estômago (PE) e peso total (PT), que foram usadas para fazer inferências sobre a atividade alimentar, apresentaram padrões distintos para cada espécie e também para todas elas combinadas quanto à tática alimentar. A análise de variância calculada para as espécies combinadas não mostrou diferenças significativas entre as táticas alimentares perseguidor e não-perseguidor ($p=0,86068$), indicando que a atividade alimentar não diferiu de maneira significativa entre elas (Fig. 5).

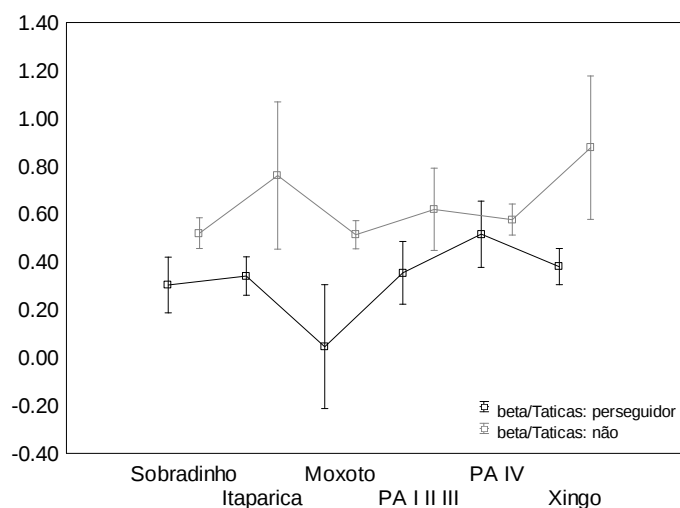


Fig. 5. Variação na atividade alimentar dos piscívoros com a tática perseguidor e não-perseguidor, com base nos resíduos derivados da regressão linear entre os logaritmos dos pesos total do peixe e do estômago, entre os reservatórios da cascata do rio São Francisco.

A condição corporal também variou entre as espécies: *A. britskii* ($F(6, 3635)=689,08$, $p=0,0000$), *A. lacustris* ($F(3, 591)=433,5$, $p=0,0000$), *H. malabaricus* ($F(6, 325)=80,541$, $p=0,0000$), *P. piraya* ($F(2, 70)=11,984$, $p=0,00003$), *P. squamosissimus* ($F(6, 4224)=518,22$, $p=0,0000$) e *S. brandtii* ($F(6, 426)=56,806$, $p=0,0000$). *P. piraya* apresentou melhor condição, a despeito de *S. brandtii* ter apresentado indivíduos com condição inferior entre todos os reservatórios estudados (Fig. 6).

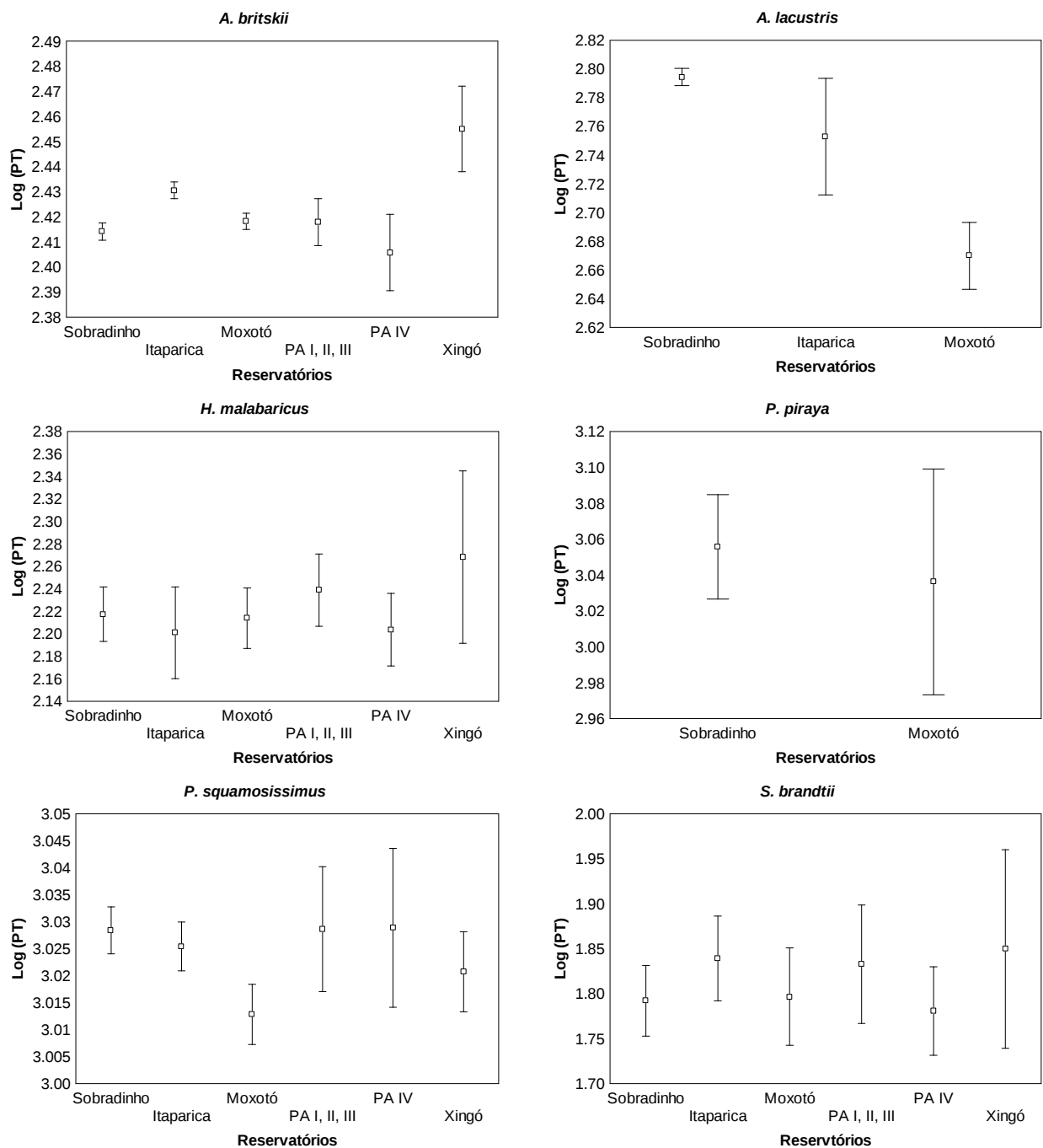


Fig. 6. Fator de condição das espécies estudadas, com base nos logaritmos do peso total do peixe e comprimento padrão, entre os reservatórios da cascata do rio São Francisco.

A análise de variância calculada para as espécies perseguidoras agrupadas revelou que a condição foi menor em PA I, II, III e maior em Xingó, enquanto que para a não-perseguidora a condição foi menor em Sobradinho e maior em PA I, II, III (Fig. 7).

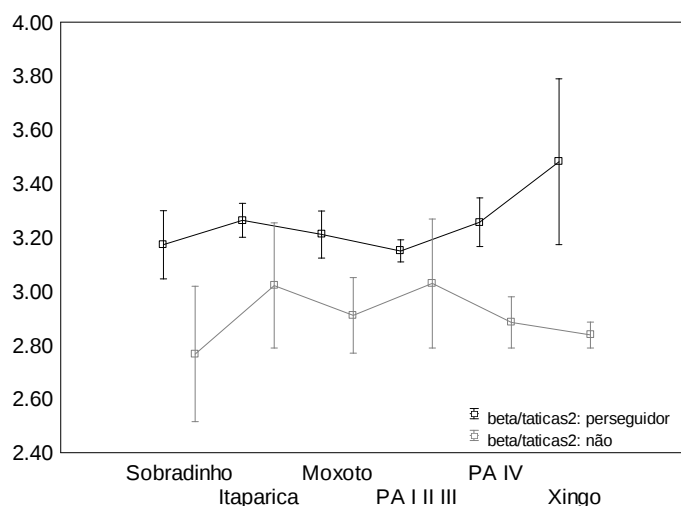


Fig. 7. Variação do fator de condição dos peixes das táticas perseguidor e não perseguidor, com base nos resíduos derivados da regressão linear entre os logaritmos do peso total do peixe e comprimento padrão, entre os reservatórios da cascata do rio São Francisco.

Discussão

A abundância de espécies é considerada uma boa estimativa nas análises de variações espaciais e temporais de recursos pesqueiros (KING, 1995), estando relacionada à área e idade do represamento, horário da captura, apetrecho, etc. Além disso, a abundância dos peixes parece ser uma variável mais relacionada com o grau de trofia do corpo d'água, ou mesmo com o nível de desenvolvimento marginal/estrutural dos habitats (AGOSTINHO *et al.*, 2007), fato atestado a exemplo dos reservatórios do Tietê, famosos pelo histórico de eutrofização apresentarem altas abundâncias de peixes ao contrário do trecho represado e oligotrófico (LIMA & SEVERI, 2014) rio São Francisco ter apresentado nesse estudo baixos valores de abundância.

O aumento da transparência da água ao longo da sequência de reservatórios na cascata do rio São Francisco evidencia a retenção de sólidos que ocorre ao longo do sistema, uma característica comum em reservatórios (PAGIORO *et al.*, 2005) e , anteriormente registrada para este sistema (LIMA & SEVERI, 2014), bem como para aquele da bacia do rio Tietê (BARBOSA *et al.*, 1999).

A transparência e a turbidez da água são dois parâmetros inversamente relacionados (TOMAZONI *et al.*, 2005). Hart (1990) considera a turbidez como um importante fator na organização das comunidades, pois o carreamento de material alóctone pelos rios pode afetar a ocorrência e distribuição de organismos, devido ao aporte de sólidos suspensos que ocasiona a formação de gradientes longitudinais. Uma maior transparência da água, por outro lado, pode elevar a mortalidade de peixes através da predação, influenciando algumas espécies que

desovam durante o período chuvoso, por se beneficiarem de uma menor transparência da água nesse período para a proteção da prole contra predadores visuais (AGOSTINHO *et al.*, 2003). O aumento da transparência no sentido montante-jusante parece ter favorecido a atividade alimentar da espécie não-perseguidora, uma vez que sua atividade alimentar aumentou ao longo da cascata. Uma estratégia ótima para obtenção de alimento está associada ao aproveitamento das rotas alimentares naturais, minimizando o gasto de tempo e energia na busca por presas situadas em locais e momentos inadequados (PIANKA, 1981).

A dieta de peixes é tão diversa quanto suas espécies (LOWE-McCONNELL, 1999) e as táticas alimentares podem variar entre indivíduos e biótopos, de acordo com a disponibilidade de recursos alimentares. De certo modo, o uso de diferentes táticas reflete uma elevada diversidade de organismos existentes, além das complexas relações presa-predador envolvidas (SABINO, 1999).

A atividade alimentar mais intensa registrada para *H. malabaricus* pode ter sido influenciada pela oscilação na abundância de suas presas, conforme também observado para *P. squamosissimus* por Hanh *et al.* (1999). De modo semelhante, as outras espécies analisadas não apresentaram um ritmo de atividade alimentar diário semelhante para os diferentes reservatórios, o que deve estar associado à distribuição das presas em cada um deles. Uma alteração na abundância de espécies, com eliminação de algumas e proliferação de outras, é uma característica esperada em ambientes represados (BINI *et al.*, 1997; AGOSTINHO *et al.*, 2007).

H. malabaricus alcançou individualmente os maiores valores de atividade alimentar, de modo que, quando considerada a análise por tática o grupo não-perseguidor, também apresentou valores mais elevados que as espécies perseguidoras. As traíras, como única espécie não-perseguidora neste estudo, ocupam habitats de fundo ou guardam profunda relação com macrófitas flutuantes (SABINO & ZUANON, 1998), biótopo onde se concentra uma riqueza de espécies usualmente maior do que nos ambientes de águas correntes, servindo como sítio de alimentação desta espécie (GUEDES *et al.*, 2011).

Alguns aspectos quantitativos da população, como razão sexual, relação peso-comprimento, condição nutricional e reprodução são ferramentas úteis no estudo da estrutura populacional de peixes. A partir de atributos morfométricos (peso e comprimento), reprodutivos e da dieta é possível correlacioná-los às condições ambientais e aos aspectos comportamentais das espécies (VAZZOLER, 1996; WOOTTON, 1999). A análise da estrutura em comprimento de uma população fornece, ainda, indicativos qualitativos do desenvolvimento de uma espécie, uma vez que os indivíduos de uma população revelam em seu crescimento, as condições ambientais (bióticas ou abióticas) vigentes (BENEDITO-CECILIO & AGOSTINHO, 1997).

Diferenças espaciais significativas foram verificadas na relação peso-comprimento para todas as espécies estudadas, entre os reservatórios da cascata. Essas diferenças podem estar relacionadas a diversos fatores, como disponibilidade de alimento, época do ano, gradiente longitudinal, idade, entre outros. No entanto, características locais parecem também influenciar o fator de condição dos exemplares, como observado para os indivíduos analisados no reservatório de Sobradinho, o qual opera como acumulador de água do sistema e por se localizar no início da cascata, apresenta uma sazonalidade marcante influenciada pelo clima da região semi-árida, interferindo no fluxo de nutrientes e na produtividade no reservatório (LIMA & SEVERI, 2014). A baixa condição das espécies registrada em Sobradinho pode estar relacionada ao fato da predação visual pelas mesmas ter sido limitada pela menor transparência da água nesse reservatório.

Pianka (1981) salienta que, o que é ótimo em um ambiente, raras vezes o é em outro, e que a anatomia de um animal limita muito a tática ótima de obtenção de alimento. *Pygocentrus nattereri* apresentou melhor condição nos reservatórios de Sobradinho e Moxotó, que são reservatórios influenciados pelo despejo de resíduos domésticos das cidades em seu entorno, além da atividade de piscicultura em tanque-rede (LIMA & SEVERI, 2014). Estes aspectos intensificam o aporte de nutrientes nestes locais, favorecendo a proliferação de bancos de macrófitas flutuantes, que desempenham um papel importante no ciclo vida de piranhas, como observado por Sazima & Zampogno (1985).

O fato do controle imposto por barragens em sequência aumentar a transparência da água aponta que as variações na condição de piscívoros não-perseguidores não são naturais. Esta tendência, juntamente com uma menor atividade alimentar na categoria dos perseguidores, indica que a cascata de reservatórios tem um impacto negativo sobre as duas categorias. Podemos concluir, portanto, que pelo seu efeito cumulativo da retenção de nutrientes, cascatas de reservatórios, contribuem para a oligotrofização do trecho de rio modificado, com reflexos no aumento da transparência da água e, conseqüentemente, na atividade alimentar e condição corporal de peixes carnívoros.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) e à Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE), pelo apoio logístico e financeiro para a realização do presente trabalho. AAFR, NCLS, RMD e TNM, agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas de doutorado.

Literatura Citada

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 23(2): 425-434.
- AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. 1997. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM, 387p.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR, H. F.; GOMES, L. C.; BINI, L. M., AGOSTINHO, C. S. 1997. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. Pp. 229-248. In: VAZZOLER, A. E. A. de M.; AGOSTINHO, A. A. & HAHN, N. S. (Eds.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM.
- AGOSTINHO, A. A.; MIRANDA, L. E.; BINI, L. M.; GOMES, L. C.; THOMAZ, S. M.; SUZUKI, H. I. 1999. Patterns of colonization in neotropical reservoir, and prognoses on aging. Pp. 227-265. In: TUNDISI, J.G. e STRASKRABA, M. (Eds.). *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: Brazilian Academic of Science and Backhuy.
- AGOSTINHO, C. S.; HAHN, N. S. & MARQUES, E. E. 2003. Patterns of food resources use by two congeneric species of piranhas (*Serrasalmus*) on the upper Parana river floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2): 177-182.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. 2007. *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Maringá: EDUEM, 501p.
- BARBOSA, F. A. R.; PADIASK, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ROCHA, O. 1999. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its applications to the river Tietê-basin, São Paulo State, Brazil. Pp. 425-437. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. (Eds.) *Theoretical reservoir ecology and its applications*. São Carlos: International Institute of Ecology.
- BAXTER, R. M. 1977. Environmental effects of dams and impoundments. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 8: 255–283.
- BENEDITO-CECÍLIO, E. & AGOSTINHO, A. A. 1997. Estrutura das populações de peixes do reservatório de Segredo. Pp.113-139. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: EDUEM.
- BENEDITO-CECÍLIO, E.; AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR., H. F.; PAVANELLI, C. S. 1997. Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(1): 1-14.
- BENNEMANN, S. T.; SHIBATA, O. A.; GARAVELLO, J. C. 2000. Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica. Londrina: EDUEL. 62p.

- BINI, L. M.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. 1997. Variações na abundância de peixes na pesca experimental do reservatório de Segredo. Pp. 113-139. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. (Eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM.
- BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. 1984. Manual de identificação de peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. 3a ed. Brasília: Câmara dos deputados/CODEVASF. 115p.
- DELARIVA, R. L. 2002. Ecologia trófica da Ictiofauna do Rio Iguaçu sob efeitos do represamento de Salto Caxias: Organização trófica da ictiofauna em um ecossistema subtropical, sob efeitos da formação de um reservatório (reservatório de Salto Caxias, PR). Unpublished Ph.D Dissertation, Universidade Estadual de Maringá. 65p.
- ESTEVES, K. E. & ARANHA, J. M. R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos. Pp. 157-282. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (Eds.). Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.
- GARCIA-BERTHOU, E. 2001. Size- and depth-dependent variation in habitat and diet of the common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Science*, 63: 466–476.
- GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. 2005. The condition factor of fishes from two river basins in São Paulo State, Southeast of Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*. 27(1): 73-78.
- GODINHO, A. L.; GODINHO, H. P. Breve visão do São Francisco in: GODINHO, H. P. (org.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.
- GUEDES, F. L.; LINHARES, B. P.; CARVALHO, E. C.; BRAND, D. H. 2011. Fauna associada às macrófitas aquáticas da Lagoa Bonita, Planaltina – DF. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. 11(1): 89-96.
- Guidelines for the Use of Fishes in Research, 2004. American Fisheries Society, American Institute of Fisheries Research Biologists, and American Society of Ichthyologists and Herpetologists. American Fisheries Society. <http://www.fisheries.org/afs/publicpolicy/guidelines2004.pdf>
- HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; BINI, L. M. 1998. Estrutura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipú (Paraná-Brasil) nos primeiros anos de sua formação. *Interciência*, 23(5): 299-305.
- HAHN, N. S.; LOUREIRO, V. E.; DELARIVA, R. L. 1999. Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1984) (Perciformes, Scianidae) no rio Paraná. *Acta Scientiarum*, 21(2): 309-314.

- HART, R. C. 1990. Zooplankton distribution in relation to turbidity and related environmental gradients in large subtropical reservoir: patterns and implications. *Freshwater Biology*, 24: 241-263.
- KING, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Osney Mead: Fishing News Books, 341p.
- KRINSKI, D. 2010. Dieta do Peixe-cachorro, *Acestrorhynchus pantaneiro* MENEZES, 1992 (Characidae: Acestrorhynchinae) do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. *Bioscience Journal*, 26(2): 287-295.
- LE CREN, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20:201-219.
- LIMA-JUNIOR, S. E.; CORDONE, J. B.; GOITEIN, R. 2002. Determination of a method for calculation of allometric condition factor of fish. *Acta Scientiarum*, 24(2): 397-400.
- LIMA, A. E. & SEVERI, W. 2014. Estado trófico na cascata de reservatórios de um rio no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9(1): 124-133.
- LOUREIRO-CRIPPA, V. E & HAHN, N.S. 2006. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. *Neotropical Ichthyology*, 4:357-362.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo: EDUSP, 534p.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. 1999. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. Pp. 39-54. In: HENRY, R., (Ed.). *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Botucatu. FUNDIBIO/FAPESP.
- PAGIORO, T. A.; ROBERTO, M. C.; THOMAZ, S. M.; PIERINI, S. A.; TAKA, M.; 2005. Zonação longitudinal das variáveis limnológicas abióticas em reservatórios. Pp. 39-46. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. *Biocenose em reservatório: padrões espaciais e temporais*. São Carlos, RiMa.
- PELICICE, F. M.; A. A. AGOSTINHO; S. M. THOMAZ. 2005. Fish assemblages associated with *Egeria* in a tropical reservoir: investigating the effects of plant biomass and diel period. *Acta Oecologica*, 27: 9-16.
- PIANKA, E. R. 1981. Competition and niche theory. Pp. 167- 196. In: R. M. May (ed.) *Theoretical Ecology*, Second Edition, Blackwell.
- POMPEU, P. S. 1999. Dieta da pirambeba *Serrasalmus brandtii* Reinhardt (Teleostei, Characidae) em quatro lagoas marginais do rio São Francisco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(2):19-26.

- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. 2003. Check list of the Freshwater of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs. 729p.
- SABINO, J. & ZUANON, J. 1998. A stream fish assemblage in central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*. 8: 201-210.
- SABINO, J. 1999. Comportamento de peixes em riachos, métodos de estudo para uma abordagem naturalística. Pp. 183-208. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.
- SATO, Y. N.; GODINHO, H. P. 1999. Peixes da bacia do rio São Francisco. Pp. 401-413. In: LOWE-McCONNELL, R. H.(Ed.). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp.
- SAZIMA, I. & MACHADO, F. A. 1990. Underwater observations of piranhas in western Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 28:17-31.
- SAZIMA, I. & POMBAL-JR. J. P., 1988. Mutilação de nadadeiras em acarás, *Geophagus brasiliensis*, por piranhas, *Serrasalmus spilopleura*. *Revista Brasileira de Biologia*, 48(3): 477-483.
- SAZIMA, I.; ZAMPROGNO, C. 1985. Use of water hyacinths as shelter, foraging place, and transport by young piranhas, *Serrasalmus spilopleura*. *Environmental Biology of Fishes*. 12(3): 237-240.
- STANFORD, J. A.; WARD, J. V. 2001. Revisiting the Serial Discontinuity Concept. *Regulated River Research & Management* 17: 303-210.
- TOMAZONI, J. C.; MANTOVANI, L. E.; BITTENCOURT, A. V. L.; DA ROSA FILHO, E. F. 2005. Utilização de medidas de turbidez na quantificação da movimentação de sólidos por veiculação hídrica nas bacias dos rios Anta Gorda, Brico, Coxilha Rica e Jirau – Sudoeste do Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, 57: 49-56.
- TUNDISI, J. G. 1999. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicação e perspectivas para usos múltiplos. Pp. 19-38. In: HENRY, R. (Ed). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP.
- VAZZOLER, A. E. A. M. 1966. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: Eduem/SBI/CNPq/Nupelia, 169p.
- WELCOMME, R. L. *Fisheries ecology of food-plain rivers*. Longman, London.
- WOOTTON, R. J. 1991. *Ecology of Teleost Fishes*. London, Chapman & Hall, 404p.
- WOOTTON, R.J. 1999. *Ecology of Teleost Fishes*. London, Chapman & Hall, 392p.

Lista de Figuras

Fig. 1. Área de estudo: rio São Francisco e reservatórios em cascata.

Fig. 2. Variação na transparência da água (DS) ao longo da cascata de reservatórios do rio São Francisco.

Fig. 3. Médias anuais das abundâncias (CPUE) dos piscívoros coletados por reservatório, na ordem da cascata de UHE do rio São Francisco.

Fig. 4. Variações na atividade alimentar de peixes (perseguidor e não-perseguidor) com base nos resíduos derivados da regressão linear entre os logaritmos dos pesos total do peixe e do estômago.

Fig. 5. Fator de condição das espécies estudadas, com base nos logaritmos do peso total do peixe e comprimento padrão, entre os reservatórios da cascata do rio São Francisco.

Fig. 6. Variações no fator de condição dos peixes (perseguidor e não perseguidor) com base nos resíduos derivados da regressão linear entre os logaritmos dos pesos total do peixe e comprimento padrão.

5. Considerações Finais

Os resultados obtidos neste estudo podem demonstrar que a análise da alimentação dos carnívoros na sequência de reservatórios do rio São Francisco revelou uma diferenciação bem evidenciada na dieta das espécies entre o primeiro e o último reservatório da cascata. Estes resultados demonstram que essas modificações variam de acordo com a localização dos reservatórios, principalmente pela a diferença no estado trófico entre os mesmos.

De modo complementar, o fato do controle imposto por barragens em sequência aumentar a transparência da água aponta que as variações na condição de piscívoros não-perseguidores não são naturais. Esta tendência, juntamente com uma menor atividade alimentar na categoria dos perseguidores, indica que a cascata de reservatórios podem influenciar negativamente as duas categorias.

Podemos concluir, portanto, que pelo seu efeito cumulativo da retenção de nutrientes, cascatas de reservatórios, contribuem para a oligotrofização do trecho de rio modificado, com reflexos no aumento da transparência da água e, conseqüentemente, na atividade alimentar e condição corporal de peixes carnívoros.

6. Anexos

6.1. Normas da Revista Boletim do Instituto de Pesca (classificado como B2 na Área de Zootecnia e Recursos Pesqueiros)

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

ESCOPO DA REVISTA

O BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA, ISSN 0046-9939 (impresso) e ISSN 1678-2305 (online), tem por objetivo a divulgação de trabalhos científicos inéditos, relacionados a Pesca, Aquicultura e Limnologia.

Política Editorial

A política da Instituição para o Boletim do Instituto de Pesca inclui a publicação de artigos científicos, notas científicas, relatos de caso e artigos de revisão, originais, que contribuam significativamente para o conhecimento nas áreas de Zootecnia, Limnologia, Biologia e Pesca. A publicação dos trabalhos depende da aprovação do Conselho Editorial, baseada em revisão por pares.

Informações gerais sobre o Boletim

É publicado um volume por ano, com o necessário número de fascículos.

Os trabalhos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol.

O processo de avaliação utilizado pelo Comitê Editorial do Instituto de Pesca é o sistema por pares “blind review”, ou seja, sigilo sobre a identidade, tanto dos autores quanto dos revisores. O original do trabalho (uma cópia impressa e uma cópia gravada em CD ROM), bem como dos documentos necessários (relacionados no item Submissão de trabalho), devem ser encaminhados ao Comitê Editorial, via correio, sendo todos os demais trâmites necessários para avaliação e publicação realizados via e-mail.

Após a publicação da edição impressa, o autor responsável pelo trabalho receberá 19 (dezenove) separatas.

Os trabalhos enviados para publicação no Boletim do Instituto de Pesca podem ter a forma de Artigo Científico, Nota Científica, Relato de Caso ou Artigo de Revisão. O(s) autor(es) deve(m) indicar, no ofício de encaminhamento, que tipo de trabalho desejam seja publicado. Entretanto, após avaliação do original, os revisores e/ou editores podem propor que o mesmo seja publicado sob outra forma, se assim julgarem pertinente.

Em todos os casos, os dados constantes do trabalho não podem ter sido publicados, exceto na forma preliminar, como resumo, dissertação, tese ou parte de palestra publicada . O número máximo de autores deverá ser de seis (6), no caso de Artigos Científicos, e quatro (4), no caso de Nota Científica e Relato de Caso. Serão aceitos mais autores, desde que devidamente justificada a atuação de todos na execução/elaboração do trabalho. Caberá ao CEIP verificar a pertinência da justificativa.

Tipos de publicação:

Artigo Científico

Trabalho resultante de pesquisa científica, apresentando dados originais, obtidos por meio e experimentação e/ou teoria, baseada em métodos consagrados, rigorosamente controlados e com planejamento estatístico adequado, que possam ser replicados e generalizados. A discussão deve ser criteriosa, com base científica sólida; não deve se limitar a comparações dos resultados com a literatura, mas apresentar inferências, hipóteses e argumentações sobre o que foi estudado.

Nota Científica

Comunicação curta de fato inédito , resultante de pesquisa científica, cuja divulgação imediata se justifica, mas com informações insuficientes para constituir artigo científico. Incluem-se nesta categoria a descrição de uma técnica, o registro da descoberta de uma nova espécie biológica, observações e levantamentos de resultados de experimentos que não podem ser repetidos, e outras situações únicas. Deve ter o mesmo rigor científico de um Artigo Científico e conter os elementos necessários para avaliação dos argumentos apresentados.

Relato de Caso

Trabalho constituído de dados descritivos ou observacionais de um ou mais casos, explorando um método ou problema por meio de um exemplo investigado, específico a uma região, período ou situação peculiar, limitada pela dificuldade de reprodução e que não permite maiores generalizações. É uma investigação que se assume como particular sobre uma situação específica, única ou especial , pelo menos em certos aspectos, observada em seu ambiente natural, procurando caracterizá-la e, desse modo, contribuir para a compreensão global de certo fenômeno de interesse. De modo geral, utiliza-se, como metodologia para coleta de dados, observações diretas e indiretas, entrevistas, questionários, registros bibliográficos, entre outros.

Artigo de Revisão

Estudo aprofundado sobre tema específico ou questão que requer amplo debate interdisciplinar. Não deve consistir apenas de um resumo de dados, mas conter uma avaliação crítica e objetiva dos dados, o estado da arte e a investigação necessária para o avanço do conhecimento sobre o tema.

PROCEDIMENTOS EDITORIAIS

Submissão de trabalho

Os trabalhos deverão ser enviados , via correio, com a seguinte documentação devidamente assinada:

1. Ofício de encaminhamento do trabalho ao Comitê Editorial do Instituto de Pesca, contendo título do artigo , nome completo do(s) autor(es) , seus endereços institucionais e e-mails , bem como o nome do autor indicado para correspondência e a especificação do tipo de publicação (Artigo Científico, Nota Científica, Relato de Caso ou Artigo de Revisão) (modelo no link Documentos, no site: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>) ;
2. Original do trabalho: uma cópia impressa (rubricada) e uma cópia gravada em CD-ROM, devidamente identificado;
3. Quando necessário (trabalhos que envolvem a manipulação de vertebrados e pesquisas em relação ao saber popular), atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição de origem da pesquisa.

Endereço: Comitê Editorial do Instituto de Pesca CAIXA POSTAL 61070 - CEP: 05001-900 – São Paulo – SP - Brasil Tel.: (55) (11) 3871-7535 site: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>. O trabalho também deverá ser enviado, devidamente identificado, via e-mail (em arquivo do WORD – extensão .doc), para: ceip@pesca.sp.gov.br . Os trâmites para publicação só serão iniciados após o recebimento dos documentos via correio .

4. Após APROVAÇÃO do trabalho, deverá ser encaminhada:

1. Cessão de Direitos Autorais e Autorização para publicação em meio eletrônico (modelo no link Documentos, no site: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>). O documento deve ser assinado pelo(s) autor(es) . Excepcionalmente, na impossibilidade de obter a assinatura de algum dos autores, o autor responsável pelo trabalho deve assumir a responsabilidade pelas declarações.

Avaliação do trabalho

1. O trabalho, submetido ao Boletim , que atender à política Editorial, às normas para submissão e às normas de estruturação do texto (formatação) será pré-selecionado para

avaliação linguística (*) e técnica. Caso contrário, será solicitada a adequação às normas ou a inclusão de documentos, para que a tramitação do mesmo se inicie.

(*) Recomenda-se que o(s) autor(es) busque(m) assessoria linguística profissional (revisores e/ou tradutores certificados em língua portuguesa e/ou inglesa e/ou espanhola) antes de encaminhar o trabalho para publicação.

2. Original de trabalho com inadequações linguísticas, morfológicas ou sintáticas, que por isso exigir revisão criteriosa, poderá ser recusado pelo Comitê Editorial.

3. Após aprovação pelo CEIP, e segundo a ordem cronológica de recebimento, o trabalho será enviado a revisores (no mínimo dois) de reconhecida competência no assunto abordado. Em seguida, se necessário, retornará ao(s) autor(es) para modificações/correções. O retorno do texto poderá ocorrer mais de uma vez, se assim o(s) revisor(es) solicitar(em). O prazo de retorno do trabalho corrigido pelo(s) autor(es) ao CEIP, cada vez que solicitado, será de até 30 (trinta) dias; caso o prazo não seja obedecido, o processo será automaticamente cancelado.

4. O trabalho será aceito para publicação se tiver dois pareceres favoráveis, ou rejeitado quando pelo menos dois pareceres forem desfavoráveis. No caso de pareceres contraditórios, o trabalho será enviado a um terceiro revisor. Ao Comitê Editorial é reservado o direito de efetuar os ajustes que julgar necessários.

5. Os originais não aceitos para publicação ficarão à disposição do(s) autor(es) por um ano (12 meses).

6. O trabalho aceito retornará ao(s) autor(es) para eventuais alterações e checagem (versão preliminar), necessárias no processo de editoração e normatização ao estilo do Boletim. O prazo para devolução da versão preliminar será de sete (7) dias.

5. Disposições finais

Casos omissos serão avaliados pelo Comitê.

ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO - Formatação

Instruções gerais

O trabalho deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word (arquivo “doc”), de acordo com a seguinte formatação:

- fonte Book Antiqua, tamanho 11;
- espaçamento entre linhas: 1,5;
- tamanho da página: A4;
- margens esquerda e direita: 2,5 cm;
- margens superior e inferior: 3,0 cm;
- número máximo de páginas, incluindo Figura(s) e/ou Tabela(s) e Referências:

. Artigo Científico e Artigo de Revisão: 25 páginas;

. Nota Científica: 15 páginas;

. Relato de Caso: 15 páginas.

- as linhas devem ser numeradas sequencialmente, da primeira à última página . As páginas também devem ser numeradas.

Estrutura de Artigo Científico

A estrutura de Artigo Científico é a seguinte: Título, Autor(es), Qualificação profissional (professor, pesquisador, aluno de pós graduação, pós doutorando, técnico) e Endereços institucionais (completos) e eletrônicos, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos (opcional), Referências.

O Título, o Resumo e as Palavras-chave devem ser traduzidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português ou espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês ou espanhol.

Os termos: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser alinhados à esquerda e grafados em letras maiúsculas e em negrito.

6.TÍTULO

Deve ser claro e conciso (não deve se estender por mais do que duas linhas ou dez palavras), redigido em português e inglês ou, se for o caso, em espanhol, inglês e português. Deve ser grafado em letras maiúsculas e centralizado na página. No caso de trabalho desenvolvido com auxílio financeiro, informar qual a Agência financiadora, na primeira página, indicado com asterisco, também apostro ao final do título. Recomenda-se que não seja inserido o nome científico da espécie e a referência ao descritor, a não ser que seja imprescindível (no caso de espécies pouco conhecidas).

NOME(s) DO(s) AUTOR(es)

Deve(m) ser apresentado(s) completo(s) e na ordem direta (prenome e sobrenome). Redigir em caixa alta apenas o sobrenome pelo qual o(s) autor(es) deve(m) ser identificado(s). A qualificação profissional, filiação do(s) autor(es), bem como o endereço completo para correspondência e o e-mail, deverão ser colocados na primeira página, logo após o nome dos autores, sendo identificado(s) por números arábicos, separados por vírgula quando necessário.

O número máximo de autores deverá ser de seis (6), no caso de Artigos Científicos. Serão aceitos mais autores, desde que justificada a atuação de todos na execução/elaboração do trabalho. Caberá ao CEIP verificar a pertinência da justificativa.

RESUMO + Palavras-chave

O Resumo deve conter concisamente o objetivo, a metodologia, os resultados obtidos e a conclusão, em um número máximo de palavras de 250 (duzentas e cinquenta). Deve ser redigido de forma que o leitor se interesse pela leitura do trabalho na íntegra.

- palavras-chave : no mínimo três (3) e no máximo seis (6), redigidas em letras minúsculas e separadas por ponto e vírgula. Não devem repetir palavras que constem do Título e devem identificar o assunto tratado, permitindo que o artigo seja encontrado no sistema eletrônico de busca.

ABSTRACT + Key words Devem ser estritamente fiéis ao Resumo e Palavras-chave.

7.INTRODUÇÃO

Deve ocupar, preferencialmente, no máximo duas páginas. Deve apresentar o problema científico a ser solucionado e sua importância (justificativa para a realização do trabalho), e estabelecer sua relação com resultados de trabalhos publicados sobre o assunto (de preferência, artigos recentes, publicados nos últimos cinco anos), apresentando a evolução/situação atual do tema a ser pesquisado. O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o constante no Resumo.

MATERIAL E MÉTODOS

As informações devem ser organizadas de preferência em ordem cronológica e descrever sucintamente a metodologia aplicada, de modo que o experimento possa ser reproduzido. Deve conter, de acordo com a natureza temático-científica, a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, a descrição dos tratamentos e das variáveis, o número de repetições e as características da unidade experimental. Deve-se evitar detalhes supérfluos, extensas descrições de técnicas de uso corrente e a utilização de abreviaturas não usuais. Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados. Evitar o uso de subtítulo, mas, quando indispensável, grafá-lo em itálico, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

RESULTADOS

Devem ser apresentados como item único, separado da Discussão. Podem ser apresentados sob a forma de Tabelas e/ou Figuras, quando necessário. Dados apresentados em Tabelas ou Figuras não devem ser repetidos sistematicamente no texto. Tabelas : devem ser numeradas com algarismos arábicos e encabeçadas pelo Título (autoexplicativo); recomenda-se que os

dados apresentados em tabelas não sejam repetidos em gráfico, a não ser quando absolutamente necessário. As Tabelas devem ter, no máximo, 16 cm de largura. Deve-se evitar, sempre que possível, tabela em formato paisagem. Abreviaturas também devem ser evitadas, a não ser quando constituírem unidades de medida. Abreviaturas, se necessárias, devem ter seu significado indicado em legenda, abaixo da Tabela.

Figuras: representadas por gráficos, desenhos, mapas ou fotografias, devem ter, no máximo, 16 cm de largura e 21 cm de altura. Devem ser numeradas com algarismos arábicos, com 8 Título autoexplicativo abaixo delas. Gráficos e mapas devem ser apresentados em fontes legíveis. Recomenda-se não inserir gráficos, mapas ou fotos em tabelas ou quadros. Os gráficos não devem ter linhas de grade nem margens.

Tabelas e Figuras devem ser inseridas no decorrer do texto. Desenhos, mapas e fotografias devem ser apresentados no original e em arquivos distintos, preferencialmente em formato digital “tif” ou “jpeg”, Ex.: figura x.tif ou figura x.jpeg, e permitir redução para 16 cm ou 7,5 cm de largura, sem perda de definição. Figuras coloridas poderão ser incluídas somente quando estritamente necessário.

DISCUSSÃO

A Discussão deve ser elaborada e não apenas uma comparação dos dados obtidos com os observados na literatura. Deve reforçar as idéias principais e as contribuições proporcionadas pelo trabalho, bem como comentar sobre a necessidade de novas pesquisas ou sobre os problemas/limitações encontrados. Evitar repetir valores numéricos, constantes dos resultados, assim como citar Tabelas e Figuras. A Discussão deve conter comentários adequados e objetivos dos resultados, discutidos à luz de observações registradas na literatura.

CONCLUSÕES

As Conclusões devem ser claras, concisas e responder ao(s) objetivo(s) do estudo. Deve ser capaz de evidenciar a solução de seu problema por meio dos resultados obtidos.

AGRADECIMENTOS (opcional) Devem ser sucintos, dirigidos a Instituição(s) ou pessoa(s) que tenha(m) prestado colaboração para a realização do trabalho, e, de preferência, não ultrapassar cinco linhas.

Estrutura de Nota Científica e Relato de Caso

Nota Científica e Relato de Caso devem seguir ordenação similar à de Artigo Científico, contendo Título, Autor(es), Endereços institucional(s) e eletrônico(s), Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados,

Discussão, Agradecimentos (opcional) e Referências. Resultados e Discussão, apenas em Relato de Caso , podem ser apresentados como item único.

9. A formatação segue o mesmo padrão, com exceção do número máximo de palavras no resumo (150 palavras) e número máximo de páginas (incluindo Tabelas e Figuras): 15 páginas. Estrutura de Artigo de Revisão

Por se tratar de um artigo diferenciado, não é obrigatório seguir a mesma ordenação aplicada aos demais tipos de artigos. Entretanto, deve conter: Título, Autor(s), Endereço(s) Institucional(s) e eletrônico(s), Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Discussão, Agradecimentos (opcional) e Referências.

REFERÊNCIAS (normas para TODOS os tipos de publicação)

São apresentadas em ordem alfabética do sobrenome dos autores, sem numeração. Devem conter os nomes de todos os autores da obra, a data de publicação, o título do artigo e do periódico, por extenso, local da publicação (sempre que possível), volume e/ou edição e número/intervalo de páginas.

A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e citados no texto são de responsabilidade do autor.

Recomenda-se que, no mínimo, 70% das citações seja referente a artigos científicos , de preferência publicados nos últimos cinco anos . Trabalhos de graduação não serão aceitos.

Dissertações e teses devem ser evitadas como referências; porém, se estritamente necessárias, devem estar disponíveis on-line. Livros e Resumos também devem ser evitados.

Exemplos:

Citações no texto

- Usar o sistema Autor/Data, ou seja, o sobrenome do(s) autor(s) (em letras maiúsculas) e do ano em que a obra foi publicada. Exemplos:

- para um autor: “MIGHELL (1975) observou...”; “Segundo AZEVEDO (1965), a piracema...”; “Estas afirmações foram confirmadas em trabalhos posteriores (WAKAMATSU, 1973)”.

- para dois autores: “RICHTER e EFANOV (1976), pesquisando...” Se o artigo que está sendo submetido estiver redigido em português usar “e” ligando os sobrenomes dos autores. Se estiver redigido em inglês ou espanhol usar “and” (RICHTER and EFANOV, 1976) ou “y” (RICHTER y EFANOV, 1976), respectivamente.

- para três ou mais autores: o sobrenome do primeiro autor deve ser seguido da

expressão “ et al. ” (redigido em itálico). Exemplo: “SOARES et al. (1978) constataram...” ou “Tal fato foi constatado na África (SOARES et al ., 1978).”

- para o mesmo autor, em anos diferentes, respeitar a ordem cronológica, separando os anos por vírgula. Exemplo: “De acordo com SILVA (1980, 1985)...”

- para citação de vários autores sequencialmente, respeitar a ordem cronológica do ano de publicação e separá-los por ponto e vírgula.

Exemplo: “...nos viveiros comerciais (SILVA, 1980; FERREIRA, 1999; GIAMAS e BARBIERI, 2002)...”

- Ainda, quando for ABSOLUTAMENTE necessário referenciar um autor citado em trabalho consultado, o nome desse autor será citado apenas no texto (em letras minúsculas), indicando-se, entre vírgulas e precedido da palavra latina apud , o nome do autor do trabalho consultado, o qual irá figurar na listagem de referências. Ex.: “Segundo Gulland, apud SANTOS (1978), os coeficientes...”.

Citações na listagem de REFERÊNCIAS

1. Documentos impressos – Para dois autores, relacionar os artigos referidos no texto, com o sobrenome dos autores (em letras maiúsculas), das iniciais dos prenomes (separadas por ponto, sem espaço), separados por “e”, “and” ou “y”, se o texto submetido for redigido em português, inglês ou espanhol, respectivamente. Se mais de dois autores, separá-los por ponto e vírgula.

As referências devem ser ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do autor. Havendo mais de uma obra com a mesma entrada (mesmo sobrenome), considera-se a ordem cronológica e, em seguida, a alfabética do terceiro elemento da referência.

Exemplos:

a) Artigo de periódico

BARBIERI, G. e SANTOS, E.P. dos 1980 Dinâmica da nutrição de *Geophagus brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824), na represa do Lobo, Estado de São Paulo, Brasil . Ciência e Cultura , São Paulo, 32 (1): 87-89.

WOHLFARTH, G.W.; MOAY, R.; HULATA, G. 1983 A genotype-environment interaction for growth rate in the common carp, growing in intensively manured ponds. Aquaculture , Amsterdam, 33 : 187-195. 11

b) Dissertação e tese (utilizar apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário)

SOUZA, K.M. 2008 Avaliação da política pública do defeso e análise socioeconômica dos pescadores de camarão-setebarbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) do Perequê – Guarujá, São Paulo,

Brasil. Santos. 113p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes_pg.php> Acesso em: 22 ago. 2009.

c) Livro (utilizar apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário)

GOMES, F.P. 1978 Curso de estatística experimental. 8ª ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 430p.

ENGLE, R.F. e GRANGER, C.W.J. 1991 Long-run economic relationship : readings in cointegration. New York: Oxford University Press. 301p.

d) Capítulo de livro e publicação em obras coletivas

MACKINNON, J.G. 1991 Critical values for cointegration tests. In: ENGLE, R.F. e GRANGER, C.W.J. Long-run economic relationship : readings in cointegration. New York: Oxford University Press. p.267-276.

e) Publicação em anais e congêneres de congresso, reunião, seminário (utilizar RESUMOS

como referência apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário) AMORIM, A.F. e

ARFELLI, C.A. 1977 Contribuição ao conhecimento da biologia e pesca do espadarte e agulhões no litoral Sul-Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 1., São Paulo, 5-9/set./1977. Anais... São Paulo: Associação de Engenheiros

Agrônomos. p.197-199. ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; FAGUNDES, L.

1999 Gerenciador de banco de dados de controle estatístico de produção pesqueira marítima – ProPesq@. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE

ENGENHARIA DE PESCA, 1., Recife, 17-21/out./1999. Anais ... v.2, p.824-832.

2. Meios eletrônicos (Documentos consultados online e em CD-ROM)

- Utilizar as normas de referência de documentos impressos, acrescentando o endereço eletrônico em que o documento foi consultado e a data do acesso.

12 Exemplos:

CASTRO, P.M.G. (sem data, on line) A pesca de recursos demersais e suas transformações temporais. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/textos.php>> Acesso em: 3 set. 2004.

SILVA, R.N. e OLIVEIRA, R. 1996 Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4., Recife, 1996. Anais eletrônicos ... Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Acesso em: 21 jan. 1997.

TOLEDO PIZA, A.R.; LOBÃO, V.L.; FAHL, W.O. 2003 Crescimento de Achatina fulica (gigante africano) (Mollusca: Gastropoda) em função da densidade de estocagem. In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 55., Recife, 14-18 jul./2003. Anais ... Recife: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 1 CD-ROM.

OBSERVAÇÕES:

1. Fórmulas, expressões e equações matemáticas Podem ser escritas inseridas no texto, se não apresentarem caracteres especiais; caso contrário, devem ser apresentadas isoladamente na linha. Exemplo: Ganho de peso = peso final – peso inicial.

2. Unidades de medida

Devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI). Exemplo: 10 m²; 100 peixes m⁻¹; 20 t ha⁻¹.

3. Casas decimais

Devem ser padronizadas, de acordo com o parâmetro avaliado, ou seja, se foi determinado o comprimento dos animais, com uma casa decimal, indicar, em todo o texto, os valores com uma casa decimal.

4. Anexos e apêndices

Devem ser incluídos apenas quando imprescindíveis à compreensão do trabalho. Caberá aos Revisores e Editores julgar a necessidade de sua publicação.

LISTA DE CHECAGEM

1. Preparar Ofício de encaminhamento (modelo no link Documentos – download), devidamente assinados pelos autores (preferencialmente) ou pelo autor responsável.

2. Verificar se o texto, incluindo Tabelas e Figuras, está digitado em fonte Book Antiqua, tamanho 11, com espaçamento 1,5, em página A4, com margens superior e inferior de 3,0 cm, e esquerda e direita de 2,5 cm.

3. Verificar se o texto não excede o limite de 25 páginas (artigo científicos e artigo de revisão), 15 páginas (nota científica e relato de caso), incluindo Tabelas e Figuras e Referências, e se as linhas e páginas foram numeradas sequencialmente, da primeira à última página.

4. Verificar se o Resumo e o Abstract não excedem o limite de 250 palavras (artigo científico e artigo de revisão) ou de 150 palavras (nota científica e relato de caso).

5. Verificar se todas as informações sobre os autores estão completas (nome completo, filiação, endereço institucional e e-mail).

6. Fazer revisão linguística criteriosa do texto.

7. Verificar se as Citações e Referências estão de acordo com as normas adotadas pelo Boletim e devidamente correlacionadas.

8. Verificar se as Tabelas e Figuras estão formatadas de acordo com as normas, não excedendo 16 cm de largura e 21 cm de altura.
9. Enviar, via correio, uma cópia impressa do texto original, uma cópia gravada em CD-ROM (arquivo “doc”), devidamente identificado, e os demais documentos solicitados e, via e-mail, uma cópia (arquivo “doc”, devidamente identificado pelo nome do AUTOR). É de total responsabilidade do autor a integridade dos textos enviados.
10. A documentação que não atender estritamente a estas normas não será aceita.
11. Após a aprovação, encaminhar a Cessão de Direitos Autorais e Autorização para publicação em meio eletrônico (modelo no link Documentos – download) devidamente assinado pelos autores (preferencialmente, em um mesmo documento) ou pelo autor responsável.

6.2. Normas da Revista Neotropical Ichthyology (classificado como B1 na Área de Zootecnia e Recursos Pesqueiros)

Scope and policy

The journal Neotropical Ichthyology publishes original articles on Neotropical freshwater and marine fish in the areas of Biology, Ecology, Ethology, Genetics and Molecular Biology, Physiology, and Systematics.

Submitted manuscripts must be relevant contributions within their specific research area and must provide clear theoretical foundations of the subject, description of the objectives and / or hypotheses under consideration, in addition to sampling and analytical designs consistent with the proposal. Descriptive original works of high quality and relevance will be considered for publication. Casual observations, scientific notes or studies merely descriptive not associated with relevant theoretical issues will not be considered.

Editor and Section Editor of the area will evaluate the submitted manuscript to determine if its content is suitable for publication in the journal Neotropical Ichthyology. The Journal is open for submissions to all researchers on Neotropical ichthyofauna. Payment of publication costs may be required if none of the authors is a member of the Brazilian Society of Ichthyology.

Submission of manuscripts

Manuscripts must be submitted as digital files at <http://mc04.manuscriptcentral.com/ni-scielo>. With each new manuscript submission, authors must include a cover letter with a statement that it constitutes original research and is not being submitted to other journals.

In multi-authored papers, author responsible for submission must declare in the cover letter that all co-authors are aware and agree with the submission.

All co-authors and respective e-mails must be registered in the appropriate forms along with manuscript submission.

During the submission, indicate the area of Ichthyology (Biochemistry and Physiology, Biology, Ecology, Ethology, Genetics and Molecular Biology, Systematics) to which the manuscript is referable.

During the submission, indicate three possible referees (name, institution, country, and e-mail).

Manuscripts that are not formatted according to instructions to authors will be returned to authors.

Manuscripts submitted in poor English will be returned without review. Appropriate use of the English language is a requirement for review and publication.

Form and preparation of manuscripts

Text must be in Word for Windows or rtf files.

Figures and tables must be uploaded separately as individual files.

Do not duplicate information in the text, Figures and Tables. Submit only Figures and Tables that are strictly necessary.

Format

Text must be submitted in English.

Manuscript must contain the following items, in the cited order:

Title

- Title in lower case as follows: “Isbrueckerichthys epakmos, a new species of loricariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Teleostei: Siluriformes)”.
- Subordinate taxa separated by “:” as follows: “(Siluriformes: Loricariidae)”.

Author(s) name(s)

- Only initials in uppercase. Never abbreviate first name.

Addresses

- Do not use footnote.
- Use superscript numerals¹ to identify multiple addresses.
- List full addresses and e-mail of all authors.

Abstract

- In English.

Resumo

- In Portuguese or Spanish. It must have the same contents of the Abstract in English.

Key words

- Five keywords in English, not repeating title words or expressions.

Introduction

Material and Methods

Results

Discussion

Acknowledgments

Literature Cited

Table(s)

Figure(s) legend(s)

In taxonomic papers check also: Neotropical Ichthyology taxonomic contribution style sheet.

Text

- Text pages cannot include headers, footers, or footnotes (except page number), or any paragraph format. Text must be aligned to the left, not fully justified.

- Use Times New Roman font size 12, for submission.
- Do not hyphenate text.
- Use the font “symbol” to represent the following characters:
- Species, genera, and Latin terms (et al., in vitro, in vivo, vs.) must be in italics.
- Latin terms presented between the generic and specific names - cf., aff. (e.g., *Hoplias cf. malabaricus*) are not in italics.
- Spell full genus name in the beginning of a sentence.
- Do not underline words.
- The following titles must be bold formatted: Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, Literature Cited.
- List abbreviations used in the text under Material and Methods, except for those in common use (e.g., min, km, mm, kg, m, sec, h, ml, L, g).
- Measurements must use the metric system.
- Manuscripts must contain the institutional acronyms and catalog numbers for voucher specimens.
- Geographic descriptors (rio, igarapé, arroio, córrego) must be in lower case, except when referring to a locality name (e.g., municipality of Arroio dos Ratos, State of Rio Grande do Sul).

- Acknowledgments must be concise and include both first and last names.

Nomenclature

- Scientific names should be cited according to the ICZN (1999).
- Authorship is required only in taxonomic papers and at the first reference of a species or genus. Do not include authorship in the abstract and resumo.
- Check spelling, current valid names and authorship of species in the Catalog of Fishes at <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

Tables

- Tables must be numbered sequentially according to their citation in the text, using the following formats: Table 1, Tables 1-2, Tables 1, 4.
- The word Table and respective number must be bold in legends.
- Tables must be constructed using lines and columns, but not “Tab” or “space”.
- Tables cannot contain vertical lines or footnotes. Digital files of tables must be formatted in cells. Digital files of tables with columns separated by “Tab” or “space” will not be accepted.
- Legends must be included at the end of the manuscript, in the following format:

Table 1. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapoma speculiferum* ...

- Approximate locations where tables should be inserted must be indicated along the margin of the text.

Figures

- Figures must be sequentially numbered according to their citation in the text, using the following formats: Fig. 1, Figs. 1-2, Fig. 1a, Figs. 1a-b, Figs. 1a, c.
- The word Fig. and respective number must be bold in legends.
- Figures must be of high quality and definition.
- Text included in graphs and pictures must be of a font size compatible with reductions to page width (175 mm) or column width (85 mm). Graphs will be preferably printed as one column width (85 mm).
- Color photos will be accepted only if necessary and authors may be charged for the cost of printing the color photo, if funds are not available.
- Composed figures must be prepared so as to fit either the page (175 mm) or column width (85 mm).
- Illustrations must include either a scale or reference to the size of the item in the figure legend.
- Never include objects or illustrations in the figure legend. Replace with text (e.g. “black triangle”) or represent its meaning in the figure itself.
- A list of figure legends must be presented at the end of the manuscript file.

Literature Cited

- Use the following formats in the text: Eigenmann (1915, 1921) or (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948) or Eigenmann & Norris (1918) or Eigenmann et al. (1910a, 1910b).
- Do not include abstracts and technical reports in Literature Cited.
- Avoid unnecessary references to thesis or dissertations.
- Never use “Tab” or “space” to format references.
- Literature Cited must be ordered alphabetically. References published by two or more authors must be listed in alphabetic order of the first author, then of second author, and successively.
- Give full Journal names – do not abbreviate.
- Do not use italic or bold for books titles and journals.
- Text citations and Literature Cited must match.
- Use the following formats:

Books:

Campos-da-Paz, R. & J. S. Albert. 1998. The gymnotiform “eels” of Tropical America: a history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes). Pp. 419-446. In: Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre, Edipucrs.

Thesis/Dissertations:

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

Articles (list full periodic names):

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

Articles in press:

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

Internet resources

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