

RELAÇÕES TRÓFICAS ENTRE *Acestrorhynchus britskii* (NATIVA) E *Plagioscion squamosissimus* (INTRODUZIDA) EM SISTEMA DE RESERVATÓRIOS EM CASCATA*

Aline Alves Ferreira da ROCHA¹; Natália Carneiro Lacerda dos SANTOS²; Tatiane Nascimento MEDEIROS³; William SEVERI³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar possíveis diferenças na alimentação de *Acestrorhynchus britskii* e *Plagioscion squamosissimus* nos reservatórios em cascata do rio São Francisco. As espécies foram provenientes de coletas realizadas ao longo dos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III, Paulo Afonso IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010. A dieta foi avaliada quanto à importância relativa (%IRI) de cada item alimentar consumido. A amplitude das classes de comprimento foi estabelecida por meio da regra de Sturges, a fim de caracterizar a variação da alimentação das espécies. Além disso, foram realizadas as análises de nMDS, PERMANOVA e SIMPER para a avaliação de variações em relação ao fator classe de comprimento. A sobreposição alimentar entre as espécies e a similaridade da dieta foram verificadas a fim de comparar semelhanças entre os itens alimentares consumidos em cada reservatório. Não houve interação significativa (PERMANOVA) entre as classes de comprimento e os itens alimentares agrupados para *A. britskii* ($P = 0,134$) e *P. squamosissimus* ($P = 0,095$). Com a análise SIMPER foi possível observar que as categorias que mais contribuíram para a dissimilaridade de *A. britskii* foram Clupeiformes (49,83%) e Characiformes (49,04%) e para *P. squamosissimus*, moluscos (40,58%). O uso dos recursos alimentares pelas espécies estudadas é resultado da abundância de presas preferenciais no ambiente, bem como das diferentes táticas de predação adotadas pelas espécies e dos diferentes microhabitats explorados pelas mesmas.

Palavras chave: ecologia trófica; variação espacial; peixes; rios modificados

TROPHIC RELATIONS BETWEEN *Acestrorhynchus britskii* (NATIVE) AND *Plagioscion squamosissimus* (INTRODUCED) IN A RESERVOIR CASCADE SYSTEM

ABSTRACT

The objective of this study was to identify possible differences in feeding of *Acestrorhynchus britskii* and *Plagioscion squamosissimus* in the reservoir cascade of the São Francisco River. The species were obtained from samples taken along the Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III, Paulo Afonso IV and Xingó reservoirs from September 2006 to October 2010. The diet was evaluated as the relative importance of each food item consumed (%IRI). The range of length classes has been established by Sturges rule to characterize the feeding species variation. Furthermore, the nMDS, PERMANOVA and SIMPER analysis were performed, to evaluate changes in relation to length class factor. The food overlap of diet and the similarity between the species were observed in order to compare similarities among the food items consumed in each reservoir. No significant interaction (PERMANOVA) between the classes of length and the food items was detected for *A. britskii* ($P = 0.134$) or *P. squamosissimus* ($P = 0.095$). By SIMPER analysis it was observed that the categories which most contributed to the *A. britskii* dissimilarity were Clupeiformes (49.83%) and Characiformes (49.04%), and to *P. squamosissimus*, were molluscs (40.58%). The use of food resources by the species in this study are the result of the abundance of preferential prey in the environment, and the different predatory tactics adopted by each species as well as the different microhabitats exploited by them.

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

Artigo Científico: Recebido em 21/10/2014 – Aprovado em 26/10/2015

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Pesca e Aquicultura, Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos – CEP: 52.171-900 – Recife – PE – Brasil. e-mail: alinerochabio@hotmail.com (autor correspondente)

² Universidade Estadual de Maringá (UEM), Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Av. Colombo, 5790 – CEP: 87.020-900 – Maringá – PR – Brasil. e-mail: nathy_lacerda@gmail.com

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Pesca e Aquicultura, Laboratório de Ictiologia. e-mail: tnmedeiros@hotmail.com; wseveri@depaq.ufrpe.br

* Apoio financeiro: CHESF/Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE) (Contrato CT-E.92.2005.8510.00)

INTRODUÇÃO

O rio São Francisco é conhecido como uma das principais fontes brasileiras de pescado de água doce (AGOSTINHO *et al.*, 2007). Sua ictiofauna é representada por cerca de 233 espécies, entre as quais se destaca 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 econômico, sendo considerada como controladora de populações de peixes forrageiros (PERET, 2004). Além dessa espécie, a pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), natural da bacia Amazônica (SOARES, 1978), é encontrada em abundância nos lagos e rios da região nordeste, sendo uma das principais espécies amazônicas bem sucedidas na colonização em reservatórios de diversas regiões do país (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

Quando uma nova espécie predadora é introduzida e se torna abundante, geralmente afeta a comunidade existente de várias maneiras (POMPEU e GODINHO, 2001). As atividades de alimentação do novo predador podem alterar a abundância e o tipo de recurso disponível para as espécies nativas, principalmente aquelas com hábitos alimentares similares (POMPEU e ALVES, 2003).

Segundo GERKING (1994), os peixes, de maneira geral, têm a habilidade de se adequar a uma grande variedade de fontes de alimento. Esta habilidade em tirar proveito de uma fonte de alimento em um determinado período, é denominada adaptabilidade trófica, partindo do princípio de que os peixes são flexíveis o suficiente para mudar de um recurso alimentar para outro em situações de escassez.

Os peixes de regiões tropicais apresentam especializações a determinados tipos de alimento, mas também exibem uma considerável plasticidade em suas dietas, proporcionando vantagens às espécies generalistas (LOWE-McCONNELL, 1999), o que dificulta o estabelecimento de padrões. Essa plasticidade alimentar constitui-se numa interação entre a qualidade e quantidade de alimento disponível no ambiente e o grau de restrições morfológicas e comportamentais exibidas pelas espécies, este último, passível de variações ontogenéticas (GASPAR DA LUZ *et al.*, 2001).

O efeito da variabilidade hidrológica sobre os recursos alimentares e sobre as populações de peixes são fatores que devem ser considerados 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 devido à abundância de espécies-presa (HAHN *et al.*, 1998) bem como as espécies com elevada plasticidade trófica (LOUREIRO-CRIPPA e HAHN, 2006). 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 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).

Padrões de distribuição espacial podem ser influenciados pelo hábito alimentar da espécie, em função do 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.

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 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 e ROSE, 1992).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi verificar possíveis diferenças na alimentação de duas espécies carnívoras no sistema de reservatórios em cascata do rio São Francisco. Com isso, espera-se responder se as espécies de peixes apresentam diferentes hábitos alimentares nos diferentes ambientes analisados e como o tamanho das espécies influencia na tomada de alimento, além de verificar possíveis interações tróficas entre elas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de trabalho inclui os reservatórios localizados entre os trechos médio, submédio e

baixo da bacia do Rio São Francisco, sendo Sobradinho (médio), Itaparica, Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (Moxotó, Paulo Afonso (PA) I, II, III e Paulo Afonso IV) (submédio) e Xingó (baixo) (Figura 1).

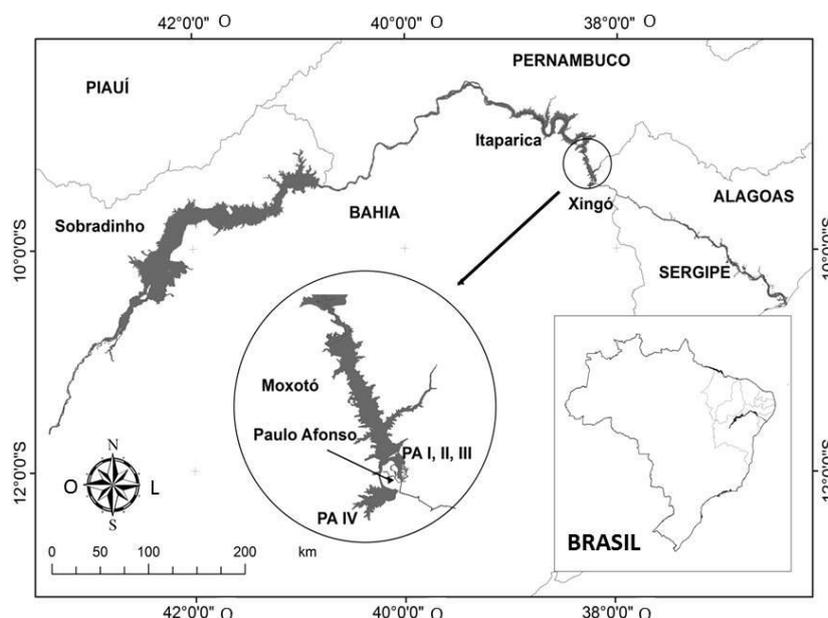


Figura 1. Trecho inferior da bacia do rio São Francisco, com indicação dos reservatórios em cascata: Sobradinho, Moxotó, Paulo Afonso (PA) I, II, III e PA IV e Xingó.

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 como uma das principais fontes brasileiras de pescado. Sua ictiofauna é representada por cerca de 233 espécies de água doce, sendo as famílias Characidae, Loricariidae, Rivulidae e Anostomidae as mais diversificadas (BRITSKI *et al.*, 1984; SATO e GODINHO, 1999; POMPEU e GODINHO, 2003; REIS *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2015).

Procedimento em campo

As espécies *A. britskii* e *P. squamosissimus* selecionadas para o estudo foram provenientes de coletas bimestrais realizadas ao longo dos reservatórios estudados, no período de setembro/2006 a outubro/2010. Foi utilizada uma bateria de redes de espera de superfície 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 região litorânea dos reservatórios, sempre ao anoitecer, e recolhidas na manhã seguinte, ficando expostas por aproximadamente 12 horas. Após a retirada das redes, os exemplares foram submetidos à eutanásia por meio de resfriamento, através de gelo em caixas térmicas.

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, 0,001 g) e submetidos a uma incisão abdominal, para retirada dos tratos digestórios. Os estômagos foram pesados (0,001 g), fixados em formol a 4% e conservados em álcool a 70%, em frascos devidamente identificados individualmente para posterior análise de seu conteúdo. Este foi analisado sob estereomicroscópio e os itens alimentares identificados ao menor nível

taxonômico possível, utilizando bibliografia especializada (BRITSKI *et al.*, 1984; MERRITT e CUMMINS, 1996; SIMONE, 2006).

Processamento dos Dados

Para cada item alimentar foi calculado o Índice de Importância Relativa (IRI) modificado de PINKAS *et al.* (1971), calculado a partir dos dados de porcentagem em número, peso e frequência de ocorrência dos itens, de acordo com a fórmula:

$$IRI = (\%N + \%P) \times \%F.O;$$

em que: IRI = Índice de Importância Relativa; %N = Porcentagem em número de presas; %P = Porcentagem em peso de presas; %F.O. = Porcentagem em frequência de ocorrência de presas. O IRI também foi transformado em porcentagem (IRI; %) para melhor interpretação dos dados em conformidade com as recomendações da literatura (CORTÉS, 1997).

Para caracterizar a variação específica de alimentação, os itens foram agrupados em nível de ordem (Clupeiformes, Characiformes, Gymnotiformes e Perciformes) para *A. britskii*, e em categorias (Moluscos, Crustáceos, Insetos, Peixes, Vegetais e Outros), para *P. squamosissimus*. A amplitude das classes de comprimento das espécies estudadas foi estabelecida por meio da regra de Sturges (VIEIRA, 1991). Posteriormente, as classes de comprimento foram separadas em dois grupos: os que apresentaram os menores comprimentos (100-129 mm, *A. britskii* e 60-73 mm, *P. squamosissimus*) e os maiores (130-179 mm, *A. britskii* e 174-479 mm, *P. squamosissimus*).

Análises de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS), análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA, 999 permutações aleatórias sobre um modelo reduzido) e análises de porcentagem da similaridade (SIMPER), foram utilizadas para a avaliação de variações nos padrões de alimentação das espécies em relação a fator classe de comprimento, utilizando o programa PAST (versão 2.17c) (HAMMER *et al.*, 2001).

Para comparação da dieta entre os reservatórios, foi realizado um escalonamento multidimensional (MDS), baseado na análise de cluster utilizando UPGMA, construído através da

matriz de similaridade de Bray-Curtis, empregando o programa Primer 6.0, com base numa matriz com os valores de peso dos itens alimentares identificados ao menor nível taxonômico possível, transformados pelo Log (x+1), de modo a minimizar os efeitos de valores extremos (VALENTIN, 2000).

A sobreposição alimentar entre as espécies foi calculada por meio do Índice de PIANKA (1973) com o programa Ecosim 7 (GOTELLI e ENTSMINGER, 2007), que varia de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total), e definido pela fórmula:

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

onde: O_{jk} = medida de sobreposição alimentar de Pianka entre a espécie j e a espécie k; P_{ij} = proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie j; P_{ik} = proporção do item alimentar i no total de itens utilizados pela espécie k; n = número total de itens alimentares, tendo os resultados da sobreposição interespecífica sido arbitrariamente considerados como alto (>0,6), intermediário (0,4-0,6) ou baixo (<0,4) (GROSSMAN, 1986).

RESULTADOS

Foram analisados 5.271 exemplares de *A. britskii* e 4.969 exemplares de *P. 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 estão apresentados na Tabela 1.

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, com exceção de Sobradinho, onde o item Characiformes teve maior proporção (Tabela 2).

De todos os itens consumidos, apenas *A. vaillanti* foi comum a todos os reservatórios, tendo os itens *Hemigrammus gracilis*, *Orthospinus franciscensis*, *Psellogrammus kennedyi*, *Tetragonopterus chalceus*, *Triporthus guentheri*, Cheirodontinae e *Plagioscion squamosissimus* sido consumidos em apenas um dos reservatórios, com consumo de um maior número de peixes em Sobradinho.

Tabela 1. Número de indivíduos (N), comprimento padrão mínimo e máximo (CP; cm), peso mínimo e máximo (PT; g), número (N) e percentagem (%) de estômagos com alimento dos exemplares coletados nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010.

Espécie	Reservatório	N	CP (mm)	PT (g)	Estômagos com alimento (N; %)
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	Sobradinho	1.303	96-195	8-85	322 (24,7)
	Itaparica	1.243	99-179	55-455	520 (41,8)
	Moxotó	1.283	70-189	56-435	420 (32,7)
	PA I, II, III	707	86-190	69-482	195 (27,6)
	PA IV	692	97-180	90-340	202 (29,2)
	Xingó	43	111-166	40-418	10 (23,2)
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Sobradinho	1.667	6-556	5-2714	988 (59,3)
	Itaparica	1.513	55-455	4-1.850	1.263 (83,5)
	Moxotó	931	56-435	5-1.911	728 (78,2)
	PA I, II, III	214	69-482	6-2.500	171 (79,9)
	PA IV	123	90-340	15-868	93 (75,6)
	Xingó	521	40-418	5-1.554	332 (61,8)

Tabela 2. Índice de Importância Relativa (IRI; %) dos itens alimentares consumidos por *Acestrorhynchus britskii* nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010 (n.i. = não identificado).

Itens	Reservatórios					
	Sobradinho	Itaparica	Moxotó	PA I, II, III	PA IV	Xingó
Clupeiformes						
<i>Anchoviella vaillanti</i>	18,258	99,607	98,280	99,185	0,993	100,000
Characiformes						
Characiformes (n.i.)	79,941	0,216	0,484	0,055		
<i>Astyanax lacustris</i>	0,043			0,459		
<i>Astyanax fasciatus</i>	0,207	0,014	0,408		0,005	
<i>Astyanax</i> spp.		0,136	0,763	0,236	0,003	
<i>Hemigrammus gracilis</i>	0,030					
<i>Moenkhausia costae</i>	1,212		0,047			
<i>Psellogrammus kennedyi</i>	0,067					
<i>Triporthus guentheri</i>	0,047					
<i>Serrasalmus brandtii</i>	0,028	0,010				
<i>Orthospinus franciscoensis</i>	0,027					
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	0,083					
Cheirodontinae (n.i.)				0,065		
Gymnotiformes						
Gymnotiformes (n.i.)		0,007	0,019			
Perciformes						
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,023					
<i>Cichla</i> sp.	0,034	0,011				

A análise da dieta de *P. squamosissimus* revelou que o item dos Characiformes foi o mais

participativo em Sobradinho, enquanto nos outros reservatórios o item mais importante foi o

camarão do gênero *Macrobrachium* (Tabela 3). Outros invertebrados também foram representativos na dieta 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 piscívora, devido à predominância de itens desta origem ingeridos.

Tabela 3. Índice de Importância Relativa (IRI; %) dos itens alimentares consumidos por *Plagioscion squamosissimus* nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010 (n.i. = não identificado).

Itens	Reservatórios					
	Sobradinho	Itaparica	Moxotó	PA I, II, III	PA IV	Xingó
Mollusca						
Bivalvia			0,001			
Gastropoda	0,001	0,002	0,001	0,005		
Crustacea						
Conchostraca	0,198	0,540	0,002		0,081	
Ostracoda	0,022	0,011	0,001			
Isopoda		0,030	0,042	0,005	0,019	0,006
Camarão (<i>Macrobrachium</i> spp.)	27,206	42,503	93,471	99,075	97,592	94,706
Insecta						
Inseto (n.i.)	27,925	21,007	1,573	0,287	0,732	1,455
Odonata						
Odonata (n.i.)	1,385	3,899	0,397	0,278	0,321	0,062
Anisoptera	26,715	29,716	4,004	0,295	0,398	0,336
Gomphidae	0,002					
Zygoptera	1,645	0,037	0,021			
Ephemeroptera						
Ephemeroptera (n.i.)	4,695	0,883	0,002	0,005		0,006
Polymitarcyidae	0,001					
<i>Campsurus</i> sp.		0,013				
Plecoptera						
Plecoptera (n.i.)		<0,001				
Hemiptera						
Hemiptera (n.i.)					0,020	0,006
Trichoptera						
Trichoptera (n.i.)	0,006	<0,001				
Hydropsychidae	0,025					
Diptera						
Diptera (n.i.)		0,008	0,001			
Chironomidae	0,105	0,002				
Coleoptera						
Coleoptera (n.i.)	0,005					
Hymenoptera						
Hymenoptera (n.i.)		<0,001				0,006
Araneae						
Aranha		<0,001				
Actinopterygii						
Clupeiformes						
<i>Anchoviella vaillanti</i>	0,032	1,147	0,097		0,027	2,887

Tabela 3. (cont.) Índice de Importância Relativa (IRI; %) dos itens alimentares consumidos por *Plagioscion squamosissimus* nos reservatórios de Sobradinho, Itaparica, Moxotó, PA I, II, III, PA IV e Xingó, no período de setembro/2006 a outubro/2010 (n.i. = não identificado).

Itens	Reservatórios					
	Sobradinho	Itaparica	Moxotó	PA I, II, III	PA IV	Xingó
Characiformes						
Characiformes (n.i.)	8,936	0,011	0,013			0,159
<i>Curimatella lepidura</i>	0,061					
<i>Schizodon knerii</i>	0,006					
<i>Astyanax</i> sp.	0,081			0,006		
<i>Moenkhausia costae</i>	0,093					
<i>Triportheus guentheri</i>			0,010			
<i>Pygocentrus piraya</i>						0,061
<i>Serrasalmus brandtii</i>	0,129	0,008				
<i>Metynnis</i> spp.	0,008					
<i>Roeboides xenodon</i>			0,001			
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	0,254	0,018	0,004			
Cheirodontinae		0,001				
<i>Acestrorhynchus</i> sp.	0,007					
Erythrinidae						0,019
<i>Hoplias malabaricus</i>	0,005					
Siluriformes						
Siluriformes (n.i.)		0,001	0,001			
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	0,005					
<i>Pimelodus maculatus</i>	0,005	0,013				
<i>Franciscodoras marmoratus</i>					0,025	
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	0,013	0,015	0,001			
Gymnotiformes						
Gymnotiformes (n.i.)	0,031		0,003			
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,011		0,150	0,038	0,603	0,157
Synbranchiformes						
<i>Synbranchus marmoratus</i>	0,055	0,014	0,033	0,006	0,163	0,052
Cyprinodontiformes						
Poecilidae	0,010					
Perciformes						
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	0,058	0,027	0,076			0,018
<i>Cichla</i> sp.	0,015	0,002				
<i>Crenicichla lepidota</i>	0,018					
Vegetais						
Semente	0,002	0,004				
Alga filamentosa		0,004	0,014			0,006
Macrófita	0,231	0,086	0,082		0,019	0,058

Para a *A. britskii*, verificou-se que para todas as classes de comprimento a categoria dos Clupeiformes foi predominante na dieta, com elevados valores de (%IRI) (Tabela 4). Os indivíduos compreendidos entre 100 e 109 mm apresentaram representantes de todas as categorias alimentares. Já para *P. squamosissimus*, verificou-se que nas três primeiras classes de comprimento a

categoria dos insetos foi a mais importante na dieta (Tabela 5). Os indivíduos compreendidos entre 136 e 176 mm foram aqueles que consumiram itens de todas as categorias alimentares.

A análise da dieta entre as classes de tamanho de *A. britskii* revelou os possíveis padrões de

similaridade, evidenciando que houve junção (Figura 2), devido à importância dos Characiformes nestes.

Tabela 4. Índice de importância relativa (IRI; %) dos itens alimentares consumidos por *Acestrorhynchus britskii* nas respectivas classes de comprimento no período de setembro/2006 a outubro/2010, considerando todos os reservatórios.

Itens alimentares	Classes de comprimento (mm)							
	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179
Clupeiformes	96,98	98,49	97,05	96,89	94,95	70,62	89,13	68,96
Characiformes	2,72	1,51	2,92	3,11	5,02	29,38	9,52	31,04
Gymnotiformes	0,15				0,03			
Perciformes	0,15						1,34	

Tabela 5. Índice de importância relativa (%IRI) dos itens alimentares consumidos por *Plagioscion squamosissimus* nas respectivas classes de comprimento no período de setembro/2006 a outubro/2010, considerando todos os reservatórios.

Itens alimentares	Classes de comprimento (mm)									
	60-97	98-135	136-173	174-211	212-249	250-287	288-325	326-363	364-401	402-439
Moluscos		0,01	<0,001	<0,001	<0,001	0,05				
Crustáceos	34,31	38,08	43,06	53,16	58,43	49,49	36,61	2,18	44,39	41,09
Insetos	57,01	61,33	50,80	38,64	31,53	36,27	38,56	4,36	55,61	5,66
Peixes	8,58	0,55	6,03	8,13	9,94	13,90	24,83	56,76		53,25
Vegetais	0,09	0,04	0,12	0,06	0,09	0,30		36,71		
Outros			<0,001							

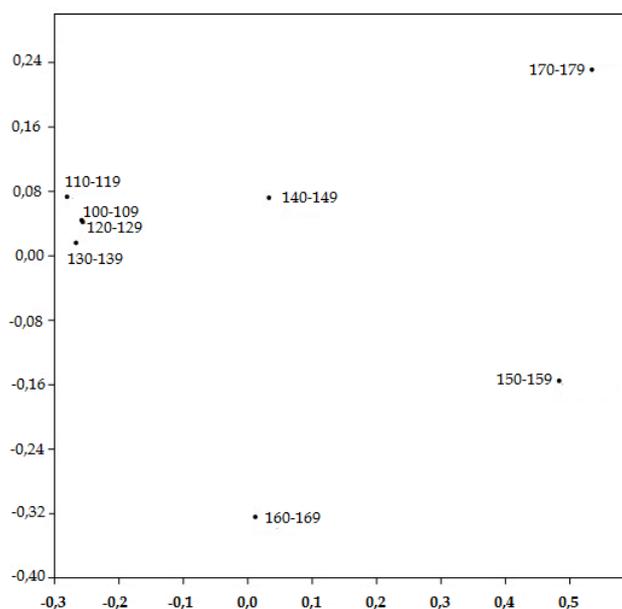


Figura 2. Representação gráfica dos eixos do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) aplicada aos recursos alimentares utilizados por *Acestrorhynchus britskii* nas diferentes classes de comprimento no período de setembro/2006 a outubro/2010, considerando todos os reservatórios.

A mesma análise para *P. squamosissimus* revelou a presença de dois importantes grupos: um formado pela junção dos indivíduos com comprimentos compreendidos entre 60 e 135 mm, caracterizado pela elevada importância

dos insetos nesta classe, e o outro pelo agrupamento formado por indivíduos com comprimentos entre 174 e 187 mm (Figura 3), onde a participação dos crustáceos foi responsável por tal grupo.

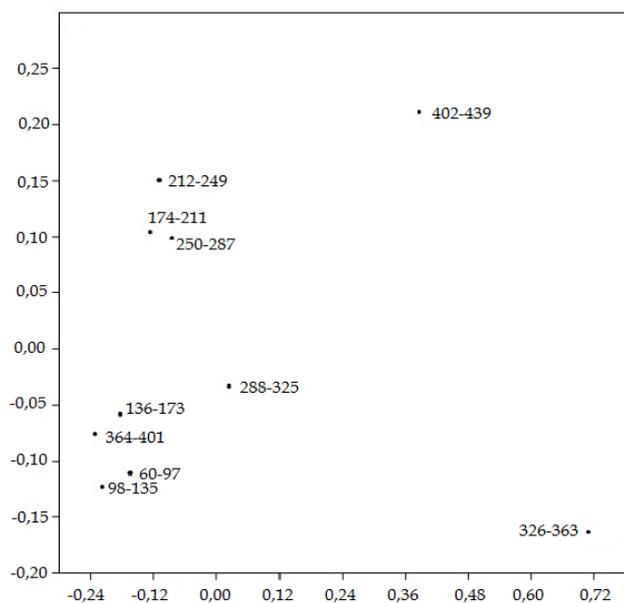


Figura 3. Representação gráfica dos eixos do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) aplicada aos recursos alimentares utilizados por *Plagioscion squamosissimus* nas diferentes classes de comprimento no período de setembro/2006 a outubro/2010, considerando todos os reservatórios.

O resultado da PERMANOVA mostrou que não houve interação significativa entre as classes de comprimento e os itens alimentares agrupados para *A. britskii* ($P = 0,134$) e *P. squamosissimus* ($P = 0,095$). Por meio da análise SIMPER foi

possível observar que as categorias que mais contribuíram para a dissimilaridade de *A. britskii* foram Clupeiformes (49,83%) e Characiformes (49,04%) e para *P. squamosissimus*, moluscos (40,58%) (Tabela 6).

Tabela 6. Resultados da análise SIMPER para a dissimilaridade das categorias alimentares ingeridas por *Acestrorhynchus britskii* e *Plagioscion squamosissimus* nas classes de comprimento no período de setembro/2006 a outubro/2010, considerando todos os reservatórios.

	Dissimilaridade média	Contribuição (%)	Contribuição cumulativa (%)
<i>Acestrorhynchus britskii</i>			
Clupeiformes	6,697	49,83	49,83
Characiformes	6,59	49,04	98,87
Gymnotiformes	0,149	1,11	99,98
Perciformes	0,002	0,20	100
<i>Plagioscion squamosissimus</i>			
Moluscos	13,37	40,58	40,58
Crustáceos	10,13	30,74	71,31
Insecta	6,798	20,62	91,94
Peixes	2,654	8,05	99,99
Vegetais	0,004	0,001	100
Outros	0,00003	0,00009	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, sendo que em Sobradinho foram verificados seis itens que não foram consumidos em nenhum outro reservatório, e em Xingó, a espécie consumiu apenas um tipo de alimento, sendo estes os reservatórios que mais se distanciaram dos demais em termos de similaridade.

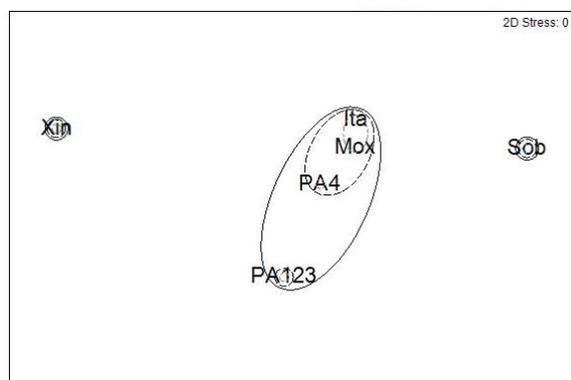


Figura 4. Representação gráfica da análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada nos valores de peso dos itens alimentares consumidos por *Acestorhynchus britskii* nos reservatórios de Sobradinho (Sob), Itaparica (Ita), Moxotó (Mox), PA I, II, III (PA 123), PA IV (PA4) e Xingó (Xin) no período de setembro/2006 a outubro/2010. 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). Itaparica e Moxotó foram agrupados pelo fato dos itens Ostracoda, Zygoptera, *P. galeatus* e *T. chalcus* 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.

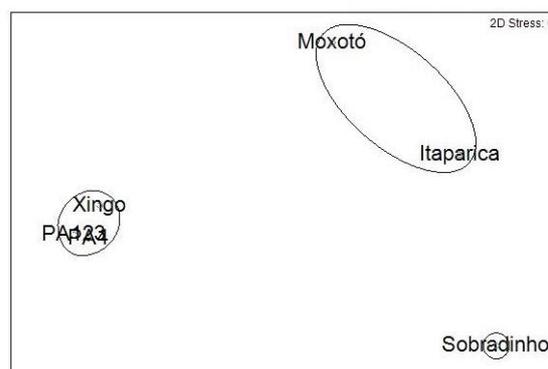


Figura 5. Representação gráfica da análise de escalonamento multidimensional (MDS) baseada nos valores de peso dos itens alimentares consumidos por *Plagioscion squamosissimus* nos reservatórios de Sobradinho (Sob), Itaparica (Ita), Moxotó (Mox), PA I, II, III (PA 123), PA IV (PA4) e Xingó (Xin) no período de setembro/2006 a outubro/2010. Stress = 0,01.

A sobreposição alimentar (O_{jk}) entre as espécies foi baixa, apresentando valores abaixo de 0,4, com os maiores valores registrados nos reservatórios de Sobradinho ($O_{jk} = 0,40$) e Xingó ($O_{jk} = 0,26$). Os demais reservatórios apresentaram valores extremamente baixos de (O_{jk}) revelando que não houve utilização simultânea dos recursos.

DISCUSSÃO

O hábito essencialmente piscívoro de *A. britskii* tem sido registrado em vários estudos (HAHN *et al.*, 2000; PERET, 2004; ROCHA *et al.*, 2011). No reservatório de Sobradinho, ROCHA *et al.* (2011) relatam que, desde os menores comprimentos, a espécie já apresenta estratégia totalmente piscívora. Em contraste, CHACON e BEZERRA e SILVA (1971), HAHN *et al.* (1999), BENNEMANN *et al.* (2000) e SANTOS *et al.* (2014) verificaram que *P. squamosissimus* consumiu, além de peixes, elevadas proporções de crustáceos e insetos em sua dieta.

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

Nos ambientes estudados, ficou evidente o comportamento oportunista de *P. squamosissimus*, que apresentou dieta diversificada e composta por recursos abundantes em cada ambiente (W. SEVERI, com. pess.¹). 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 e é um dos principais fatores que permitem a coexistência entre determinadas espécies. Dessa forma, é compreensível que a grande variedade de itens na dieta possa ter favorecido a colonização e ampla distribuição de *P. squamosissimus* na região.

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 relacionado 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). *Anchoviella 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, como acúleos nas nadadeiras ou placas dermais, sendo uma espécie tipicamente pelágica, o que pode resultar em maior vulnerabilidade aos peixes, devido aos seus aspectos morfológicos e comportamentais (POMPEU e GODINHO, 2003).

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 lenticas destes corpos d'água, que facilita a permanência de organismos bentônicos, sobretudo na região litorânea (BATISTA *et al.*, 2001). 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).

Diferenças na dieta entre as classes de comprimento eram esperadas para *P. squamosissimus* (HAHN *et al.*, 1997; SANTOS *et al.*, 2014). Para os locais, a importância dos itens consumidos foi diferente entre Sobradinho e os demais reservatórios para as duas espécies estudadas, possivelmente, associada à disponibilidade de presas em cada área ou ao comportamento alimentar específico exibido em locais diferentes.

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.

Outro fator importante é que os peixes se alimentam dos mais variados recursos, os quais são provenientes de origens diferentes e encontrados em vários compartimentos dos corpos d'água (PERETTI e ANDRIAN, 2008). Ainda, indivíduos das menores classes de tamanho habitam as regiões litorâneas, onde a densidade absoluta de insetos e peixes de pequeno porte é maior do que em qualquer outra região do reservatório (OLIVEIRA e GOULART 2000). Por sua vez, é importante salientar, que variações morfológicas são responsáveis por diferenças na obtenção e aproveitamento das presas (SANTOS *et al.*, 2014).

Baixa sobreposição alimentar foi reportada entre as duas espécies em Sobradinho, enquanto nos demais reservatórios da cascata do rio São Francisco praticamente não houve utilização simultânea dos recursos pelas espécies. ZARET e RAND (1971) comentam que diferenças na

¹ SEVERI, W. (Universidade Federal Rural de Pernambuco), 2015.

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 os baixos valores deste índice 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 carnívoras predadoras, *A. britskii* possui tendência a consumir presas constituídas preferencialmente por peixes pelágicos (Clupeiformes e Characiformes). Em contrapartida, *P. squamosissimus* apresentou uma flexibilidade na composição de sua dieta carnívora, evidenciada pelo consumo de peixes e invertebrados (principalmente camarão e insetos). Pode-se especular, portanto, que a coexistência entre as duas espécies é beneficiada, já que a competição entre elas é amenizada dada as suas preferências alimentares.

CONCLUSÃO

As duas espécies (*A. britskii* e *P. squamosissimus*) apresentaram preferência alimentar por itens distintos, apresentando desta forma, baixos valores de sobreposição alimentar. *Acestrorhynchus britskii* consumiu apenas peixes em todos os reservatórios, com uma dieta caracterizada como piscívora, enquanto *P. squamosissimus* apresentou flexibilidade na composição da dieta, evidenciada pelo consumo de diversos invertebrados.

A análise de MDS para ambas as espécies revelou uma distribuição diferenciada dos agrupamentos entre os reservatórios em função dos itens consumidos em cada local. Assim, o uso dos recursos alimentares pelas espécies estudadas é resultado da abundância de presas preferenciais no ambiente, bem como das diferentes táticas de predação adotadas pelas espécies e dos diferentes microhabitats explorados pelas mesmas.

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. Tatiane N. Medeiros, Aline A. F. Rocha e Natália C. L. Santos agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas de doutorado.

REFERÊNCIAS

- 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.; PELICICE, F.M. 2007 *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Maringá: EDUEM. 501p.
- 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*, 61(2): 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. e BEZERRA e SILVA, J.W. 1971 Alimentação da *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840). *Boletim Cearense de Agronomia*, 12: 41-44.
- CORTÉS, E. 1997 A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(3): 726-738.
- 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.
- GASPAR da LUZ, K.D.; ABUJANRA, F.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. 2001 Caracterização trófica da ictiofauna de três lagoas da planície aluvial

- do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, 23(2): 401-407.
- GERKING, S.D. 1994 *Feeding ecology of fishes*. California: Academic Press. 416p.
- GOTELLI, N.J. e ENTSMINGER, G.L. 2007 *EcoSim: Null models software for ecology*. Version 7.7. Acquired Intelligence Inc. & Keesey-Bear. Jericho, VT 05465. [on line] URL: <<http://www.garyentsminger.com/ecosim/>>.
- GROSSMAN, G.D. 1986 Food resources partitioning in a rocky intertidal fish assemblage. *Journal of Zoology*, 1(2): 317-355.
- HAHN, N.S.; AGOSTINHO, A.A.; GOITEIN, R. 1997 Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu reservoir and Porto Rico Floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 9: 11-22.
- 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, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no rio Paraná. *Acta Scientiarum*, 21(2): 309-314.
- HAHN, N.S.; DELARIVA, R.L.; LOUREIRO, V.E. 2000 Feeding of *Acestrorhynchus lacustris* (Characidae): A post impoundment studies on Itaipu Reservoir, Upper Paraná River, PR. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 43(2): 207-213.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001 PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1): 9p.
- LOUREIRO-CRIPPA, V.E. 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(3): 357-362.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. 1999 *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: EDUSP. 534p.
- 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*, 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. e CUMMINS, K.W. 1996 *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company. 548p.
- OLIVEIRA, E.F. e GOULART, E. 2000 Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum*, 22(2): 445-453.
- PERET, A.M. 2004 *Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da Represa de Três Marias, MG*. São Carlos. 60p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos). Disponível em: <<http://www.sfrancisco.bio.br/arquivos/Peret%20AM001.pdf>> Acesso em: 06 jul 2014.
- PERETTI, D. e ANDRIAN, I.F. 2008 Feeding and morphological analysis of the digestive tract of four species of fishes (*Astyanax altiparanae*, *Parauchenipterus galeatus*, *Serrasalmus marginatus* and *Hoplias aff. malabaricus*) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(3): 671-679.
- PIANKA, E.R. 1973 The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1): 53-74.
- PINKAS, L.; OLIPHANT, M.S.; IVERSON, I.L.K. 1971 Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *California Fish and Game*, (152): 1-105.
- POMPEU, P.S. e ALVES, C.B.M. 2003 Local fish extinction in a small tropical lake in Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 1(2): 133-135.
- POMPEU, P.S. e GODINHO, A.L. 2001 Mudança na dieta da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Erythrinidae, Characiformes) em lagoas da bacia do rio doce devido à introdução de peixes piscívoros. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(4): 1219-1225.
- POMPEU, P.S. e 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. p.183-194.
- 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.
- REIS, R.E., KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J.JR. 2003 *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS. 729p.
- 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*, 33(4): 407-415.
- 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*, 40(3): 397-408.
- SANTOS, U.; SILVA, P.C.; BARROS, L.C.; DERGAM, J.A. 2015 Fish fauna of the Pandeiros River, a region of environmental protection for fish species in Minas Gerais state, Brazil. *Check List Journal*, 11(1): 1-7.
- SATO, Y.N. e 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. 390p.
- SOARES, L.H. 1978 *Revisão taxonômica dos sciaenídeos de água doce da região amazônica brasileira-Manaus*. 72f. (Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA).
- TURESSON, H.; PERSSON, A.; BRÖNMARK C. 2002 Prey size selection in piscivorous pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) includes active prey choice. *Ecology of Freshwater Fish*, 11(4): 223-233.
- VALENTIN, J.L. 2000 *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 154p.
- VIEIRA, S. 1991 *Introdução à Bioestatística*. 2ª ed., Editora Campus, Rio de Janeiro. 203p.
- 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*, 49(10): 2196-2218.
- ZARET, N.T. e RAND, A.S. 1971 Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, 52(2): 336-342.