

# USO DE RECURSOS ALIMENTARES POR *Plagioscion squamosissimus* - PISCÍVORO NÃO-NATIVO NO RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO-BA, BRASIL\*

Natália Carneiro Lacerda dos SANTOS<sup>1</sup>; Tatiane do Nascimento MEDEIROS<sup>2</sup>; Aline Alves Ferreira da ROCHA<sup>2</sup>; Rosa Maria DIAS<sup>1</sup>; William SEVERI<sup>3</sup>

## RESUMO

*Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1940), conhecida popularmente como pescada, é originária da bacia Amazônica, sendo encontrada em todos os rios e lagos dessa região. É considerada uma das principais espécies introduzidas, com colonização bem sucedida em diversas bacias no Brasil. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o padrão do uso dos recursos alimentares por *P. squamosissimus*, em um reservatório do Nordeste, com ênfase nas escalas espacial e temporal. Foram realizadas coletas bimestrais, entre novembro de 2006 e setembro de 2009, em diferentes trechos do reservatório de Sobradinho (lótico, transição e lêntico) e períodos (seca e cheia). Foi encontrada ampla variedade de itens alimentares, totalizando 44 itens consumidos, agrupados em seis categorias. A dieta foi avaliada através de uma combinação de fatores espaciais e temporais, utilizando a análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrica (NMDS, PERMANOVA). A variação ontogenética da dieta foi testada por meio de um Procedimento de Permutação Multi-resposta (PPMR). Os resultados da ordenação mostraram que Peixe foi a categoria que mais influenciou a dieta. Alterações ontogenéticas significativas também foram verificadas. Conclui-se que, no reservatório de Sobradinho, a pescada se comporta como piscívora, maximizando a dieta de acordo com a oferta e qualidade do alimento, independentemente da magnitude das variações temporais e espaciais no reservatório.

**Palavras chave:** dieta; piscivoria; espécie exótica; corvina; Rio São Francisco; nordeste do Brasil

## USE OF FOOD RESOURCES BY *Plagioscion squamosissimus* - A NON-NATIVE PISCIVORE IN SOBRADINHO RESERVOIR-BA, BRAZIL

### ABSTRACT

*Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1940), popularly known as pescada, is endemic to the Amazon basin, and found in all rivers and lakes of this region. It is considered one of the main introduced species, with successful colonization in several basins in Brazil. This study aimed to evaluate the pattern of use of food resources by *P. squamosissimus*, in a Northeastern reservoir, with emphasis on spatial and temporal scales. Bimonthly sampling was undertaken between November 2006 and September 2009, along different stretches of the reservoir (lotic, transition and lentic) and periods (dry and flooding). A total of 44 food items were consumed, which were grouped into six categories. Diet was assessed through a combination of spatial and temporal factors using a Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS, PERMANOVA). The Ontogenetic change of diet was tested by means of a Multi-Response Permutation Procedure (MRPP). The results of the ordination showed that Fish was the category that mostly influenced the diet. Significant alterations were recorded during the ontogeny of *P. squamosissimus*. We conclude that the pescada behaves as a piscivore in the Sobradinho reservoir, thus maximizing its diet regardless of the extent of temporal and spatial variation in the reservoir.

**Keywords:** diet; piscivory; exotic species; corvina; São Francisco River; northeastern Brazil

---

**Artigo Científico:** Recebido em 13/09/2013 – Aprovado em 24/06/2014

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Av. Colombo, 5790 – CEP: 87020-900 – Maringá – PR – Brasil. e-mail: natalia.ictio@gmail.com (autor correspondente); rmdias2003@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco. 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; tnmedeiros@hotmail.com

<sup>3</sup> Departamento de Pesca e Aquicultura. Laboratório de Ictiologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. e-mail: wseveri@depaq.ufrpe.br

\* Apoio financeiro: CHESF/Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE). Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (bolsa de mestrado - processo 132291/2007-0).

## INTRODUÇÃO

Reservatórios artificiais interferem na qualidade da água e na sucessão das comunidades aquáticas nos rios e bacias hidrográficas em que se inserem. Os efeitos ecológicos provocados pelas alterações hidrológicas são, muitas vezes, difíceis de diferenciar de outras perturbações ambientais intrínsecas ao represamento de rios, provocando reações adversas no crescimento, reprodução e alimentação dos peixes (NILSSON e BERGGREN, 2000; ROSENBERG *et al.*, 2000). Tais sistemas permanentemente alterados oferecem condições ideais para o surgimento e intensificação de novos impactos, podendo-se citar a invasão biológica (HAVEL *et al.*, 2005), que juntamente com a destruição de habitats, é considerada uma das maiores causas promotoras de perda da biodiversidade aquática (CLAVERO e GARCÍA-BERTHOU, 2005). A desestabilização das comunidades decorrentes da formação do novo ambiente e procedimento operacional da barragem provocam uma reestruturação na comunidade íctica, criando um ambiente propício para o estabelecimento de novas espécies (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

No Brasil, os processos de transferência e introdução de espécies não-nativas tornou-se um problema devido a décadas de programas de estocagem conduzidos pelo governo em diversas bacias hidrográficas, como medida compensatória. Além disto, a piscicultura e a implantação de tanques-rede constitui atualmente a principal fonte de introdução de espécies (AGOSTINHO *et al.*, 2007; JÚLIO JR. *et al.*, 2009). Um exemplo emblemático dessa questão é dado por *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), espécie disseminada em diversos reservatórios brasileiros, caracterizada por ser um predador excepcionalmente voraz, com grande potencial para afetar a diversidade de peixes nativos (AGOSTINHO *et al.*, 2007).

O gênero *Plagioscion* Gill, 1861 tem distribuição originária do rio Orinoco, na bacia do rio Amazonas e rios das Guianas, havendo quatro espécies descritas (CASATTI, 2003, 2005). No Brasil, *P. squamosissimus* é popularmente conhecida como corvina, pescada, pescada-branca e pescada-do-piauí. É originária da bacia

Amazônica, sendo encontrada em rios e lagos desta região (SOARES, 1978). Foi introduzida em açudes da região Nordeste do Brasil, com o objetivo de melhorar o rendimento pesqueiro (FONTENELE e PEIXOTO, 1978).

Com colonização bem sucedida, tem sido considerada uma das principais espécies introduzidas em diversas bacias no Brasil (AGOSTINHO *et al.*, 2007). No reservatório de Sobradinho, desde a sua introdução, no final da década de 1970, a pescada branca apresentou crescente participação no rendimento pesqueiro. Em 1985, as corvinas nativas da bacia (*Pachyurus squamipinnis* e *P. francisci*) e a pescada branca (*P. squamosissimus*) contribuíram com 3% da produção pesqueira total da região (CEPED, 1987). Em 2003, a participação da pescada na produção pesqueira em diversos portos da região foi, em média, 17,5%, aumentando sua importância e passando a predominar nas pescarias, substituindo a espécie nativa *P. squamipinnis*.

Neste contexto, o estudo da alimentação de peixes merece destaque, uma vez que está diretamente associado ao processo de colonização dos ambientes (HAHN e FUGI, 2007). Ainda, outro aspecto relevante relacionado à ecologia trófica das espécies, são as mudanças alimentares regidas por modificações espaciais e temporais ocasionadas pela variação de nível da água a que os reservatórios são submetidos. Nesses ambientes, as variações hidrológicas são responsáveis pelas mudanças quantitativas e qualitativas na disponibilidade dos recursos alimentares, uma vez que na época de cheias um grande aporte de material de origem alóctone é incorporado ao ambiente aquático, oriundo das vegetações marginais inundadas, enquanto que na época de águas baixas, alguns recursos tornam-se restritos (ABELHA *et al.*, 2001). Outro fator importante a ser considerado é a grande heterogeneidade espaço-temporal encontrada nesses ambientes, uma vez que em períodos de águas altas surgem novos habitats para alimentação, nos quais os peixes frequentemente transitam, influenciando fortemente o tipo de alimento ingerido (DEUS e PETRERE, 2003). As informações obtidas com estes estudos podem ser úteis para subsidiar o gerenciamento de bacias hidrográficas, o monitoramento de reservatórios,

para elaborar estratégias de manejo de populações naturais, bem como, para atividades de cultivo.

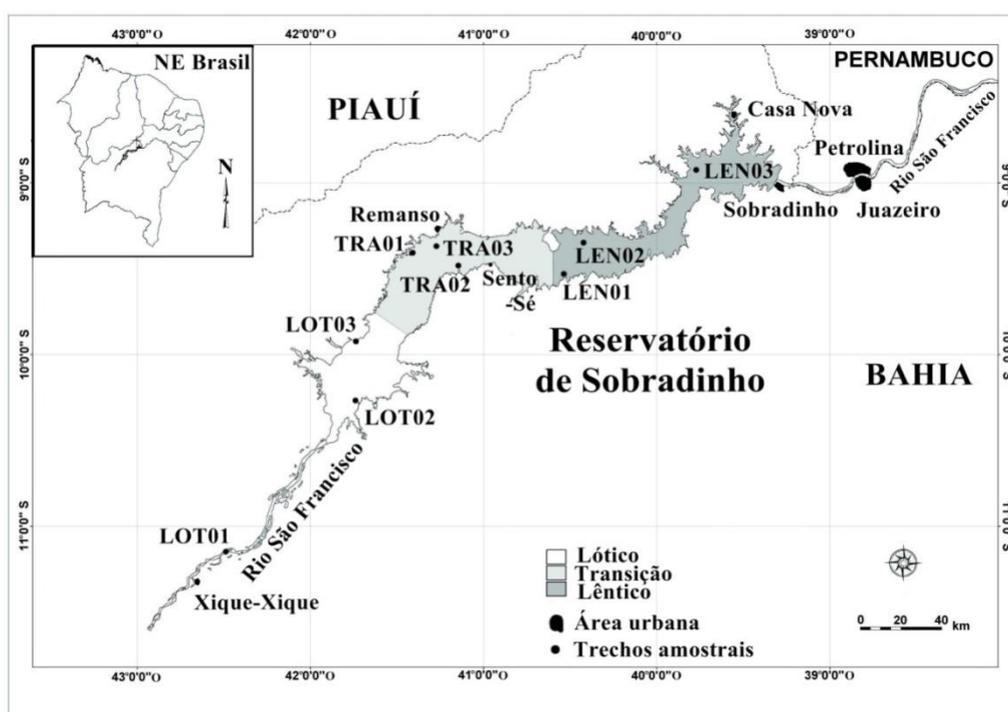
Considerando a importância da ecologia trófica na identificação de fatores determinantes do sucesso de uma espécie, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso dos recursos alimentares por *P. squamosissimus*. Os objetivos específicos desse estudo foram: (i) avaliar diferenças na dieta da espécie ao longo do reservatório (diferentes trechos); (ii) testar a influência da variação de nível hidrológico do reservatório na dieta da espécie (períodos de seca

e cheia); e (iii) verificar a existência de variação ontogenética na dieta da espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

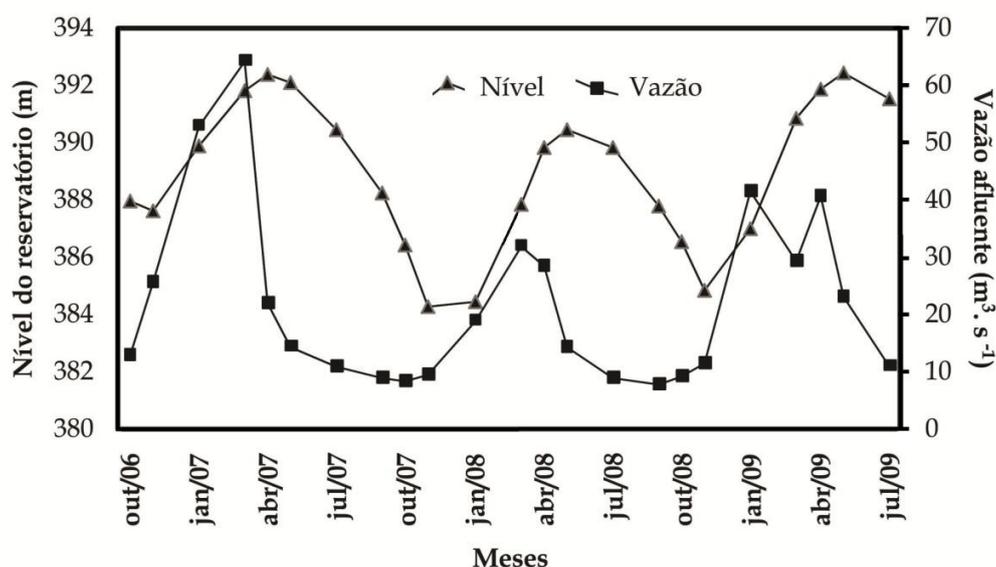
O reservatório de Sobradinho está localizado no rio São Francisco, estado da Bahia, entre as coordenadas 09°25'37''S; 040°49'11''O e 10°59'30''S; 043°04'00''O (Figura 1). Este rio constitui a terceira maior bacia hidrográfica em extensão do Brasil, com aproximadamente 631.133 km<sup>2</sup> (PAIVA, 1982).



**Figura 1.** Localização do reservatório de Sobradinho na região nordeste do Brasil, com delimitação dos diferentes trechos do reservatório e indicação das estações de coleta em cada um deles. LOT = lótico; TRA = transição; LEN = lântico.

O período de cheia no reservatório compreendeu os meses de amostragens de março, maio e julho e o de seca, os meses de novembro, janeiro e setembro (Figura 2). O início das inundações ocorreu a partir do mês de janeiro, com níveis máximos atingidos entre os meses de maio e julho, e níveis mínimos entre os meses de novembro e janeiro, de acordo com o comportamento da vazão afluente e da operação da usina hidrelétrica, que determinaram a variação de nível (acima do nível do mar, em metros). Os valores do volume afluente do rio São

Francisco e do nível do reservatório de Sobradinho foram fornecidos pela Divisão de Gestão de Recursos Hídricos (DORH), da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF). Tendo em vista as características do clima semiárido na região de Sobradinho, foram empregados dados de nível hidrométrico do reservatório, em detrimento de dados pluviométricos, por sua variação estar diretamente associada à vazão afluente ao reservatório, cujo aumento não coincide com o período de maior precipitação na região.



**Figura 2.** Variação mensal da vazão afluente do rio São Francisco e nível do reservatório de Sobradinho durante o período de estudo (Fonte: DORH/CHESF).

#### Procedimento em campo

As coletas foram realizadas em campanhas bimestrais, entre novembro de 2006 e setembro de 2009, em três regiões de amostragem no reservatório, correspondentes aos trechos: lótico (LOT), transição (TRA) e lêntico (LEN) (Figura 1). Foram utilizadas redes de espera com aberturas de malha variadas (12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 mm entre nós-adjacentes), expostas sempre ao anoitecer e recolhidas na manhã seguinte, com exposição de 12 h. Os exemplares foram identificados, pesados (peso total em gramas) e medidos (comprimento padrão em mm), acondicionados em caixas térmicas com gelo e transportados para o laboratório.

#### Procedimento em laboratório

Após a obtenção dos dados biométricos, os peixes foram eviscerados para retirada do trato gastrointestinal. Os estômagos foram retirados, pesados, fixados em formol 4% durante 24 h e conservados em álcool a 70%. Os itens alimentares foram identificados com o auxílio de estereomicroscópio e pesados em balança eletrônica com precisão de 0,001 g. Os itens foram identificados até o menor nível taxonômico possível, com base em literatura especializada (e.g. BRITSKI *et al.*, 1984; MERRITT e CUMMINS, 1996).

#### Análise dos Dados

Os estômagos foram analisados através da proporção relativa em peso de cada item pelo método gravimétrico (HYSLOP, 1980), expresso 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. Os dados da proporção relativa em peso (%) foram utilizados para as análises posteriores.

Os itens alimentares foram agrupados nas seguintes categorias: Peixes (*Anchoviella vaillanti*, *Astyanax* sp., *Curimatella lepidura*, *Crenicichla lepidota*, *Hoplias malabaricus*, *Eigenmannia virescens*, *Lophiosilurus alexandri*, *Metynnis* sp., *Plagioscion squamosissimus*, *Moenkhausia costae*, *Pimelodus maculatus*, *Parauchenipterus galeatus*, *Serrasalmus brandtii*, *Synbranchus marmoratus* e *Tetragonopterus chalceus*; peixes que não puderam ser identificados por apresentarem apenas fragmentos foram agrupados em "partes de peixes"); Camarão (*Macrobrachium* sp.); Insetos Aquáticos (Odonata, Anisoptera, Zygoptera, Corduliidae, Libellulidae, Gomphidae, Ephemeroptera, Chironomidae, Trichoptera, Hemiptera, Coleoptera [cápsula larval e pupa]); Fragmentos de Insetos (Hexapodas (partes), Grillotalpidae); Outros

Invertebrados Aquáticos (Annelida, Bivalvia, Gastropoda, Oligochaeta, Isopoda, Ostracoda e Conchostraca); e Vegetal (tecido vegetal e sementes).

A dieta foi avaliada usando os dados de todos os itens alimentares agrupados nas seis categorias alimentares, utilizando os dados da proporção relativa em peso (%), através de uma combinação de fatores espaciais (trechos: lótico, transição e lêntico) e temporais (períodos: seca e cheia), sendo utilizada uma técnica de ordenação, a análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrica (NMDS) (CLARKE e WARWICK, 2001). As diferenças foram testadas por meio da Análise de Variância Multivariada Permutacional - PERMANOVA (ANDERSON, 2005). Esta análise foi conduzida no programa R 3.0.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013). A análise da variação ontogenética, utilizando os dados da proporção relativa em peso (%), foi empregada para verificar a existência de variação na dieta de *P. squamosissimus* de acordo com o tamanho. Para tal, os indivíduos foram arbitrariamente agrupados nas seguintes classes de comprimento padrão: classe 1 = 65-115 mm; classe 2 = 119-165 mm; classe 3 = 166-215 mm; classe 4 = 216-265 mm; classe 5 = 266-315 mm; e classe 6 = 316-365 mm. A diferença na dieta de *P. squamosissimus* entre as classes de tamanho foi testada por meio de um Procedimento de Permutação Multi-resposta (PPMR) (ZIMMERMAN *et al.*, 1985), com os dados

de peso das categorias agrupadas. A significância foi testada pela randomização de Monte Carlo processada com 10.000 permutações. Para esta análise foi utilizado o software PC-Ord® 4.0 (MCCUNE e MEFFORD, 1999).

## RESULTADOS

Conteúdos estomacais de 1.788 exemplares de *P. squamosissimus*, com comprimento padrão entre 65 e 556 mm, foram analisados para a caracterização da dieta. Dentre esses, 996 indivíduos apresentaram algum tipo de item alimentar no estômago, totalizando 44 itens consumidos. A categoria alimentar Peixes foi dominante na dieta de *P. squamosissimus*, sendo identificadas 17 espécies de presas (Tabela 1). No geral, partes de peixes foi o item com maiores valores de porcentagem em peso na dieta de *P. squamosissimus*, representando até 65,4% da mesma. A dieta também foi composta por outros organismos aquáticos, como *Macrobrachium* sp., insetos aquáticos e outros invertebrados. Hexapoda (partes) também fez parte da dieta da espécie, e, apesar dos baixos valores percentuais, esse recurso alimentar ocorreu em todos os trechos e períodos analisados. Dentre os Insetos Aquáticos, a subordem Anisoptera foi a mais consumida pela espécie. O item *Macrobrachium* sp. apresentou um aumento na participação da dieta no período de cheia (Tabela 1).

**Tabela 1.** Proporção relativa em peso (%) dos itens consumidos por *Plagioscion squamosissimus*, no reservatório de Sobradinho durante o período de novembro de 2006 a setembro de 2009. n.i = Não identificados.

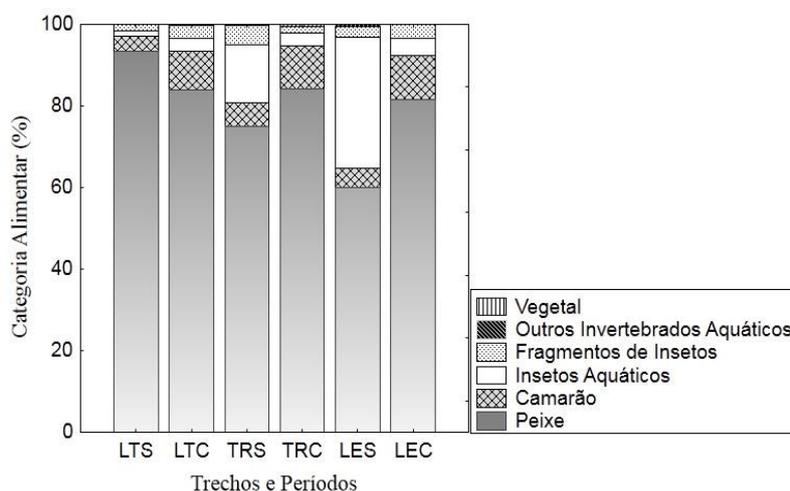
Trecho	Lótico		Transição		Lêntico	
	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia
<b>Período</b>						
<b>Número de estômagos analisados</b>	<b>132</b>	<b>219</b>	<b>266</b>	<b>333</b>	<b>486</b>	<b>352</b>
<b>PEIXES</b>						
<b>Acestrorhynchidae</b>						
<i>Acestrorhynchus</i> spp.				2,06		
<b>Anostomidae</b>						
<i>Schizodon knerii</i>				1,60		
<b>Auchenipteridae</b>						
<i>Parauchenipterus galeatus</i>				0,82	0,60	
<b>Cichlidae</b>						
<i>Cichla</i> spp.		6,66				
<i>Crenicichla lepidota</i>					5,56	
<b>Characidae</b>						
<i>Astyanax</i> spp.	6,84	1,56		0,54		3,46

Tabela 1. continuação...

Trecho Período	Lótico		Transição		Lêntico	
	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia
<b>Número de estômagos analisados</b>	<b>132</b>	<b>219</b>	<b>266</b>	<b>333</b>	<b>486</b>	<b>352</b>
<b>PEIXES</b>						
<i>Metynnis</i> spp.						3,93
<i>Moenkhausia costae</i>			11,20			
<i>Tetragonopterus chalceus</i>		3,16	15,48		1,81	
<i>Serrasalmus brandtii</i>	1,47	1,82		4,71	0,31	
<b>Curimatidae</b>						
<i>Curimatella lepidura</i>		13,90				
<b>Engraulidae</b>						
<i>Anchoviella vaillanti</i>			0,54		1,46	1,13
<b>Erythrinidae</b>						
<i>Hoplias malabaricus</i>					1,17	
<b>Pimelodidae</b>						
<i>Pimelodus maculatus</i>					1,27	
<b>Pseudopimelodidae</b>						
<i>Lophiosilurus alexandri</i>					1,15	
<b>Sciaenidae</b>						
<i>Plagioscion squamosissimus</i>					9,02	
<b>Sternopygidae</b>						
<i>Eigenmannia virescens</i>			4,07			
<b>Synbranchidae</b>						
<i>Synbranchus marmoratus</i>			1,74		3,46	0,22
<b>Characiformes n.i.</b>	19,67	20,29	5,76	22,12	7,39	18,04
<b>Perciformes n.i.</b>				3,04		
<b>Gymnotiformes n.i.</b>		4,52		1,28		
Peixe-partes	65,42	32,71	34,84	47,91	25,36	54,89
Vértebra	0,07	0,00	0,43		1,56	0,06
<b>CAMARÃO</b>						
<i>Macrobrachium</i> sp.	3,51	9,00	5,95	10,73	4,69	10,84
<b>INSETOS AQUÁTICOS</b>						
Anisoptera	0,59	1,95	7,81	2,94	4,37	3,65
Gomphidae			0,12			
Zygoptera		0,29	1,09		19,96	
Odonata	0,20	0,06	0,42		3,11	0,35
Ephemeroptera	0,44		5,50		1,89	0,16
Imago de Ephemeroptera			0,03		0,72	
Chironomidae	0,03	0,02		0,009	1,92	0,02
Larva de Tricoptera					0,01	0,08
Hemiptera					0,01	
Trichoptera	0,16	0,79	0,405			
Pupa (Hexapoda)					0,00	
<b>FRAGMENTOS DE INSETOS</b>						
Hexapoda-partes	1,59	3,01	4,82	1,72	2,62	3,32
Coleoptera		0,03				
<b>OUTROS INVERTEBRADOS</b>						
Annelida			0,18			
Bivalvia ( <i>Corbicula fluminea</i> )			0,00			
Ostracoda					0,16	
Conchostraca				0,02	0,38	0,07
Gastropoda				0,01		
<b>VEGETAL</b>						
Tecido vegetal		0,25	0,03	0,21	0,04	0,02
Semente				0,27		

A categoria Peixes apresentou os maiores valores percentuais de peso, independente do trecho e período amostrado (Figura 3). Insetos Aquáticos e *Macrobrachium* sp. representaram recursos alimentares secundários na dieta da

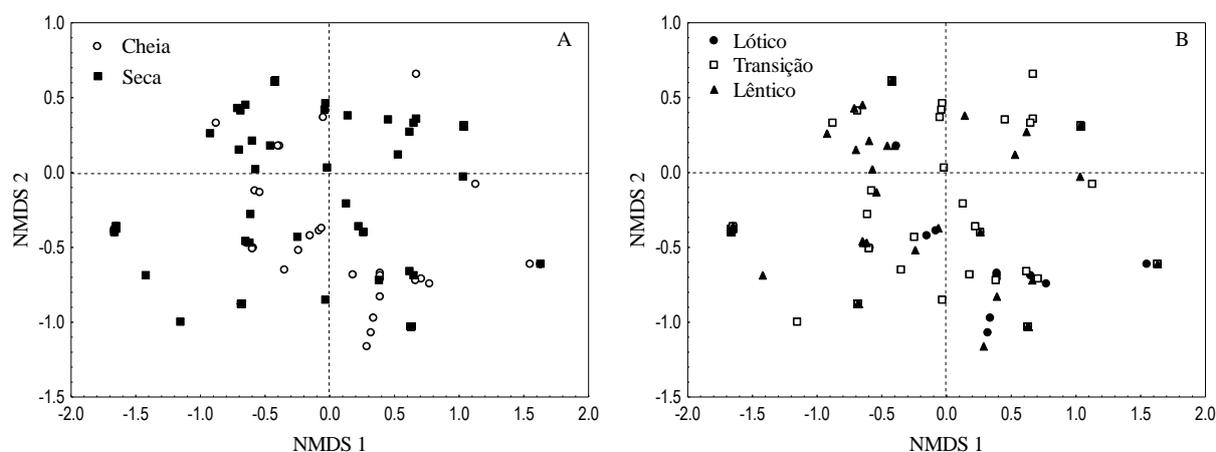
espécie. Os itens pertencentes às demais categorias de recursos alimentares (Outros Invertebrados aquáticos e Vegetal) ocorreram de forma esporádica, podendo ser considerados como itens ingeridos de forma acidental.



**Figura 3.** Composição percentual em peso das categorias alimentares consumidas por *Plagioscion squamosissimus* nos diferentes trechos e períodos analisados no reservatório de Sobradinho. LTS = Lótico Seca; LTC = Lótico Cheia; TRS = Transição Seca; TRC = Transição Cheia; LES = Lântico Seca; LEC = Lântico Cheia.

Comparando-se a composição da dieta por trecho (lótico, transição e lântico - NMDS Stress = 0,03) e por período (seca e cheia - NMDS Stress = 0,01) houve diferença significativa nos recursos alimentares consumidos entre os períodos considerados (Figura 4A) (PERMANOVA, Pseudo-F = 11,396;  $P = 0,001$ ). No entanto, a dieta avaliada por trechos não apresentou diferença

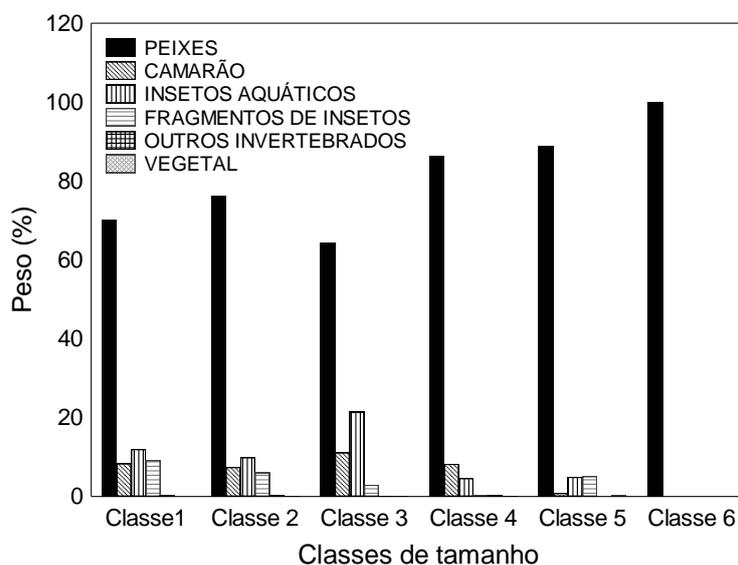
significativa (Figura 4B) (PERMANOVA, Pseudo-F = 1,925;  $P = 0,061$ ). Tal fato está diretamente relacionado ao elevado consumo de Peixes que ocorreu em todos os trechos. As diferenças foram evidentes, apenas, quando comparados os períodos de seca e cheia, com uma acentuada diminuição da participação de Peixes no período de seca e aumento do consumo de Insetos Aquáticos.



**Figura 4.** Ordenação pelo método de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) para período (A) (Stress = 0,01) e trechos (B) (Stress = 0,03) da dieta de *Plagioscion squamosissimus* no reservatório de Sobradinho.

De acordo com a PPMR, foram verificadas mudanças ontogenéticas significativas na dieta da espécie ( $A = 0,05$ ,  $P = 0,00$ ). O elevado consumo de Peixes desde os menores exemplares analisados revela uma preferência por este item, embora outros itens alimentares tenham sido consumidos nas primeiras classes (Figura 5). Indivíduos das classes 1 e 2 consumiram, respectivamente, 70,0% e 76,1% (porcentagem em peso) de Peixes, porém na classe 1 foi registrado apenas partes de peixe. Já na classe 2, foram observados indivíduos de espécies forrageiras, como *Astyanax* sp., *A. vaillanti*

e *M. costae*, além de jovens de *P. maculatus* e *S. brandtii*. Nas classes 3 e 4, Peixes representaram 64,4 e 86,3% da dieta, respectivamente, enquanto Insetos Aquáticos tiveram uma maior participação na dieta da categoria 3. Também foi observado um aumento na diversidade das presas consumidas nessas categorias, como por exemplo, *H. malabaricus*, *P. galeatus*, *Acestrorhynchus* sp., *S. knerii*, *E. virescens*, *L. alexandri*, *C. lepidota*, *Metynnis* sp., *T. chalceus* e *S. marmoratus*, além das espécies já consumidas nas primeiras classes. Nas classes 4 e 5, Peixes foram predominantes.



**Figura 5.** Composição da dieta de *Plagioscion squamosissimus* por classe de tamanho no reservatório de Sobradinho, Brasil. classe 1 = 65-115 mm; classe 2 = 119-165 mm; classe 3 = 166-215 mm; classe 4 = 216-265 mm; classe 5 = 266-315 mm; e classe 6 = 316-365 mm.

## DISCUSSÃO

As primeiras investigações sobre a alimentação da pescada em açudes nordestinos, após sua introdução, evidenciaram dieta composta predominantemente por camarão (FONTENELE e PEIXOTO, 1978), sobretudo *Macrobrachium amazonicum*. Esta espécie de camarão foi introduzida com a finalidade de servir de alimento para os peixes carnívoros utilizados nos programas de peixamento em açudes na região nordeste (TORLONI *et al.*, 1993a, 1993b).

No reservatório de Sobradinho, *P. squamosissimus* apresentou hábito alimentar piscívoro, independente do trecho e período amostrado, concentrando sua dieta quase que

exclusivamente no recurso alimentar Peixe. Porém, é importante ressaltar que apresentou alguma flexibilidade na composição da dieta, evidenciada pelo aumento do consumo de invertebrados (principalmente camarão e insetos) em alguns trechos do reservatório e nos indivíduos das menores classes de tamanho. Para a dieta dessa espécie, essa tendência também foi observada por diversos autores (HAHN *et al.*, 1997; BRAGA, 1998; HAHN *et al.*, 1999; BENNEMANN *et al.*, 2000, 2006; FUGI *et al.*, 2007; COSTA *et al.*, 2009) em diferentes ambientes estudados, como reservatórios, rios, lagoas e planícies de inundação.

Tendência semelhante foi observada por HAHN *et al.* (1997), numa longa investigação

entre os anos de 1983 e 1988, no reservatório de Itaipu e na planície de inundação de Porto Rico (PR), e por BENNEMANN *et al.* (2000), estudando as interrelações da ictiofauna do rio Tigabi, entre os anos de 1992 e 1993. Esses autores confirmam a preferência da espécie por peixe, embora camarão e insetos tenham participado da dieta nos diferentes ambientes amostrados pelos mesmos. BENNEMANN *et al.* (2006) observaram que a pescada apresentou-se como carnívora, porém nem sempre piscívora, devido à alta participação do item camarão em sua dieta nos trechos de influência da represa Capivara.

A alteração na dieta de uma espécie está relacionada às variações na disponibilidade do alimento e às alterações ambientais, principalmente nos reservatórios, que apresentam grandes variações no regime hidrológico, causando constantes modificações na oferta de recursos alimentares disponíveis (NOVAKOWSKI *et al.*, 2007). No reservatório de Sobradinho, o regime hidrológico sofre periodicamente uma ampla oscilação, podendo seu nível ser ocasionalmente reduzido em até 12 m (CEPED, 1987). Este fato pode provocar redução de até 70% na área inundada do reservatório, resultando em perda de habitats para o forrageamento durante o deplecionamento. A região litorânea de reservatórios sujeitos a variações periódicas de nível e extensão representa uma zona de transição terrestre aquática (ZTTA) (WANTZEN *et al.*, 2008), constituindo um biótopo importante para o ciclo de vida de diversas espécies, em particular insetos, crustáceos, moluscos e outros macroinvertebrados bentônicos. No reservatório de Sobradinho, esta região é mais extensa no trecho de transição, em função da menor declividade lateral de suas margens (PINTO *et al.*, 2011).

As modificações observadas na dieta de *P. squamosissimus* no reservatório de Sobradinho, para os distintos períodos de seca e cheia, devem estar diretamente relacionadas à disponibilidade das presas preferenciais durante o ano. O grande consumo de peixes no período de cheia está associado ao incremento na abundância de espécies forrageiras, uma vez que o período reprodutivo no reservatório antecede ao período de cheias. O papel secundário de Camarão na alimentação de *P. squamosissimus*, principalmente no período de cheia, pode estar relacionado com a

maior disponibilidade deste recurso no ambiente, em decorrência da ampliação das áreas marginais, onde costuma desovar (BRAGA, 1998; HAHN *et al.*, 1999; PINTO *et al.*, 2011).

No presente estudo, não foram observadas variações espaciais significativas na tomada do alimento preferencial da espécie, o que é consistente com o hábito alimentar mais especializado do grupo (ABELHA *et al.*, 2001) e a abundância de espécies forrageiras em Sobradinho, onde peixe foi o recurso mais consumido. Em contrapartida, a análise da dieta nos diferentes períodos hidrológicos revelou decréscimo no consumo da categoria Peixes nos trechos de transição e lântico no período de seca. Apesar dos peixes buscarem recursos alimentares com menor capacidade de evasão em ambientes de águas altas, requerendo menor gasto energético (LOLIS e ANDRIAN, 1996; ABELHA *et al.*, 2001), tal fato não foi observado no presente estudo, aspecto evidenciado pelo maior consumo do recurso alimentar Peixe neste período. Este resultado parece estar associado a uma maior disponibilidade do recurso no ambiente no período de cheia, considerando-se que os ambientes amostrados neste período (remansos e canais laterais do rio São Francisco) apresentavam uma ictiofauna diversificada, composta principalmente por Characiformes de pequeno porte (Comunicação pessoal W. Severi). Outro importante aspecto refere-se à intensa predação de peixes no período de águas baixas, ocasionada pela retração do ambiente e pela maior taxa de encontro, o que leva a uma diminuição deste recurso no final do período de seca (LUZ-AGOSTINHO *et al.*, 2008). Outra evidência de variação sazonal, relacionada à disponibilidade de alimento, é a maior proporção de Odonata, Ephemeroptera e outros insetos consumidos no período de seca, nos trechos lântico e de transição, visto que, os organismos que os peixes consomem refletem a disponibilidade do recurso no ambiente (RUSSO *et al.*, 2002). Tal fato se deve às exigências ecológicas destes organismos, uma vez que fatores como profundidade, oxigênio dissolvido e características hidrológicas são os principais fatores que determinam a variação espacial de macroinvertebrados bentônicos em reservatórios (MORETTO *et al.*, 2003).

Em relação às mudanças ontogenéticas na dieta da espécie, é importante ressaltar que

variações morfológicas são responsáveis por diferenças na obtenção e aproveitamento das presas. Outro fator importante é a distribuição espacial dos peixes (MARRIN, 1983), uma vez que indivíduos das menores classes de tamanho habitam, quase que exclusivamente, as regiões litorâneas, onde a densidade absoluta de insetos é maior do que em qualquer outra região do reservatório (VIDOTTO-MAGNONI e CARVALHO, 2009). Mudanças observadas no uso dos recursos ao longo do desenvolvimento ontogenético foram evidenciadas pelo aumento do consumo e diversidade de presas, de acordo com o aumento em tamanho do predador, muito embora o recurso alimentar Peixe tenha sido reportado já nas primeiras classes de tamanho. As menores classes consumiram preferencialmente espécies forrageiras de peixes, de pequeno porte, como por exemplo, *M. costae* e *Astyanax* sp., sendo o recurso Insetos Aquáticos consumidos secundariamente. O maior consumo de peixes pelos indivíduos de maior porte pode ser explicado pela escolha de presas de maior porte, a despeito de diferenças morfológicas, da capacidade de evasão ou preferência de habitat das mesmas, decorrente do desenvolvimento de características morfológicas (WINEMILLER, 1989; AMUNDSEN *et al.*, 2003) e táticas de predação (ABELHA *et al.*, 2001), que permitem a utilização de novos habitats de forrageamento pela espécie. Por outro lado, itens como Insetos Aquáticos, Camarão e Outros Invertebrados não apresentaram este padrão, tendo maior participação na dieta de indivíduos menores (CP < 200 mm). Esta característica parece comum entre peixes dulcícolas, sendo decorrente de diferenças na demanda energética dos indivíduos com o tamanho e de limitações morfológicas, implicando numa diferenciação da dieta durante o desenvolvimento (ABELHA *et al.*, 2001).

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, no reservatório de Sobradinho, a pescada se comportou como piscívora, em função do notável predomínio de peixes e da grande variedade de espécies-presa em sua dieta. Este fato evidenciou que *P. squamosissimus* manteve seu comportamento alimentar baseado nas condições oferecidas pelo ambiente, se beneficiando dos recursos autóctones

mais abundantes disponíveis, aspecto que possivelmente contribuiu para sua colonização bem sucedida do reservatório. Em relação às mudanças ontogenéticas, a espécie se comportou como piscívora e com caráter oportunista desde as primeiras classes de tamanho. O amplo espectro alimentar evidenciado para a espécie pode explicar, pelo menos parcialmente, as razões pelas quais a mesma tem sido tão bem sucedida neste reservatório, ocupando o lugar dos sciaenídeos nativos *Pachyurus squamipinnis* e *P. francisci*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Divisão de Gestão de Recursos Hídricos (DORH/CHESF), pelo fornecimento dos dados hidrológicos. À Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE), pela concessão de bolsas de iniciação científica a Natália C. L. Santos. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de mestrado concedida a Aline A. F. Rocha.

## 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. (eds.) 2007 *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá, Eduem. 453p.
- AMUNDSEN, P.; BOHN, T.; POPOVA, O.A.; STALDVIK, F.J.; RESHETNIKOV, Y.S.; KASHULIN, N.A.; LUKIN, A.A. 2003 Ontogenetic niche shifts and resource partitioning in a subarctic piscivore fish guild. *Hydrobiologia*, 497: 109-119.
- ANDERSON, M. 2005 *PERMANOVA: Permutational Multivariate Analysis of Variance*. Department of Statistics, Auckland. 24p.
- BENNEMANN, S.T.; SHIBATA, O.A.; GARAVELLO, J.C. 2000 *Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica*. Londrina, Eduel. 64p.
- BENNEMANN, S.T.; CAPRA, L.G.; GALVES, W.; SHIBATA, O.A. 2006 Dinâmica trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) em trechos de influência da represa

- Capivara (rios Paranapanema e Tibagi). *Iheringia, Série Zoologia*, 96(1): 115-119.
- BRAGA, F.M.S. 1998 Alimentação de *Plagioscion squamosissimus* (Osteichthyes, Sciaenidae) no reservatório de Barra Bonita, Estado de São Paulo. *Iheringia. Série Zoologia*, 84(1): 11-19.
- 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.
- CASATTI, L. 2003 Family Sciaenidae (Drums or croakers). In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS Jr., C.J. *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre, EDIPUCRS. p.599-602.
- CASATTI, L. 2005 Revision of the South American freshwater genus *Plagioscion* (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). *Zootaxa*, 1080: 39-64.
- CEPED. 1987 *Diagnóstico do acompanhamento evolutivo das pescadas no reservatório de Sobradinho*. Camaçari, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento. 29p.
- CLARKE, K.R. e WARWICK, R.M. 2001 *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd edition: PRIMER-E, Plymouth, UK. 172p.
- CLAVERO, M. e GARCÍA-BERTHO, E. 2005 Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(3): 110-110.
- COSTA, S.A.G.L.; PERETTI, D.; PINTO JÚNIOR, J.E.M.; FERNANDES, M.A.; JÚNIOR, A.M.G. 2009 Espectro alimentar e variação sazonal da dieta de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) na lagoa do Piató, Assu, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31(3): 285-292.
- DEUS, C.P. e PETRERE JR, M. 2003 Seasonal diet shifts of seven fish species in an atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63: 579-588.
- FONTENELE, O. e PEIXOTO, J.T. 1978 Análise dos resultados da introdução da pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) nos açudes do Nordeste. *Boletim Técnico DNOCS*, 36: 85-112.
- FUGI, R.; HAHN, N.S.; NOVAKOWSKI, G.C.; BALASSA, G.C. 2007 Ecologia alimentar da corvina, *Pachyurus bonariensis* (Perciformes, Sciaenidae) em duas baías do Pantanal, Mato Grosso, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia*, 97(3): 343-347.
- HAHN, N. e FUGI, R. 2007 Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: Alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. *Oecologia Brasiliensis*, 11: 469-480.
- HAHN, N.S.; ANDRIAN, I.F.; FUGI, R.; ALMEIDA, V.L.L. 1997 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 sócio-econômicos*. Maringá, Eduem. p.209-228.
- 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. Biological Sciences*, 21(2): 309-314.
- HAVEL, J.E.; LEE, C.E.; ZANDEN, M.J.V. 2005 Do reservoirs facilitate invasions into landscapes. *BioScience*, 55: 518-525.
- HYSLOP, E.P. 1980 Stomach content analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17(4): 411-429.
- JÚLIO JR, H.F.; DEI TÓS, C.; AGOSTINHO, A.A.; PAVANELLI, C.S. 2009 A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper Rio Paraná basin. *Neotropical Ichthyology*, 7: 709-718.
- LOLIS, A.A. e ANDRIAN, I.F. 1996 Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do alto rio Paraná. *Boletim do Instituto de Pesca*, 23: 187-202.
- LUZ-AGOSTINHO, K.D.G.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; JÚLIO JR, H.F. 2008 Influence of flood pulses on diet composition and trophic relationships among piscivorous fish in the upper Paraná River floodplain. *Hydrobiologia*, 607: 187-198.
- MARRIN, D.L. 1983 Ontogenetic changes and intraspecific resource partitioning in the tahoe

- sucker, *Catostomus tahoensis*. *Environmental Biology of Fishes*, 8(1): 39-47.
- MCCUNE, B. e MEFFORD, M.J. 1999. *PC-ORD - Multivariate analysis of ecological data, Version 4*. MjM Software Design, Gleneden Beach. 237p.
- MERRITT, R.W. e CUMMINS, K.W. 1996 *An introduction to the aquatic insects of North America*. Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company. 548p.
- MORETTO, Y.; HIGUTI, J.; TAKEDA, A.M. 2003 Spatial variation of the benthic community in the Corumbá reservoir, Goiás, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 25(1): 23-30.
- NILSSON, C. e BERGGREN, K. 2000 Alterations of riparian ecosystems caused by river regulations. *Bioscience*, 50: 783-792.
- NOVAKOWSKI, G.C.; HAHN, N.S.; FUGI, R. 2007 Alimentação de peixes piscívoros antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*, 7(2): 149-154.
- PAIVA, M.P. 1982 *Grandes represas do Brasil*. Brasília, Editerra. 292p.
- PINTO, G.A.; ROCHA, A.A.F.; SANTOS, N.C.L.; MEDEIROS, T.N.; SEVERI, W. 2011 Variação sazonal na dieta de *Thiportheus guentheri* (Garman, 1890) (Actinopterygii: Characidae), no reservatório de Sobradinho, rio São Francisco, BA. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(3): 297-308.
- ROCHA, A.A.F.; SANTOS, N.C.L.; MEDEIROS, T.N.; PINTO, G.A.; SEVERI, W. 2011 Diet composition and food overlap of *Acestrorhynchus britskii* and *A. lacustris* (Characiformes: Acestrorhynchidae) from Sobradinho reservoir, São Francisco river, Bahia State. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 33(4): 407-415.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2013 *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [online] URL: <<http://www.R-project.org/>>
- ROSENBERG, D.M.; MCCULLY, P.; PRINGLE, C.M. 2000 Global-scale environmental effects of hydrological alterations: Introduction. *BioScience*, 50(9): 746-751.
- RUSSO, M.R.; FERREIRA, F.; DIAS, R.M. 2002 Disponibilidade de invertebrados aquáticos para peixes bentófagos de dois riachos da bacia do rio Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, 24(2): 411-417.
- SOARES, L.H. 1978 *Revisão taxonômica dos sciaenídeos de água doce da região amazônica brasileira- Manaus, Amazonas*. Manaus. 72f. (Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA).
- TORLONI, C.E.C.; SANTOS, J.J.; CARVALHO JUNIOR, A.A.; CORRÊA, A.R.A. 1993a A pescada-do-piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo-Cesp. *CESP Série Pesquisa e Desenvolvimento*, 84: 23p.
- TORLONI, C.E.C.; CORRÊA, A.R.A.; CARVALHO JUNIOR, A.A.; SANTOS, J.J.V.; GONÇALVES, J.L.; GERETO, E.J.; CRUZ, J.A.; MOREIRA, J.A.; SILVA, D.C. DA; DEUS, E.F. de; FERREIRA, A.S. 1993b Produção pesqueira e composição das capturas em reservatórios sob concessão da Cesp nos rios Tietê, Paraná e Grande no período de 1986 a 1991. *CESP Série Produção Pesqueira*, 1: 73p.
- VIDOTTO-MAGNONI, A.P. e CARVALHO, E.D. 2009 Aquatic insects as the main food resource of fish the community in a Neotropical reservoir. *Neotropical Ichthyology*, 7(4): 701-708.
- WANTZEN, K.M.; JUNK, W.J.; ROTHHAUPT, K.O. 2008 An extension of the flood pulse concept (FPC) for lakes. *Hydrobiologia*, 613(1): 151-170.
- WINEMILLER, K.O. 1989 Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. *Environmental Biology of Fishes*, 26: 177-199.
- ZIMMERMAN, G.M.; GOETZ, H.; MIELKE, P.W. JR. 1985 Use of an improved statistical method for group comparisons to study effects of prairie fire. *Ecology*, 66: 606-611.