

Estudo da dieta natural da ictiofauna de um reservatório centenário, São Paulo, Brasil

Amanda R. Ribeiro¹, Renata C. Biagioni² & Welber S. Smith^{1,3}

1. Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional da Universidade Paulista, Sorocaba, SP, Brasil. (amandaribeiro.bio@bol.com.br)

2. Programa de Mestrado em Diversidade e Conservação Biológica da Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, SP, Brasil. (renata_biagioni@hotmail.com)

3. Programa de Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais, Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, Brasil. (welber_smith@uol.com.br)

ABSTRACT. Study of the natural diet of the fish fauna of a centenary reservoir, São Paulo, Brazil. This study aimed characterize and compare the fish feeding from 13 fish species in three areas (river influence zone, transition zone and lake area) of Itupararanga reservoir. We analyzed 436 stomachs, were found 17 food resources, all of autochthonous origin. The predominant species diet were: fish, insect, plant material and debris in the river influence zone; fish, sediment and plant material in the transition zone and insects, fish and scales in the lacustrine zone. The diet was characterized by Feeding Index (IA). Species were categorized in guilds: piscivorous insectivores, detritivores and carcinofagous. The Cluster indicated separation of insectivorous guild in generalist species (insects) and specialized (Chironomidae) which increases to five guilds. In the riverine zone area were found four guilds; in the transition zone three guilds and lacustrine zone two guilds. There was still a dominance of piscivorous species may be related to the age of the reservoir. This study expanded knowledge about fish feeding habits in old reservoirs and their differences comparing existing zones.

KEYWORDS. Guilds, old reservoir, resources origin, Sorocaba river, Itupararanga reservoir.

RESUMO. Este estudo teve como objetivo caracterizar e comparar a alimentação de 13 espécies de peixes em três zonas (zona de influência fluvial, zona de transição e zona lacustre) do reservatório de Itupararanga. Foram analisados 436 estômagos, sendo encontrados 17 recursos alimentares, todos de origem autóctone. As dietas predominantes das espécies foram: peixe, inseto, material vegetal e detritos na zona de influência fluvial, peixe, sedimento e material vegetal na zona de transição e inseto, escama e peixe na zona lacustre. Através do Índice Alimentar, as espécies foram categorizadas nas guildas: piscívora, insetívora, detritívora e carcinófaga. O Cluster indicou separação da guilda insetívora em espécies generalistas (insetos diversos) e especialista (Chironomidae) o que aumenta para cinco guildas. Na zona fluvial foram verificadas quatro guildas; na zona de transição três guildas e na zona lacustre duas guildas. Observou-se ainda uma dominância de espécies piscívoras que pode estar relacionada à idade do reservatório. Este estudo ampliou o conhecimento dos hábitos alimentares dos peixes em reservatórios antigos e suas diferenças, comparando as zonas existentes.

PALAVRAS-CHAVE. Guildas, reservatório antigo, origem recursos, rio Sorocaba, reservatório de Itupararanga.

Em águas doces neotropicais, estão catalogadas 4.475 espécies de peixes, e essa riqueza é estimada em 6.000 espécies (REIS *et al.*, 2003). No Brasil é provável que ocorram aproximadamente 2.587 espécies de peixes, das quais estudos recentes propuseram que 15% ocorram no estado de São Paulo, o que corresponde a cerca de 391 espécies (OYAKAWA & MENEZES, 2011). Desse total, 260 ocorrem no Alto Paraná (OYAKAWA & MENEZES, 2011), 71 espécies na bacia do rio Sorocaba (SMITH *et al.*, 2007) e 22 espécies no reservatório de Itupararanga (SMITH & PETRERE JR., 2007).

O conhecimento da ictiofauna não está restrito aos inventários e aos estudos de dinâmica populacional e estrutura de comunidade. Estudos sobre a dieta de peixes têm grande importância pelo fato de estarem diretamente relacionados à obtenção de energia e ajudarem a entender as atividades envolvidas nos processos de desenvolvimento, crescimento, reprodução e manutenção do organismo (GANDINI *et al.*, 2012; BONATO *et al.*, 2012). Na bacia do rio Sorocaba apenas dois trabalhos abordaram o tema e foram conduzidos na calha principal do rio: VILLARES JUNIOR *et al.* (2008) com *Serrasalmus maculatus* e VILLARES JUNIOR *et al.* (2011) com *Schizodon nasutus*. Em reservatórios nenhum trabalho foi publicado sobre a bacia e em reservatórios antigos essa raridade é ainda maior.

Muitas espécies, durante seu ciclo de vida, alteram suas dietas em função de variações ontogenéticas, morfológicas, comportamentais, fisiológicas ou por fatores ambientais. Estas são regidas por modificações espaciais e sazonais e podem comprometer a disponibilidade dos recursos alimentares locais (ABELHA *et al.*, 2001; DOLBETH *et al.*, 2008; GANDINI *et al.*, 2012). Estas alterações em ambientes naturais, quando não gradativas, geralmente são cíclicas e previsíveis, ao contrário dos distúrbios abruptos causados por intervenções humanas, como a construção de barragens (CASSEMIRO *et al.*, 2002).

Um dos efeitos inevitáveis desses empreendimentos é a influência sobre a ictiofauna (MOL *et al.*, 2007). Esses efeitos vão desde mudanças na composição e abundância das espécies de peixes e até mesmo, redução e eliminação de algumas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010). Esse processo pode levar ainda ao aumento numérico de outras (BENNEMANN *et al.*, 2011; DELARIVA *et al.*, 2013).

Dessa maneira, os hábitos alimentares das espécies componentes deste sistema modificado podem tornar-se determinantes no seu sucesso frente às novas condições (ABELHA *et al.*, 2001; CASSEMIRO *et al.*, 2005; MOL *et al.*, 2007; DELARIVA, *et al.*, 2013). Isso se deve à capacidade que certas espécies têm de explorar vários tipos de recursos, o que proporciona melhor aproveitamento do que está

disponível em determinado momento. Por outro lado, espécies com hábitos alimentares mais especializados possuem menor chance de sobrevivência, pois são mais restritas quanto aos recursos utilizados (HAHN & FUGI, 2007).

Os estudos de ecologia trófica de peixes, que utilizam análise de conteúdos estomacais, fornecem uma oportunidade de se avaliar de forma mais ampla a estrutura do sistema numa macroescala espacial, de forma que o alimento consumido permite reconhecer dentro da ictiofauna grupos tróficos distintos e inferir sobre a sua estrutura, grau de importância dos diferentes níveis tróficos e as inter-relações entre seus componentes (HANH *et al.*, 2002).

No caso dos reservatórios, ABELHA *et al.* (2001) afirmaram que o conhecimento dos recursos alimentares que mantém as populações de peixes e possíveis variações em suas dietas pode ser considerado o passo inicial para compreensão do processo que envolve o estabelecimento de espécies de peixes em reservatórios.

Dentre os trabalhos relacionados à comunidade íctica na bacia do rio Sorocaba e na represa de Itupararanga podemos citar SMITH & PETRERE JR. (2001, 2007, 2008), SMITH (2003), SMITH *et al.* (2003, 2011), mas nenhum aborda a dieta das espécies. Considerando a deficiência de trabalhos que envolvam conhecimentos biológicos da ictiofauna dessa região, objetivou-se descrever a composição dos alimentos utilizados pelas espécies estudadas e estabelecer guildas alimentares, quantificar a importância de cada recurso alimentar e discutir sua origem a fim de determinar quais processos são responsáveis pela manutenção da ictiofauna da represa de Itupararanga. Por se tratar de um reservatório

antigo, o objetivo é responder as seguintes perguntas: (1) Como está estruturada a dieta da ictiofauna no reservatório depois de 103 anos de repesamento? (2) A estrutura trófica da ictiofauna residente no reservatório de Ituparanga difere de outros reservatórios antigos similares?

MATERIAL E MÉTODOS

A represa de Itupararanga, localizada no estado de São Paulo, foi construída em 1911 com o objetivo de geração de energia elétrica, abrangendo parcialmente os municípios de Alumínio, Cotia, Ibiúna, Mairinque, Piedade, São Roque, Vargem Paulista e Votorantim.

Localiza-se no alto curso do rio Sorocaba (Fig. 1), possui uma área de drenagem de 936,51 km², tendo aproximadamente 26 km de canal principal e 192,88 km de margem (SMITH, 2003). Recebe água dos rios Sorocabuçu e Sorocamirim, que se unem para formar o rio Sorocaba (SMITH & PETRERE JR., 2008).

A represa é classificada como eutrófica (MIWA *et al.*, 2011), tendo seu entorno formado predominantemente por elementos da Floresta Estacional Semidecidual, de suma importância por seu valor ecológico e biológico (ALMEIDA *et al.*, 2011), além da intensiva atividade agrícola (SMITH, 2003), áreas de reflorestamento e condomínios.

O trabalho foi realizado através da licença permanente para coleta de material zoológico SISBIO número 24151-1 e certificado pelo Comitê de Ética do Instituto de Ciências da Saúde - UNIP (protocolo nº41/11).

As coletas foram bimestrais entre os meses de julho 2010 a julho 2011, em 12 pontos distribuídos em três zonas: (1) zona de influência fluvial (23K272337/UTM7385401;

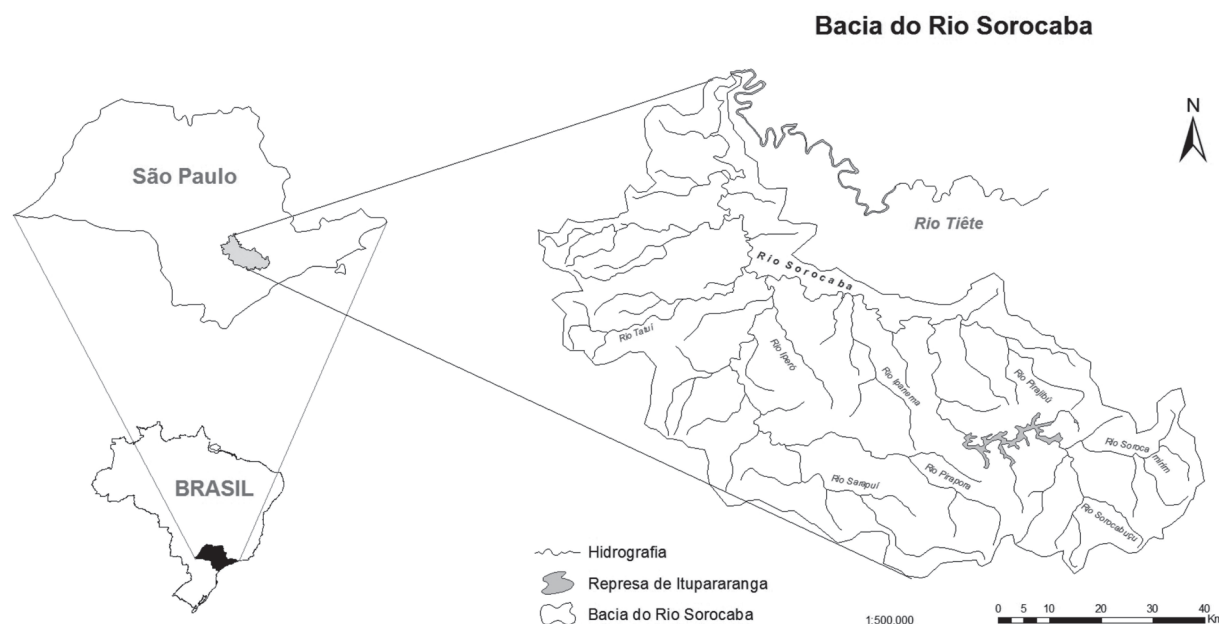


Fig. 1. Mapa da localização da represa de Itupararanga, na bacia hidrográfica do rio Sorocaba.

(2) zona de transição (23K265301/UTM7388699) e (3) zona lacustre (23K255188/UTM7385667). Em cada zona foram utilizadas oito redes de espera com 5 m de comprimento e 1,5 m de altura, com diferentes tamanhos de malhas (30, 40, 50, 60, 70, 80, 100 e 120 mm entre nós opostos). As redes permaneceram 12 horas em cada trecho, instaladas ao entardecer e retiradas ao amanhecer.

Os peixes capturados foram acondicionados em recipientes plásticos com formalina 4% contendo as informações de coleta (mês, malha e trecho). Todo material fixado foi transportado até o Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional da Universidade Paulista (UNIP - Sorocaba), onde foram tomadas as medidas biométricas (comprimento padrão e peso corporal) e identificados utilizando SMITH *et al.* (2003) e SMITH (2003). Em seguida foram removidos os estômagos e estes conservados em álcool 70 °GL.

Para as análises estomacais foram utilizadas somente estômagos com conteúdo e de indivíduos adultos, a fim de evitar comprometimento dos dados em função de alterações ontogenéticas na dieta (ABELHA *et al.*, 2001). Os itens alimentares foram analisados em microscópio estereoscópio e identificados até o menor nível taxonômico através de consulta à bibliografia especializada.

Posteriormente, foi empregado o método volumétrico (Vi) pela atribuição de pontos (HYNES, 1950) e o método de frequência de ocorrência (Fi) (HYSLOP, 1980). Esses métodos foram empregados para a obtenção do índice alimentar que nos permite distinguir adequadamente a importância relativa de cada item (KAWAKAMI & VAZZOLER,

1980). Para estabelecer o grupo trófico das espécies verificou-se a importância relativa dos itens encontrados nas dietas (IAi) (MATTHEWS, 1998), classificando-as segundo GASPAR DA LUZ *et al.* (2001).

Os peixes foram agrupados em guildas tróficas de acordo com análise de Cluster realizada com os dados, utilizando a distância de Pearson e o método UPGMA no software Statistica 5.1 (MANLY, 1986).

RESULTADOS

Um total de 436 conteúdos estomacais de 13 espécies foi analisado, sendo 12 nativas e uma considerada invasora, *Oreochromis niloticus* (Tab. I), pertencentes a quatro ordens (Characiformes, Gymnotiformes, Perciformes e Siluriformes) e dez famílias. As espécies mais abundantes nas amostragens foram: *Geophagus brasiliensis*, *Iheringichthys labrosus*, *Cyphocharax modestus*, *Oligosarcus pinto* e *Astyanax altiparanae*. Na zona de influência fluvial foram capturadas 11 espécies e 231 exemplares sendo *Geophagus brasiliensis* e *Iheringichthys labrosus* as mais comuns; na zona de transição, nove espécies e 174 exemplares sendo *Cyphocharax modestus* e *Geophagus brasiliensis* as mais abundantes; e na zona lacustre quatro espécies e 31 exemplares sendo *Geophagus brasiliensis*, *Oligosarcus pinto* e *Hoplias aff. malabaricus* as mais capturadas (Tab. I).

Na dieta das espécies estudadas foram encontrados 17 diferentes recursos alimentares, que foram classificados como de origem autóctone representando 100% dos itens

Tab. I. Lista das espécies de peixes capturadas na represa de Itupararanga, Estado de São Paulo, Brasil entre os meses de julho de 2010 a julho de 2011 e suas respectivas proporções em % (*, espécie invasora).

ORDEM/Família/Espécie	trecho 1	trecho 2	trecho 3
	Zona de Influência Fluvial	Zona de Transição	Zona Lacustre
CHARACIFORMES			
Characidae			
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	2,20%	1%	0%
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Bristski, 2000	4,30%	14%	10%
<i>Oligosarcus pinto</i> (Amaral Campos, 1945)	5,60%	16%	16%
Erythrinidae			
<i>Hoplias aff. malabaricus</i>	4,80%	3%	16%
Curimatidae			
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)	4,80%	31%	0%
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	1,70%	0%	0%
SILURIFORMES			
Callichthyidae			
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	1,70%	0%	0%
Pimelodidae			
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1835)	4,80%	0%	0%
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lutken, 1874)	28,60%	7%	0%
Locaricariidae			
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	5,20%	2%	0%
GYMNOTIFORMES			
Gymnotidae			
<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)	2,60%	0%	0%
PERCIFORMES			
Cichlidae			
<i>Geophagus brasiliensis</i> Kner, 1865	29,40%	25%	58%
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)*	4,30%	2%	0%
Total	100%	100%	100%

encontrados, sendo esses recursos oriundos do próprio reservatório como algas, larvas, pupas, insetos aquáticos, microcrustáceos e peixe. Na zona de influência fluvial predominaram os itens peixe, fragmento de inseto, material vegetal e sedimento enquanto que na zona de transição os itens que prevaleceram foram peixe, sedimento e material vegetal e na zona lacustre fragmento de inseto, escama e peixe (Tab. II).

Pela análise alimentar foi possível verificar que no reservatório de Itupararanga a guilda piscívora foi a que apresentou a maior riqueza de espécies e a segunda com maior abundância, representando respectivamente 38% e 29% das espécies analisadas.

A guilda que apresentou a maior abundância foi insetívora, correspondendo a 50% das espécies analisadas, destacando-se *Geophagus brasiliensis* que representou 30%

Tab. II. Lista de espécies de peixes, o número de estômagos analisados (N), e o índice alimentar (IAi) da dieta da ictiofauna por zona do reservatório estudada. Categorias de alimentos: FI, fragmento de inseto; CH, Chironomidae; OD, Odonata; OL, Oligochaeta; OP, ovo de peixe; SC, escama; PE, peixe; ES, espinho; PCH, peixe Characiformes; PPE, peixe Perciformes; CO, copepoda; DE, Decapoda; AL, algas; MV, material vegetal; SM, semente; NI, material não identificado; SE, sedimento. Em negrito valores = ou > 50% e * = valores < 0,001.

Zona	Espécie	Composição da Dieta																	
		N	FI	CH	OD	OL	OP	SC	PE	ES	PCH	PPE	CO	DE	AL	MV	NI	SE	
Influência Fluvial	<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	3	0,36	-	0,09	-	-	0,05	0,14	-	-	-	-	-	0,27	-	-	0,09	
	<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Bristski, 2000	3	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95	-	-	
	<i>Oligosarcus pinto</i> (Amaral Campos, 1945)	6	0,06	-	-	-	-	0,06	0,75	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	
	<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i> (Bloch, 1794)	10	-	-	-	-	-	-	0,36	-	0,64	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	
	<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	
	<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	4	-	0,02	-	-	-	-	0,07	-	-	-	0,15	0,66	-	0,10	-	-	
	<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1835)	10	-	-	-	-	-	0,14	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lutken, 1874)	18	0,07	0,56	0,03	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	0,01	0,01	0,22	
	<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	10	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	
	<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)	6	0,66	0,08	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	0,13	0,08	0,03	-	
	<i>Geophagus brasiliensis</i> Kner,1865	13	0,31	0,10	0,05	*	*	0,01	0,01	-	-	-	-	-	0,02	0,22	-	0,28	
	<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)●	1	-	-	-	-	-	-	0,50	0,12	-	-	-	-	0,25	0,13	-	-	
	Transição	<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	4	0,29	-	0,29	-	-	-	0,27	-	-	-	-	-	0,03	-	-	0,12
		<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Bristski, 2000	6	0,03	-	-	-	-	0,02	0,89	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-
<i>Oligosarcus pinto</i> (Amaral Campos, 1945)		11	-	-	-	-	-	-	0,94	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i> (Bloch, 1794)		2	-	-	-	-	-	-	0,50	-	0,50	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)		11	-	0,02	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,35	0,61	
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lutken, 1874)		3	-	0,61	0,23	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)		4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	
<i>Geophagus brasiliensis</i> Kner,1865		6	0,24	0,09	0,02	-	*	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	0,15	-	0,47	
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)●		3	-	-	-	-	0,10	0,05	0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	
Lacustre		<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Bristski, 2000	2	0,20	-	0,10	-	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Oligosarcus pinto</i> (Amaral Campos, 1945)	4	0,20	-	-	-	-	0,13	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i> (Bloch, 1794)	5	-	-	-	-	-	0,14	0,55	0,03	0,14	0,14	-	-	-	-	-	-	
	<i>Geophagus brasiliensis</i> Kner.1865	3	0,12	0,04	0,02	-	-	0,02	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	

● Espécie invasora

dos espécimes coletadas. Dentre as espécies analisadas, as únicas coletadas nos três trechos foram *Astyanax altiparanae*, *Oligosarcus pinto*, *Hoplias aff. malabaricus* e *Geophagus brasiliensis*.

Considerando as três zonas do reservatório, foi obtido o IAI com os valores dos itens alimentares, obtendo quatro guildas tróficas (Tab. III). Através da Fig. 2 foi possível diferenciar a guilda insetívora das espécies que se alimentam de fragmentos de insetos; *Iheringichthys labrosus* se alimentou preferencialmente de Chironomidae, aumentando de quatro para cinco guildas.

No Trecho 1- Rio foi capturada a maior diversidade com a maior riqueza (Fig. 3) e abundância (Fig. 4) de quatro guildas tróficas (carcinófaga, insetívora, piscívora e detritívora), onde se destacou maior abundância de espécies insetívoras (Fig. 4). No Trecho 2- Transição as espécies foram agrupadas em detritívora, insetívora e piscívora, havendo semelhança no número de indivíduos entre as guildas e maior abundância de espécies piscívoras (Fig. 3). No Trecho 3- Lacustre, as espécies foram agrupadas em duas guildas tróficas (piscívora e insetívora) de forma que a maior riqueza foi de espécies piscívoras e a maior abundância de insetívoras (Figs 3 e 4, respectivamente).

DISCUSSÃO

Diante dos distúrbios que os ambientes aquáticos vêm sofrendo nas últimas décadas é de extrema importância o entendimento da biologia e ecologia dos peixes a fim de mitigar as consequências desses impactos na ictiofauna. Neste sentido, o conhecimento da alimentação natural dos peixes é uma importante ferramenta para compreender melhor o funcionamento trófico desses ecossistemas (ABELHA *et al.*, 2001; DIAS *et al.*, 2005).

O reservatório de Ituparanga é considerado de pequeno porte e antigo (com mais de cem anos) e este estudo registrou pela primeira vez os recursos alimentares consumidos pelas principais espécies de sua comunidade íctica em três diferentes zonas.

Dentre as 13 espécies estudadas nas três zonas do reservatório, as piscívoras, insetívoras e detritívoras foram encontradas em maior número. Esses resultados são semelhantes aos que geralmente são encontrados em outros reservatórios mais antigos, como sumarizados por ARAÚJO-LIMA *et al.* (1995) e em estudos mais recentes realizados por AGOSTINHO *et al.* (2007).

Foi constatado que em cada zona os alimentos consumidos em ocorrência ou em quantidade foram distintos. Dentre os alimentos, todos os 17 itens utilizados pelos peixes do reservatório de Ituparanga são de origem alóctone. Essa constatação também foi obtida no reservatório de Lajes, formado em 1908, localizado na bacia do Rio Paraíba (DIAS *et al.*, 2005). Estes autores verificaram que as principais espécies de peixes utilizaram itens alimentares autóctones, sendo que os alimentos provenientes da coluna d'água (microcrustáceos) e do ecótono água/floresta nas áreas marginais constituem as principais fontes. Outros estudos realizados em reservatórios mais recentes todos com mais de 30 anos como os do Médio e Baixo Tietê (SMITH *et al.*, 2003; PEREIRA *et al.*, 2005), no reservatório de Rosana no rio Paranapanema (PELICICE & AGOSTINHO, 2006) corroboram com tais resultados.

Apesar disso, em alguns reservatórios de menor porte e antigos investigados por outros autores, os insetos terrestres tiveram importância como alimento para os peixes, como demonstrado em uma síntese realizada no estudo de FUGI *et al.* (2005) com 24 reservatórios da bacia do Rio Paraná e áreas limítrofes, onde foram registrados os recursos alimentares consumidos por 135 espécies de peixes. Na maioria destes reservatórios, estes autores verificaram maior quantidade de itens das categorias peixes e insetos terrestres consumidos pelos peixes.

ABELHA *et al.* (2005), ao estudarem o reservatório Capivari da bacia litorânea do Estado do Paraná, constataram importante contribuição de itens alóctones na alimentação dos peixes, provenientes da vegetação no seu entorno. HAHN *et al.* (1997) analisaram o reservatório de Segredo, após o primeiro ano de formação, e verificaram

Tab. III. Descrição dos itens consumidos por cada guilda trófica com suas respectivas espécies e zonas de ocorrência, represa de Ituparanga, São Paulo, Brasil entre os meses de julho de 2010 a julho de 2011.

Espécie/guilda trófica	Zona	Descrição dos itens consumidos
Insetívora		
<i>Astyanax fasciatus</i>	Fluvial e Transição	Essencialmente fragmentos de insetos. <i>Iheringichthys labrosus</i> predominantemente Chironomidae e Odonata, além de fragmentos de insetos
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Fluvial, Transição, Lacustre	
<i>Gymnotus carapo</i>	Fluvial	
<i>Iheringichthys labrosus</i>	Fluvial e Transição	
Piscívora		
<i>Astyanax altiparanae</i>	Transição e Lacustre	Predominantemente peixes, com complementação de ninfas de insetos (principalmente Odonata)
<i>Hoplias malabaricus</i>	Fluvial, Transição, Lacustre	
<i>Oligosarcus pinto</i>	Fluvial, Transição, Lacustre	
<i>Pimelodella gracilis</i>	Fluvial	
<i>Tilapia rendalli</i>	Fluvial e Transição	
Detritívora		
<i>Steindachnerina insculpta</i>	Fluvial	Grande quantidade de sedimento com matéria orgânica
<i>Cyphocharax modestus</i>	Fluvial e Transição	
<i>Hypostomus ancistroides</i>	Fluvial e Transição	
Carcinófaga		
<i>Hoplosternum littorale</i>	Fluvial	Predominantemente crustáceos decápodos (camarões)

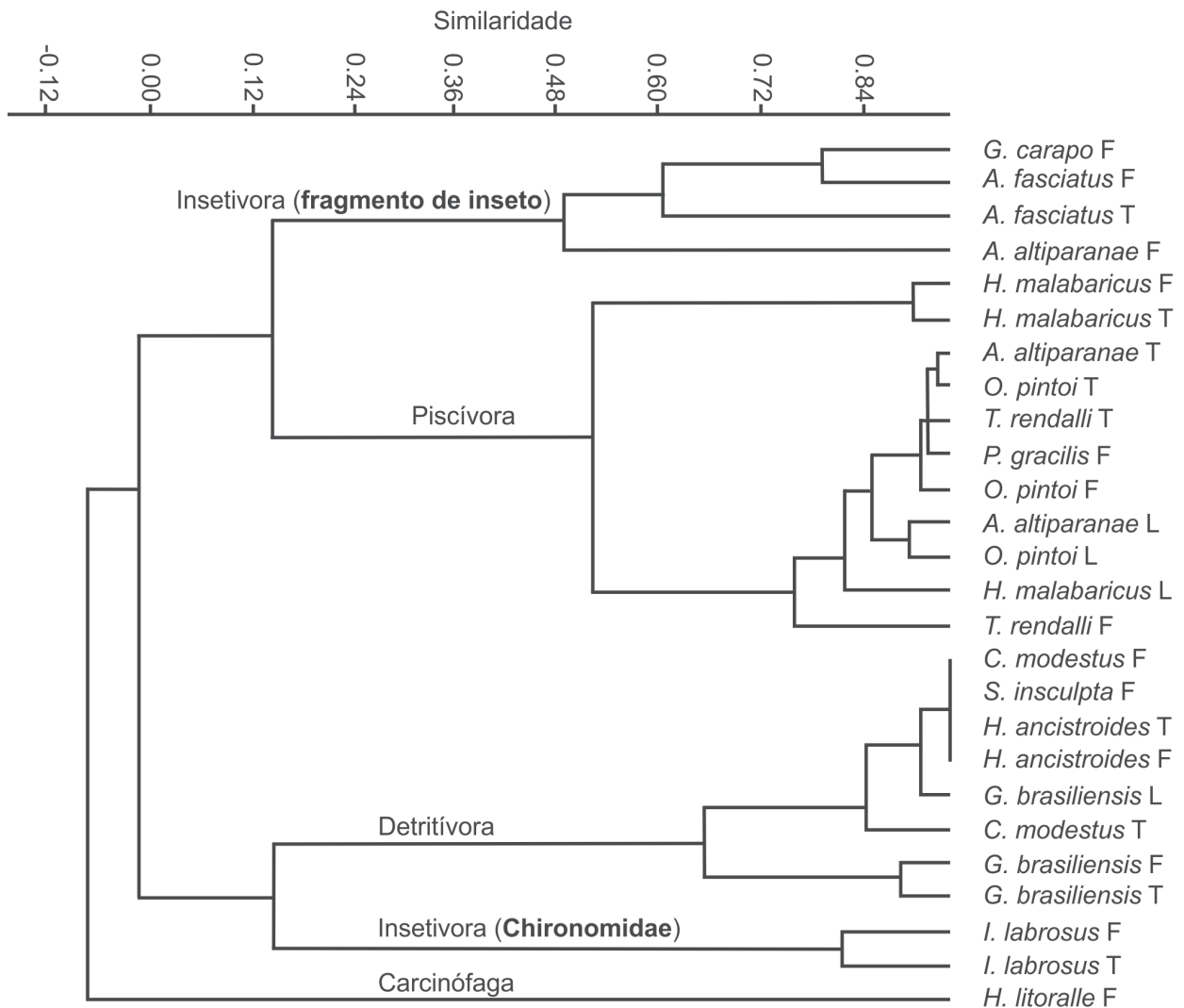


Fig. 2. Análise de Cluster da dieta da comunidade de peixes do reservatório de Itupararanga, São Paulo, Brasil mostrando as guildas tróficas. Correlação cofenética = 0.93. F (zona de influência fluvial), T (zona de transição) e L (zona lacustre).

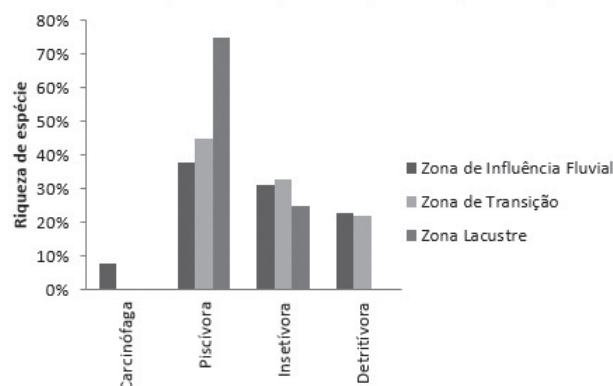


Fig. 3. Riqueza percentual de espécies representantes das diferentes guildas tróficas (carcinófaga, piscívora, insetívora e detritívora), coletadas em julho de 2010 a julho de 2011, nas três zonas: Influência fluvial, Transição e Lacustre do reservatório de Itupararanga, São Paulo, Brasil.

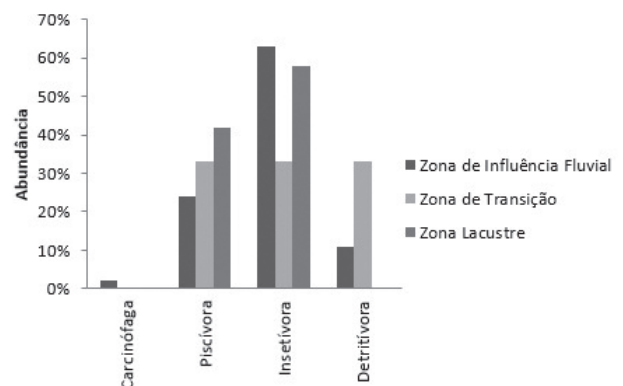


Fig. 4. Abundância percentual das espécies representantes das diferentes guildas tróficas (carcinófaga, piscívora, insetívora e detritívora), coletadas em julho de 2010 a julho de 2011, nas três zonas: Influência fluvial, Transição e Lacustre do reservatório de Itupararanga, São Paulo, Brasil.

que para as 32 espécies estudadas os recursos alimentares consumidos foram: insetos, vegetais, outros invertebrados, detritos/sedimento, peixes, algas e microcrustáceos; mencionaram ainda que as fontes alóctones são importantes na estruturação da comunidade de peixes nesta etapa, logo no início da formação do reservatório.

AGOSTINHO *et al.* (1997) afirmaram que, em ecossistemas lênticos, as espécies possuem uma dieta quase sempre baseada em itens autóctones. PEREIRA *et al.* (2005) verificaram que isso está devidamente associado à caracterização geral da vegetação marginal dos reservatórios que são compostas por áreas de pastagem e cultivo, o que ocorre no reservatório de Itupararanga.

Deve ser ressaltado que o predomínio de itens autóctones é intensificado pela mata ciliar reduzida na maioria dos reservatórios. A mata ripária pode fornecer itens alóctones de forma que, segundo SMITH *et al.* (2003), sua degradação em reservatórios tende a reduzir espécies dependentes desta ou forçar as espécies a explorarem em maior quantidade recursos autóctones. De acordo com PEREIRA *et al.* (2004), a disponibilidade de alimentos de origem alóctone tende a diminuir após anos de represamento.

Como investigado em outros reservatórios (AGOSTINHO *et al.*, 1997; ABELHA *et al.*, 2001; CASSEMIRO *et al.*, 2002; HAHN *et al.*, 2002; DIAS *et al.*, 2005; MOL *et al.*, 2007; BENNEMANN *et al.*, 2011; DELARIVA *et al.*, 2013) os recursos alimentares tendem a sofrer modificações com o decorrer dos anos após o represamento. HAHN *et al.* (1997) analisaram o reservatório de Segredo recém construído e observaram que após o primeiro ano de formação, os principais recursos alimentares consumidos já não eram mais em sua maioria alóctones.

Apesar da interferência exercida pelas barragens sobre o fluxo de energia (AGOSTINHO *et al.*, 1992) e da limitação espacial, o presente estudo mostrou que existe grande variedade de guildas tróficas. Foram constatadas ainda distintas guildas tróficas e quantidades de indivíduos em cada zona avaliada. Com a mudança na proporção dos recursos alimentares disponíveis, algumas guildas podem ser perdidas ou se tornar restritas a poucas espécies (AGOSTINHO *et al.*, 2008; GANDINI *et al.*, 2012).

Das 13 espécies de peixes estudadas entre as três zonas, as guildas tróficas se relacionaram com as características ambientais de cada zona. A zona fluvial composta por quatro guildas (carcinófaga, insetívora, piscívora e detritívora) caracteriza-se como ambiente predominantemente lótico e é o mais raso dentre as zonas analisadas, apresentando macrófitas flutuantes, pedras e galhos que proporcionam áreas de habitats, desova, alimentação e abrigo contra predadores para os peixes. O material lenhoso também favorece a colonização de uma fauna associada e diversificada, especialmente de insetos, aumentando a diversidade de peixes nestes habitats, uma vez que são fontes potenciais de alimentos (OLIVEIRA & BENNEMANN, 2005), o que justifica o fato desta zona apresentar a maior quantidade de guildas. AGOSTINHO & JULIO JR (1999) e MOL *et al.* (2007) relataram que em

reservatórios antigos e rasos os alimentos encontrados em maior abundância são insetos e detritos, corroborando assim com os resultados obtidos no presente estudo visto que, das 13 espécies estudadas, 12 foram capturadas nesta zona e a riqueza de espécies de detritívoros foi maior quando comparada às outras zonas.

Segundo PEREIRA *et al.* (2004), características tais como a elevada transparência da água devido à baixa quantidade de nutrientes, favorecem o desenvolvimento de crustáceos e esclarece a presença de uma espécie carcinófaga coletada. Isso foi evidenciado também por JACOBSEN *et al.*, 2008 e GANDINI *et al.*, 2012, que verificaram que a baixa turbulência das águas favorece a proliferação de invertebrados e aumenta a transparência da água, facilitando o uso do substrato por espécies iliófagas (DUDGEON, 2008).

A zona de Transição apresenta características dos dois tipos de ambientes (lótico e lêntico) e trata-se de uma região cujas áreas marginais possuem intensa atividade agrícola e com grandes áreas desmatadas. Nessa zona, só não ocorre a guilda carcinófaga, devido ao fato dos itens alimentares utilizados pelas espécies serem autóctones.

Na zona Lacustre foi registrada a menor riqueza e abundância de itens alimentares e apenas duas guildas. Isto ocorreu provavelmente devido à maior profundidade, o que dificulta a penetração de luz e torna o local característico para espécies piscívoras como *Oligosarcus pintoii* e *Hoplias aff. malabaricus*.

O predomínio de piscívoras na represa de Itupararanga pode ser devido a mesma questão levantada por DIAS *et al.* (2005) e BENNEMANN, *et al.* (2011) em estudos sobre a alimentação e estrutura trófica de peixes em reservatórios antigos. Esses autores verificaram a tendência da presença de poucas espécies bem estabelecidas com destaque para as piscívoras e invasoras. Isso também foi verificado em estudos semelhantes realizados por WILLIAMS *et al.* (1998), DIAS *et al.* (2005), ABELHA *et al.* (2005), MOL *et al.* (2007) e AGOSTINHO *et al.* (2007).

Dentre as espécies mais abundantes, aquelas consideradas oportunistas representaram a maioria, mostrando a tendência destacada por HAHN & FUGI (2007), em que espécies generalistas predominam ao longo do tempo nestes ambientes. Neste contexto podemos destacar *Geophagus brasiliensis*, que teve a maior abundância e constância nas três zonas estudadas, representando quase 30% do total de espécimes coletados, demonstrando estar bem adaptada a esse ambiente. Segundo ABELHA & GOULART (2004), é uma espécie oportunista que consome diversificados itens devido ao hábito de forrageamento sobre os alimentos com maiores disponibilidades espaciais e temporais. Os fatos corroboram com a afirmativa feita por DELARIVA *et al.* (2013) de que o sucesso da espécie para colonizar ambientes represados está fortemente ligado à estratégia de alimentação, pois espera-se que as espécies com uma dieta mais generalista tenham maior capacidade de explorar os recursos disponíveis.

Com o presente estudo pode-se constatar que a ictiofauna da represa de Itupararanga está sendo sustentada

principalmente por alimentos de origem autóctone, situação esta associada a dois fatores: a idade do reservatório e a degradação da mata ciliar, que poderia servir como fonte de recursos alóctones. A dieta predominante das espécies foi: peixe, inseto, material vegetal e detritos na zona de influência fluvial, peixe, sedimento e material vegetal na zona de transição e inseto, escama e peixe na zona lacustre. As espécies foram classificadas em quatro guildas tróficas: piscívora, insetívora, detritívora e carcinófaga, de forma que a guilda insetívora pôde ser separada em duas (insetos diversos e Chironomidae), aumentando assim, para cinco guildas. Na zona fluvial foram verificadas quatro guildas; na zona de transição três guildas e na zona lacustre duas guildas. Observou-se ainda uma dominância de espécies piscívoras que pode estar relacionada à idade do reservatório.

Agradecimentos. Os autores agradecem à Vice-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade Paulista e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e aos biólogos Márcia Pereira, Anderson Dalmolin Arsentales, Andréia Portella e Maurício Proença pela colaboração e auxílio nas coletas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ABELHA, M. C. F. & GOULART, E. 2004. Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, Biological Sciences **26**(1):37-45.
- ABELHA, M. C. F.; GOULART, E. & PERETTI, D. 2005. Estrutura trófica e variação sazonal do espectro alimentar da assembleia de peixes do reservatório de Capivari, Paraná, Brasil. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. eds. **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos, RIMA, p. 243- 252.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. & PELICICE, F. M. 2007. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá, EDUEM. 501p.
- AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S.; GOMES, L. C. & BINI, M. 1997. Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A. & HAHN, N. S. eds. **A planície de inundação do alto rio Paraná; aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, EDUEM, p.229-248.
- AGOSTINHO, A. A. & JÚLIO JÚNIOR, H. F. 1999. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP, p. 374-399.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR, H. F. & BORGHETTI, J. R. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Revista UNIMAR* **14** (supl.):89-107.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. & GOMES, L. C. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology* **68**(4, suppl.):1119-1132.
- ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; SAAD, A. R. & ALVARENGA, M. C. 2010. Considerações sobre os impactos ambientais decorrentes da implantação de reservatórios hidrelétricos com ênfase nos efeitos ocorrentes em aquíferos livres e suas consequências. *Revista Geociência* **29**(3):355-367.
- ALMEIDA, V. P.; CARVALHO, R. B. & CATHARINO, E. L. M. 2011. Flora. In: BEU, S. E. et al. org. **Biodiversidade na APA de Itupararanga: Condições atuais e perspectivas futuras**. São Paulo: SMA/FF/UFSCar/CCR-Via Oeste, p. 72-90.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; AGOSTINHO, A. A. & FABRÉ, N. N. 1995. Trophic aspects of fish communities in Brazilian Rivers and reservoirs. *Limnology in Brazil*, p. 105-136. Disponível em <ftp://ftp.nupelia. uem.br/users/agostinhoaa/publications/038-TUNDISI-Araujo-Lima-et al.pdf>. Acesso em 20.08.2011.
- BENNEMANN, S. T.; GALVES, W. & CAPRA, L. G. 2011. Recursos alimentares utilizados pelos peixes e estrutura trófica de quatro trechos no reservatório Capivara (Rio Paranapanema). *Biota Neotropica* **11**(1):63-71.
- BONATO, K. O.; DELARIVA, R. L. & SILVA, J. C. 2012. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. *Zoologia* **29**:27-38.
- CASSEMIRO, F. A. S.; HAHN, N. S. & DELARIVA, R. L. 2005. Estrutura trófica da ictiofauna, ao longo do gradiente longitudinal do reservatório de Salto Caxias (rio Iguaçu, Paraná, Brasil), no terceiro ano após o represamento. *Acta Scientiarum*, Biological Sciences **27**(1):63-71.
- CASSEMIRO, F. A. S.; HAHN, N. S. & FUGI, R. 2002. Avaliação da dieta de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Osteichthyes, Tetragonopterinae) antes e após a formação do reservatório de Salto Caxias, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, Biological Sciences **24**(2):419-425.
- DELARIVA, R. S.; HAHN, N. S. & KASHIWAQUI, E. A. L. 2013. Diet and trophic structure of the fish fauna in a subtropical ecosystem: impoundment effects. *Neotropical Ichthyology* **11**(4):891-904.
- DIAS, A. C. M. I.; BRANCO, C. W. C. & LOPES, V. G. 2005. Estudo da dieta natural de peixes no reservatório de Ribeirão das Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum*, Biological Sciences **27**(4):355-364.
- DOLBETH, M.; MARTINHO, F.; LEITÃO, R.; CABRAL, H.; PARDAL, M. A. 2008. Feeding patterns of the dominant benthic and demersal fish community in a temperate estuary. *Journal of Fish Biology* **72**:2500-2517.
- DUDGEON, D. 2008. **Tropical Stream Ecology**. Oxford, Elsevier. 370p.
- FUGI, R.; HAHN, N. S.; LOUREIRO-CRIPPA, V. & NOVAKOWSKI, G. C. 2005. Estrutura trófica da ictiofauna em reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. eds. **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos, Rima, p. 185-195.
- GANDINI, C. V.; BORATTO, I. A.; FAGUNDES, D. C. & POMPEU, P. S. 2012. Estudo da alimentação dos peixes no rio Grande à jusante da usina hidrelétrica de Itutinga, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* **102**(1):56-61.
- GASPAR DA LUZ, K. D.; ABUIANRA, 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*, Biological Sciences **23**(2):401-407.
- HAHN, N. S.; FUGI, R.; ALMEIDA, V. L. L.; RUSSO, M. L. & LOUREIRO, V. E. 1997. Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo. In: AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. eds. **Reservatório de Segredo - Bases Ecológicas para o Manejo**. Maringá, Nupelia – EDUEM, p. 141-162.
- HAHN, N. S.; FUGI, R.; PERETTI, D.; RUSSO, M. R. & LOUREIRO-CRIPPA, V. E. 2002. **Estrutura trófica da ictiofauna da planície de inundação do alto rio Paraná**. Disponível em <http://www.peld.uem.br/Relat2002/pdf/comp_biotico_estruturaTrofica.pdf>. Acesso em 19.07.2010.
- HAHN, N. S. & FUGI, R. 2007. Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. *Revista Oecologia Brasiliensis* **11**(4):469-480.
- HYNES, H. B. N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food fishes. *Journal of Animal Ecology* **19**:36-57.
- HYSLOP, E. J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* **17**(4):411-429.
- JACOBSEN, D.; CRESSA, C.; MATHOOKO, J. M. & DUDGEON, D. 2008. Macroinvertebrates: Composition, Life Histories and Production. In: DUDGEON, D. ed. **Tropical Stream Ecology**. Oxford, Elsevier, p.65-105.
- KAWAKAMI, E. & VAZZOLER, G. 1980. Método gráfico e estimativa do índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico* **29**(2):205-207.
- MANLY, B. J. 1986. **Multivariate statistical methods: a primer**. London, Chapman & Hall. 281p.
- MATTHEWS, W. J. 1998. **Patterns in Freshwater Fish Ecology**. London, Chapman & Hall. 752p.

- MIWA, A. C. P.; BOTTINO, F.; SANTOS, A. C. A. & CALIJURI, M. C. 2011. Limnologia do reservatório Itupararanga. *In*: BEU, S. E. *et al.* org. **Biodiversidade na APA de Itupararanga: Condições atuais e perspectivas futuras**. São Paulo, SMA/FF/UFSCar/CCR-Via Oeste, p. 65-71.
- MOL, J. H.; MÉRONA, B.; OUBOTER, P. E. & SAHDEW, S. 2007. The fish fauna of Brokopondo Reservoir, Suriname, during 40 years of impoundment. **Neotropical Ichthyology** 5(3):351-368.
- OLIVEIRA, D. C. & BENNEMANN, S. T. 2005. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. **Biota Neotropica** 5(1). Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S167606032005000100011&script=sci_arttext>. Acesso em 23.08.2011.
- OYAKAWA, O. T. & MENEZES, N. A. 2011. Checklist of fresh water fishes from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**. Disponível em <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/en/abstract?inventory=bn0021101a2011>>. Acesso em 06.11.2011.
- PELICICE F. M. & AGOSTINHO, A. A. 2006. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. patches in a tropical reservoir, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish** 15:10-19.
- PEREIRA, C. C. G. F.; SMITH, W. S. & ESPÍNDOLA, E. L. G. 2004. Hábitos alimentícios de nueve espécies de peces del embalse de Três Irmãos, São Paulo, Brasil. **Universidade y Ciencia** 1:33-38.
- PEREIRA, C. C. G. F.; SMITH, W. S.; ESPÍNDOLA, E. L. G. & ROCHA, O. 2005. Alimentação de *Plagioscion squamosissimus* no Médio e Baixo rio Tietê, São Paulo, Brasil. *In*: ROCHA, O. *et al.* org. **Espécies invasoras em águas doces**. São Paulo, Universidade Federal de São Carlos, p. 26-44.
- REIS, R. E.; KULLANDER S. O. & FERRARI JR, C. J. 2003. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDPUCRS. 729p.
- SMITH, W. S. 2003. **Os peixes do Rio Sorocaba: a história de uma bacia hidrográfica**. Sorocaba-SP, Editora TCM – Comunicação. 164p.
- SMITH, W. S.; PEREIRA, C. C. G. F.; ESPÍNDOLA, E. L. G. & ROCHA, O. 2003. A importância da zona litoral para a disponibilidade de recursos alimentares à comunidade de peixes em reservatórios. *In*: HENRY, R. org. **Ecótonos nas interfaces dos Ecossistemas Aquáticos**. São Carlos, Rima, p.233-248.
- SMITH, W. S. & PETRERE JR, M. 2001. Peixes em represas: o caso de Itupararanga. **Ciência Hoje** 29(170):74-78.
- _____. 2007. Fish, Itupararanga Reservoir, Sorocaba River Drainage, São Paulo, Brazil. **Check List** 3(2).
- _____. 2008. Spatial and temporal patterns and their influence on fish community at Itupararanga Reservoir, Brazil. **Revista de Biologia Tropical** 56(4):2005-2020.
- SMITH, W.S.; PETRERE JR., M. & BARRELLA, W. 2003. The fish fauna in tropical rivers: The case of the Sorocaba river basin, SP, Brazil. **Revista de Biologia Tropical** 51(3):769-782.
- _____. 2007. Fish, Sorocaba river sub-basin, state of São Paulo, Brazil. **Check List** 3(3).
- SMITH, W. S.; RIBEIRO, A. R. & BIAGIONI, R. C. 2011. A ictiofauna da Represa de Itupararanga, Bacia do Alto Sorocaba, SP, Brasil. *In*: BEU, S. E. *et al.* org. **Biodiversidade na APA de Itupararanga: Condições atuais e perspectivas futuras**. São Paulo, SMA/FF/UFSCar/CCR-Via Oeste, p. 140-150.
- VILLARES JÚNIOR, G. A.; GOMIERO, L. M. & GOITEIN, R. 2008. Alimentação de *Serrassalmus maculatus* (Kner, 1858) (Characiformes: Serrasalminae) no trecho inferior da bacia do rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences** 30:173-178.
- VILLARES JÚNIOR, G. A.; GOMIERO, L. M. & GOITEIN, R. 2011. Biological aspects of *Schizodon nasutus* Kner, 1858 (Characiformes, Anostomidae) in the low Sorocaba river basin, Sao Paulo state, Brasil. **Brazilian Journal of Biology** 71:763-770.
- WILLIAMS, J. D.; WINEMILLER, K.; TAPHORN, D. C. & BALBAS, L. 1998. Ecology and status of piscivores in Guri, an oligotrophic tropical reservoir. **North American Journal of Fisheries Management** 18:274-285.