

# Distribuição e alimentação de duas espécies simpátricas de piranhas *Serrasalmus maculatus* e *Pygocentrus nattereri* (Characidae, Serrasalminae) do rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil

Everton R. Behr<sup>1</sup> & Cleiton A. Signor<sup>2</sup>

1. Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria. Av. Independência, 3751, 98300-000 Palmeira das Missões, RS. (everton\_behr@hotmail.com)
2. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal do Mato Grosso, Instituto de Biociências. Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n, CCBS-II, Boa Esperança, 78060-900 Cuiabá, MT. (cleitonsignor@yahoo.com.br)

**ABSTRACT.** Distribution and feeding of two sympatric species of piranhas *Serrasalmus maculatus* and *Pygocentrus nattereri* (Characidae, Serrasalminae) of the Ibicuí river, State of Rio Grande do Sul, Brazil. Two species of piranhas occur in the Ibicuí River, one of the main tributaries of the Uruguay River in southern Brazil, *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 and *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858. In order to analyze the distribution and feeding habits of these species we conducted collecting expeditions from December 1999 to January 2002, using a variety of fishing gears in three sites along the river, both in lentic and lotic habitats. A total of 203 individuals of *S. maculatus* and 86 of *P. nattereri* were caught, mostly in lentic habitats and closer to the Uruguay River, were *P. nattereri* seems to be more concentrated. The number of individuals captured at different times did not show variation in *P. nattereri* while the number of *S. maculatus* captured at mid-night was the highest. Young *S. maculatus* (2-4 cm standard length) fed mainly on fish fins and insects. Fish was the predominant item in remaining size classes for both species, with intra- and inter-specific overlap in larger classes (8-16 cm and >16 cm standard length). No differences in the repletion index between day time or habitats, were observed for the two species.

**KEYWORDS.** *Serrasalmus maculatus*, *Pygocentrus nattereri*, distribution, feeding, Ibicuí River.

**RESUMO.** Duas espécies de piranhas ocorrem no rio Ibicuí, um dos principais afluentes do rio Uruguai. Com o objetivo de analisar a distribuição e a alimentação destas espécies, foram realizadas coletas de dezembro de 1999 a janeiro de 2002, utilizando-se diferentes artes de pesca em três pontos do rio, sendo que cada ponto foi amostrado em dois ambientes (lêntico e lótico). Foram capturados 203 indivíduos de *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 e 86 de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858, sendo que a maior captura de ambas as espécies ocorreu no ambiente lêntico e próximo ao rio Uruguai, onde *P. nattereri* parece estar mais concentrada. O número de exemplares capturados por horário não apresentou variações significativas em *P. nattereri* enquanto que *S. maculatus* apresentou a maior captura na revisão da meia-noite. Juvenis de *S. maculatus* (2-4 cm de comprimento padrão) consumiram preferencialmente nadadeiras e insetos. Nas demais classes de tamanho de ambas as espécies, restos de peixes foi o alimento predominante, havendo sobreposição alimentar intra e interespecífica nas maiores classes (8-16 cm e >16 cm de comprimento padrão). Não foram constatadas diferenças no índice de repleção entre os horários e os ambientes para as duas espécies.

**PALAVRAS-CHAVE.** *Serrasalmus maculatus*, *Pygocentrus nattereri*, distribuição, alimentação, rio Ibicuí.

No rio Uruguai ocorrem três espécies de piranhas (SVERLIJ *et al.*, 1998). Uma destas espécies foi sempre referida na literatura como *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1858. Entretanto, após a revisão realizada por JÉGU (2003), o nome aceito para as bacias dos rios Amazonas e Paraguai-Paraná é *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858. Embora três espécies sejam citadas para o rio Uruguai, no trecho brasileiro são registradas apenas *S. maculatus* e *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 (BERTOLETTI, 1985). Na região do alto rio Uruguai, BERTOLETTI *et al.* (1989, 1990) capturaram apenas *S. maculatus* na área onde foi construída a usina hidrelétrica de Itá e na área da futura usina hidrelétrica de Garabi. Recentemente, a presença de *P. nattereri* foi constatada na região do alto rio Uruguai, embora em número muito menor que *S. maculatus* (E. Zaniboni-Filho, com. pess.).

*Serrasalmus maculatus* é citada por WEIS *et al.* (1983) e BOSSEMEYER *et al.* (1985) para os rios Ibicuí-Mirim e Santa Maria, respectivamente, os quais são afluentes do rio Ibicuí. Os únicos estudos realizados no Rio Grande do Sul exclusivamente com *S. maculatus* foram aqueles

de BEHEREGARAY *et al.* (2000, 2001) na barragem de Sanchuri em Uruguaiana, abordando vários aspectos da biologia da espécie.

As piranhas ou palometas são peixes neotropicais capazes de arrancar pedaços de suas presas e podem atacar animais consideravelmente maiores (MYERS, 1972; AGOSTINHO *et al.*, 1997). Hábitos mutilantes e oportunistas têm sido reportados às piranhas devido ao ataque a diversas espécies de peixes em cativeiro ou no ambiente natural (SAZIMA & ZAMPROGNO, 1985; NORTHCOTE *et al.*, 1987; SAZIMA & POMBAL JR., 1988; SAZIMA & MACHADO, 1990; BISTONI & HARO, 1995; POMPEU, 1999; OLIVEIRA *et al.*, 2004) e em redes de pesca (AGOSTINHO & MARQUES, 2001).

Uma dieta onívora com tendência à piscivoria tem sido diagnosticada para várias espécies de piranhas (LEÃO *et al.*, 1991; ALMEIDA *et al.*, 1998; POMPEU, 1999; AGOSTINHO *et al.*, 2003). Os juvenis preferem nadadeiras de peixes, microcrustáceos, insetos e, em algumas espécies, sementes (SAZIMA & ZAMPROGNO, 1985; MACHADO-ALLISON & GARCIA, 1986; NICO & TAPHORN,

1988; WINEMILLER, 1989; NICO, 1990; POMPEU, 1999; ALVIM *et al.*, 1999). Os adultos ingerem principalmente pedaços de peixes, pequenos peixes inteiros e escamas (NICO & TAPHORN, 1988; MAGALHÃES *et al.*, 1990; BISTONI & HARO, 1995; ALMEIDA *et al.*, 1998; POMPEU, 1999; AGOSTINHO *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Apesar de várias espécies serem simpátricas em diversos sistemas hidrográficos sul-americanos, poucos trabalhos realizaram comparações entre a dieta destas. Neste contexto, este estudo tem por finalidade analisar a distribuição, a ocupação de habitat, a abundância e a atividade alimentar de *S. maculatus* e *P. nattereri* no rio Ibicuí, bem como comparar a dieta analisando as variações ontogenéticas da dieta das espécies e comparar os padrões de atividade alimentar entre ambientes lóticos e lênticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas em três pontos do rio Ibicuí, afluente do rio Uruguai, no trecho entre os municípios de São Vicente do Sul e Itaqui, correspondendo aos mesmos pontos de amostragem descritos em FAGUNDES *et al.* (2008). O ponto 1 situa-se pouco abaixo da foz do rio Santa Maria, entre os municípios de São Vicente do Sul e Cacequi (29°47'S e 54°56'W); o ponto 2 no trecho médio do rio, entre Manoel Viana e Alegrete (29°33'S e 55°37'W) e o ponto 3, acima da foz do rio Ibirocaí, entre Itaqui e Alegrete (29°25'S e 56°37'W). Em cada ponto foram amostrados ambientes lóticos e lênticos constituídos, respectivamente, pela calha principal do rio e por uma lagoa ou canal adjacente. Os ambientes lênticos apresentam, além da distância geográfica entre si, outras características que os diferenciam. No ponto 1, este ambiente é o canal de um pequeno córrego, mas forma uma lagoa quando a água está alta, localizada a cerca de 40 m de distância do rio. Em períodos de águas baixas, permanece somente o canal, sem correnteza, com largura variando entre três e oito metros. No ponto 2 a lagoa está conectada ao rio por um estreito e curto canal (dois a três metros de largura e cerca de oito metros de comprimento). Esta é profunda e suas margens são totalmente cobertas por vegetação arbórea e arbustiva, com muitos galhos de árvores caídos em suas margens. Esta lagoa tem cerca de 150 m de comprimento e 70 m de largura, ficando isolada do rio em períodos de águas baixas. A lagoa do ponto 3 possui grandes proporções, com praticamente a mesma largura que o rio (em torno de 200 m), tendo sua maior largura no ponto em que se liga a ele. Nenhum desses ambientes lênticos apresenta macrófitas aquáticas em abundância.

Foram realizadas coletas bimestrais, de dezembro de 1999 a janeiro de 2002. Para cada ambiente foram utilizados 10 m de redes de espera com malhas de 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 cm; 20 m de redes de espera com malhas de 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 e 10,0 cm; feiteceiras 4,0/20,0; 5,0/20,0 e 6,0/20,0 (todas as malhas medidas entre nós adjacentes). Também foram utilizadas redes de arrasto e linhas de mão, entretanto os peixes capturados por estes métodos não foram considerados na análise de captura por ponto, ambiente e horário.

As redes de espera permaneceram na água por 24h, sendo revisadas a cada seis horas, sempre nos mesmos horários (6, 12, 18 e 24h). As redes de arrasto foram utilizadas duas vezes entre as 16 e 18h, em locais diferentes. A linha de mão foi utilizada esporadicamente

em algumas amostragens. Os peixes coletados foram numerados, fixados com formol a 10% e depois conservados em álcool 70% conforme MALABARBA & REIS (1987). Cada amostra teve seus dados de data, horário de captura, local e aparelho de pesca anotado.

Em laboratório, os peixes foram pesados e medidos (comprimento padrão e comprimento total). O estômago foi retirado e pesado, sendo verificado o grau de repleção e atribuídos pontos conforme a seguinte escala: 0 - completamente vazio; 1 - até 25% do estômago com conteúdo; 2 - acima de 25% até 75% do estômago com conteúdo; 3 - acima de 75% do estômago com conteúdo.

Os estômagos foram abertos para verificação da dieta, sendo utilizados os métodos de frequência de ocorrência e gravimétrico (HYSLOP, 1980; ZAVALA-CAMIN, 1996). Ambos os métodos foram combinados no Índice Alimentar (IAi) (KAWAKAMI & VAZZOLER, 1980), expresso pela equação:

$$IAi = \frac{Fi \cdot Pi}{\sum_{i=1}^n (Fi \cdot Pi)} \cdot 100$$

Onde:

IAi = Índice Alimentar;

Fi = Frequência relativa do alimento categoria *i* e

Pi = Participação gravimétrica relativa do alimento categoria *i*.

Os conteúdos estomacais foram identificados a olho nu ou com auxílio de lupa. Para identificação dos itens alimentares foram utilizadas chaves dicotômicas, comparação com material de referência e consultas a especialistas. Os itens alimentares foram agrupados em sete categorias: restos de peixes (carne, ossos, escamas); nadadeiras (quando apenas raios estavam presentes, sem pedúnculo); peixe inteiro (pelo menos 70% do corpo); insetos, crustáceos; outros vertebrados; vegetais. A sobreposição alimentar foi calculada usando a sobreposição de SCHOENER (1970) adaptada por AGOSTINHO *et al.* (2003), expressa em porcentagem, nos quais valores próximos de zero indicam pouca sobreposição alimentar e valores próximos de 100 significam dietas muito similares. Valores acima de 60% significam alta sobreposição. Este percentual de sobreposição é expresso pela seguinte equação:

$$P_{jk} = \left[ \frac{\sum_n (\text{mínimo } p_{ij}, p_{ik})}{n} \right] * 100 \quad \text{Onde:}$$

P<sub>jk</sub> = percentual de sobreposição entre espécie *j* e espécie *k*;

p<sub>ij</sub>, p<sub>ik</sub> = proporção do recurso *i* em relação a todos os recursos usados pela espécie *j* e espécie *k* e

*n* = número de recursos alimentares.

Variações na atividade alimentar relacionadas ao ritmo circadiano, às classes de comprimento e aos ambientes foram verificadas empregando-se o grau de repleção médio (GR médio) (SANTOS, 1978). Para a análise da atividade alimentar em relação ao comprimento e visando facilitar comparações com outros trabalhos, os indivíduos foram agrupados nas seguintes classes de comprimento padrão (em cm): 2-4; >4-8; >8-16 e >16. Para a avaliação da atividade alimentar relacionada ao ritmo circadiano e aos ambientes, também foi utilizada a variação do Índice de Repleção Estomacal (IR), o qual representa a relação entre o peso do estômago e o peso total do indivíduo (SANTOS, 1978). Os dados de IR foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, utilizando o programa Statistica for Windows 5.0. Foi

realizado o teste de Levene para testar a homogeneidade de variância. O teste do  $\chi^2$  (qui-quadrado) foi utilizado para verificar diferenças na captura entre pontos, ambientes e horários utilizando o programa BioEstat 3.0 (AYRES *et al.*, 2003).

## RESULTADOS

Foram coletados 203 exemplares de *S. maculatus* sendo 164 em redes de espera, 22 em linhas e 17 nos arrastos. Destes, foram utilizados 199 para o estudo da alimentação sendo que 180 apresentaram algum conteúdo no estômago. Dos 86 exemplares de *P. nattereri* três foram coletados com uso de linha sendo os demais com uso de redes. Do total, 71 foram utilizados para o estudo da alimentação, sendo que 59 possuíam conteúdo no estômago. Doze exemplares foram depositados na coleção do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS (MCP) (lotes MCP 26682; MCP 28912; MCP 28990; MCP 29192; MCP 31829; MCP 31830). Com relação ao número de indivíduos por ano, foram coletados apenas quatro exemplares de *P. nattereri* no primeiro ano de amostragem e 82 no segundo. Para *S. maculatus* foram capturados 82 exemplares no primeiro ano e 121 no segundo.

A análise da captura por ambiente sugere a preferência das espécies por ambientes lênticos, pois 77% (n=64) de *P. nattereri* ( $\chi^2=24,39$ ;  $p<0,05$ ;  $GL=1$ ) e 68% (n=112) de *S. maculatus* ( $\chi^2=21,95$ ;  $p<0,05$ ;  $GL=1$ ) foram capturadas nestes ambientes.

No que se refere à distribuição por ponto, houve uma diferença marcante entre a captura de *P. nattereri* no ponto 3 (próximo da foz) quando comparado aos outros dois ( $\chi^2=148,50$ ;  $p<0,05$ ;  $GL=2$ ). Cabe salientar que a coleta de indivíduos desta espécie nos pontos 1 e 2 ocorreu somente no segundo ano de amostragens: dezembro de 2000 e agosto de 2001 no ponto 2 (trecho intermediário) e em outubro de 2001 no ponto 1 (o mais distante da foz). Para *S. maculatus* o maior número de capturas também ocorreu no ponto 3 ( $\chi^2=39,79$ ;  $p<0,05$ ;  $GL=2$ ), embora tenha sido bem representada nos outros dois pontos (Fig. 1).

Quanto à variação do número de exemplares por horário, *P. nattereri* não apresentou variações significativas ( $\chi^2=3,60$ ;  $p>0,05$ ;  $GL=1$ ), enquanto *S. maculatus* apresentou o maior número de exemplares capturados na revisão da meia noite ( $\chi^2=42,75$ ;  $p<0,05$ ;  $GL=1$ ) (Fig. 2).

A listagem dos organismos ingeridos pelas espécies (espectro trófico) encontra-se na Tabela I. Muitas espécies de peixes foram atacadas nas redes e tiveram suas partes arrancadas não tendo sido consideradas nesta análise. Provavelmente devido ao tamanho amostral e a presença de formas jovens, o espectro trófico de *S. maculatus* foi mais amplo que o de *P. nattereri*, o que sugere a necessidade de uma amostragem maior para a segunda espécie. Mesmo para a primeira, a análise de um número maior de estômagos de indivíduos das menores classes de tamanho seria necessária para resultados mais consistentes. Cinco espécies de peixes foram encontradas no estômago de cada espécie de piranha, sendo que *Parapimelodus valenciennis* (Lütken, 1874) e *Acestrorhynchus pantaneiro* (Menezes, 1992) foram consumidas por ambas. Na categoria restos de peixes, merece destaque a presença, por várias ocasiões, de barbilhões de Pimelodidae, provavelmente de *P.*

*valenciennis*, um pequeno bagre planctófago que ocorre em águas abertas. Restos de peixes foi o item alimentar predominante em todas as classes, com exceção da classe 2-4 cm de *S. maculatus*, na qual os insetos e nadadeiras foram mais representativos (Tab. II).

Comparando-se o grau de repleção médio das duas espécies por horário verificou-se valores relativamente próximos (Fig. 3). A análise de variância não constatou diferenças significativas no índice de repleção (IR) entre os horários para *S. maculatus* ( $F=2,22$ ;  $p>0,05$ ;  $GL=3$ ) e *P. nattereri* ( $F=0,26$ ;  $p>0,05$ ;  $GL=3$ ). Com relação ao grau de repleção médio por classe de comprimento, não foram observadas diferenças significativas ( $F=0,28$ ;  $p>0,05$ ;  $GL=5$ ), considerando as quatro classes de *S. maculatus* e duas de *P. nattereri* (Fig. 4). No que se refere ao IR entre as classes, a análise não foi significativa para *P. nattereri* ( $F=1,46$ ;  $p>0,05$ ;  $GL=1$ ). Para *S. maculatus*, entretanto, constatou-se que a classe 4-8 cm apresentou  $IR=3,89$ , significativamente maior que a classe  $>16$  cm com  $IR=2,08$  ( $F=4,22$ ;  $p<0,05$ ;  $GL=3$ ). As médias de IR das classes 2-4 cm e 8-16 cm não foram estatisticamente diferentes das demais classes.

Uma análise do GR médio entre os ambientes demonstrou valores bastante próximos para as espécies. Na lagoa, *S. maculatus* apresentou GR médio de 1,75

Tabela I. Itens encontrados nos estômagos de *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 e *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 no rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, entre dezembro de 1999 e janeiro de 2002.

Táxons	<i>S. maculatus</i>	<i>P. nattereri</i>
Crustáceos		
OSTRACODA	X	
ISOPODA		
CYMOTHOIDAE		
<i>Telotha henselii</i> (von Martens, 1869)	X	
DECAPODA		
TRICHODACTYLIDAE		
<i>Trichodactylus panoplus</i> (von Martens, 1869)	X	
PARASTACIDAE		
<i>Parastacus pilimanus</i> (von Martens, 1869)	X	
PALAEEMONIDAE		
<i>Macrobrachium</i> sp.	X	
Insetos		
ODONATA		
LIBELLULIDAE	X	
AESCHNIDAE	X	
EPHEMEROPTERA		
POLYMITARCIDAE	X	
DIPTERA		X
CHIRONOMIDAE	X	
ORTHOPTERA	X	
COLEOPTERA	X	
Peixes		
ENGRAULIDIDAE		
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Agassiz, 1829)	X	
CHARACIDAE		
<i>Astyanax jacuhiensis</i> Cope, 1894		X
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908	X	
<i>Aphyocharax anisitsi</i> Eigenmann & Kennedy, 1903		
<i>Odontostilbe pequirá</i> (Steindachner, 1882)		X
ACESTRORHYNCHIDAE		
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i> Menezes, 1992	X	X
LORICARIIDAE	X	
PIMELODIDAE		
<i>Parapimelodus valenciennis</i> (Lütken, 1874)	X	X
Aves	X	
Mamíferos		
RODENTIA		X
Estômagos com conteúdo	180	59

( $\pm 1,05$ ), enquanto que no rio, este foi de  $2,03 (\pm 1,03)$ . Para *P. nattereri* o GR médio na lagoa foi de  $1,79 (\pm 1,21)$  e no rio de  $2,28 (\pm 0,91)$ . Quanto ao IR também não houve diferenças com relação aos ambientes para *S. maculatus* ( $F=1,50$ ;  $p>0,05$ ;  $GL=1$ ) *P. nattereri* ( $F=2,95$ ;  $p>0,05$ ;  $GL=1$ ).

Quanto à sobreposição alimentar, foram constatados altos valores entre as espécies e entre as maiores classes de tamanho. As menores sobreposições ocorreram entre jovens de *S. maculatus* e adultos de *P. nattereri* (Tab. III).

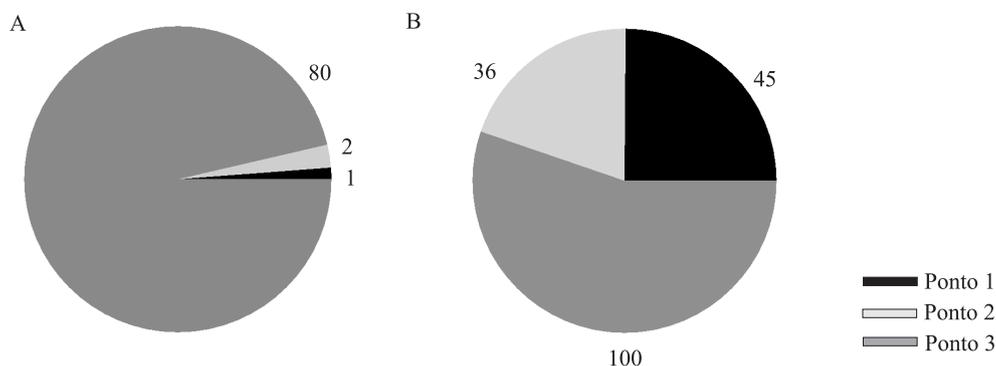


Fig. 1. Número de indivíduos de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 (A) e *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 (B) coletados por ponto de amostragem no rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, entre dezembro de 1999 e janeiro de 2002.

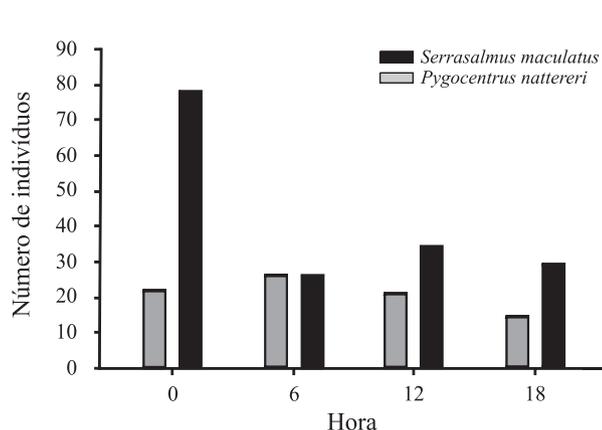


Fig. 2. Número de indivíduos de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 e *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 capturados por horário nas redes de espera, no rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, entre dezembro de 1999 e janeiro de 2002.

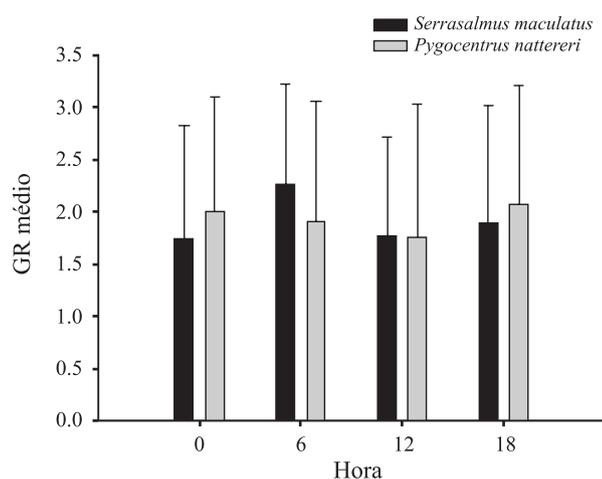


Fig. 3. Grau de repleção médio (GR médio) (+SD) de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 e *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 nos diferentes horários de captura no rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, entre dezembro de 1999 e janeiro de 2002.

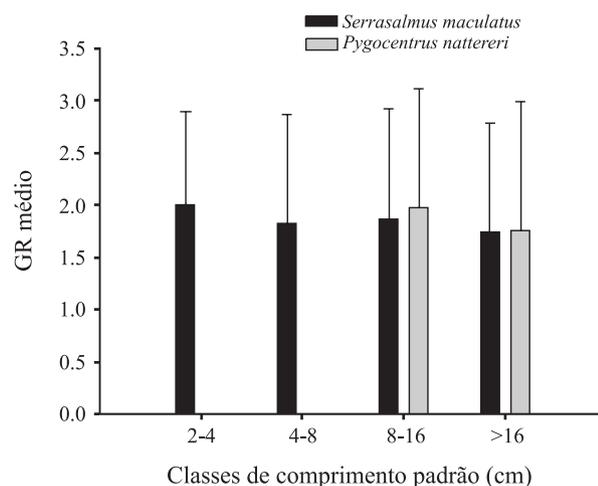


Fig. 4. Grau de repleção médio (GR médio) (+SD) de *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 e *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 nas classes de comprimento padrão no rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, entre dezembro de 1999 e janeiro de 2002.

Tabela II. Valores do Índice Alimentar (IAi) para as classes de comprimento (cm) de *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 e *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 no rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, entre dezembro de 1999 e janeiro de 2002.

Categorias alimentares	<i>S. maculatus</i>				<i>P. nattereri</i>		
	2-4	4-8	8-16	>16	4-8	8-16	>16
Restos de peixes	3,49	85,98	98,87	97,45	92,08	97,84	99,16
Nadadeiras	45,35	13,76	0,92	0,79		0,45	0,01
Peixe inteiro			0,05	0,63		0,66	
Insetos	50,58	0,12	0,06	0,77	7,92	0,01	
Crustáceos	0,58			0,09			
Outros vertebrados						0,10	0,63
Vegetais		0,14	0,09	0,27		0,95	0,20
Estômagos com conteúdo (n)		33	100	41	1	39	19

Tabela III. Percentual de sobreposição alimentar de Schoener para as classes de comprimento (cm) de *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 (SER) e *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 (PYG) no rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, entre dezembro de 1999 e janeiro de 2002.

	PYG>16	SER2-4	SER4-8	SER8-16	SER>16
PYG8-16	77,15	41,06	72,53	78,44	71,36
PYG>16		25,79	57,26	78,56	55,73
SER2-4			64,81	46,54	62,07
SER4-8				78,01	88,34
SER8-16					70,60

## DISCUSSÃO

Quanto ao número de indivíduos, *S. maculatus* foi mais abundante que *P. nattereri*. Esta última espécie só foi registrada recentemente para o alto rio Uruguai e em número bem menor que *S. maculatus* (E. Zaniboni-Filho, com. pess.). BERTOLETTI *et al.* (1989; 1990) haviam registrado somente *S. maculatus* no alto Uruguai e na área da futura usina hidrelétrica de Garabi. *Serrasalmus maculatus* também foi a única espécie de piranha capturada em amostragens realizadas em um trecho do alto rio Uruguai, entre maio de 1997 e maio de 1999 (Lisiane Hahn, com. pess.). Trabalhos realizados nos formadores do rio Ibicuí (rios Ibicuí-Mirim e Santa Maria) não constataram a presença de *P. nattereri* (WEIS *et al.*, 1983; BOSSEMEYER *et al.*, 1985).

A preferência das piranhas por ambientes léticos já é bem conhecida (BERTOLETTI, 1985; AGOSTINHO & JÚLIO JR., 2002). O rio Ibicuí tem por característica ser um rio de pouca correnteza, com muitas áreas de remanso. A captura de indivíduos em ambiente lótico, bem menor do que nas lagoas, pode ter sido influenciada pelo fato de que em algumas ocasiões as coletas foram realizadas em águas mais calmas.

SAZIMA & MACHADO (1990) relataram que esta espécie foi preferencialmente diurna em estudos realizados na região do Pantanal, mas indivíduos maiores que 120 mm estendiam sua atividade até o início da noite (aproximadamente até às 21h). AGOSTINHO *et al.* (2003) também obtiveram altas taxas de captura de *S. maculatus* no período entre 16 e 20h. No presente estudo, houve uma maior captura de *S. maculatus* na revisão da meia-noite. Como no verão a revisão das 18h foi realizada ainda com luminosidade, nesta estação os peixes retirados das redes na revisão da meia-noite incluem aqueles em atividade ao anoitecer. Embora sem diferenças marcantes, a captura de *P. nattereri* concorda com as observações de SAZIMA & MACHADO (1990), onde indivíduos de tamanho médio a grande forrageiam mais ao amanhecer, entardecer e à noite (até às 22h).

O espectro trófico de *S. maculatus* neste estudo mostrou-se bem mais amplo que o de *P. nattereri*. O maior número de exemplares analisados da primeira espécie pode ter contribuído para este resultado. PIORSKI *et al.* (2005) relatam um espectro mais variado para *Serrasalmus aff. brandtii* (Lütken, 1875) quando comparada à *P. nattereri* no lago de Viana, no Maranhão. Naquele estudo, apenas peixes e vegetais estiveram presentes (ao longo de todos os meses de amostragem) na dieta de *P. nattereri*, enquanto que para *S. aff. brandtii*

efemerópteros também foram encontrados em todos os meses (além de peixes e vegetais), o que sugere uma maior especialização de *P. nattereri*.

O grau médio de repleção e o índice de repleção não apresentaram variações significativas entre ambientes, horários ou classes de comprimento para *P. nattereri*. Para *S. maculatus* foram constatadas diferenças significativas de IR entre as classes 4-8 cm e >16 cm, evidenciando uma maior repleção estomacal nos indivíduos menores. O fato da classe 2-4 cm não ter sido significativamente diferente das maiores pode estar relacionada com o baixo número de estômagos analisados (n=6), ou pelo fato da maior contribuição ser de insetos, que apresentam uma digestibilidade mais lenta devido ao exoesqueleto.

A categoria alimentar que apresentou os maiores valores do Índice Alimentar foi “restos de peixes”. Este padrão também foi encontrado por AGOSTINHO *et al.* (2003). Provavelmente uma parte do item “restos de peixes” foi ingerida a partir de indivíduos que estavam presos nas redes de espera. O ataque a peixes nas redes também é citado por AGOSTINHO *et al.* (1997) e certamente ajuda a aumentar o GR das amostras onde ocorre.

A ingestão de peixes inteiros ocorreu com mais frequência nas maiores classes de comprimento (exceção para *P. nattereri* > 16 cm) e foi constituída principalmente por pequenos Characiformes. POMPEU (1999) identificou onze espécies de peixes nos estômagos de *Serrasalmus brandtii* em quatro lagoas marginais do rio São Francisco, sendo uma boa parte constituída de caracídeos de pequeno porte ingeridos inteiros. BISTONI & HARO (1995) conseguiram identificar quatro espécies de peixes no conteúdo de *S. maculatus* no rio Dulce, Argentina.

Muitos autores utilizam a categoria “escamas” separada das demais (MACHADO-ALLISON & GARCIA, 1986; NICO & TAPHORN, 1988; SAZIMA & MACHADO, 1990). Neste trabalho entretanto, as escamas foram incluídas na categoria “restos de peixes”, conforme AGOSTINHO *et al.* (2003). Embora tenham sido encontradas em muitos dos conteúdos, é difícil saber se foram ingeridas junto com pedaços de musculatura das presas ou sozinhas. Porém, em alguns estômagos foram encontradas apenas escamas, algumas grandes para o tamanho do predador. Isto sugere que as espécies apresentam atividade lepidofágica, mas esta não parece ser muito intensa. BISTONI & HARO (1995) consideraram a ingestão de escamas como ocasional para *S. maculatus* nos banhados do rio Dulce, Argentina. SAZIMA & MACHADO (1990) registraram uma frequência de ocorrência de 29,1% para este item em *P. nattereri*, no Pantanal Mato-Grossense.

A ingestão de nadadeiras por *S. maculatus* é citada por vários autores (NORTHCOLE *et al.*, 1986, 1987; SAZIMA & POMBAL-JR., 1988; SAZIMA & MACHADO, 1990; BISTONI & HARO, 1995; AGOSTINHO *et al.*, 2003). Os dados de IAI obtidos para *S. maculatus* demonstram que sua importância na dieta foi diminuindo com o aumento de tamanho dos peixes, fato também verificado por AGOSTINHO *et al.* (2003). Em *P. nattereri* as nadadeiras tiveram um IAI ainda menor. SAZIMA & MACHADO (1990) não encontraram nadadeiras no conteúdo estomacal de 24 espécimes com comprimento padrão variando de 8 a 24 cm, no Pantanal Mato-Grossense.

Os insetos foram o principal alimento de *S. maculatus* da classe 2-4 cm. Seu consumo ocorre também nas classes maiores, porém com menor importância. Dados obtidos por outros autores indicam que a utilização deste recurso varia bastante em função do local e da época do ano. SAZIMA & MACHADO (1990) encontraram insetos em 69,2% dos estômagos de *S. maculatus* com 6,4-16,0 cm de comprimento na região do Pantanal. No mesmo estudo, os autores registraram um percentual menor (12,5%) para *P. nattereri* de 8-24 cm. Por outro lado, AGOSTINHO *et al.* (2003) encontraram um valor de IAI para insetos de apenas 0,02 para *S. maculatus* de 2-4 cm, na região do alto rio Paraná.

No presente estudo, a ingestão de partes de vertebrados (aves e mamíferos) foi registrada somente para *P. nattereri*. BONETTO *et al.* (1967) e BRAGA (1981) afirmam que *P. nattereri* se alimenta de peixes inteiros ou em pedaços, mas também utiliza insetos, crustáceos, moluscos, pequenos vertebrados e plantas. Indivíduos adultos de *Pygocentrus cariba* (Humboldt & Valenciennes, 1821) ingeriram pedaços de outros vertebrados (quelônios, aves e mamíferos) no período de águas altas nos Llanos da Venezuela, quando os peixes estavam muito dispersos (WINEMILLER, 1989).

A ocorrência de itens vegetais no trato digestivo de piranhas é tida como accidental para algumas espécies (NICO & TAPHORN, 1988) enquanto para outras, faz parte da dieta (GOULDING, 1980; MACHADO-ALLISON & GARCIA, 1986). No rio Ibicuí, tanto *S. maculatus* como *P. nattereri* apresentaram vegetais em seus conteúdos estomacais, mas os baixos valores de IAI sugerem uma ingestão accidental. Baixos valores de IAI para vegetais também foram registrados por AGOSTINHO *et al.* (2003) para *S. maculatus*.

Apesar do pequeno número de indivíduos das menores classes de comprimento, foi possível constatar a ingestão de microcrustáceos por jovens de *S. maculatus*. A utilização de microcrustáceos por esta espécie, em sua fase inicial de desenvolvimento, já havia sido constatada por SAZIMA & ZAMPROGNO (1985). Crustáceos maiores, como camarões e caranguejos, também foram registrados para indivíduos grandes desta espécie, porém com baixo IAI (SAZIMA & MACHADO, 1990). Para *Serrasalmus rhombeus* (Linnaeus, 1766), no açude Lima Campos (Ceará), camarão foi o item mais importante (BRAGA, 1954).

O padrão de alimentação diário não apresentou diferenças significativas entre os horários para ambas as espécies. AGOSTINHO *et al.* (2003) constataram que adultos de *S. maculatus* se alimentam continuamente, enquanto os jovens apresentam um pico alimentar entre às 12 e 16h. A análise separada de jovens e adultos não foi realizada pelo pequeno número de jovens em alguns horários.

O elevado grau de sobreposição alimentar verificado para *S. maculatus* e *P. nattereri* no rio Ibicuí deve ter sido influenciado pela predação realizada aos peixes presos nas redes de pesca, fazendo com que a categoria "restos de peixes" apresentasse alto IAI. A sobreposição alimentar, dentro da mesma espécie, entre classes de comprimento próximas, também foi elevada. Altas taxas de sobreposição alimentar foram registradas

para *S. maculatus* e *S. marginatus* no alto rio Paraná (AGOSTINHO *et al.*, 2003) e para duas espécies de *Serrasalmus* que se alimentam preferencialmente de nadadeiras de peixes nos Llanos da Venezuela (WINEMILLER, 1989). *Pygocentrus nattereri* foi capturada no mesmo ambiente que *S. maculatus* em 14 das 15 amostragens. Isto demonstra que as duas espécies ocupam os mesmos habitats ao mesmo tempo, aumentando a possibilidade de competição.

Por outro lado, a utilização de restos de peixes pode aumentar indevidamente o índice de sobreposição alimentar, visto que não há como saber quais as espécies foram consumidas pelas piranhas. Analisando o espectro alimentar, somente duas espécies de peixes foram consumidas por ambas. Levando isto em conta, a sobreposição alimentar entre as duas espécies pode ser baixa. Todavia, a maior abundância de *P. nattereri* na parte inferior do rio Ibicuí, próximo ao rio Uruguai, pode ser indicativo da competição com *S. maculatus* nos trechos superiores do rio.

O pequeno número (ou ausência) de exemplares das menores classes de tamanho (entre 2-4 e 4-8 cm de comprimento padrão) impede uma análise da alimentação destas espécies em sua fase inicial de desenvolvimento. Deste modo, a utilização de arrastos em lagoas com maior quantidade de vegetação aquática deveria ser utilizada para a captura de indivíduos destas classes. Para as demais classes de comprimento, os resultados obtidos no rio Ibicuí seguem os padrões encontrados para outras bacias hidrográficas, denotando seu hábito piscívoro generalista.

**Agradecimentos.** Os autores agradecem a todas as pessoas que colaboraram durante a coleta de material e nos trabalhos de laboratório. ERB agradece especialmente à Roberto E. Reis pela orientação durante o curso de Doutorado na PUCRS e sugestões ao manuscrito; ao CNPq pela concessão da bolsa e a Bernardo Baldisserotto, Clarice B. Fialho, Emiko K. de Resende, Nelson F. Fontoura, Carlos S. Agostinho, Marilise M. Krügel e a um revisor anônimo pelas sugestões.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C. S.; AGOSTINHO, A. A.; MARQUES, E. E. & BINI, L. M. 1997. Abiotic factors influencing piranha attacks on netted fish in the upper Paraná River, Brazil. **North American Journal of Fisheries Management** 17:712-718.
- AGOSTINHO, C. S.; HAHN, N. S. & MARQUES, E. E. 2003. Patterns of food resource use by two congeneric species of piranhas (*Serrasalmus*) on the upper Paraná River floodplain. **Brazilian Journal of Biology** 63(2):177-182.
- AGOSTINHO, C. S. & JÚLIO JR., H. F. 2002. Observation of an invasion of the piranha *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 (Osteichthyes, Serrasalminidae) into the Upper Paraná River. **Acta Scientiarum** 24(2):391-395.
- AGOSTINHO, C. S. & MARQUES, E. E. 2001. Selection of netted prey by piranhas, *Serrasalmus spilopleura* and *S. marginatus* (Pisces, Serrasalminidae). **Acta Scientiarum** 23(2):461-464.
- ALMEIDA, V. L. L. DE; HAHN, N. S. & AGOSTINHO, C. S. 1998. Stomach content of juvenile and adult piranhas (*Serrasalmus marginatus*) in the Paraná floodplains, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna & Environment** 33:100-105.
- ALVIM, M. C. C.; OLIVEIRA, A. K.; ALVES, C. B. M. & PERET, A. C. 1999. Diet of young *Serrasalmus brandtii* (Teleostei: Serrasalminae) from the Cajuru hydroelectric plant reservoir (MG, Brazil), in relation to the vegetal biomass in the depletion zone. **Multiciência** 3(2):94-103.
- AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. M. & SANTOS, A. S. DOS. 2003. **BioEstat 3.0: aplicações estatísticas nas áreas das**

- ciências biológicas e médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá. 290p.
- BEHEREGARAY, R. C. P.; QUEROL, E.; GONÇALVES, J.; SOTO, J. M. R. & CARVALHO, A. D. 2000. Fauna microbiana ocorrente na cavidade bucal da piranha *Serrasalmus spilopleura* (Characidae) no município de Uruguiana, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia de Uruguiana** 7/8(1):59-61.
- BEHEREGARAY, R. C. R.; QUEROL, E.; CARVALHO, A. D.; SILVEIRA, F. S. & MOTA, I. C. 2001. Piranha *Serrasalmus spilopleura* (Characidae) sobrevivendo sem nadadeiras peitorais. **Biotemas** 14(1):141-145.
- BERTOLETTI, J. J. 1985. Aspectos sistemáticos e biológicos da ictiofauna do rio Uruguai. **Veritas** 30(117):93-127.
- BERTOLETTI, J. J.; LUCENA, C. A. S.; LUCENA, Z. M. S.; MALABARBA, L. R. & REIS, R. E. 1989. Ictiofauna do rio Uruguai superior entre os municípios de Aratiba e Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS** (48):3-42.
- BERTOLETTI, J. J.; LUCENA, C. A. S.; LUCENA, Z. M. S.; MALABARBA, L. R. & REIS, R. E. 1990. Estrutura e composição da fauna de peixes na área de influência da futura Usina Hidrelétrica de Garabi, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS** 3(2):33-97.
- BISTONI, M. DE L. A. & HARO, J. G. 1995. Hábitos alimentares de *Serrasalmus spilopleura* (Pisces, Serrasalminidae) en los bañados del río Dulce (Córdoba, Argentina). **Revista Brasileira de Biologia** 55(4):847-853.
- BONETTO, A.; PIGNALBERI, C. & CORDIVIOLA, E. 1967. Las "palometas" o "piranhas" de las aguas del Paraná medio. **Acta Zoologica Lilloana** 23:45-65.
- BOSSEMAYER, I. M. K.; WEIS, M. L. C.; BENNEMANN, S. T. & BIER, M. L. S. 1985. Ictiofauna do Rio Santa Maria, RS. **Ciência e Natura** 7:209-222.
- BRAGA, R. A. 1954. Alimentação de pirambeba, "*Serrasalmus rhombeus*" (L. 1766) Lacépède; 1803, no açude Lima Campos, Icó, Ceará. **Revista Brasileira de Biologia** 14(4):477-492.
- \_\_\_\_\_. 1981. **Ecologia e etologia das piranhas do nordeste do Brasil (Pisces - *Serrasalmus* Lacépède, 1803)**. Fortaleza, DNOCS. 268p.
- FAGUNDES, C. K.; BEHR, E. R. & KOTZIAN, C. B. 2008. Diet of *Iheringichthys labrosus* (Siluriformes, Pimelodidae) in the Ibicuí river, southern Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, 98(1):60-65.
- GOULDING, M. 1980. **The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history**. Berkeley, University of California. 280p.
- HYSLOP, E. J. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. **Journal Fish Biology** 17(4):411-429.
- JÉGU, M. 2003. Subfamily Serrasalminae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. & FERRARIS JR., C. J. orgs. **Check List of Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre, EDIPUCRS. p.182-196.
- KAWAKAMI, E. & VAZZOLER, G. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado ao estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico** 29:205-207.
- LEÃO, E. L. M.; LEITE, R. G.; CHAVES, P. T. C. & FERRAZ, E. 1991. Aspectos da reprodução, alimentação e parasitofauna de uma espécie rara de piranha *Serrasalmus altuvei*, Ramírez, 1965 (Pisces: Serrasalminidae) do baixo rio Negro. **Revista Brasileira de Biologia** 51(3):545-553.
- MACHADO-ALLISON, A. & GARCIA, C. 1986. Food habits and morphological changes during ontogeny in three Serrasalmin species of Venezuelan flood plain. **Copeia** 1986(1):93-96.
- MAGALHÃES, E. M.; ALMEIDA, R. G.; GURGEL, H. C. B. & BARBIERI, G. 1990. Contribuição ao estudo da alimentação de *Serrasalmus brandtii* (Reinhardt, 1874) (Characiformes, Serrasalminidae) do rio Piranhas-Açu, Pendências, Rio Grande do Norte. **Revista Ceres** 37:429-442.
- MALABARBA, L. R. & REIS, R. E. 1987. **Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas. 36. Peixes**. Campinas, Sociedade Brasileira de Zoologia. 14p.
- MYERS, J. S. 1972. **The piranha book**. Neptune City, TFH. 128p.
- NICO, L. G. 1990. Feeding chronology of juvenile piranhas, *Pygocentrus notatus*, in the Venezuelan llanos. **Environmental Biology of Fishes** 29:51-57.
- NICO, L. G. & TAPHORN, D. C. 1988. Food habits of piranhas in the low llanos of Venezuela. **Biotropica** 20:311-321.
- NORTHCOTE, T. G.; ARCIFA, M. S. & FROELICH, O. 1987. Fin-feeding by the piranha (*Serrasalmus spilopleura* Kner): the cropping of a novel renewable resource. In: Congress Europ. Ichthyology, 5. 1985, Stockholm. **Proceedings of 5th Congress Europ. Ichthyology**. Stockholm, Swedish Museum of Natural History. p.133-143.
- NORTHCOTE, T. G.; NORTHCOTE, R. G. & ARCIFA, M. S. 1986. Differential cropping of the caudal fin lobes of prey fishes by the piranha, *Serrasalmus spilopleura* Kner. **Hydrobiologia** 141:199-205.
- OLIVEIRA, A. K.; ALVIM, M. C. C.; PERET, A. C. & ALVES, C. B. M. 2004. Diet shifts related to body size of the pirambeba *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 (Osteichthyes, Serrasalminae) in the Cajuru reservoir, São Francisco River basin, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 64(1):117-124.
- PIORSKI, N. M.; ALVES, J. R. L.; MACHADO, M. R. B. & CORREIA, M. M. F. 2005. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. **Acta Amazônica** 35(1):63-70.
- POMPEU, P. S. 1999. Dieta da pirambeba *Serrasalmus brandtii* Reinhardt (Teleostei, Characidae) em quatro lagoas marginais do rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 16(supl. 2):19-26.
- SANTOS, E. P. DOS. 1978. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. São Paulo, Hucitec. 129p.
- SAZIMA, I. & MACHADO, F. A. 1990. Underwater observations of piranhas in western Brazil. **Environmental Biology of Fishes** 28:17-31.
- SAZIMA, I. & POMBAL JR., J. P. 1988. Mutilação de nadadeiras em acarás, *Geophagus brasiliensis*, por piranhas, *Serrasalmus spilopleura*. **Revista Brasileira de Biologia** 48:477-483.
- SAZIMA, I. & ZAMPROGNO, C. 1985. Use of water hyacinths as shelter, foraging place, and transport by young piranhas, *Serrasalmus spilopleura*. **Environmental Biology of Fishes** 12(3):237-240.
- SCHOENER, T. W. 1970. Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. **Ecology** 51:408-418.
- SVERLI, S. B.; SHENKE, R. L. D.; LOPEZ, H. L. & ESPINACH-ROS, A. 1998. **Peces del rio Uruguay**. Montevideo, CARU. 89p.
- WEIS, M. L. C.; BOSSEMAYER, I. M. K.; BIER, M. DE L. & LIPPOLD, H. 1983. Inventário da fauna ictiológica do Rio Ibicuí-Mirim, RS. **Ciência & Natura** 5:135-152.
- WINEMILLER, K. O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. **Environmental Biology of Fishes** 26:177-199.
- ZAVALA-CAMIN, L. A. 1996. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá, EDUEM. 129p.