

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE  
AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS

ANDRÉ NOGUEIRA BOZZA

Uso de recursos alimentares por peixes imaturos e adultos de espécies piscívoras  
em uma planície de inundação neotropical

Maringá

2010

ANDRÉ NOGUEIRA BOZZA

Uso de recursos alimentares por peixes imaturos e adultos de espécies piscívoras  
em uma planície de inundação neotropical

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Norma Segatti Hahn

Maringá

2010

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"  
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

B793u

Bozza, André Nogueira, 1984-

Uso de recursos alimentares por peixes imaturos e adultos de espécies piscívoras em uma planície de inundação neotropical/ André Nogueira Bozza. -- Maringá, 2010.  
39 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--  
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2010.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Norma Segatti Hahn.

1. Peixes piscívoros de água doce – Recursos alimentares - Planície de inundação - Alto rio Paraná. 2. Peixes piscívoros de água doce - Alimentação – Relação predador-presa - Planície de inundação – Alto rio Paraná. I. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em "Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais".

CDD 22. ed. -597.4815309816  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

# FOLHA DE APROVAÇÃO

ANDRÉ NOGUEIRA BOZZA

Uso de recursos alimentares por peixes imaturos e adultos de espécies piscívoras  
em uma planície de inundação neotropical

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

## COMISSÃO JULGADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Norma Segatti Hahn  
UEM/Nupélia/PEA (Presidente)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosilene Luciana Delariva  
Centro Universitário de Maringá (CESUMAR)

---

Dr.<sup>a</sup> Rosemara Fugi  
UEM/Nupélia

Aprovado em: 22 de Março de 2010.

Local de defesa: Anfiteatro do Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

## AGRADECIMENTOS

A meus pais, José Liberato e Márcia, pelo apoio incondicional. Sem eles eu não conseguiria transpor mais essa etapa de minha vida;

A Solana Meneghel Boschilia por toda ajuda para minha vinda a Maringá, por todas as dicas, livros emprestados para a seleção do mestrado, carinho e amizade;

A Dra. Rosemara Fugi pela oportunidade de estágio.

A Profa. Dra. Norma Segatti Hahn pela paciência em me orientar.

A Gisele Caroline Novakowski pela amizade dentro e fora do laboratório, pela ajuda nas análises dos estômagos quando eu era estagiário e análise dos dados da dissertação no mestrado;

Aos meus amigos da UEM/Nupélia/PEA, especialmente aqueles das disciplinas, coletas PELD (pescadores, cozinheira Frora, alunos, pesquisadores e professores), laboratório de ecologia trófica e todos os outros laboratórios que precisamos incomodar para identificação dos itens alimentares.

Ao Museu de Ictiologia do Nupélia, em especial a Profa. Dra. Carla Simone Pavanelli e Msc. Alessandro Gasparetto Bifi, pela identificação dos itens alimentares dos piscívoros, os quais sem isso não seria possível a realização desse trabalho;

A banca, Rosemara Fugi e Rosilene Luciana Delariva, pelas sugestões de mudanças no trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos, PELD e CNPq pela logística e financiamento do projeto.

E a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente para a chegada desse momento.

Obrigado!

## Uso de recursos alimentares por peixes imaturos e adultos de espécies piscívoras em uma planície de inundação neotropical

### RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar o uso dos recursos alimentares por indivíduos imaturos e adultos de *Acestrorhynchus lacustris*, *Hemisorubim platyrhynchos*, *Hoplias* aff. *malabaricus*, *Plagioscion squamosissimus*, *Pseudoplatystoma corruscans* e *Salminus brasiliensis*, da planície de inundação do alto rio Paraná, coletadas trimestralmente entre março de 2007 e dezembro de 2008. Foi avaliada a composição quantitativa da dieta através da obtenção do volume das presas (% volume) e amplitude de nicho trófico de cada uma das espécies, bem como as inter-relações tróficas entre elas, através da sobreposição de nicho, similaridade entre as dietas e tamanho das presas. A dieta das seis espécies foi composta por peixes-presa (42 espécies), crustáceos e insetos, sendo que todas elas, com exceção de *P. corruscans*, mostraram alterações ontogenéticas. A amplitude de nicho foi maior para *H. aff. malabaricus* adultos e menor para *P. corruscans* adultos e *P. squamosissimus* imaturos. Os valores de sobreposição em sua maioria foram baixos, com valores nulos para *P. corruscans* em relação às outras espécies e valor intra-específico elevado em relação à imaturos e adultos. A similaridade na dieta foi maior para aquelas que consumiram Characidae e menor para *P. squamosissimus* imaturos os quais consumiram preferencialmente crustáceos. Houve correlação positiva entre o tamanho da presa e do predador, porém cada espécie consumiu presas de tamanhos diferentes, mostrando que elas não são correlacionadas. Os resultados demonstraram que as seis espécies consomem peixes desde as fases imaturas, porém com pouca similaridade e sobreposição na dieta intra e inter-específica para a maioria delas, e que o tamanho das presas consumidas aumentou em relação ao tamanho do predador e foi variável entre as espécies. Assim, a dieta dos predadores depende da distribuição e colonização das espécies-presas no ambiente, morfologia e comportamento alimentar tanto das presas quanto dos predadores.

**Palavras-chave:** Dieta. Piscivoria. Inter-relações tróficas. Rio Paraná.

## Usage of food resources by juveniles and adults of piscivorous fish species in a neotropical floodplain

### **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the use of food resources by juveniles and adults of *Acestrorhynchus lacustris*, *Hemisorubim platyrhynchos*, *Hoplias* aff *malabaricus*, *Plagioscion squamosissimus*, *Pseudoplatystoma corruscans* e *Salminus brasiliensis* from the upper Paraná River floodplain, sampled quarterly between March 2007 and December 2008. The quantitative trophic composition was obtained by prey volume (% volume) and diet niche breadth of each piscivorous species, as well as trophic relationships among them through diet niche overlap, diet similarity and prey size. The diet of the species was composed of fish-preys (42 species), crustaceans and insects, with ontogenetic diet changes, except to *P. corruscans*. The niche breadth was high to *H. aff. malabaricus* adults and low to *P. corruscans* adults and *P. squamosissimus* juveniles. The niche overlap values was generally low, with null values for *P. corruscans* related to other species and high intra specific values related to juveniles and adults. Diet similarity was high to Characidae species consumers and low to *P. squamosissimus* juveniles, which consumed mainly crustaceans. Positive correlation was found between prey and predator size, however, each piscivorous species consumed different prey sizes, presenting no correlation among them. Results showed that the six species consumed fish since juveniles, however, with low diet similarity and intra and inter specific niche overlap to most of them, and the prey size consumed increased in relation to predator size and varied among species. Thus, the piscivorous species diet depends of prey species distribution and colonization, morphology and feeding behavior of the prey as well as the predator.

**Keywords:** Diet. Piscivory. Trophic inter-relation. Paraná River.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Área de estudo e localização dos pontos de amostragem (Rio Baía – 1; Rio Ivinheima – 2; Rio Paraná – 3; Lagoa Guaraná – 4; Lagoa dos Patos – 5; Lagoa das Garças – 6; Lagoa do Osmar – 7; Ressaco do Paú Véio – 8; Lagoa Fechada – 9; Lagoa Ventura – 10). .....	12
Figura 2 Composição da dieta estimada através do volume (%) das presas, para exemplares imaturos e adultos, de seis espécies de peixes piscívoras, da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Peixes-presa identificados em nível de família.....	19
Figura 3 Valores de amplitude de nicho trófico para indivíduos imaturos e adultos de seis espécies de peixes piscívoras da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS.....	20
Figura 4 Análise de agrupamento (Distância Euclidiana – Unweighted pair-group average) para indivíduos imaturos (imt) e adultos (adt) de seis espécies de peixes piscívoras da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Sigla das espécies = ver tabela 1. ....	21
Figura 5 Relação entre o comprimento padrão (cm) das presas e o comprimento padrão (cm) das seis espécies de peixes piscívoras, da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS.....	24

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Espécies de peixes piscívoras estudadas, siglas correspondentes, nome vulgar, número de registro dos exemplares testemunhos (ET), número de peixes coletados e analisados, amplitude do comprimento padrão Cp (cm) e tamanho da primeira maturação ( $L_{50\%}$  cm). ..... 13
- Tabela 2 - Composição da dieta estimada através do volume (%) das presas, para exemplares imaturos (Imt) e adultos (Adt) de seis espécies de peixes piscívoras da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Valores em negrito = presas que se destacaram na dieta. N= número de indivíduos analisados. .... 16
- Tabela 3 - Sobreposição de nicho trófico entre indivíduos imaturos (imt) e adultos (adt) de seis espécies de peixes piscívoras, da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Valor em negrito = alto ( $> 0,6$ ), valores sublinhados = intermediários (0,4-0,6). ..... 22
- Tabela 4 - Valores de correlação de Spearman ( $p$ =nível de significância de 95%) entre o comprimento padrão das presas (cm) e o comprimento padrão (cm) das seis espécies de peixes piscívoras da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS.  $\rho$ =correlação, N=número de variáveis, valores mínimo, máximo e média da proporção %CP(cm) presa/CP(cm) predador e do comprimento padrão das presas (cm). ..... 25

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Biota Neotropica*. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br>>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3	RESULTADOS .....	15
3.1	Composição da dieta.....	15
3.2	Inter-relações tróficas .....	20
4	DISCUSSÃO .....	25
	REFERÊNCIAS .....	31

# 1 INTRODUÇÃO

Os peixes piscívoros tem sido objeto de inúmeros estudos, principalmente com o intuito de avaliar o efeito da predação sobre as populações de espécies-presa (Nilsson 1978). Peixes que apresentam tal estratégia interferem na composição quali e quantitativa de presas (Persson et al. 1996) e são elementos necessários na ictiofauna, pois aumentam a estabilidade do ecossistema, regulando sua própria abundância bem como a de diferentes espécies de presa (Popova 1978). Estes peixes têm importância básica na manutenção de comunidades naturais (Simon 1983), por beneficiarem as populações através da remoção de indivíduos debilitados, menos ágeis e, portanto, mais vulneráveis, sendo por isso, considerados “melhoradores biológicos” (Popova 1978). Por outro lado, a presença de predadores piscívoros pode perturbar o hábitat da presa, interferindo no processo de forrageamento, reduzindo, assim, sua taxa de crescimento e sucesso reprodutivo (Wootton 1990).

De acordo com Turesson et al. (2002), a predação seletiva é uma característica comum entre a maioria dos predadores e tem sido alvo de muitos estudos. Um dos principais fatores que interferem na escolha do alimento pelos peixes é a sua disponibilidade no ambiente, sendo que para as espécies piscívoras, que perseguem suas presas em movimento, a coincidência de eco-áreas, o tipo de comportamento, a atividade e o tamanho das presas, tornam-se, também, fatores muito importantes (Popova, 1978). Entretanto, Turesson et al. (2002), argumentam que o tamanho dos peixes é o maior determinante da taxa de encontro ou sucesso na captura, porque a maioria das populações de predadores e presas é estruturada através dessa variável.

Dessa forma, uma questão fundamental na ecologia trófica é identificar os fatores que determinam o modelo de utilização do alimento (Wainwright 1988). Os peixes predadores podem mudar suas presas à medida que crescem e mudam de biótopo, ou em função da disponibilidade sazonal de recursos alimentares, ou pela seleção ativa dos alimentos preferidos (Lowe-McConnell 1999). Deve-se considerar que no decorrer do ciclo de vida, muitos peixes alteram sua estratégia alimentar, principalmente em função do crescimento dos indivíduos, uma vez que estruturas relacionadas à sua morfologia trófica sofrem modificações. Segundo Werner & Hall (1974) muitos peixes podem incrementar o tamanho do alimento consumido ou mudar sua dieta durante a ontogenia.

Na planície de inundação do alto rio Paraná, os peixes piscívoros representam 30% do total das espécies registradas na área, com proporções expressivas em número e biomassa (Agostinho et al. 2004). Essas espécies possuem de médio à grande porte e utilizam uma

ampla gama de presas (Hahn et al. 2004). Para as populações de piscívoros dessa região, estudos abordando a ecologia trófica foram desenvolvidos por Almeida et al. (1997) e Luz-Agostinho et al. (2008). Com exceção do estudo realizado por Almeida et al. (1998) com piranhas, os demais, acima citados, foram desenvolvidos considerando-se apenas indivíduos adultos, sem abordar a dieta de imaturos dessas espécies.

Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar o uso dos recursos alimentares por indivíduos imaturos e adultos de seis espécies piscívoras, *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875), *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840), *Hoplias aff malabaricus* (Bloch, 1794), *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), e *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816), considerando a composição da dieta e inter-relações tróficas entre as espécies. Partiu-se das seguintes premissas: i) estas espécies iniciam precocemente a estratégia alimentar piscívora, ii) alteram a composição qualitativa e quantitativa de suas dietas ao longo de seu desenvolvimento e iii) partilham os mesmos recursos alimentares.

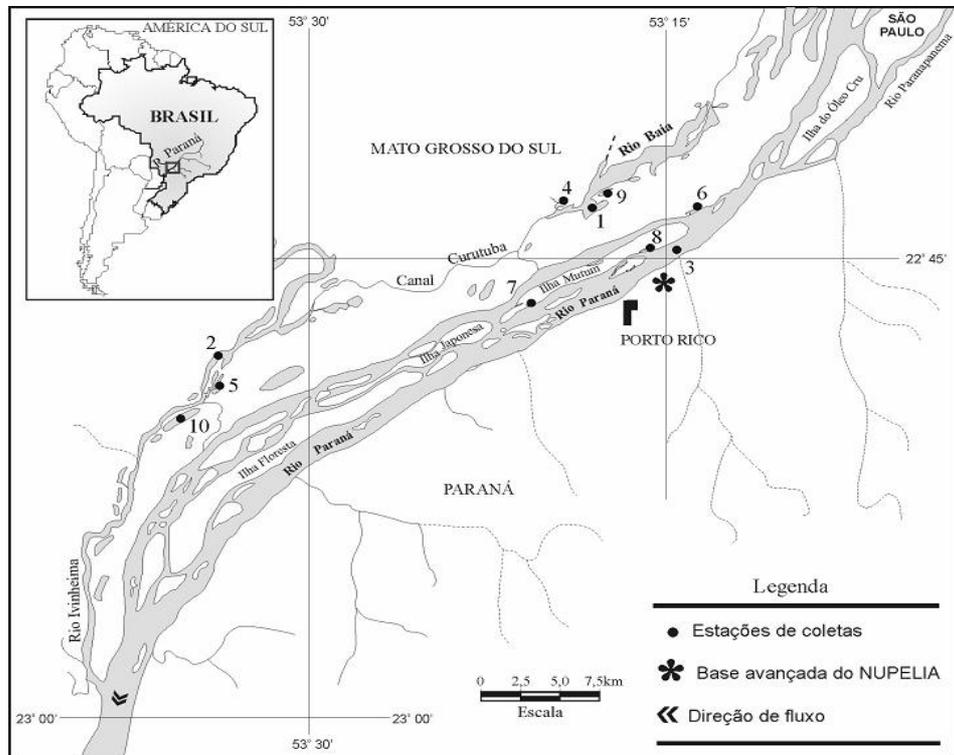
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A planície de inundação do alto rio Paraná está situada entre o reservatório de Porto Primavera e a foz do rio Piquiri e apresenta uma extensão de 230 km, chegando a atingir 20 km de largura (Figura 1). Representa o último trecho livre de barramentos do rio Paraná em território brasileiro e é composta por numerosos canais secundários, lagoas, e rios. Nesse trecho, o rio Paraná apresenta um amplo canal anastomosado, com baixa declividade (0,09 m/km) (Agostinho & Zalewski 1996).

Os peixes foram coletados em amostragens trimestrais, durante dois anos, no período de março de 2007 a dezembro de 2008, utilizando-se redes de espera (malhagens de 2,4 a 16,0cm entre nós opostos) expostas por 24 horas com revista a cada 8 horas, redes de arrasto com malhagem de 0,5cm e espinhéis com anzóis 4/0, 7/0 e 9/0, em 10 pontos de coleta da planície de inundação.

Em campo, os exemplares capturados foram identificados, medidos (comprimento padrão - Cp e total - Ct), pesados (0,1g), eviscerados, as gônadas avaliadas através de observação visual utilizando escala de maturação gonadal adaptada de Vazzoler (1996), os estômagos classificados conforme seu estado de repleção (0 – vazio a 3 – cheio), preservados em formol 4% para posterior identificação. Os peixes capturados e utilizados nesse estudo

possuem exemplar testemunho depositado na Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia/UEM) (Tabela 1).



**Figura 1.** Mapa da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Área de estudo e localização dos pontos de amostragem (Rio Baía – 1; Rio Ivinheima – 2; Rio Paraná – 3; Lagoa Guaraná – 4; Lagoa dos Patos – 5; Lagoa das Garças – 6; Lagoa do Osmar – 7; Ressaco do Paú Véio – 8; Lagoa Fechada – 9; Lagoa Ventura – 10).

As presas presentes nos conteúdos estomacais foram identificadas sob microscópio estereoscópico ao nível taxonômico mais inferior possível, utilizando-se chave de identificação específica para a ictiofauna da planície de inundação do alto rio Paraná (Graça & Pavanelli 2007). Após tal procedimento, foi obtido o comprimento padrão de cada uma das presas, sempre que possível, devido ao estado de digestão das mesmas.

Para avaliar a importância relativa das presas na dieta dos predadores, foi utilizado o método Volumétrico (%) (Hyslop 1980), que expressa a relação percentual entre o volume de uma presa em relação ao volume total de todas as presas consumidas pelo predador. O volume foi obtido através do deslocamento da coluna de água utilizando-se uma bateria de provetas graduadas. Para os predadores capturados com espinhel, as iscas presentes nos estômagos (pedaços de peixes) foram desconsideradas e conteúdos estomacais muito digeridos (restos de peixes) foram descartados.

Os indivíduos de cada espécie foram agrupados em imaturos e adultos, considerando o comprimento padrão da primeira maturação gonadal ( $L_{50\%}$ ), o qual corresponde ao comprimento em que 50% dos indivíduos se reproduziram pela primeira vez (Suzuki et al. 2004). Foram usados os valores de  $L_{50}$  para fêmeas, pois estas amadurecem em tamanho maior que os machos. Esse agrupamento foi utilizado em todas as análises dos dados.

**Tabela 1.** Espécies de peixes piscívoras estudadas, siglas correspondentes, nome vulgar, número de registro dos exemplares testemunhos (ET), número de peixes coletados e analisados, amplitude do comprimento padrão Cp (cm) e tamanho da primeira maturação ( $L_{50\%}$  cm).

Espécie	ET (n°)	Amostra coletada	Amostra Analisada	% Estômagos cheios	Amplitude Cp (cm)	$L_{50\%}$ (cm)
<i>Acestrorhynchus lacustris</i> (ALAC) Peixe-cachorro	5541	523	45	8,6	9,4 a 21,7	13,0
<i>Hemisorubim platyrhincos</i> (HPLA) Jurupoca	2506	187	17	9,1	15,0 a 38,0	24,0
<i>Hoplias aff. malabaricus</i> (HMAL) Traíra	3456	1073	109	10,1	5,2 a 38,5	16,4
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (PCOR) Pintado	523	277	45	16,2	21,7 a 79,3	65,2
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (PSQU) Curvina	1924	206	33	16,0	2,1 a 34,5	19,8
<i>Salminus brasiliensis</i> (SBRA) Dourado	1865	125	22	17,6	22,0 a 56,0	37,8

Para as análises da dieta, foi usado o volume das espécies-presa identificadas ao menor nível taxonômico, para cada estágio de desenvolvimento dos predadores (imaturos e adultos).

A amplitude de nicho trófico (amplitude da dieta) foi calculada através do índice padronizado de Levins (Hurlbert 1978), que varia de 0, quando uma espécie consumiu somente um tipo de presa, a 1, quando uma espécie consumiu de forma similar vários tipos de presas. É dado pela fórmula:

$$B_a = [ (\sum_j P_{ij}^2)^{-1} - 1 ] (n - 1)^{-1}$$

onde,  $B_a$  = amplitude do nicho trófico padronizada;  $P_{ij}$  = proporção da presa  $j$  na dieta do predador  $i$ ;  $n$  = número total de presas consumidas por determinado predador.

Para avaliar a similaridade na dieta, foi realizada uma análise de agrupamento (usando o algoritmo UPGMA) sobre uma matriz de Distância Euclidiana, utilizando o percentual de volume dos itens *versus* os predadores (Statistica 7.1 – <http://www.statsoft.com>).

Os padrões de sobreposição alimentar entre os predadores foram gerados de acordo com o Índice de Pianka (1973), que varia de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total) e é dado pela fórmula:

$$O_{jk} = \frac{\sum_i^n P_{ij} P_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n P_{ij}^2 \sum_i^n P_{ik}^2}}$$

onde,  $O_{jk}$  = medida de sobreposição alimentar de Pianka entre a espécie  $j$  e a espécie  $k$ ;  $p_{ij}$  = proporção da presa  $i$  no total de presas utilizadas pelo predador  $j$ ;  $p_{ik}$  = proporção da presa  $i$  no total de presas utilizadas pelo predador  $k$ ;  $n$  = número total de presas.

Os resultados da sobreposição intra e interespecífica foram arbitrariamente considerados: alto ( $> 0,6$ ), intermediário ( $0,4 - 0,6$ ) e baixo ( $< 0,4$ ) (Grossman 1986).

Para avaliar a significância do índice de Pianka para cada predador foi utilizado um modelo nulo (Inger & Colwell 1977, Juliano & Lawton 1990; Winemiller & Pianka 1990, Tokeshi 1999). Neste modelo as proporções de volume das presas observadas foram randomizadas 10000 vezes, e para cada randomização um índice de Pianka foi calculado. Dessa forma, a significância estatística foi determinada através da comparação da sobreposição observada com a distribuição nula, considerando que um valor observado maior que 95% do valor simulado indica sobreposição significativa ao nível de  $\alpha < 0,05$  (Winemiller & Pianka 1990). Para o cálculo do modelo nulo foi utilizado o programa *EcoSim 7.71* (Gotelli & Entsminger 2006).

Para avaliar a relação entre tamanho dos peixes-presas consumidos pelos diferentes predadores ( $C_p$  presa/ $C_p$  predador), foi utilizado o comprimento padrão (cm) das presas, sendo os dados distribuídos pelo comprimento padrão (cm) de cada predador. As correlações de tamanho (presa/predador) foram analisadas empregando-se o teste não-paramétrico de Correlação de Spearman ( $\rho$ ) (Statistica 7.1 – <http://www.statsoft.com>).

### 3 RESULTADOS

As seis espécies piscívoras estudadas corresponderam a 14% da abundância específica e a 31% da biomassa total capturada durante os dois anos de coleta.

#### 3.1 Composição da dieta

De modo geral, a dieta foi composta por uma grande variedade de peixes-presa (42 espécies), e complementada por crustáceos e insetos. Indivíduos imaturos de *A. lacustris* consumiram preferencialmente *Leporinus lacustris* (29,0%), *Astyanax altiparanae* (14,53%) e *Bryconamericus stramineus* (11,63%), enquanto que na dieta dos adultos, predominaram Characidae não identificados (29,65%) e *Schizodon* spp. (23,57%). Para indivíduos imaturos de *H. platyrhynchos*, destacaram-se *Steindachnerina* spp. (66,03%) e *Plagioscion squamosissimus* (16,93%) e entre os adultos, *Astyanax altiparanae* (35,84%) e *Steindachnerina* spp. (20,43%). *Hoplias* aff. *malabaricus* imaturos consumiram especialmente *A. altiparanae* (23,81%) e *Cichlasoma paranensis* (22,52%), enquanto que os adultos predaram quantidades semelhantes de indivíduos da própria espécie e de *Hoplosternum littorale* (15,74 e 15,03%, respectivamente). Independente do estágio de desenvolvimento, a dieta de *P. corruscans* foi composta, principalmente, por *Prochilodus lineatus* (31,72% e 46,90% para imaturos e adultos, respectivamente) e complementada por *H. littorale* (15,53%) entre as formas imaturas e *H. aff. malabaricus* (41,22%) entre as adultas. Indivíduos imaturos de *P. squamosissimus* foram os que mais diferiram na dieta, pois consumiram grande quantidade de Decapoda (58,23%), seguido de Characidae não identificados (40,72%). Já para os adultos, *A. lacustris* (40,93%), foi a presa mais importante. Na dieta de imaturos de *S. brasiliensis*, se destacou Characidae não identificados (21,52%) e *Hemisorubim platyrhynchos* (13,42%), enquanto que para os adultos, *Raphiodon vulpinus* (42,65%) e *S. marginatus* (35,84%) foram as presas mais importantes (Tabela 2).

Quando as espécies-presa são agrupadas em nível de família, nota-se que espécies de Characidae predominaram na dieta de *A. lacustris*, independente do estágio de desenvolvimento, além de terem se destacado entre os indivíduos imaturos de *H. aff. malabaricus* e *S. brasiliensis* e entre os adultos de *H. platyrhynchos*. Crustáceos predominaram nos estômagos de *P. squamosissimus* imaturos, enquanto Prochilodontidae predominaram nos conteúdos estomacais de indivíduos imaturos e adultos de *P. corruscans*, além de Erythrinidae na dieta dos adultos. (Figura 2).

**Tabela 2.** Composição da dieta estimada através do volume (%) das presas, para exemplares imaturos (Imt) e adultos (Adt) de seis espécies de peixes piscívoras da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Valores em negrito = presas que se destacaram na dieta. N= número de indivíduos analisados.

(Continua como...)

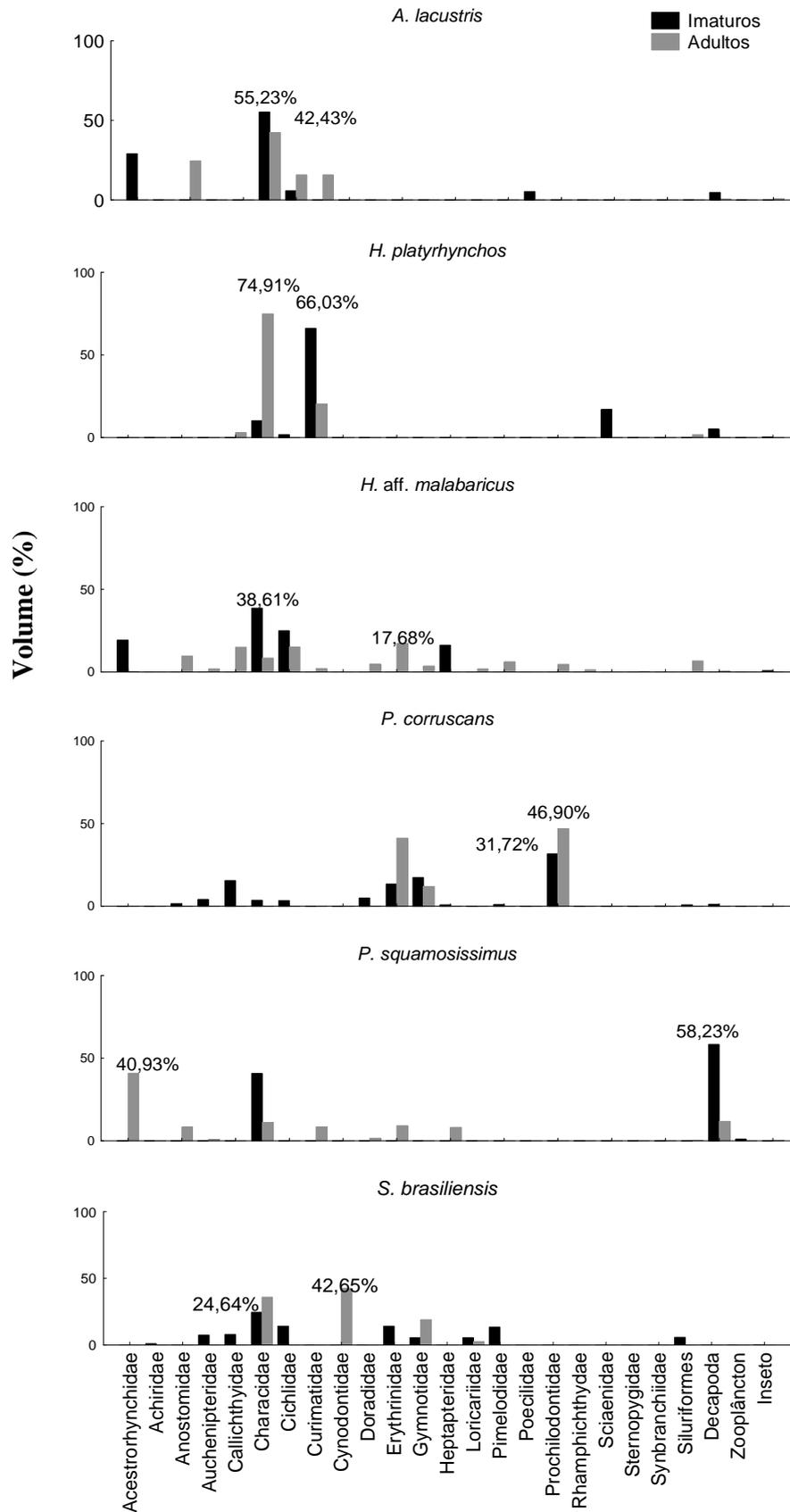
ITENS	<i>A. lacustris</i>		<i>H. platyrhynchos</i>		<i>H. aff. malabaricus</i>		<i>P. corruscans</i>		<i>P. squamosissimus</i>		<i>S. brasiliensis</i>	
	Imt	Adt	Imt	Adt	Imt	Adt	Imt	Adt	Imt	Adt	Imt	Adt
Estádio												
N	21	24	8	8	11	95	41	4	12	21	18	4
<b>Acestrorhynchidae</b>												
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>					19.30	0.30				<b>40.93</b>		
<b>Achiridae</b>												
<i>Catathyridium jenynsii</i>											1.07	
<b>Anostomidae</b>												
<i>Leporinus friderici</i>						4.27						
<i>Leporinus lacustris</i>	<b>29.07</b>	1.12								3.64		
<i>Schizodon</i> spp.		<b>23.57</b>								4.55		
<i>Anostomidae</i> não identificados						5.32	1.54					
<b>Auchenipteridae</b>										0.82		
<i>Auchenipterus osteomystax</i>							4.17				7.46	
<i>Parauchenipterus galeatus</i>						1.84						
<i>Auchenipteridae</i> não identificados												
<b>Cichlidae</b>												
<i>Astronotus crassipinnis</i>	4.65											
<i>Cichla</i> spp.						6.34						
<i>Cichlasoma paranaense</i>					<b>22.52</b>	2.95	3.34				3.55	
<i>Crenicichla</i> spp.		13.90	1.69								4.62	
<i>Geophagus</i> spp.						1.58						
<i>Laetacara</i> sp.					2.57							
<i>Satanoperca pappaterra</i>						1.64	0.17					
<i>Cichlidae</i> não identificados	1.16	1.86				2.56					5.89	
<b>Characidae</b>												
<i>Astyanax altiparanae</i>	14.53	4.96		<b>35.84</b>	<b>23.81</b>	0.65				6.37		
<i>Astyanax</i> spp.	4.65	2.23	2.54			0.63	0.83					

(Continua de...)

<i>Bryconamericus stramineus</i>	11.63	1.24								
<i>Moenkhausia intermedia</i>	7.56	1.24				0.53				2.77
<i>Moenkhausia sanctafilomenae</i>					6.43	0.21				
<i>Odontostilbe</i> sp.						0.03				
<i>Psellogrammus kennedyi</i>	6.40							0.55		0.36
<i>Roeboides descavadensis</i>				14.34	6.43	1.39	1.00			
<i>Serrapinnus notomelas</i>	1.16	0.62	5.08		0.64	0.40	0.67			
<i>Serrasalmus marginatus</i>		2.48		17.92		2.65	0.67		1.73	<b>35.84</b>
<i>Characidae</i> não identificados	9.30	<b>29.65</b>	2.54	6.81	1.29	2.09	0.40	<b>40.72</b>	2.46	<b>21.52</b>
<b>Curimatidae</b>										
<i>Steindacnerina</i> spp.		15.76	<b>66.03</b>	20.43		2.10			8.19	
<b>Cynodontidae</b>										
<i>Raphiodon vulpinus</i>										<b>42.65</b>
<b>Erythrinidae</b>										
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>						0.85				
<i>Hoplias</i> aff. <i>malabaricus</i>						<b>15.74</b>	13.36	<b>41.22</b>	9.09	6.11
<i>Erythrinidae</i> não identificados						0.66				7.99
<b>Gymnotidae</b>										
<i>Gymnotus</i> spp.							8.63	11.89		19.00
<i>Gymnotidae</i> não identificados						3.61	8.83			5.47
<b>Ramphichthyidae</b>										
<i>Ramphichthys hahni</i>						1.31				
<b>Sternopygidae</b>										
<i>Eigenmannia trilineata</i>						0.36				
<b>Poeciliidae</b>										
<i>Pamphorichthys</i> sp.	5.23									
<b>Prochilodontidae</b>										
<i>Prochilodus lineatus</i>						4.60	<b>31.72</b>	<b>46.90</b>		
<b>Sciaenidae</b>										
<i>Plagioscion squamosissimus</i>			16.93			0.07				

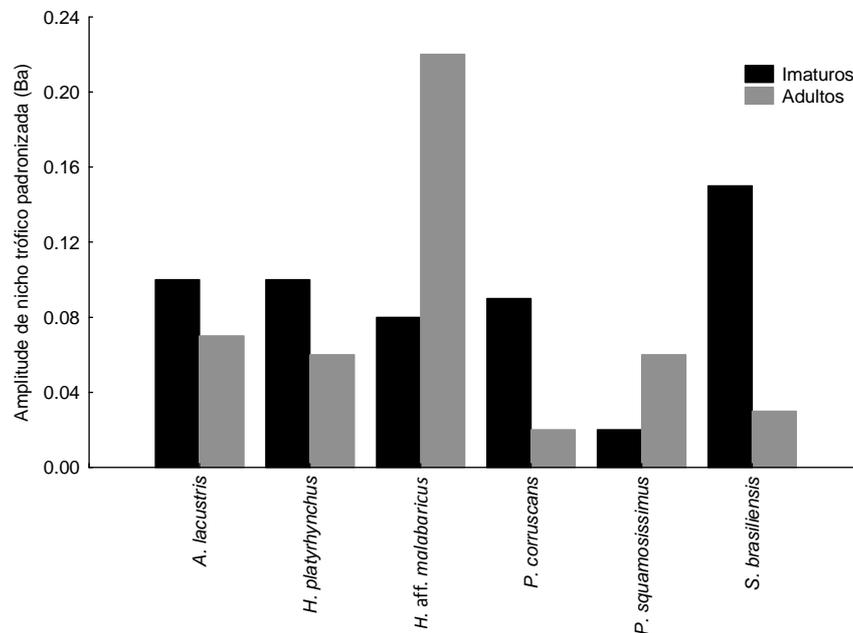
(Continua de...)

<b>Callichthyidae</b> <i>Hoplosternum littorale</i>		2.87	<b>15.03</b>	15.53		7.99
<b>Doradidae</b> <i>Oxydoras ingenui</i> <i>Trachydoras paraguayensis</i> <i>Doradidae não identificados</i>			1.86 2.95	1.62 3.46	1.64	
<b>Heptapteridae</b> <i>Pimelodella</i> spp.			16.09	0.90	8.00	
<b>Loricariidae</b> <i>Loricariichthys</i> spp.			1.84			5.68 2.51
<b>Pimelodidae</b> <i>Hemisorubim platyrhynchos</i> <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> <i>Pimelodidae não identificados</i>			3.37 2.76	1.00		12.43 1.07
<b>Siluriformes não identificados</b>		1.79	6.79	0.83	0.23	5.86
<b>Synbranchidae</b> <i>Synbranchus marmoratus</i>				0.10		
<b>Crustacea</b> Copepoda Crustáceos	4.65	0.62	5.08	0.61	1.24	1.05 <b>58.23</b> 11.64
<b>Insetos</b> Coleoptera Ephemeroptera Lepdoptera Odonata Orthoptera Trichoptera		0.74		0.01 0.59 0.07 0.32 0.03		0.18 0.18
		0.10				



**Figura 2.** Composição da dieta estimada através do volume (%) das presas, para exemplares imaturos e adultos, de seis espécies de peixes piscívoros, da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Peixes-presa identificados em nível de família.

Os valores de amplitude de nicho trófico foram considerados baixos, independente do estágio de desenvolvimento dos predadores. Porém, não se observa um padrão nem entre os imaturos e nem entre os adultos das diferentes espécies. Dessa forma, imaturos de *H. aff. malabaricus* e de *P. squamosissimus*, apresentaram valores menores que os adultos da própria espécie, enquanto que para *A. lacustris*, *H. platyrhynchos*, *P. corruscans* e *S. brasiliensis* ocorreu o inverso. *H. aff. malabaricus* adultos apresentou o maior valor ( $Ba=0,22$ ), enquanto que o menor foi observado para adultos de *P. corruscans* e imaturos de *P. squamosissimus* ( $Ba=0,02$ ) (Figura 3).

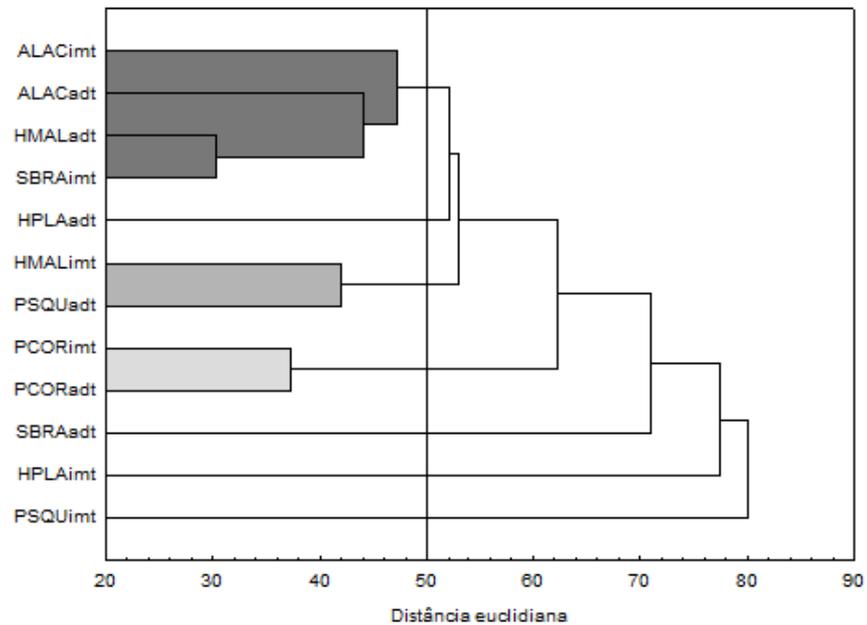


**Figura 3.** Valores de amplitude de nicho trófico para indivíduos imaturos e adultos de seis espécies de peixes piscívoros da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS.

### 3.2 Inter-relações tróficas

A análise de agrupamento segregou três grupos, formados tanto por indivíduos imaturos quanto por adultos das seis espécies estudadas. No primeiro grupo, os menores valores de distância (dietas mais semelhantes) referem-se a indivíduos adultos de *H. aff. malabaricus* e imaturos de *S. brasiliensis*, seguido de imaturos e adultos de *A. lacustris*. O segundo grupo é formado por imaturos de *H. aff. malabaricus* e adultos de *P. squamosissimus* e o terceiro por *P. corruscans*. *H. platyrhynchos* ambos imaturos e adultos. *Salminus brasiliensis* adultos e *P. squamosissimus* imaturos não foram similares a nenhum grupo,

demonstrando uma dieta com itens distintos em relação às outras espécies e estágios de desenvolvimento (Figura 4).



**Figura 4.** Análise de agrupamento (Distância Euclidiana – Unweighted pair-group average) para indivíduos imaturos (imt) e adultos (adt) de seis espécies de peixes piscívoras da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Sigla das espécies = ver tabela 1.

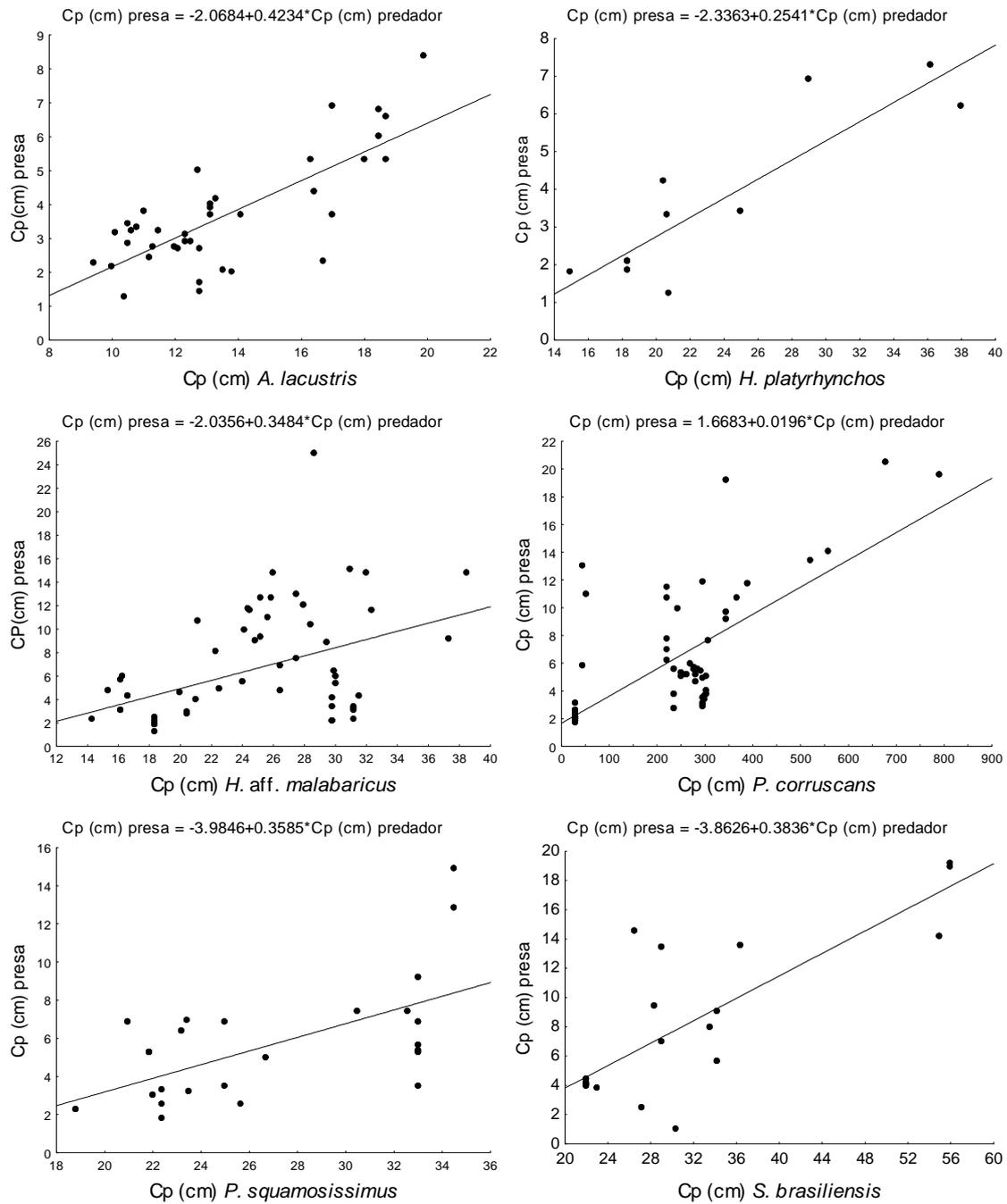
A sobreposição alimentar intra e interespecífica entre a maioria dos pares foi baixa. Apenas os pares *H. aff. malabaricus* adultos x *P. corruscans* imaturos, *P. corruscans* adultos x *H. aff. malabaricus* adultos, *H. aff. malabaricus* imaturos x *P. squamosissimus* adultos e *A. lacustris* adultos x *S. brasiliensis* imaturos apresentaram valores intermediários de sobreposição. Apenas o par *P. corruscans* imaturos x *P. corruscans* adultos apresentou valor de sobreposição alimentar alto, devido ao consumo de *P. lineatus* por ambos os estágios de desenvolvimento, demonstrando que a dieta não apresenta mudanças em relação ao desenvolvimento da espécie (Tabela 3). Além disso, *P. corruscans* apresentou valores nulos de sobreposição alimentar com as demais espécies, devido ao consumo elevado de Erythrinidae e Prochilodontidae. Os valores do Índice de Pianka não poderiam ter sido gerados ao acaso, isto é, eles refletem processos biológicos (Média simulada = 0.08637 p= 0.00021 (p<0,05); Média observada = 0.16041 (p<0,05)).

**Tabela 3.** Sobreposição de nicho trófico entre indivíduos imaturos (imt) e adultos (adt) de seis espécies de peixes piscívoras, da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS. Valor em negrito = alto (> 0,6), valores sublinhados = intermediários (0,4-0,6).

	ALAC imt	ALAC adt	HPLA imt	HPLA adt	HMAL imt	HMAL adt	PCOR imt	PCOR adt	PSQU imt	PSQU adt	SBRA imt	SBRA adt
ALAC imt		0,25	0,02	0,31	0,22	0,04	0,00	0,00	0,23	0,15	0,18	0,00
ALAC adt			0,38	0,35	0,08	0,09	0,00	0,00	0,39	0,17	<u>0,51</u>	0,03
HPLA imt				0,41	0,00	0,08	0,00	0,00	0,08	0,19	0,02	0,00
HPLA adt					0,47	0,15	0,03	0,00	0,08	0,20	0,11	0,22
HMAL imt							0,08	0,05	0,00	0,01	<u>0,55</u>	0,07
HMAL adt							<u>0,60</u>	<u>0,50</u>	0,06	0,15	0,47	0,06
PCOR imt									<b>0,83</b>	0,03	0,07	0,24
PCOR adt										0,00	0,12	0,06
PSQU imt										0,23	0,38	0,00
PSQU adt											0,07	0,02
SBRA imt												0,00
SBRA adt												

A análise do tamanho das presas consumidas pelas diferentes espécies piscívoras, evidenciou que estas se tornam maiores conforme os predadores crescem, mostrando uma correlação positiva, onde o comprimento da presa está correlacionado com o comprimento do predador (p<0,05,  $\alpha$ <0,05), sendo esta mais evidente para *H. platyrhynchos* e *P. corruscans* (Figura 5). Entretanto, quando a análise é feita entre as diferentes espécies piscívoras, nota-se

que cada uma consumiu um determinado tamanho de presa, evidenciando que elas não estão correlacionadas ( $p > 0,05$ ,  $\alpha < 0,05$ ). *Pseudoplatystoma corruscans* ingeriu as maiores presas, enquanto *S. brasiliensis*, as menores, sendo a maior média para *S. brasiliensis* e a menor para *A. lacustris*. *Pseudoplatystoma corruscans* consumiu presas de tamanho maior que um terço de seu corpo, enquanto as demais espécies consumiram abaixo disso, com o menor valor para *H. plathyrynchos* (Tabela 4).



**Figura 5.** Relação entre o comprimento padrão (cm) das presas e o comprimento padrão (cm) das seis espécies de peixes piscívoras, da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS.

**Tabela 4.** Valores de correlação de Spearman ( $p$ =nível de significância de 95%) entre o comprimento padrão das presas (cm) e o comprimento padrão (cm) das seis espécies de peixes piscívoros da planície de inundação do alto rio Paraná, PR/MS.  $\rho$ =correlação, N=número de variáveis, valores mínimo, máximo e média da proporção %CP(cm) presa/CP(cm) predador e do comprimento padrão das presas (cm).

Espécie	N	$\rho$	%CP(cm)presa/CP(cm)predador			CP(cm)presa		
			Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
ALAC	39	0,6	11	42	26	1,25	8,37	3,68
HPLA	11	0,73	5	23	14	1,2	7,3	3,7
HMAL	60	0,42	6	87	25	1,19	25,0	6,6
PCOR	65	0,70	9	28	46	1,7	20,4	5,84
PSQU	25	0,55	7	43	20	1,79	14,9	5,7
SBRA	19	0,65	3	54	25	0,95	19,2	8,43

\* Siglas das espécies = ver tabela 1.

## 4 DISCUSSÃO

A grande maioria dos indivíduos coletados apresentou estômagos vazios. Esse fato é bem documentado na literatura, para peixes piscívoros e foi observado para *S. maxillosus* (= *Salminus brasiliensis*) (Esteves & Pinto-Lobo 2001), *H. aff. malabaricus* (Barbieri et al. 1982, Winemiller 1989), *P. squamosissimus* (Hahn et al. 1999) e *Pseudoplatystoma* spp. (Barbarino Duque & Winemiller 2003).

A dieta das seis espécies piscívoras foi composta por uma grande variedade de peixes-presa, pertencentes a diferentes famílias, indicando pouca seletividade com relação à escolha do alimento.

A elevada frequência e abundância de Characidae na dieta da maioria dos piscívoros reflete a alta diversidade específica desta família na referida planície (Agostinho et al. 2001, Okada et al. 2003), a qual integra os Tetragonopterinae (*Incerti sedis*), grupo composto por espécies de pequeno porte e consideradas forrageiras. Wootton (1990) relata que a dieta dos peixes deve representar a interação entre a preferência alimentar e a disponibilidade e acessibilidade do alimento na natureza, enquanto que para Griffiths (1975) a presa mais abundante no ambiente deve ser a mais numerosa na dieta. Na planície de inundação do alto rio Paraná, a presença de ambientes lânticos e semi-lânticos, os quais apresentam grandes bancos de macrófitas, são locais ideais para a agregação de peixes de pequeno porte e segundo Pelicice et al. (2008), existe alta correlação entre os bancos de macrófitas e a densidade e riqueza dessas espécies de peixes.

O peixe-cachorro, *A. lacustris* é um piscívoro de médio porte (Hahn et al. 2000) que apresenta dentes caninos e cônicos e boca em posição superior, indicando que a tomada do alimento seja efetuada na coluna d'água (Silva & Gointein 2009). O alto volume de

Anostomidae na dieta de imaturos e adultos, sugere que estas presas possivelmente vivam associadas a vegetação marginal, já que são tipicamente herbívoras (Peretti & Andrian 2004), o que acaba facilitando a captura, uma vez que esse predador prefere esse tipo de ambiente estruturado (Piana et al. 2006). O fato de *A. lacustris* forragear na zona litorânea no entorno de bancos de macrófitas, pode explicar o consumo expressivo de Characidae, os quais são típicos desse ambiente, como observado para *Astyanax* sp. por Uieda (1984).

A jurupoca, *H. platyrhynchos* é um peixe de médio porte, bentônico, que possui boca quase terminal, mandíbula levemente prognata e placas dentígeras em ambas as maxilas (Graça & Pavanelli, 2007). Seu hábitat são lagoas com conexão ao rio, canais mais profundos e entre a vegetação aquática que cresce nas margens. A julgar pela posição dos olhos e o formato da boca, a tática de caça é o de espreitar as presas. O alto consumo de *A. altiparanae* por indivíduos adultos possivelmente seja reflexo da elevada abundância e vulnerabilidade dos indivíduos imaturos dessa espécie-presa nos anos de coleta (dados não publicados). Já o consumo de *Steindachnerina* spp. por imaturos, também relatado por Hahn et al. (2004), pode ser explicado pelo fato de tratar-se de uma espécie-presa iliófaga (Fugi et al. 2001), que vive associada ao fundo, hábitat ocupado também por esse predador, o que aumenta a taxa de encontro entre ambos.

A traíra, *H. aff. malabaricus* apresenta médio porte, ampla abertura bucal anterior e dentes caninos. Possui comportamento emboscador, hábito bentônico e ocupa preferencialmente ambientes lênticos (Piana et al. 2006), alimentando-se principalmente à noite em locais rasos com macrófitas (Sabino & Zuanon 1998). Os imaturos dessa espécie predaram principalmente Characidae e Cichlidae. Loureiro & Hahn (1996) relatam o elevado consumo de *Astyanax*, enquanto Carvalho et al. (2002), comenta sobre o predomínio de *Charax* sp. e *Hypessobrycon* sp. na dieta da espécie, todos Characidae de pequeno porte associados à bancos de macrófitas. Entretanto, o consumo de Cichlidae, fato verificado também por Novakowski et al. (2007), e *Pimellodella* sp. indica que o predador forrageia espécies associadas ao bentos, onde essas presas são mais encontradas. Os adultos, apesar da grande quantidade de itens consumidos em quantidades similares, apresentaram canibalismo. Segundo Luz et al. (2000), esse comportamento está associado com a diferença de tamanho entre os indivíduos, bem como a disponibilidade de alimento no ambiente. Outros autores como Winemiller 1989 e Almeida et al. (1997) também constataram esse comportamento para essa espécie. A presença de *H. littorale* nos estômagos dos adultos, reforça o hábito bentônico e comportamento emboscador do predador, pois trata-se de uma presa sedentária e bentônica.

O pintado, *P. corruscans* é um predador de grande porte, com ampla abertura bucal e placas dentíferas em ambas as maxilas. Apresenta hábito relativamente lento, bentônico e ataca as presas por sondagem do ambiente e emboscada (Barbarino Duque & Winemiller, 2003). A dieta de imaturos e adultos foi composta principalmente por *P. lineatus*, uma espécie iliófaga (Fugi et al. 1996), que ocupa o mesmo micro-hábitat bentônico do predador, aumentando a taxa de encontro e possível captura. O consumo de outras presas associadas ao fundo, como representantes de Cichlidae, Erythrinidae, Gymnotidae e Siluriformes, corrobora essa suposição. Relatos sobre a alimentação natural do pintado são raros na literatura, apenas Mello et al. (2009) comenta a presença de Loricariidae, Cichlidae e crutáceos nos estômagos da espécie, sendo estas, presas de fundo. Assim como a traíra, *P. corruscans* apresentou canibalismo, também evidenciado por Beux & Zaniboni Filho (2007).

A curvina, *P. squamosissimus* possui boca grande terminal (Bialetzki et al. 2002) bastante prostrátil o que possivelmente facilita a captura de presas em locais de difícil acesso para a maioria dos outros piscívoros. No presente estudo, a dieta dessa espécie foi a que mais diferiu dos outros predadores, pelo fato de os imaturos, terem consumido uma proporção expressiva do camarão *Macrobrachium amazonicum*, um recurso muito abundante na planície de inundação (Bialetzki et al. 1997). Os adultos dessa espécie consumiram preferencialmente peixes, possivelmente devido à relação custo/benefício das presas ser melhor que itens menores, como camarões. Aspectos da dieta da curvina são bem documentados na literatura (Almeida et al. 1997, Hahn et al. 1999, Bennemann et al. 2006, Costa et al. 2009, Luz-Agostinho et al. 2009, Stenafi & Rocha 2009), sendo a espécie considerada piscívora com tendência a carcinofagia-insetivoria. Mudanças ontogenéticas na dieta dessa espécie foram constatadas por Hahn et al. (1997) e Stefani & Rocha (2009), sendo consumidos insetos por indivíduos jovens e peixes pelos adultos.

O dourado, *S. brasiliensis* apresenta grande porte, boca em posição anterior e dentes cônicos pequenos. É uma espécie migradora de longa distância que habita águas lóxicas e possui tática de perseguir suas presas (Luz-Agostinho et al. 2009). Os indivíduos imaturos compartilharam vários tipos de presas, em proporções semelhantes, enquanto os adultos concentraram a dieta em *R. vulpinus* e *S. marginatus*, presas ágeis, que provavelmente são mais fáceis de capturar por esse predador de hábito perseguidor, que para os demais piscívoros.

Em relação à valores baixos de amplitude de nicho, estes foram semelhantes aos encontrados por Pouilly et al. (2004) para piscívoros na planície de inundação do rio Mamoré,

Bolívia. Segundo Luz-Agostinho et al. (2008), não houve diferenças significativas entre os valores de amplitude para as espécies piscívoras na mesma planície aqui estudada. Para imaturos e adultos de *Acestrorhynchus lacustris*, *H. plathyrynchos*, *P. squamosissimus*, imaturos de *H. aff. malabaricus* e adultos de *P. corruscans* e *S. brasiliensis*, os valores estão mais associados a dominância de alguns itens na dieta, enquanto que para adultos de *H. aff. malabaricus*, imaturos de *P. corruscans* e de *S. brasiliensis*, estão relacionados com a quantidade de itens consumidos. Possivelmente, para *H. aff. malabaricus* adultos, de hábito emboscador em bancos de macrófitas e *S. brasiliensis* imaturos, predadores perseguidores em áreas litorâneas o comportamento e o ambiente de caça, contribuíram para valores altos de amplitude em relação às outras espécies. Valores baixos encontrados para imaturos de *P. squamosissimus* e adultos de *P. corruscans* podem estar relacionados ao local de forrageamento da primeira, já que esta ocupa preferencialmente áreas pelágicas e o consumo preferencial de *P. lineatus* pela segunda. Crowder & Cooper (1982) comentam que a amplitude de nicho trófico de um predador será reduzida quando um alimento em um determinado ambiente for abundante e Scharf et al. (2000) explica que o valor desse índice normalmente não aumenta em relação à ontogenia do predador e tende a diminuir para predadores de maior tamanho.

Houve baixa similaridade alimentar intra e interespecífica devido ao consumo de espécies-presa específicas para cada estágio de desenvolvimento dos predadores. O primeiro grupo é formado por consumidores preferenciais de Characidae, enquanto que o segundo foi composto por predadores que consumiram Acestrorhynchidae e o terceiro, apenas pela espécie *P. corruscans*, por consumirem *P. lineatus*. *Plagioscion squamosissimus* imaturos apresentaram dieta mais distinta que as outras espécies devido o consumo expressivo de camarão em relação a outras presas.

A sobreposição alimentar ocorre quando há a utilização simultânea do mesmo recurso alimentar, por mais de um organismo, independentemente de sua abundância (Zaret & Rand 1971). Os valores de sobreposição em sua maioria baixos demonstram possível segregação das espécies, porém, segundo Araújo-Lima (1995), sobreposição alimentar por si só não pode ser traduzida em competição, já que vários fatores como tipo e tamanho da presa, característica do habitat, disponibilidade de alimento, distribuição horizontal e vertical da presa e predador, horário de forrageamento e densidade populacional exercem grande influencia nas relações interespecíficas e na partilha de recursos e por isso, devem ser informações também consideradas (Schoener 1974, Gerking 1994, Winemiller & Kelso-

Winemiller 1996, Hodgson et al. 1997, Gophen et al. 1998, Gill 2003), pois possibilitam o desenvolvimento de inúmeras estratégias para evitar competição, e dessa forma, permitir a coexistência das espécies. Luz-Agostinho et al. (2008) também registraram valores baixos e intermediários, na mesma planície, para piscívoros.

Para a maioria dos peixes, o tamanho da presa consumida normalmente aumenta conforme o incremento do tamanho do predador (Keast & Webb 1966, Popova 1967, 1978, Juanes 1994, Almeida et al. 1997, Hahn et al. 1997), o que foi constatado no presente estudo para as seis espécies piscívoras. Porém, cada espécie capturou preferencialmente um tamanho de presa, mas isso não evitou uma sobreposição no tamanho da presa consumida entre os predadores, principalmente quando as presas foram de pequeno porte. Alguns autores predizem que espécies-presas comumente não devem atingir mais de um terço do tamanho (Cp) do predador (Goulding et al. 1988, Machado-Allison 1990, Catella & Torres 1984). No entanto, para *P. corruscans* a média no comprimento das presas consumidas ultrapassou esse valor, provavelmente atribuído a predação de Gymnotidae, as quais possuem formato anguiliforme. O consumo de presas pequenas se deve a alta vulnerabilidade das mesmas (Juanes, 1994), sendo este um importante mecanismo para predação (Johansson et al. 2004). Segundo Scharf et al. (2000), em comunidades aquáticas, a relação entre o tamanho da presa e do predador é o primeiro atributo que está diretamente relacionado ao sucesso no forrageamento, pois a resposta de fuga da presa é altamente correlacionada com o tamanho do corpo, que conforme aumenta melhora a performance de natação. A seleção de uma presa pelo tamanho específico, provavelmente seja mais importante que a seleção pelo tipo de presa (Tonn et al. 1992, Juanes et al. 2002), uma vez que em ambientes aquáticos, o tamanho é um dos principais determinantes da taxa de encontro ou sucesso de captura, já que a maioria das populações de predadores e presas é estruturada por essa variável (Turesson et al. 2002).

A teoria de forrageamento ótimo prediz que o predador consome a presa que tem maior valor energético e que possa maximizar o seu *fitness* (Gerking 1994). No entanto, vários estudos indicam que presas pequenas são mais selecionadas que presas grandes quando os predadores possuem a chance de consumi-las (Ivlev 1961, Werner & Hall 1974, Harper & Blake 1988), sugerindo que os valores usados para modelos de forrageamento para estimar o custo relativo e os benefícios em consumir diferentes tamanhos de presas possam estar incompletos.

Talvez essa sobreposição no tamanho das presas ocorra devido à dieta dos predadores de menor tamanho ser um subconjunto da dieta dos predadores de maior porte (Brooks &

Dodson 1965, Hall et al. 1970, Wilson 1975). É provável que grandes predadores possuam vantagem competitiva em poder consumir presas pequenas e também as grandes, as quais são inacessíveis aos predadores menores (Scharf et al. 2000). Considerando que o tempo de manipulação aumenta com o tamanho da presa, a decisão de capturar presas menores por piscívoros de grande porte deve refletir no ganho energético em procurar, capturar e manipular essas presas. Portanto, o número de pequenas presas deve ser substancialmente maior que o número das grandes presas para compensar o gasto energético.

Dessa forma, os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que as espécies consomem preferencialmente peixes desde as fases imaturas, com exceção de *P. squamosissimus*, para a qual ocorreram alterações qualitativas e quantitativas na composição da dieta conforme o desenvolvimento, verificando-se também nítida modificação no tamanho das presas ingeridas em relação ao tamanho dos predadores. Assim, a dieta dos piscívoros estudados parece estar relacionada aos atributos de abundância das espécies-presas no ambiente, bem como aqueles específicos de cada predador e de cada presa, tais como morfologia, comportamento alimentar e colonização de micro-hábitas.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A.A. & ZALEWSKI, M. 1996. A planície alagável do Alto rio Paraná: Importância e preservação/ Upper Paraná floodplain river: Importance and preservation. EDUEM, Maringá, 100p.

AGOSTINHO, A.A. GOMES, L.C. & ZALEWSKI, M., 2001. The importance of floodplains for the dynamics of fish communities of the upper river Paraná. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 1(1–2), 209–217.

AGOSTINHO, A.A., GOMES, L. C., VERÍSSIMO, S. & OKADA, E. K. 2004. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Ver. Fish. Biol. Fisher.* 14(1): 11–19.

ALMEIDA, V.L.L., HAHN, N.S. & AGOSTINHO, C.S. 1998. Stomach content of juvenile and adult piranhas (*Serrasalmus marginatus*) in the Paraná Floodplains, Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna E.* 33: 100-105.

ALMEIDA, V.L.L., HAHN, N.S. & VAZOLLER, A.E.A. M. 1997. Feeding patterns in five predatory fishes of the high Paraná River floodplain (PR, Brazil). *Ecol. Freshw. Fish.* 6:123-133.

ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M., AGOSTINHO, A.A. & FABRÉ, N.N. 1995. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In *Limnology in Brazil* (J.G. Tundisi, C.E.M Bicudo, T. Matsumura-Tundisi, eds.). ABC/SBL, Rio de Janeiro, 105-136p.

BARBARINO DUQUE, A. & WINEMILLER, K. O. 2003. Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers, Venezuela. *J. Fish. Biol.* 63(2): 410–427.

BARBIERI, G., VERANI, J.R. & BARBIERI, M.C., 1982. Dinâmica quantitativa da nutrição de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1974), na Represa do Lobo (Brotas-Itirapina/SP). (Pisces, Erythrinidae). *Rev. Bras. Biol.* 42(2): 295-302.

BENNEMANN, S.T., CAPRA, L.G., GALVES, W. & SHIBATTA, O.A. 2006. Dinâmica trófica de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, Sciaenidae) em trechos de influência da represa Capivara (rios Paranapanema e Tibagi). *Iheringia Ser. Zool.* 96(1):115-119.

- BEUX, L. F. & ZANIBONI FILHO, E. 2007. Survival and the Growth of Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) Post-larvae on Different Salinities. Braz Arch. Biol. Techn. 50(5): 821-829.
- BIALETZKI, A., NAKATANI, K., BAUMGARTNER, G. & BOND-BUCKUP, G. 1997. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustáceos, Palaemonidae) in Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brazil. Rev. Bras. Zool. 14(2):379-390.
- BIALETZKI, A., NAKATANI, K., SANCHES, P.V. & BAUMGARTNER, G. 2002 Spatial and temporal distribution of larvae and juveniles of *Hoplias* aff. *malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae) in the upper Paraná river floodplain, Brazil. Braz. J. Biol. 62: 211-222.
- BROOKS, J.L. & DODSON, S.I. 1965. Predation, body size, and composition of plankton. Science. 150(3692): 28-35
- CARPENTER, S.R. & KITCHELL, J.F. 1996. The trophic cascade in lakes. Cambridge University Press, Cambridge.
- CARVALHO, L.N., FERNANDES, C.H.V. & MOREIRA, V.S.S. 2002. Alimentação de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) no rio Vermelho, Pantanal Sul Mato-Grossense. Rev. Bras. Zoocien. 4(2): 227-236.
- CATELLA, A.C. & TORRES, G.E. 1984. Observações sobre o espectro e estratégias alimentares do peixe-cachorro *Acestrorhynchus lacustris* Reinhardt (1874) (Characidae, Acestrorhynchini), no reservatório de três Marias - Rio São Francisco, MG. In Anais do 14º Seminário Regional de Ecologia de São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, p.103-125.
- COSTA, S.A.G.L., PERETTI, D., PINTO JÚNIOR, J.E.M., FERNANDES, M.A. & GURGEL JÚNIOR, A.M. 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 Sci. Biol. Sci. 31(3): 285-292.
- CROWDER, L.B. & COOPER, W.E. 1982. Habitat structural complexity and the interaction between bluegills and their prey. Ecology. 63(6): 1802-1813.

- ESTEVEES, K.E. & PINTO-LÔBO, A.V. 2001. Feeding pattern os *Salminus maxillosus* (Pisces, Characidae) at Cachoeira das Emas, Mogi-Guaçu River (São Paulo state, Southeast Brazil). *Rev. Bras. Biol.* 61(2): 267-276.
- FUGI, R., AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. 2001. Trophic morphology of five benthic-feeding fish species of a tropical floodplain. *Rev. Bras. Biol.* 61(1): 27-33.
- FUGI, R., HAHN, N.S. & AGOSTINHO, A.A. 1996. Feeding styles of five species of bottom-feeding fishes of the high Paraná river. *Enviro. Biol. Fish.* 46(3): 297-307.
- GERKING, S.D. 1994. *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press Inc., San Diego.
- GILL, A.B. 2003. The dynamics of prey choice in fish: the importance of prey size and satiation. *J. Fish. Biol.* 63(Suppl. A): 105–116.
- GOPHEN, M., YEHUDA, Y., MALINKOV, A. & DEGANI, G. 1998. Food composition on the fish community in lake Agmon. *Hydrobiologia.* 380: 49–57.
- GOTELLI, N.J. & ENTSMINGER, G.L. 2006. *EcoSim: Null models software for ecology. Version 7*. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Jericho, VT 05465. <http://garyentsminger.com/ecosim.htm> (último acesso em 15/02/2010).
- GOULDING, M., CARVALHO, M.L. & FERREIRA, E.J.C., 1988. *Rio Negro, rich life in poor water: Amazonian diversity and food chain ecology as seen through fish communities*. SPB Academic Publishing, The Hague.
- GRAÇA, W. & PAVANELLI, C.S. 2007. *Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes*. EDUEM, Maringá.
- GRIFFITHS, D. 1975. Prey availability and food of predators. *Ecology.* 56(5): 1209-1214.
- GROSSMAN, G.D. 1986. Food resource partitioning in a rocky intertidal fish assemblage. *J. Zool.* 1(2): 317-355.
- HAHN, N.S., AGOSTINHO, A.A. & GOITEIN, R., 1997. Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu Reservoir and Porto Rico floodplain. *Acta Limnol. Bras.* 9: 11-22.

- HAHN, N.S., DELARIVA, R.L. & LOUREIRO, V.E. 2000. Feeding of *Acestrorhynchus lacustris* (Characidae): a post impoundment studies on Itaipu reservoir, upper Paraná river, PR. Braz. Arch. Biol. Techn. 43(2): 207-213.
- HAHN, N.S., FUGI, R. & ANDRIAN, I. F. 2004. Trophic ecology of the fish assemblages. In The upper Paraná river and its floodplain physical aspects, ecology and conservation (S.M Thomaz, A.A Agostinho & N.S. Hahn, eds.). Backhuys Publishers, Leiden. p. 247-259.
- HAHN, N.S., LOUREIRO, V.E. & DELARIVA, R.L. 1999. Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no rio Paraná. Acta Sci. 21(2): 309 – 314.
- HALL, D.J., COOPER, W.E. & WERNER, E.E. 1970. An experimental approach to the production dynamics and structure of freshwater animal communities. Limnol. Oceanogr. 15: 829–928.
- HARPER, D.G. & BLAKE, R.W. 1988. Energetics of piscivorous predator- prey interactions. J. Theor. Biol. 134(1):59–76.
- HODGSON, J.R., HE, X., SCHINDLER, D.E. & KITCHELL, J.F. 1997. Diet overlap in a piscivore community. Ecol. Freshw. Fish. 6: 144-49.
- HURLBERT, S.H. 1978. The Measurement of Niche Overlap and Some Relatives. Ecology. 59(1): 67-77.
- HYSLOP, E.J. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their applications. J. Fish Biol. 17: 411-429.
- INGER, R. & COLWELL, R.K. 1977. Organization of contiguous communities of amphibians and reptiles in Thailand. Ecol. Monogr. 47: 229–253.
- IVLEV, V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven.
- JOHANSSON, J., TURESSON, H. & PERSSON, A. 2004. Active selection for large guppies, *Poecilia reticulata*, by the pike cichlid, *Crenicichla saxatilis*. Oikos. 105(3):595 – 605.

- JUANES, F. & CONOVER, D.O. 1994. Piscivory and prey size selection in young-of-the-year bluefish: predator preference or size dependent capture success? *Mar. Ecol-Prog Ser.* 114:59–69.
- JUANES, F., BUCKEL, J.A. & SCHARF, F.S. 2002. Feeding ecology of piscivorous fishes. In *Handbook of Fish Biology and Fisheries Vol. 1.* (P.J.B. Hart & J.D. Reynolds, eds.). Blackwell Publishing, Oxford, p. 267–284
- JULIANO, S.A. & LAWTON, J.H. 1990. The relationship between competition and morphology. II. Experiments on co-occurring dytiscid beetles. *J. Anim. Ecol.* 59: 831–848.
- KEAST, A. & WEBB, D. 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. *J. Fish. Res. Board Can.* 23:1845–1874.
- LOUREIRO, V.E. & HAHN, N.S. 1996. Dieta e atividade alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo-PR. *Acta Limnol. Bras.* 8(1): 195-205.
- LOWE MCCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, EDUSP.
- LUZ, R. K., SALARO, A. L., SOUTO, E. F. & ZANIBONI FILHO, E. 2000. Avaliação de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). *Acta Scientiarum.* 22(2):465-469.
- LUZ-AGOSTINHO, K.D.G., AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. & JÚLIO, 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.
- LUZ-AGOSTINHO, K.D.G., AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. & JÚLIO-Jr., H.F., FUGI, R 2009. Effects of flooding regime on the feeding activity and body condition of piscivorous fish in the Upper Paraná River floodplain. *Braz. J. Biol.* 69(Suppl. 2): 481-490.
- MACHADO-ALLISON, A. 1990. Ecología de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela. *Interciencia.* 15(6): 411-423.

- MARQUES, E. E., 1993, Biologia reprodutiva, alimentação natural e dinâmica da nutrição do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, pimelodidae) no Alto Rio Paraná. Dissertação de Mestrado. UFPR, Curitiba.
- MELLO, P.H, VENTURIERI, R.L.L., HONJI, R.M. & MOREIRA, R.G. 2009. Threatened fishes of the world: *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae). Environ. Biol. Fish. 85:359–360.
- NILSSON, N.A. 1978. The role of size-biased predation in competition and interactive segregation in fish. In Ecology of freshwater fish production. (S.D. Gerking, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 303-325.
- 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 Neotrop. 7(2):
- OKADA, K.O., AGOSTINHO, A.A., PETRERE Jr., M. & PENCZAK, T., 2003. Factors affecting fish diversity and abundance in drying ponds and lagoons in the upper Paraná River basin, Brazil. Ecohydrol. Hydrobiol. 3(1): 97–110.
- PELICICE, F. M., THOMAZ, S. M. & AGOSTINHO, A. A. 2008. Simple relationships to predict attributes of fish assemblages in patches of submerged macrophytes. Neotrop. Ichthyol. 6(4): 543-550.
- PERETTI, D. & ANDRIAN, I.F. 2004. Trophic structure of fish assemblages in five permanent lagoons of the high Paraná River floodplain, Braz. Environ. Biol. Fish. 71: 95–103.
- PERSSON, L., ANDERSSON, J., WAHLSTRÖM, E. & EKLÖV, P. 1996. Size-specific interactions in lake systems: predator gape limitation and prey growth rate and mortality. Ecology. 77(3): 900–911.
- PIANA, P.A., GOMES, L.C. & AGOSTINHO, A.A. 2006. Comparison of predator–prey interaction models for fish assemblages from the neotropical region. Ecol. Model. 192: 259–270.
- PIANKA, E.R. 1973. The structure of lizard communities. Annu. Rev. Ecol. Syst. 4: 53–74.

- POPOVA, O.A. 1967. The 'predator-prey' relationship among fish. In The biological basis of freshwater fish production. (S.D. Gerking, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 359-376
- POPOVA, O.A. 1978. The role of predaceous fish in ecosystems. In Ecology of Freshwater Fish Production. (S.D. Gerking, ed.). Blackwell Scientific, Oxford, p. 215-249
- POUILLY, M., YUNOKI, T., ROSALES, C. & TORRES, L. 2004. Trophic structure of fish assemblages from Mamoré River floodplain lakes (Bolivia). Ecol. Freshw Fish. 13: 245–257.
- SABINO, J. & ZUANON, J., 1998. A stream fish assemblage in central Amazonian: distribution, activity patterns and feeding behavior. Ichthyol. Explor. Fresh. 8(3), 201–210.
- SCHARF, F. S., JUANES, F. & ROUNTREE, R.A. 2000. Predator size - prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. Mar. Ecol.-Prog. Ser. 208: 229–248.
- SCHOENER, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. Science. 185: 27–39.
- SILVA, A.T. & GOITEIN, R. 2009. Diet and feeding activity of *Acestrorhynchus lacustris* (Lütken, 1875) (Characiformes, Acestrorhynchidae) in the water reservoir at Ribeirão Claro, SP. Braz. J. Biol. 69(3): 757-762.
- SIMON, N. 1983. Predators and prey. J.M. Dent & Sons, London.
- STATSOFT, INC. Statistica (data analysis software system), version 7.1. <http://www.statsoft.com> (último acesso em 15/02/2010)
- STEFANI, P.M.A. & ROCHA, O.B. 2009. Diet composition of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), a fish introduced into the Tietê River system. Braz. J. Biol. 69(3): 805-812.
- SUZUKI, H. I, VAZZOLER, A. E. A. M., MARQUES, E. E., LIZAMA, M. A. P. & INADA, P. 2004. Reproductive ecology of the fish assemblages. In The upper Paraná River and its Floodplain. (S. M. Thomaz, A. A. Agostinho, N. S. Hahn, eds.). Backhuys Publishers, Leiden, 271-291p.

- TOKESHI, M. 1999. Species coexistence: ecological and evolutionary perspectives. Blackwell Science, Oxford.
- TONN, W.M., PASZKOWSKI, C.A. & HOLOPAINEN, I.J. 1992. Piscivory and recruitment: mechanisms structuring prey populations in small lakes. *Ecology*. 73(3):951–958.
- TURESSON, H., PERSSON, A. & BRÖNMARK, C. 2002. Prey size selection in piscivorous pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) includes active prey choice. *Ecol. Freshw. Fish.* 11:223–233.
- UIEDA, V. S., 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. *Rev. Bras. Biol.* 44(2): 203-213.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Eduem, Maringá.
- WAINWRIGHT, P.C. 1988. Morphology and ecology: functional basis of feeding constraints in Caribbean labrid fishes. *Ecology*. 69(3): 635–645.
- WERNER, E.E & HALL, D.J. 1974. Optimal foraging and the size selection of prey by the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). *Ecology*. 55(5):1042–1052
- WILSON, D.S. 1975. The adequacy of body size as a niche difference. *Am. Nat.* 109(970):769–784
- WINEMILLER, K.O. & KELSO-WINEMILLER, L.C. 1996. Comparative ecology of catfishes of the Upper Zambezi River floodplain. *J. Fish. Biol.* 49(6): 1043–1061.
- WINEMILLER, K.O. & PIANKA, E.R. 1990. Organization in natural assemblages of desert lizards and tropical fishes. *Ecol. Monogr.* 60(1): 27–55.
- WINEMILLER, K.O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. *Environ. Biol. Fish.* 26(3): 177-199.
- WOOTTON, R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, London.

ZARET, T.M. & RAND, A.S. 1971. Competition in Tropical Stream Fishes: Support for the Competitive Exclusion Principle. *Ecology*. 52(2): 336-342.