

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

ÂNDREA WESTPHAL SANTA MARIA

**Abordagem com traços das espécies permite a identificação das relações das  
aves piscívoras com o ambiente**

Maringá  
2015

ÂNDREA WESTPHAL SANTA MARIA

**Abordagem com traços das espécies permite a identificação das relações das aves piscívoras com o ambiente**

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.  
Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes

Maringá  
2015

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

S231a

Santa Maria, Ândrea Westphal, 1988-

Abordagem com traços das espécies permite a identificação das relações das aves piscívoras com o ambiente / Ândrea Westphal Santa Maria. -- Maringá, 2015.  
39 f. : il. + anexo (8 p.)

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--  
Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, 2015.  
Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gomes.

1. Comunidades, Ecologia de – Filtros ambientais – Traços das espécies – Planície de inundação – Alto rio Paraná. 2. Comunidades, Ecologia de – Aves piscívoras – Cadeia alimentar – *Habitat* de forrageamento – Planície de inundação – Alto rio Paraná. 3. Mecanismos ecológicos – Nicho, Teoria de – 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 23. ed. – 577.8209816  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

ÂNDREA WESTPHAL SANTA MARIA

**Abordagem com traços das espécies permite a identificação das relações das aves piscívoras com o ambiente**

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. Dr. Luiz Carlos Gomes  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Prof. Dr. Sidinei Magela Thomaz  
Nupélia/Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Aprovada em: 18 de abril de 2015.

Local de defesa: Anfiteatro Prof. “Keshiyu Nakatani”, Nupélia, Bloco G-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

## AGRADECIMENTOS

Em especial, gostaria de agradecer aos meus queridos pais pelo incentivo ao progresso pessoal e acadêmico, e pelo conforto e paciência doados durante todo o processo de crescimento como cientista.

Ao João, meu querido amigo que, primeiramente, me instigou à pesquisa do mundo natural por meio do convite para auxiliá-lo em campo. Pelas longas conversas e tempo cedido em detrimento do auxílio com as ideias do projeto e, posteriormente, discussão dos mecanismos ecológicos. Mas, agradeço, principalmente, pela grande amizade e pelas conversas à deriva abaixo das estrelas.

Ao meu orientador Luiz, pela oportunidade de realização de um projeto com aves, pela confiança e contribuição para minha maturidade como cientista.

Agradeço de forma especial à Camila, Carol, Sabrina, Andressa, Dai, Daniel e Andrey pelo carinho, consolo, paciência e pelos inúmeros momentos maravilhosos que estive em vossa presença.

Agradeço ao Tuti, Tato, Valdecir, Tião e Gazo pelo valioso aprendizado em campo e pelo auxílio nas coletas; e a todos os funcionários do Nupélia que possibilitam a continuação dos projetos de pesquisa do núcleo.

Aos meus queridos amigos de sala, agradeço pelo companheirismo, pela amizade, pelo carinho, pelas risadas, pela força, pelas parcerias de trabalhos e estudo, pelas viagens e aventuras. Agradeço às amizades eternas formadas tão rapidamente.

Ao pessoal do laboratório, Hugo, Taise, Igor, Matheus, Daniel e Rômulo pelas conversas engrandecedoras e pelos auxílios nas enrascadas.

À Salete e ao João pelo auxílio nas pesquisas na biblioteca, em especial à Salete pelas conversas engrandecedoras. E à Aldenir e Jocemara por todos os direcionamentos e auxílio nos trâmites burocráticos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo; e a CAPES/PROEX pelos recursos disponibilizados para as saídas à campo, simpósios e disciplinas em outras universidades.

Ao Prof. Dr. Luis Mauricio Bini, pela disposição em auxiliar e pelo direcionamento com as análises estatísticas e com a ecologia. Agradeço pela autonomia que este direcionamento me proporcionou.

This is what you shall do; Love the earth and sun and the animals, despise riches, give alms to every one that asks, stand up for the stupid and crazy, devote your income and labor to others, hate tyrants, argue not concerning God, have patience and indulgence toward the people, take off your hat to nothing known or unknown or to any man or number of men, go freely with powerful uneducated persons and with the young and with the mothers of families, read these leaves in the open air every season of every year of your life, re-examine all you have been told at school or church or in any book, dismiss whatever insults your own soul, and your very flesh shall be a great poem and have the richest fluency not only in its words but in the silent lines of its lips and face and between the lashes of your eyes and in every motion and joint of your body.

(WALT WHITMAN)

## **Abordagem com traços das espécies permite a identificação das relações das aves piscívoras com o ambiente**

### **RESUMO**

A identificação do conjunto de traços filtrados por fatores ambientais possibilita a elaboração de predições quanto à dinâmica das comunidades diante de alterações nas condições ambientais. Este estudo foi realizado em uma planície de inundação a fim de incorporar um amplo gradiente espacial e temporal característico deste sistema. As aves piscívoras foram utilizadas como assembleia modelo, por serem de fácil identificação e responderem prontamente às alterações das condições ambientais, sendo consideradas indicadores da qualidade ambiental. As análises **RLQ** e *fourth-corner* foram utilizadas a fim de identificar (i) as variáveis ambientais que afetam a abundância de aves piscívoras no *habitat* de forrageamento, e (ii) a combinação de traços de espécies de aves piscívoras que varia em função de um gradiente biótico e abiótico. Foi observada a diferenciação de três grupos de aves devido à atuação dos filtros ambientais e bióticos sobre o traço referente à tática de captura de presas e traços morfológicos: aves pernaltas, aves nadadoras e piscívoras aéreas. As aves pernaltas são mais abundantes em lagos mais rasos e de maior área, com maior concentração de nutrientes e oxigênio dissolvido e maior produtividade primária, porém menores valores de condutividade. As nadadoras são mais abundantes em lagos de maior área e profundidade, lagos com menor concentração de nutrientes e produtividade, porém, maiores valores de condutividade e maior abundância de peixes grandes (15 – 30 cm). As piscívoras aéreas são mais abundantes no verão e em lagos de maior área e profundidade, com maiores valores de condutividade, porém menores concentrações de oxigênio dissolvido na água. Assim, conclui-se que tanto traços morfológicos quanto comportamentais das aves são importantes para a localização de recursos alimentares que variam no espaço e no tempo. Além disso, uma combinação de filtros abióticos é determinante da estrutura da assembleia de aves piscívoras nesta planície.

**Palavras-chave:** Aves aquáticas. Filtros ambientais. Habitat de forrageamento. RLQ. Fourth-corner.

## **Trait-based approach allows the identification of relationships of piscivorous birds with the environment**

### ***ABSTRACT***

The identification of environmental filtering on species traits allows the prediction on community dynamics facing environmental disturbances. This study was performed at a floodplain in order to embrace a large range of spatial and temporal environmental gradients. Piscivorous birds were used as the model assemblage since they respond promptly to environmental changes and hence are considered indicator species that track habitat quality. **RLQ** analysis and *fourth-corner approach* were performed aiming to identify (i) environmental variables that might influence piscivorous bird abundances within their foraging habitat and (ii) trait combinations of piscivorous bird species that vary according to biotic and abiotic gradients. Three main avian groups were distinguished due to the influence of environmental filters over traits concerning foraging tactics and morphology: wading birds, pursuit swimmers and aerial piscivores. Wading birds are more abundant in shallower and larger lakes that have higher nutrient and dissolved oxygen concentrations, higher primary production but lower conductivity. Pursuit swimmers are more abundant in deeper and larger lakes that have lower nutrient concentration, lower primary production but higher conductivity and higher abundance of larger fish (15 – 30 cm). Aerial piscivores are more numerous in summer and in larger, deeper lakes that have higher conductivity but lower dissolved oxygen concentration. Thus, morphological and behavioral bird traits are of relevant importance on tracking spatial and temporal food resources variations. Moreover, environmental filters are the determinants of the structure of piscivorous birds assemblage in this floodplain.

**Keywords:** Waterbirds. Environmental filtering. Foraging habitat. RLQ. Fourth-corner.

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Aquatic Sciences*. Disponível em:

<[http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/27?detailsPage=pltc\\_1060194](http://www.springer.com/life+sciences/ecology/journal/27?detailsPage=pltc_1060194)>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	11
2.1	ÁREA DE ESTUDO .....	11
2.2	COLETA DE DADOS.....	12
2.3	CENSO DE AVES.....	13
2.4	TRAÇOS DAS ESPÉCIES.....	13
2.5	AMOSTRAGEM DE PEIXES .....	14
2.6	VARIÁVEIS AMBIENTAIS .....	15
2.7	ANÁLISE DE DADOS .....	17
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	19
3.1	RELAÇÕES OBTIDAS COM AS AMOSTRAS DA REGIÃO LITORÂNEA (REDES DE ARRASTO).....	20
3.2	RELAÇÕES OBTIDAS COM AMOSTRAGEM POR REDE DE ESPERA .....	21
3.3	SUMÁRIO DA COMPOSIÇÃO DE TRAÇOS DAS ESPÉCIES E RELAÇÕES COM O AMBIENTE .....	24
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	26
4.1	RELAÇÕES OBTIDAS COM AS AMOSTRAS DA REGIÃO LITORÂNEA (REDES DE ARRASTO).....	26
4.2	RELAÇÕES OBTIDAS COM AMOSTRAGEM POR REDE DE ESPERA .....	31
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33
	<b>ANEXO</b> .....	40

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por padrões na distribuição e estruturação da assembleia de espécies está entre os principais objetivos da ecologia de comunidades. Neste contexto, surgiram teorias que procuram definir os mecanismos que determinam a estrutura das comunidades naturais (Chase et al. 2005), sendo as mais conhecidas a teoria neutra (Hubbell, 2006) e a teoria de nicho (Vandermeer, 1972). Modelos neutros partem do princípio que espécies dentro de um mesmo nível trófico são idênticas em suas habilidades competitivas, dispersão e *fitness*. Modelos baseados em nicho buscam por fatores determinísticos como os ambientais (filtragem ambiental - *environmental filtering*) e a interação entre as espécies (similaridade limitante - *limiting similarity*) como estruturadores das comunidades. Estes mecanismos atuam de forma distinta, pois enquanto a *limiting similarity* assume que fatores bióticos (por exemplo, competição) aumentam a dissimilaridade de traços de espécies coexistentes, a *environmental filtering* assume que fatores abióticos limitam a assembleia, de forma que espécies coexistentes possuam traços mais similares.

Enquanto a visualização de padrões é mais evidente em escalas regionais e globais, observa-se uma ampla gama de peculiaridades e variações nas relações indivíduo/ambiente em escalas menores, tornando-se mais difícil encontrar alguma regra ecológica sobre os mecanismos que estruturam estas comunidades (Lawton 1999). Contudo, há necessidade de elaboração de estudos locais que busquem identificar as relações entre as espécies e o ambiente para a criação de estratégias conservacionistas e manutenção da biodiversidade. Atualmente, é comum a formulação de modelos ecológicos para prever como as comunidades naturais comportam-se diante de alterações nas condições ambientais (Kissling et al. 2007; Padiál et al. 2012; Hershkovitz et al. 2015).

A utilização de estratégias que possibilitem a generalização dos padrões encontrados e permitam a extrapolação para outros locais com condições semelhantes é necessária para sua futura incorporação em modelos macroecológicos (Diniz-Filho et al. 2007). Uma ferramenta amplamente utilizada na elaboração de generalizações ecológicas tem sido a abordagem com os traços das espécies, em detrimento da espécie *per se*, pois esta última tenderia a situações restritas ao organismo e o ambiente em que vive (McGill et al. 2006). Estudos empíricos que adotaram abordagens tanto com traços quanto com as espécies puderam apontar as condições ambientais nas quais elas ocorrem (Pavoine et al. 2011; Salmon et al. 2014). Porém, a inclusão dos traços destas espécies possibilitou a explicação dos mecanismos que permeiam tais associações. Ao demonstrar o conjunto de traços filtrados por determinados fatores

ambientais, torna-se possível a elaboração de predições quanto à dinâmica das comunidades diante de alterações nas condições ambientais (Newbold et al. 2013). A compreensão desses processos ecológicos é de grande importância se se considerar que o objetivo preponderante de estudos ecológicos seja a proteção de ambientes naturais e dos organismos que deles dependem.

Ambientes de água doce têm sofrido degradação por meio do uso do solo (Ntongani et al. 2014), alterações em sua dinâmica pela construção de barragens (Agostinho et al. 2004b), alterações na composição de espécies (Pendleton et al. 2014), espécies invasoras (Havel et al. 2015) e alterações climáticas (Koutsodendrís et al. 2015). Particularmente, as planícies de inundação são sistemas peculiares, altamente dinâmicos, que apresentam variação sazonal nas condições ambientais pela alteração do nível hidrológico (Thomaz et al. 2007). Nestas áreas, as aves piscívoras ocupam a posição de topo da cadeia trófica e são frequentemente utilizadas como indicadores biológicos por demonstrarem habilidades notáveis de movimentação em resposta a adversidades e oportunidades, por serem elementos conspícuos da paisagem e relativamente fáceis de quantificar e identificar (Caro e O’Doherty 1999). Portanto, indivíduos inseridos em um ambiente altamente dinâmico propicia o cenário ideal para a realização de estudos que necessitam capturar uma ampla gama de condições ambientais.

Dentre as características que predizem a distribuição de aves piscívoras em ambientes heterogêneos, aquelas relacionadas ao forrageamento merecem destaque, já que os indivíduos tendem a agregar-se em locais com maior concentração de recursos alimentares (Connor et al. 2000). Além disso, deve-se considerar que estas aves não realizam decisões individuais quanto à colonização de novos locais (Pulliam e Millikan 1982) e, por isso, apresentam padrões na abundância diferentes do aleatório (Storch et al. 2003). Assim, buscou-se a compreensão dos mecanismos que permeiam as decisões das aves piscívoras na localização de *habitats* de alta qualidade para alimentação dentro de uma planície de inundação por meio da identificação de (i) variáveis ambientais que afetam a abundância de aves piscívoras no *habitat* de forrageamento, e (ii) combinações de traços das espécies de aves piscívoras que variam em função de um gradiente biótico e abiótico.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A planície de inundação do alto rio Paraná (PIARP; 22°40'S a 22°52'S e 53°12'W a 53°38'W), abrange o Parque Estadual das Várzeas do rio Ivinhema e está inserida na Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do rio Paraná (Agostinho et al. 2004a). É caracterizada por apresentar três rios principais, o Paraná, o Baía, e o Ivinhema, sendo que o rio Paraná exerce influência preponderante sobre a dinâmica fluvial de toda a planície (Rocha, 2011). O processo de homogeneização que segue o pulso de inundação facilita o intercâmbio de nutrientes, organismos e propágulos entre os rios da planície, aumentando a similaridade quanto às comunidades biológicas e processos ecológicos nesses ambientes (Thomaz et al. 2007). O clima regional é caracterizado como tropical e subtropical úmido, com a média mensal da temperatura acima de 15°C e precipitação anual acima de 1500 mm (IBGE, 1990). O período de águas baixas ocorre durante os meses mais frios, de maio a setembro, enquanto os maiores níveis coincidem com os meses de outubro a abril.

A planície possui uma várzea à margem direita (Oeste) com biótopos que incluem rios, canais, riossecos e lagos conectados e não conectados ao rio, exceto em períodos de inundação. A vegetação é composta por espécies arbóreas, presentes nas margens mais elevadas dos rios Paraná e Baía e em algumas ilhas maiores, espécies herbáceas e arbustivas nas diversas altitudes do terreno e uma vegetação predominantemente herbácea nas áreas constantemente alagadas, típica região de várzea (Stevaux et al. 2013). O estudo foi realizado em lagos conectados e não conectados, que geralmente possuem uma grande diversidade de macrófitas aquáticas flutuantes e submersas (Ferreira et al. 2011). Além disso, os lagos podem ter as margens mais arborizadas, como os da região do rio Paraná; áreas de pasto e vegetação herbácea e arbustiva nos lagos das imediações do rio Baía; e margens com vegetação mais preservada pela ausência de pastagens, predominantemente herbácea e arbustiva, com algumas árvores de grande porte nas imediações do rio Ivinhema.

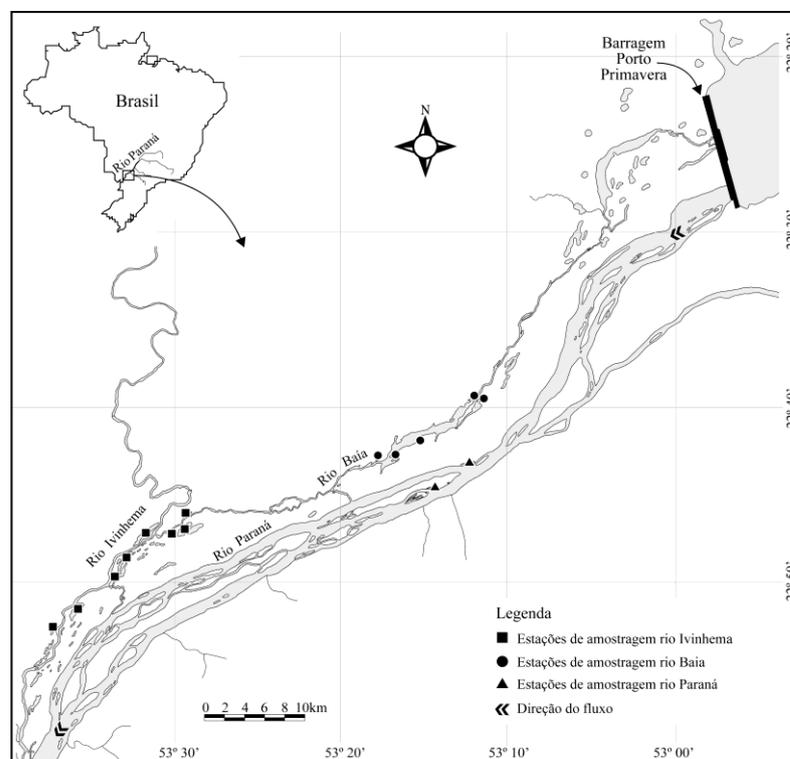
De forma geral, a região do rio Baía apresenta maior velocidade de vento e seus lagos possuem as maiores concentrações de fósforo e nitrogênio total e os maiores valores de turbidez dentre os três. Em contrapartida, os lagos associados ao rio Paraná apresentam maior transparência (disco de Secchi) e têm menores concentrações de fósforo e nitrogênio, porém maiores concentrações de oxigênio dissolvido na água e maior condutividade. Os menores valores de oxigênio dissolvido encontram-se em lagos do rio Ivinhema, que também

apresentam altos valores de turbidez e altas concentrações de nutrientes (Roberto et al. 2009). Os lagos não conectados aos rios apresentam uma maior amplitude de variação em todas as variáveis limnológicas em decorrência da reduzida profundidade em épocas de seca, estando mais susceptíveis à ação do vento e ressuspensão de sedimentos (Thomaz et al. 1997).

## 2.2 COLETA DE DADOS

Os dados de abundância de peixes e as variáveis limnológicas foram coletados em 10 lagos conectados e 5 não conectados aos rios Paraná, Baía e Ivinhema (Fig. 1) por meio do Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração: A planície de inundação do alto rio Paraná (PELD - Sítio 6). As amostragens foram trimestrais, nos anos de 2010 e 2011, sempre controlando os eventos relacionados ao ciclo hidrológico (cheia, vazante, seca e enchente).

O rio Paraná apresentou uma cheia atípica em março de 2010, quando atingiu níveis hidrométricos de mais de 6 m. Este processo homogeneizou todos os ambientes da planície, impossibilitando a delimitação dos lagos amostrados. Por este motivo, as amostragens de março de 2010 não foram incluídas na análise, totalizando 102 unidades amostrais.



**Fig. 1** A planície de inundação do alto rio Paraná e os locais amostrados em cada rio. Fonte: PEREIRA, Jaime Luiz Lopes, 2014.

### 2.3 CENSO DE AVES

O censo de aves foi realizado concomitantemente com a amostragem de todas as outras variáveis. Em cada mês de amostragem, foi realizada a contagem e identificação de todos os indivíduos que se encontravam em atividade de forrageamento dentro dos corpos d'água e aqueles avistados em uma faixa de até 5 m de distância da margem. Os indivíduos em voo foram contabilizados apenas quando partiram ou pousaram no local amostrado. A unidade amostral do estudo foi o lago, o qual foi circum-navegado completamente a uma distância de aproximadamente 10 m da margem com velocidade constante de 5 a 10 km/h.

Cada amostragem durou de 10 – 20 minutos, no período matutino, das 7 h às 11 h, e vespertino, das 14 h às 18 h, a fim de contabilizá-las em todo o período de atividade de forrageamento (del Hoyo et al. 1992-2007) e possibilitar o censo no grande número de ambientes amostrados. Foi realizada somente uma amostragem em cada lago, alternando entre os períodos matutino e vespertino nos meses amostrados. Esta abordagem é realizada em estudos nos quais não há a captura e marcação das aves e evita-se registrar duas vezes a mesma ave (Cintra 2012). Foi considerado como valor de abundância o número total de indivíduos de cada espécie em cada unidade amostral.

### 2.4 TRAÇOS DAS ESPÉCIES

Os valores dos traços das espécies foram compilados de del Hoyo (1992-2007) por Wilman et al. (2014). Apenas os comprimentos do tarso e do bico foram medidos em espécimes do Museu de História Natural de Peabody Yale (*Yale Peabody Museum of Natural History*) e Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Dos traços disponíveis, foram selecionados apenas os que tinham maior probabilidade de influenciar na preferência do *habitat* de forrageamento, por meio da ocupação do *habitat* (comprimento da perna e bico; estrato de forrageamento), dieta (porcentagem de peixe; massa corporal) e captura do alimento (tática de captura).

As táticas de captura são (i) *pecking*: os indivíduos capturam presas com um movimento rápido do pescoço em direção à superfície da água; (ii) *pursuit swimming*: os indivíduos mergulham e perseguem suas presas embaixo da água; e (iii) *plunge diving*: os indivíduos espreitam suas presas a partir de um poleiro ou voando e realizam um mergulho aéreo para capturá-las. Com exceção da tática de captura do alimento, os traços representam a

variação individual dentro da espécie e, assim, foi utilizada a média dos traços de natureza contínua para cada espécie (Tabela 1).

**Tabela 1.** Traços, modalidades de traço, nomenclatura e valores utilizados nas análises

Traço	Modalidade de traço	Nomenclatura utilizada nas análises	Tipo de variável
Tática de forrageamento	<i>Pecking</i>	pecking	Presença/ausência
	<i>Pursuit swimming</i>	pursuitSwimming	Presença/ausência
	<i>Plunge diving</i>	plungeDiving	Presença/ausência
Dieta de peixe	Porcentagem de peixe na dieta	dietFish	Porcentagem
Estrato de forrageamento	Superfície da água	forRoundsurf	Porcentagem
	Embaixo da água	forBellowsurf	Porcentagem
	Solo	forGround	Porcentagem
	Vegetação arbórea	forUnderstory	Porcentagem
Massa corporal	Massa do corpo	bodyMass	Contínua - média (g)
Morfologia	Comprimento do tarso	tarsusLength	Contínua - média (cm)
	Comprimento do bico	billLength	Contínua - média (cm)

## 2.5 AMOSTRAGEM DE PEIXES

A assembleia de peixes foi amostrada com redes de espera e de arrasto. As redes de espera foram operadas em 11 lagos, totalizando 86 amostras. As redes de arrasto foram operadas em 9 lagos, totalizando 64 amostras. As técnicas diferem quanto às espécies capturadas com relação ao comportamento, uso do hábitat e tamanho (Oliveira et al. 2014) e, por isso, foram analisados separadamente. O arrasto captura seletivamente espécies menores, de hábito pelágico e bentopelágico, mais relacionadas à região litorânea e, algumas vezes, associadas a ambientes mais estruturados com macrófitas aquáticas. Por outro lado, as redes de espera capturam um espectro maior de tamanho de indivíduos, de hábito tanto bentopelágico como bentônico, que podem ocupar, além da margem mais rasa, a região mais central e profunda do ambiente.

As redes de espera com diferentes malhagens (2,4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14; 16 cm entre nós opostos) foram instaladas da margem em direção ao centro do lago. Estas permaneceram expostas por 24 h e as despescas foram realizadas às 8 h, 16 h e 22 h. A abundância foi indexada pela captura por unidade de esforço (CPUE) para cada unidade amostral, sendo o número de indivíduos capturados dividido pelo esforço amostral (metros quadrados de rede operados) e o resultado é multiplicado por 1000. Redes de arrasto com 20 m de comprimento e malha 0,5 cm foram operadas na região litorânea dos lagos no período matutino. A abundância para essa técnica foi também indexada pela CPUE, na qual o número de indivíduos capturados em cada amostra é dividido pela área arrastada, e o resultado multiplicado por 100. As multiplicações por 100 são para obter valores acima de zero.

Os indivíduos coletados foram, enumerados, medidos (comprimento total e padrão em centímetros) e identificados em nível de espécie de acordo com Graça e Pavanelli (2007) e Mirande (2010). Somente os peixes com até 30 cm de comprimento total foram selecionados para as análises, sendo este o tamanho máximo consumido pela maior espécie de ave registrada no presente estudo (Willard 1985).

A fim de verificar se há influência do tamanho da presa na abundância diferencial em alguns traços das espécies de aves, a abundância de peixes amostrados por rede de espera foi calculada separadamente para peixes com comprimento total de até 15 cm (gill15) e para os que apresentavam comprimento entre 15 e 30 cm (gill30). Tais categorias de tamanho foram escolhidas de acordo com o tamanho do bico das aves. Considerando que quase todos os peixes amostrados por rede de arrasto são de aproximadamente até 15 cm e possuem hábito bentopelágico, somente uma variável foi definida para esta técnica (seine).

Para verificar a existência de relação entre a abundância de determinados traços das aves quanto ao estrato da coluna d'água ocupado pela presa, calculou-se separadamente a abundância de presas de hábito bentopelágico e as de hábito bentônico (gillSurf e gillBott), sendo utilizado somente os dados de peixes bentopelágicos para arrasto, pois esta técnica é aplicada na superfície da coluna d'água (seine). O hábito das espécies de peixe foi categorizado com auxílio de literatura especializada (ver ANEXO).

## 2.6 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As variáveis *limnológicas* selecionadas para esse estudo foram clorofila-a (chlorophyll,  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), nitrogênio total (NT,  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), fósforo total (PT,  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) e oxigênio dissolvido (DO,  $\text{mg.L}^{-1}$ ), sendo estas indicadoras de produtividade e, portanto, as mais

relacionadas com as variações na abundância de peixes (Kersten et al. 1991; Rader e Richardson 1994; Gomes et al. 2002; Petry et al. 2003, Randle e Chapman 2004). Além destas, a condutividade elétrica (conductivity,  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ ) e a turbidez (turbidity, NTU) foram selecionadas por sua influência sobre a riqueza e abundância de aves piscívoras e sobre o sucesso de captura de presas (Paszkowski e Tonn 2000; Baptist e Leopold 2010; Cintra, 2012).

As variáveis *climáticas* foram selecionadas por afetar decisões comportamentais referentes à reprodução e captura de presas pela alteração do comportamento destas últimas (Frederick e Loftus 1993). A média mensal da velocidade do vento (windSpeed, m/s), obtida a partir das estações climatológicas Vantage PRO2<sup>TM</sup> Davis® localizadas em Porto Rico, Paraná ( $22^\circ45'54''\text{S}$ ;  $53^\circ15'25''\text{W}$ ) e nos rios Baía ( $22^\circ30'00''\text{S}$ ;  $53^\circ06'00''\text{W}$ ) e Ivinhema ( $22^\circ45'54''\text{S}$ ;  $53^\circ15'25''\text{W}$ ), Mato Grosso do Sul; e a temperatura do ar (airTemp,  $^\circ\text{C}$ ), medida durante cada coleta. Por último, as variáveis que representam a *morfometria* dos lagos foram a área (area,  $\text{m}^2$ ) obtida por meio de imagens do Satélite *Landsat 7*, tratadas pelos softwares *ArcGIS*® e *ArcMap*™; e a profundidade máxima (depthMax, cm), medida com um ecobatímetro portátil no centro de cada lago. Um sumário com todas as variáveis utilizadas para explicar a abundância de aves são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Variáveis e abreviações utilizadas na RLQ e fourth-corner

Variável	Unidade	Abreviação
Abundância de peixes		
Indivíduos capturados por rede de arrasto	n° ind.área arrastada	seine
Indivíduos de capturados por rede de espera		
Comprimento até 15 cm	CPUE	gill15
Comprimento de 15 - 30 cm	CPUE	gill30
Bentopelágicos	CPUE	gillSurf
Bentônicos	CPUE	gillBott
Limnológicas		
clorofila $\alpha$	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	chlorophyll
nitrogênio total	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	NT
fósforo total	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	PT
oxigênio dissolvido	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	DO
condutividade	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	conductivity
turbidez	NTU	turbidity

**Tabela 2.** Continuação.

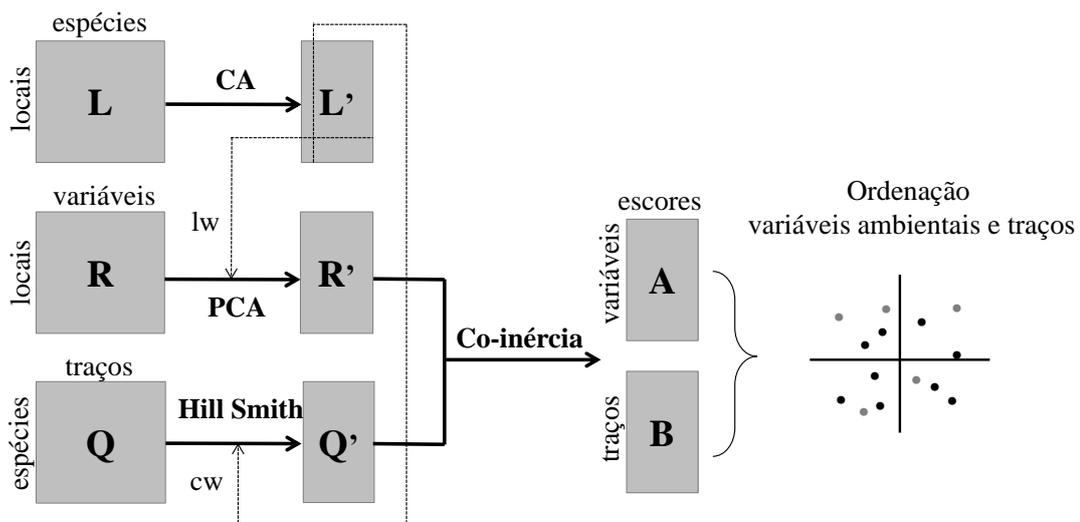
Variável	Unidade	Abreviação
Climáticas		
velocidade do vento	m/s	windSpeed
temperatura do ar	°C	airTemp
Morfométricas		
área	m <sup>2</sup>	area
profundidade máxima	cm	depthMax

## 2.7 ANÁLISE DE DADOS

A fim de verificar as características ambientais (Tabela 3) que possuem efeitos mais pronunciados sobre a abundância de aves piscívoras no *habitat* de forrageamento, foram utilizadas como ferramentas estatísticas as análises **RLQ** (Dolédec et al. 1996) e análise *fourth-corner* (Legendre et al. 1997), que são abordagens complementares de acordo com a metodologia descrita por Dray et al. (2014). A **RLQ** é uma extensão da análise de co-inércia (Dolédec e Chessel 1994; Dray et al. 2003) e tem como principal objetivo identificar a combinação de traços das espécies que varia em função das alterações nas condições ambientais, por meio de uma análise simultânea de três matrizes de dados, resultando em escores para espécies, traços e variáveis ambientais ao longo de eixos ortogonais. A *fourth-corner* avalia a significância das relações entre cada traço e variável ambiental por meio de testes de permutação.

A matriz **R** possui  $m$  variáveis ambientais nas colunas e  $n$  amostras nas linhas. A matriz **Q** com  $s$  traços nas colunas de  $p$  espécies nas linhas. Estas matrizes são ligadas por uma terceira matriz **L**, que contém a abundância de  $p$  espécies nas colunas e  $n$  amostras nas linhas. Para a realização da **RLQ**, cada matriz é primeiramente analisada por uma análise fatorial. Os dados da matriz **R** primeiramente foram submetidos à raiz quadrada e depois a matriz foi submetida a uma Análise de Componentes Principais (PCA, Gauch Jr. 1982). A matriz **Q** foi submetida a uma Análise de Hill Smith (Hill e Smith 1976) por possuir tanto variáveis contínuas como categóricas, e a matriz **L** foi tratada por uma Análise de Correspondência (CA, Greenacre 1984). Por fim, a **RLQ** resulta em combinações lineares de variáveis ambientais e traços que tenham maior covariância entre elas, mediado pela abundância de espécies (matriz **L**) (Fig. 2).

Para a *fourth-corner*, foram feitos dois testes de permutações sequenciais a fim de controlar o erro do tipo I, ambos com 999 aleatorizações (de acordo com o que foi utilizado para aves, Seymour e Dean 2010) e nível de significância  $\alpha$ . O primeiro teste permuta as linhas de  $\mathbf{R}$  ou  $\mathbf{L}$  para testar a hipótese nula de que a distribuição de espécies com traços fixos não é influenciada por características ambientais. O segundo teste só é realizado se o primeiro rejeitar a hipótese nula, e permuta as linhas de  $\mathbf{Q}$  ou as colunas de  $\mathbf{L}$  para testar a hipótese nula de que a composição de espécies com amostras fixas nas características ambientais não é influenciada pelos traços das espécies. A associação entre traço e ambiente só é considerada significativa se o maior dos valores de  $P$  dos dois testes for menor que  $\alpha$  (para mais detalhes ver Dray et al. 2014) e, então, conclui-se que tanto os traços como as características ambientais influenciam na distribuição e abundância das espécies (Fig. 3). As análises foram realizadas com o pacote **ade4** (Dray e Dufour, 2007) do programa **R**, versão 3.0.1 (R Development Core Team, 2013).



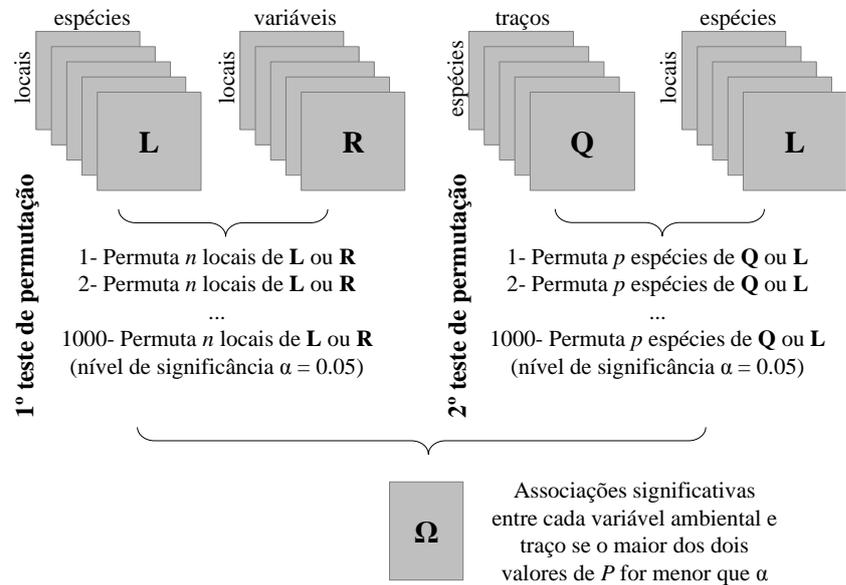
**Fig. 2** Sumário da análise **RLQ**. A matriz de abundância ( $\mathbf{L}$ ) é analisada por uma CA para sumarizar suas principais estruturas. A PCA e a Hill Smith, realizadas sobre as matrizes de dados ambientais ( $\mathbf{R}$ ) e traços das espécies ( $\mathbf{Q}$ ), são ponderadas pelos pesos dos locais ( $lw^*$ ) e das espécies ( $cw^{**}$ ) derivados da CA. Uma análise de co-inércia é realizada de forma que os escores das variáveis ambientais e traços ponderados pela abundância de espécies tenham máxima covariância<sup>2</sup> cruzada.

\* $lw$  = matriz diagonal com a frequência relativa de indivíduos por local (soma dos indivíduos de cada local / soma total de indivíduos)

\*\* $cw$  = matriz diagonal com a frequência relativa de indivíduos de cada espécie (soma dos indivíduos de cada espécie / soma total de indivíduos)

A *fourth-corner* foi realizada sobre o conjunto de dados brutos, diferente do aconselhado por Dray et al (2014), pois no pacote **ade4** do **R** não é possível aplicar a *fourth-corner* sobre o resultado da **RLQ** se a análise fatorial sobre o conjunto de dados ambientais for diferente de uma PCA. Esta é uma estratégia bivariada aplicada sobre um conjunto de

dados que varia de forma simultânea e por isso pode implicar em relações obtidas pela *fourth-corner* que não foram destacadas na ordenação pela **RLQ**.



**Fig. 3** Sumário da análise *fourth-corner*. O primeiro teste permuta as linhas de **R** ou **L** para testar a hipótese nula de que a distribuição de espécies com traços fixos não é influenciada por características ambientais. O segundo teste só é realizado se o primeiro rejeitar a hipótese nula, e permuta as linhas de **Q** ou as colunas de **L** para testar a hipótese nula de que a composição de espécies com amostras fixas nas características ambientais não é influenciada pelos traços das espécies. A associação entre traço e ambiente (matriz  $\Omega$ ) só é considerada significativa se o maior dos valores de  $P$  dos dois testes for menor que  $\alpha$  (0.05)

### 3 RESULTADOS

Foi registrado um total de 2631 indivíduos de 16 espécies de aves que estão fortemente associadas ao ambiente aquático para alimentação. Nenhuma delas é endêmica do sistema, nenhuma está na lista de espécies ameaçadas de extinção (IUCN 2014) e a maioria delas ocorre na área durante todo o ano. A Águia-pescadora (*Pandion haliaetus*; Linnaeus 1758) e o Cabeça-seca (*Mycteria americana*; Linnaeus, 1758) são consideradas migradoras intercontinentais. O Tuiuiú (*Jabiru mycteria*; Lichtenstein 1819) e o Cabeça-seca abandonam a região durante o período de cheia (Gimenes et al. 2007). Ao retirar o mês de março de 2010 da análise devido à homogeneização dos ambientes de toda a planície pela cheia, foram analisados 1585 indivíduos das 16 espécies de ave em 102 amostras. Nas 57 amostras obtidas com rede de arrasto, 838 indivíduos foram contabilizados; e nas 76 amostradas com rede de espera, 1362 indivíduos foram contados. A riqueza de aves permaneceu a mesma em ambas as técnicas de amostragem de peixe.

### 3.1 RELAÇÕES OBTIDAS COM AS AMOSTRAS DA REGIÃO LITORÂNEA (REDES DE ARRASTO)

O primeiro eixo da **RLQ** preservou 77 % da co-inércia dos dados ambientais e traços funcionais, e o segundo, 12 % (Tabela 3, Fig. 4a). O lado positivo do eixo 1 está associado aos maiores valores de fósforo total, velocidade do vento, clorofila-*a*, nitrogênio total e oxigênio dissolvido com traços característicos de aves com maior comprimento de perna e bico e que capturam suas presas na superfície da coluna d'água com a tática *pecking* (espécies mais a direita na Fig. 4b).

**Tabela 3.** Resultados da interação entre as três tabelas de dados ambientais (**R**), abundância de espécies (**L**) e traços das espécies (**Q**) para o método de amostragem com rede de arrasto e de espera. Em (a), **R/RLQ** (sd) e **Q/RLQ** (sd) são os desvios-padrões das variáveis ambientais e traços das espécies, respectivamente, que foram computadas para os dois primeiros eixos da **RLQ**. A covariância e a correlação representa a ligação entre as tabelas **R** e **Q**. Em (b) está a porcentagem de co-inércia dos dados ambientais (**R**) e traços funcionais (**Q**) representada em cada eixo da **RLQ**

	Rede de arrasto		Rede de espera	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
a) Análise <b>RLQ</b>				
<b>R/RLQ</b> (sd)	1,7613	1,1357	1,3460	1,4022
<b>Q/RLQ</b> (sd)	2,1946	1,2810	2,2048	1,1940
Autovalor	0,6500	0,1007	0,4978	0,1202
Covariância	0,8062	0,3173	0,7056	0,3467
Correlação	0,2085	0,2181	0,2377	0,2071
b) Variância explicada em %				
Co-inércia	77,3834	11,9908	70,2342	16,9603

O lado negativo do primeiro eixo esteve associado com maiores valores de condutividade e profundidade máxima com aves que perseguem suas presas embaixo da água e possuem uma maior porcentagem de peixe em sua dieta (espécies mais a esquerda na Fig. 4b). O segundo eixo evidenciou que, nos meses mais quentes e em lagos com maior turbidez e menor concentração de oxigênio dissolvido na água (Fig. 4a), a maior abundância de aves que capturam presas a partir de mergulhos aéreos foi maior. São aves de menor massa corporal e que podem utilizar a borda da mata e arbustos para complementar sua dieta com insetos (espécies no segundo quadrante da Fig. 4b).

A partir da *fourth-corner* (Fig. 4c), que ressaltou as associações significativas, foi possível identificar que aves com uma dieta composta predominantemente por peixes são mais abundantes em lagos com menores concentrações de oxigênio dissolvido e maiores

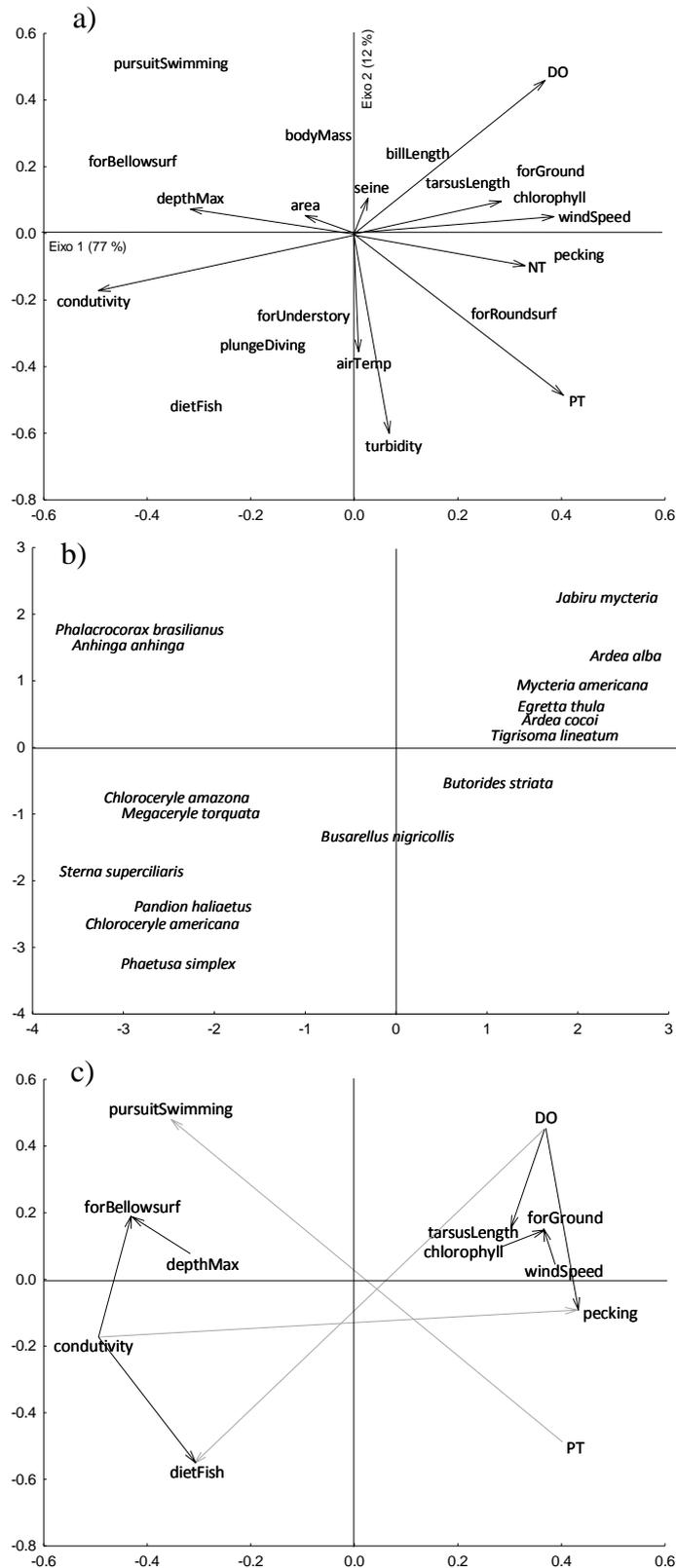
níveis de condutividade na água. Uma relação oposta foi observada com a tática *pecking*, que é observada, preferencialmente, em ambientes com maiores concentrações de oxigênio dissolvido e menores de condutividade. Dentre estas aves, o oxigênio afetou de forma positiva mais precisamente a abundância de aves com os maiores comprimentos de perna.

Locais com maior produtividade primária (clorofila *a*) e velocidade do vento exibem maior abundância de aves que utilizam, além da água, o solo como substrato para alimentação. Com relação às aves que utilizam o estrato abaixo de 13 cm da superfície da água para capturar suas presas, a profundidade máxima do ambiente e a condutividade foram os fatores que apresentaram uma relação positiva. As espécies nadadoras, que perseguem suas presas embaixo d'água, são mais abundantes em ambientes pobres em fósforo.

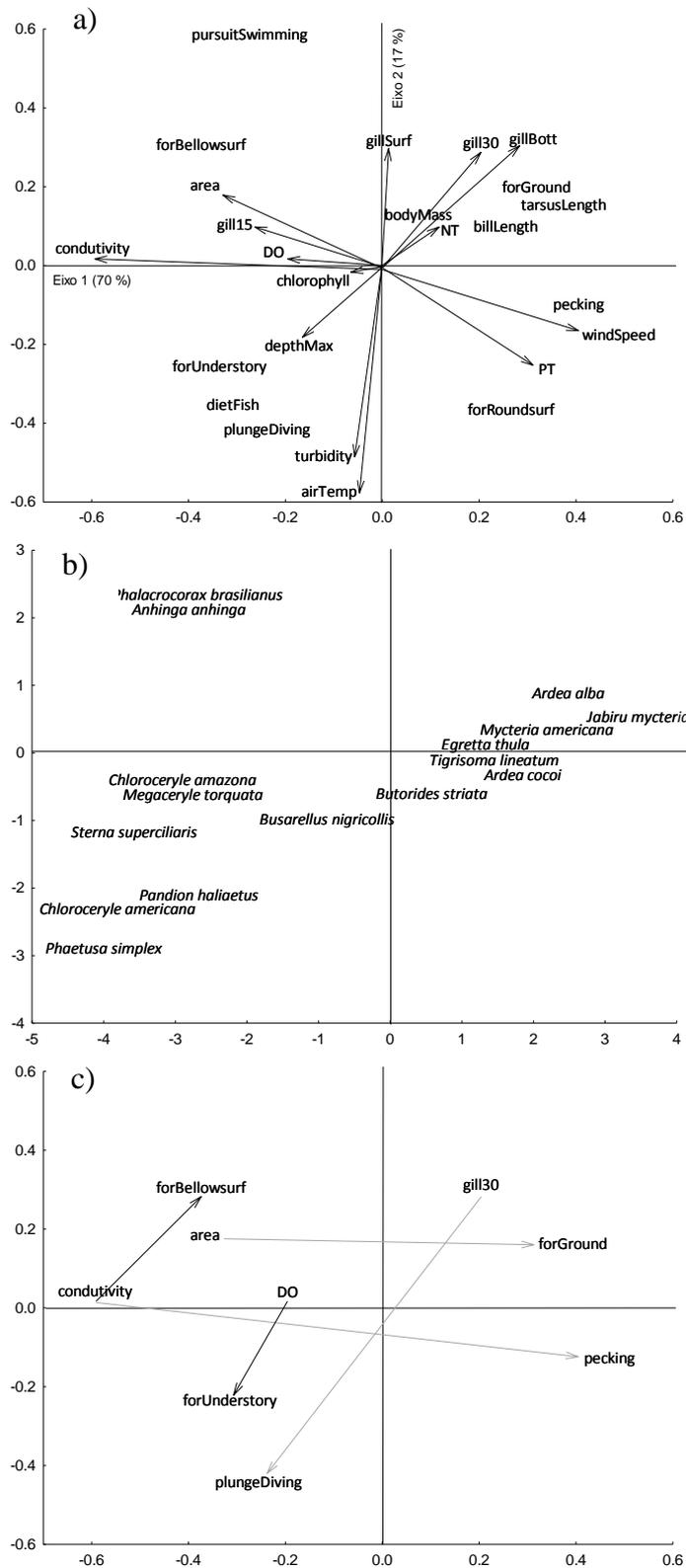
### 3.2 RELAÇÕES OBTIDAS COM AMOSTRAGEM POR REDE DE ESPERA

O primeiro eixo da **RLQ** preservou 70 %, e o segundo 17 % da co-inércia dos dados ambientais e traços funcionais (Tabela 3). No primeiro eixo, pode-se observar uma relação entre velocidade do vento e concentração de fósforo (Fig. 5a) e traços como o *pecking*, comprimento do tarso e do bico (espécies mais a direita na Fig. 5b); e entre condutividade, área e profundidade máxima (Fig. 5a) e traços como *plunge diving*, dieta predominante de peixes e estrato de forrageamento abaixo de 13 cm da superfície da água (espécies mais a esquerda na Fig. 5b). No segundo, há uma relação entre a abundância de peixes de 15 - 30 cm de comprimento, tanto de superfície quanto de fundo, com aves que perseguem suas presas abaixo da água (Fig. 5a e 5b).

A *fourth-corner* (Fig. 5c) evidenciou que enquanto aves com a tática *pecking* são mais abundantes em ambientes com baixos valores de condutividade, aquelas que capturam seu alimento abaixo da superfície da água exibem preferência por ambientes com maiores valores de condutividade. Aves que também utilizam o solo como estrato de forrageamento, além da água, são mais abundantes em lagos menores. Ambientes com maior concentração de oxigênio dissolvido na água favorecem aquelas que complementam sua dieta com invertebrados ao forragear na borda da mata ou em arbustos. Por último, as espécies que possuem a tática de capturar suas presas com um mergulho aéreo são afetadas negativamente em lagos com maior abundância de peixes de 15 - 30 cm.



**Fig. 4** Resultados referentes à amostragem por rede de arrasto. a) Ordenação simultânea das variáveis ambientais (setas) e traços das espécies, resultante da **RLQ**. O primeiro eixo representou 77% da variação dos dados, e o segundo, 12%. b) Ordenação das espécies resultante da interpretação simultânea dos conjuntos de dados ambientais (**R**), abundância de espécies (**L**) e traços (**Q**) pela **RLQ**. c) Associações significativas entre variáveis ambientais e traços das espécies resultantes da *fourth-corner*. As associações positivas estão representadas em preto e as negativas, em cinza.



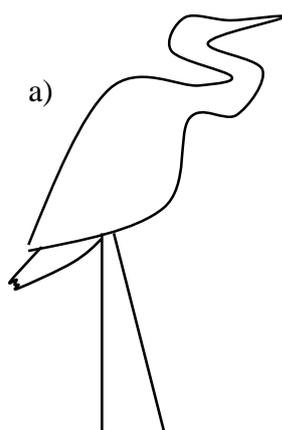
**Fig. 5** Resultados referentes à amostragem por rede de espera. a) Ordenação simultânea das variáveis ambientais (setas) e traços das espécies, resultante da **RLQ**. O primeiro eixo representou 77% da variação dos dados, e o segundo, 12%. b) Ordenação das espécies resultante da interpretação simultânea dos conjuntos de dados ambientais (**R**), abundância de espécies (**L**) e traços (**Q**) pela **RLQ**. c) Associações significativas entre variáveis ambientais e traços das espécies resultantes da *fourth-corner*. As associações positivas estão representadas em preto e as negativas, em cinza.

### 3.3 SUMÁRIO DA COMPOSIÇÃO DE TRAÇOS DAS ESPÉCIES E RELAÇÕES COM O AMBIENTE

O traço *pecking* é característico de aves pernaltas que capturam as presas na superfície da água (*forRoundsurf*), têm maiores comprimentos de perna e bico (*tarsusLength* e *billLength*), e maior massa corporal (*bodyMass*). As espécies que compõem os grupos de aves pernaltas são o Socozinho (*Butorides striata*; Linnaeus 1758), Socó-boi (*Tigrisoma lineatum*; Boddaert 1783), Garça-moura (*Ardea cocoi*; Linnaeus 1766), Garça-branca-pequena (*Egretta thula*; Molina, 1782), Garça-branca-grande (*Ardea alba*; Linnaeus 1758), Cabeça-seca (*Mycteria americana*; Linnaeus 1758) e Tuiuiú (*Jabiru mycteria*; Lichtenstein 1819). Dentre estas aves, a Garça-branca-grande, a Garça-branca-pequena e o Cabeça-seca podem complementar sua dieta com invertebrados presentes no solo (*forGround*); e a Garça-branca-grande, o Cabeça-seca e o Tuiuiú apresentam os maiores comprimentos de perna (*tarsusLength*). As aves pernaltas são mais abundantes em lagos com maior concentração de nutrientes e oxigênio dissolvido e maior produtividade primária. Além disso, locais com menor profundidade e área e menores valores de condutividade tendem a abrigar mais indivíduos destas espécies (Fig. 6a).

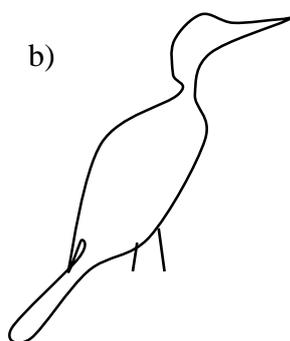
O Biguá (*Phalacrocorax brasilianus*; Gmelin 1789) e a Biguatinga (*Anhinga anhinga*; Linnaeus, 1766) são as duas espécies que compõem o grupo de aves nadadoras. Elas apresentam o comportamento de capturar suas presas perseguindo-as embaixo da água (*pursuitSwimming* e *forBellowsurf*) e também possuem maior massa corporal (*bodyMass*). Estas aves são mais abundantes em lagos de maior área e profundidade e em locais que apresentam maiores valores de condutividade e maior abundância de peixes maiores. Ainda, locais com menores concentrações de nutrientes e menos produtivos tendem a abrigar mais indivíduos de aves nadadoras (Fig. 6b).

A predominância de peixes na dieta (*dietFish*) é característico das espécies de ave que capturam suas presas a partir de mergulhos aéreos (*plungeDiving*), denominadas piscívoras aéreas. As espécies que compõem este grupo são o Martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*; Linnaeus 1766), Martim-pescador-verde (*Chloroceryle amazona*; Latham 1790), Martim-pescador-pequeno (*Chloroceryle americana*; Gmelin 1788), Águia-pescadora (*Pandion haliaetus*; Linnaeus, 1758), Gavião-belo (*Busarellus nigricollis*; Latham 1790), Trinta-réis-grande (*Phaetusa simplex*; Gmelin, 1789) e Trinta-réis-anão (*Sternula superciliaris*; Vieillot 1819).



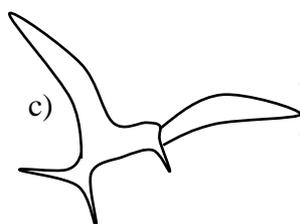
a)

Traços	Rede de arrasto	Rede de espera
pecking	<b>nutrientes</b>	<b>nutrientes</b>
forRoundsurf	<b>produtividade primária</b>	<b>vento</b> <sup>1</sup>
forGround	<b>oxigênio dissolvido</b>	área
tarsusLength	<b>vento</b> <sup>1</sup>	profundidade
billLength	profundidade	condutividade
bodyMass	condutividade	



b)

Traços	Rede de arrasto	Rede de espera
pursuitSwimming	<b>profundidade</b>	<b>área</b>
forBellowsurf	<b>condutividade</b>	<b>profundidade</b>
bodyMass	nutrientes	<b>condutividade</b>
	produtividade primária	<b>peixes 15 - 30 cm</b>
		fósforo total



c)

Traços	Rede de arrasto	Rede de espera
plungeDiving	<b>temperatura do ar</b>	<b>condutividade</b>
forBellowsurf	<b>condutividade</b>	<b>área</b>
forUnderstory	<b>turbidez</b> <sup>2</sup>	<b>profundidade</b>
dietFish	oxigênio dissolvido	<b>oxigênio dissolvido</b> <sup>3</sup>
		peixes 15 - 30 cm

**Fig. 6** Sumário dos traços e das características ambientais associadas de forma positiva (em negrito) e negativa com a abundância de indivíduos das espécies de: a) aves pernaltas; b) aves nadadoras; c) aves piscívoras aéreas.

<sup>1</sup> Vento apresentou uma relação espúria com a abundância de aves pernaltas, indicando o subsistema no qual elas são mais abundantes e não se pode afirmar que exerça um efeito direto sobre a abundância destes indivíduos ou sobre a disponibilidade de presas.

<sup>2</sup> Turbidez apresentou uma relação espúria com a abundância de piscívoras aéreas. Foi observado um alto valor desta variável em um lago onde havia elevado adensamento de peixes na superfície devido a reduzida concentração de oxigênio dissolvida na água.

<sup>3</sup> Esta variável apresentou um padrão oposto do observado para a amostragem com rede de arrasto e está associada especificamente aos indivíduos que possuem o traço *forUnderstory*, que complementam sua dieta com insetos na ausência de melhores condições para a captura de peixes.

Algumas espécies de piscívoras aéreas capturam peixes, preferencialmente, no estrato de forrageamento abaixo de 13 cm da superfície da água (*forBellowsurf*), como o Trinta-réis-anão (*S. superciliaris*), Martim-pescador-grande (*M. torquata*), Martim-pescador-verde (*C. amazona*) e o Martim-pescador-pequeno (*C. americana*). Entretanto, espécies como o Tinta-

réis-grande (*P. simplex*) e o Martim-pescador-pequeno (*C. americana*) podem alimentar-se de insetos, ocasionalmente, forrageando no estrato arbóreo ou arbustivo nas bordas das lagoas quando as condições não são favoráveis para a captura de peixes (forUnderstory; Fig. 6c). As piscívoras aéreas são mais abundantes nas estações mais quentes e em lagoas de maior área e profundidade, com maiores valores de condutividade, porém menores concentrações de oxigênio dissolvido na água.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 RELAÇÕES OBTIDAS COM AS AMOSTRAS DA REGIÃO LITORÂNEA (REDES DE ARRASTO)

Foi observada a diferenciação de três grupos de aves devido à atuação dos filtros ambientais e bióticos sobre as táticas de forrageamento: aves pernaltas, aves nadadoras e piscívoras aéreas. As aves pernaltas possuem o hábito de forragear, preferencialmente, na região litorânea dos lagos, na várzea ou sobre bancos de macrófitas aquáticas, onde a superfície da água não ultrapassa a altura do tarso dos indivíduos (Ntiamoa-Baidu 1998; Gawlik 2002). Elas capturam seu alimento caminhando lentamente buscando suas presas ou permanecem estáticas aguardando até que a presa se aproxime o suficiente para ser capturada com uma rápida bicada na direção da superfície da água (del Hoyo et al. 1992-2007).

De acordo com a hipótese da disponibilidade de presas testada por Gawlik (2002), há dois fatores que podem influenciar a disponibilidade de alimento para aves pernaltas e, conseqüentemente, a escolha do *habitat* de forrageamento: a abundância e a vulnerabilidade de peixes. As relações encontradas entre a maior abundância de aves pernaltas e lagoas mais rasas, produtivas e com maior concentração de oxigênio dissolvido na água, sugerem que tais condições podem estar regulando a disponibilidade dos recursos alimentares no ambiente, por afetar não somente a abundância, mas a vulnerabilidade de presas.

Na PIARP, a profundidade dos ambientes está fortemente correlacionada com os períodos amostrados e, então, possui caráter sazonal. A planície entra em processo de redução do nível hidrométrico em junho e encontra-se nos menores níveis em setembro, meses com menores índices pluviométricos para a região (Roberto et al. 2009). Assim, a conseqüente redução da profundidade dos lagos favorece a ocupação do *habitat* por aves com maiores comprimentos de tarso (aves pernaltas) e a eficiência de captura das presas pela confinamento

dos peixes em uma menor área disponível para fuga (Powell 1987; Bancroft et al. 2002; Gawlik e Crozier 2007; Lantz et al. 2011; Cintra 2012).

Dentro deste grupo de aves, mesmo as que possuem maior comprimento de perna, como a Garça-branca-grande (*Ardea alba*) e o Cabeça-seca (*Mycteria americana*), selecionam primeiramente os locais mais rasos no ambiente para forragear, indicando que este seja um fator ambiental muito importante na indicação de *habitats* com alta qualidade (Gawlik 2002; Beerens et al. 2011). Similarmente, nos Everglades (Flórida, EUA), área úmida que possui uma dinâmica de flutuação nos níveis da água semelhante à do local estudado, a abundância de aves pernaltas é dirigida, primeiramente, pelo aumento da vulnerabilidade das presas quando a redução do nível hidrométrico favorece a concentração de presas nos lagos (Crozier e Gawlik, 2002).

Na PIARP, observa-se um padrão temporal na concentração de nutrientes, produtividade primária e concentração de oxigênio, com um pico na estação seca do ano (Roberto et al. 2009). Por um lado, o padrão encontrado entre a abundância de aves pernaltas e estas variáveis pode ser resultante do efeito temporal desta variável, já que na época seca estas aves são beneficiadas pela redução do nível. Por outro lado, o padrão pode ser devido ao efeito *bottom-up* de cascata trófica (Oksanen et al. 1981; Fretwell 1987), sendo que maiores valores de nutrientes resultam em maior produtividade primária (Elser et al. 2007), seguida por maior produtividade secundária e maior biomassa de peixes (Turner et al. 1999). Seguindo o mesmo padrão que o local estudado, a produtividade também é um dos fatores reguladores da disponibilidade de presas para as aves pernaltas nos Everglades. Mesmo na estação cheia, as aves selecionam locais mais produtivos, ainda que estes locais sejam mais profundos do que elas selecionariam, idealmente, na estação seca (Crozier e Gawlik 2002).

Além disso, locais com maior concentração de nutrientes podem promover uma maior densidade de macrófitas aquáticas emergentes (Macek e Rejmánková 2007), que são conhecidas por proporcionar locais de alta qualidade de forrageamento para aves pernaltas no hemisfério norte (Bancroft et al. 2002; Crozier e Gawlik 2002; Stolen 2006), e têm um efeito sobre a abundância destas aves em lagos amazônicos (Cintra 2012).

Portanto, características limnológicas, como a concentração de nutrientes e produtividade primária, exercem efeitos indiretos na abundância de aves pernaltas por regularem a abundância de peixes e promoverem locais de alta qualidade para forrageamento com a presença de macrófitas aquáticas; e características morfométricas dos lagos (profundidade reduzida), juntamente com as morfológicas das aves (comprimento das pernas e bicos), atuam sobre a vulnerabilidade de presas. Dessa forma, em sistemas que sofrem

alterações anuais e diárias no nível da água, estas espécies fazem uso de características do *habitat* para reduzir o tempo de busca pelo local de forrageamento (Pierce e Gawlik 2010). Na Lagoa dos Patos (RS - Brasil) e na Amazônia (AM – Brasil) também foi registrada a detecção de diferenças na paisagem e características das lagoas por aves aquáticas (Guadagnin 2009; Cintra 2014).

A relação obtida entre a abundância de aves pernaltas e o vento pode ser endereçada pelo subsistema que possui maiores médias mensais desta variável. Grande parte dos lagos pertencentes ao rio Baía teve uma abundância muito alta de indivíduos de aves pernaltas nos meses de Junho e Setembro. Estes lagos possuem uma ampla área de várzea adjacente que, quando o nível da água diminui gradualmente, oferece uma área de alta qualidade para forrageamento destas aves. Este fato também foi constatado por Bancroft et al. (2002) em ambiente natural, e por meio de experimento por Lantz et al. (2011), ambos nos Everglades, demonstrando que elas, de fato, exibem preferência por estas áreas. Mais uma vez, a variável em questão deve ser um indicativo de que estas aves percebem características do ambiente que permitem distinguir locais de melhor qualidade, antecipando a maior abundância de presas que ocupam áreas com vegetação submersa e emersa (Stolen 2006), característica das áreas de várzea. É sugerido, então, que tenha havido uma relação espúria com o vento, que influenciou indiretamente nos resultados pela situação particular ocorrida no sistema que possui maior velocidade de vento.

O padrão encontrado entre a condutividade e a abundância de aves, neste estudo, também foi identificado em lagos de ambiente temperado no norte do Canadá, porém os pesquisadores não apontaram justificativas para tais relações (Paszkowski e Tonn 2000). Sabe-se, no entanto, que espécies de peixes que vivem em ambientes lênticos, como o *Hypophthalmus edentatus* (Spix e Agassiz 1829), *Plagioscion squamosissimus* (Heckel 1840) e *Hoplias affinis malabaricus* (Bloch 1794), apresentam uma maior densidade de indivíduos jovens quando o ambiente possui valores mais altos de condutividade, pH, temperatura e pluviosidade (Baumgartner et al. 2008). Tais condições são típicas da época de cheia, quando a abundância de aves pernaltas é reduzida. Apesar da abundância de algumas espécies de peixe ser maior neste período, sua vulnerabilidade à captura por estas aves é reduzida pelo aumento do nível da água, o que pode justificar o padrão encontrado com a variável condutividade.

Contrariamente, as aves nadadoras, como o Biguá (*Phalacrocorax brasilianus*) e a Biguatinga (*Anhinga anhinga*), possuem um estrato de forrageamento mais amplo do que as aves pernaltas. A tática de perseguirem suas presas embaixo da água faz com que estas aves

sejam beneficiadas pelas condições que desfavorecem as outras. A profundidade e a condutividade, que eram fatores limitantes para as aves pernaltas, neste caso não reduzem a vulnerabilidade dos peixes, pois elas podem utilizar toda a área do lago para capturar suas presas (Eriksson 1985). Como a condutividade afeta a densidade de peixes que vivem em lagos e a profundidade já não é um fator limitante para a captura de presas por estas aves, os maiores valores de ambas as variáveis justificam a maior abundância de aves com estes traços. Similarmente, o aumento do nível da água em estuários tropicais foi associado com o aumento na abundância de biguás (Froneman et al. 2011).

Além disso, a abundância de indivíduos nadadores foi maior em ambientes pobres em fósforo, variável que engloba frações de fosfato, indicativo de maior produtividade no local (Esteves 2011). Uma baixa densidade de fosfato na fração de fósforo total foi encontrada nos locais onde os biguás (*Phalacrocorax brasilianus*) eram mais abundantes, indicando que estes locais apresentavam baixa densidade fitoplanctônica e, conseqüentemente maior transparência devido à baixa turbidez biogênica. A transparência é tida como uma das principais variáveis afetando a abundância de aves nadadoras em outras regiões do globo (Eriksson 1985; Paskowski e Tonn 2000, Froneman et al. 2011). Possivelmente, a transparência é o fator determinante na escolha do local de forrageamento por estas aves, pois não dependem tão acentuadamente da alta densidade de peixes como ocorre com as aves pernaltas (Eriksson, 1985). Claramente, estes dois grupos de aves selecionam características opostas do ambiente para forragear.

As espécies de aves piscívoras aéreas capturam suas presas por meio de um ataque aéreo e a maior parte da dieta é composta por peixe (comparado às outras espécies de aves do estudo), porém ocupam *habitats* distintos na paisagem. Os trinta-réis (*Phaetusa simplex* e *Sternula superciliaris*) são encontrados em bancos de areia próximos dos corpos d'água (Zarza et al. 2013), para onde levam o alimento após capturá-lo em águas abertas ou com vegetação esparsa. Os Martim-pescadores (*Megaceryle torquata*, *Chloroceryle amazona* e *Chloroceryle americana*) ocupam o substrato arbóreo nas margens de rios e lagos, habitando locais não sombreados com poleiros que possibilitam um bom campo de visão do substrato aquático para a detecção de presas próximas às margens do ambiente. O peixe é capturado a apenas alguns centímetros abaixo da superfície da água, sem que a ave submerja por inteira, e é levado para o poleiro para ser morto e ingerido (Remsen 1991). A Águia-pescadora (*Pandion haliaetus*) e o Gavião-belo (*Busarellus nigricollis*) são comumente observados empoleirados em árvores mortas ou sobrevoando águas abertas para localizar a presa, que é

capturada com as garras em até um metro abaixo da superfície da água (del Hoyo et al. 1992-2007).

As piscívoras aéreas foram observadas em maior abundância no verão e em locais com menor transparência da água. Além disso, uma maior dieta de peixe está relacionada com menor oxigênio dissolvido na água e maiores níveis de condutividade. Sabe-se que estas duas variáveis limnológicas estão relacionadas à maior densidade (Baumgartner et al. 2008) e vulnerabilidade de peixes para as aves (Stolen 2006). No geral, as aves piscívoras aéreas foram pouco abundantes nas amostragens, com máximo de cinco indivíduos em cada local. Entretanto, foi observada uma abundância de 52 indivíduos das duas espécies de Trinta-réis (*P. simplex* e *S. superciliaris*) no lago Capivara, em Dezembro de 2011, que é um lago não conectado ao rio Ivinhema. Pode-se concluir que o padrão encontrado para todo o grupo foi influenciado fortemente por estas duas espécies de Trinta-réis (*P. simplex* e *S. superciliaris*) muito abundantes nesta única amostragem. O fator que merece maior atenção é o oxigênio dissolvido, que estava em baixa concentração, chegando quase à condição de anoxia ( $0.06 \text{ mg/L}^{-1}$ ) nesta amostragem.

O processo de redução da concentração de oxigênio não necessariamente causa a morte dos peixes, mas provoca o adensamento até mesmo de indivíduos de hábitos bentônicos na superfície da coluna d'água em busca de oxigênio (Araújo 1998, Soares et al. 2006), processo observado em campo durante a coleta dos dados no lago Capivara. O adensamento de peixes na superfície contribuiu para o aumento da vulnerabilidade destes indivíduos ao ataque aéreo.

Sabe-se que locais mais transparentes estão associados a maiores sucessos de captura de presas por Trinta-réis (*P. simplex* e *S. superciliaris*; Baptist e Leopold 2010) e outras piscívoras aéreas (Cintra 2012). Contrariamente, foi encontrada uma relação negativa entre a transparência e a abundância de piscívoras aéreas no local de estudo e, mais uma vez, deve-se endereçar esta relação à amostragem no lago Capivara. Então, apesar de a transparência ter sido reduzida nesta amostragem, a alta densidade de presas vulneráveis à captura na superfície da coluna d'água exerceu influência preponderante na eficiência de captura por este grupo de aves (Eriksson 1985).

Além disso, os Trinta-réis (*P. simplex* e *S. superciliaris*) podem ajustar sua técnica de mergulho aéreo dependendo da transparência. Eles são capazes de mergulhar mais profundamente quando há maior penetração de luz na coluna d'água, mas realizam um mergulho mais superficial quando a água está mais turbida (Baptist e Leopold 2010). Os Martins-pescadores (*M. torquata*, *C. amazona* e *C. americana*) também são mais abundantes

em locais com adensamento de presas na superfície em regiões tropicais. Nos lagos amazônicos, o baixo nível hidrométrico é o grande responsável pelo aumento da vulnerabilidade das presas e conseqüente aumento na abundância de Martins-pescadores (*M. torquata*, *C. amazona* e *C. americana*; Remsen 1991).

#### 4.2 RELAÇÕES OBTIDAS COM AMOSTRAGEM POR REDE DE ESPERA

Foram encontradas relações semelhantes entre as duas amostragens de peixes para as aves pernaltas. A única diferença é que a variável área foi incluída, de forma que estas aves são mais abundantes em lagos de menor área. Um padrão semelhante foi observado em áreas úmidas no sul do Brasil, onde a diversidade de microhabitats promovida por diferentes espécies de macrófitas aquáticas seria o principal fator afetando a estrutura da comunidade de aves aquáticas (Guadagnin et al. 2009). Do contrário, as aves nadadoras tendem a se beneficiar por microhabitats existentes somente em áreas maiores, pois requerem a presença de áreas abertas, profundas e se beneficiam por tipos específicos de vegetação aquática (Guadagnin et al. 2009). Da mesma forma, foi observado que tanto as espécies de aves nadadoras quanto as piscívoras aéreas são mais abundante em locais mais profundos e com maior área na PIARP.

Os lagos da PIARP exibem uma maior transparência e maior penetração de luz na coluna d'água conforme a área e a profundidade do ambiente. Este padrão é reconhecido por afetar a composição da comunidade de peixes em lagos de planícies de inundação (Rodríguez e Lewis 1997; Lubinski et al. 2008; Miranda 2011) e por afetar a composição tanto da comunidade de peixes quanto de aves aquáticas em lagos temperados (Paszkowski e Tonn 2000). As piscívoras aéreas parecem responder à forma dos lagos como fator indireto que caracteriza a transparência destes ambientes (Paszkowski e Tonn, 2000) e para estas aves, bem como para as aves nadadoras, a transparência da água é estreitamente relacionada com o sucesso de forrageamento (Erikson 1985). Dessa forma, estes dois grupos de aves possivelmente selecionam lagos maiores e mais profundos, pela maior visibilidade que estes ambientes proporcionam e pela maior área aberta disponível para o forrageamento.

Dentre as condições que mais afetam a abundância de aves nadadoras, está a abundância de peixes maiores, de até 30 cm de comprimento, que possuem tanto hábitos pelágicos como bentônicos. Possivelmente, esta relação indica que as características do ambiente onde estas aves são mais abundantes também permitam o estabelecimento de grandes peixes piscívoros (Rodríguez e Lewis 1997; Paszkowski e Tonn 2000), mas não que

elas exibam preferência por peixes maiores. A maior abundância de aves piscívoras aéreas em lagos com baixa abundância de peixes grandes (15 – 30 cm) pode ser explicada pelo fato de que lagos com menor quantidade de grandes peixes piscívoros abriguem uma maior abundância de peixes planctívoros e detritívoros, que geralmente são espécies de menor porte (Carpenter et al. 1987), e que a maior densidade destes organismos indique uma preferência por tais ambientes (Remsen 1991).

A maior abundância do traço de forrageamento na borda da mata relacionada com maior concentração de oxigênio dissolvido na água foi ressaltada exclusivamente pela fourth-corner, sendo o oposto do padrão encontrado com a amostragem por rede de arrasto. O forrageamento na borda da mata pode ser uma forma de complementação da dieta com insetos pelo Trinta-réis grande (*P. simplex*) e Martim-pescador-pequeno (*C. americana*; Wilman et al. 2014). Este traço pode ser realmente vantajoso para estas espécies em condições desfavoráveis para a alimentação de peixes, como é o caso da alta concentração de oxigênio na água.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperava-se que a abundância de peixes fosse um dos principais fatores indicativos da abundância geral de aves nos lagos. Do contrário, foram as condições ambientais as mais fortemente utilizadas como pistas para a escolha do local de forrageamento de todas as espécies de aves piscívoras analisadas na PIARP.

O fato de a planície ser composta pelos rios Paraná, Ivinhema e Baía, que possuem dinâmicas distintas, faz com que a abundância de peixes não seja um fator limitante para estas aves, estando disponível durante todo o ano. Apesar disso, é possível que haja variações locais na disponibilidade do alimento de acordo com a topografia, vegetação e ciclos hidrológicos. Assim, em ambientes dinâmicos, como uma planície de inundação, as diferenças comportamentais e morfológicas das aves são provavelmente adaptações muito importantes na localização e exploração destes recursos no espaço e no tempo.

Por fim, o conhecimento das características ambientais que são responsáveis pela criação de locais com alta qualidade de forrageamento é um passo importante para a elucidação da ligação entre as aves piscívoras e os processos ecossistêmicos. Estas aves são utilizadas como indicadores da qualidade ambiental e o destaque das características ambientais que afetam a estrutura da comunidade destes indivíduos é essencial para a construção de modelos conceituais direcionados à conservação e restauração ambiental de

áreas úmidas com dinâmicas de inundação semelhantes à área de estudo. Assim, aconselhamos aos pesquisadores que incluam as variáveis descritas neste estudo na formulação de modelos ecológicos em macroescala sobre a conservação de áreas úmidas e das espécies que delas dependem.

## REFERÊNCIAS

- Agostinho A.A., Gomes L.C., Veri S., Okada E.K. (2004a) Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 14:11-19.
- Agostinho A.A., Thomaz S.M., Gomes L.C. (2004b) Threats for biodiversity in the floodplain of the Upper Paraná River: effects of hydrological regulation by dams. *Ecohydrology & Hydrobiology* 4:255-256
- Araújo M.L.G. (1998) *Biologia Reprodutiva e Pesca de Potamotrygon sp. C (Chondrichthyes - Potamotrygonidae) no Médio Rio Negro, Amazonas*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- Bancroft G.T., Gawlik D.E., Rutchey K. (2002) Distribution of Wading Birds Relative to Vegetation and Water Depths in the Northern Everglades of Florida, USA. *Waterbirds*, 25:265-277.
- Baptist M.J., Leopold M.F. (2010) Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis* 152:815-825.
- Baumgartner G., Nakatani K., Gomes L.C., Bialetzki A., Sanches P.V., Makrakis M.C. (2008) Fish larvae from the upper Paraná river: Do abiotic factors affect larval density? *Neotropical Ictiology* 6:551-558.
- Beerens J.M., Gawlik D.E., Herring G., Cook M.I. (2011) Dynamic habitat selection by two wading bird species with divergent foraging strategies in a seasonally fluctuating wetland. *The Auk* 128:651-662.
- Caro T.M., O'Doherty G. (1999) On the use of surrogate species in Conservation Biology. *Conservation Biology* 4:805-814.
- Carpenter S.R., Kitchell J.F., Hodgson J.R., Cochran P.A., Elser J.J., Elser M.M., Lodge D.M., Kretchmer D., He X., Von Ende C.N. (1987) Regulation of lake primary productivity by food web structure. *Ecology* 68:1863–1876.
- Chase, J.M., Amarasekare, P., Cottenie, K., Gonzalez, A., Holt, R.D., Holyoak, M., Hoopes, M.F., Leibold, M.A., Loreau, M., Mouquet, N., Shurin, J.B. & Tilman, D. (2005) Competing theories for competitive metacommunities. *Metacommunities: Spatial Dynamics and Ecological Communities*(eds M. Holyoak, M.A. Leibold & R.D. Holt), pp. 335–354. The University of Chicago Press, Chicago.

- Cintra R. (2012) Ecological Gradients Influencing Waterbird Communities in Black Water Lakes in the Anavilhanas Archipelago, Central Amazonia. *International Journal of Ecology* 2012:1-21.
- Cintra R. (2014) Spatial distribution and composition of waterbirds in relation to limnological conditions in the Amazon basin. *Hydrobiologia*. doi:10.1007/s10750-014-2148-2
- Connor E.F., Courtney A.C., Yoder J.M. (2000) Individuals–area relationships: the relationship between animal population density and area. *Ecology* 81:734–748.
- Crozier G.E., Gawlik D.E. (2002) Avian Response to Nutrient Enrichment in an Oligotrophic Wetland, the Florida Everglades. *The Condor* 104:632-642.
- Del Hoyo J., Elliot A. e Sargatal J. (1992-2007) Handbook of the birds of the world. v.1, 2, 3 e 6. Lynx Editions. Barcelona.
- Diniz-Filho J.A., Bini L.M., Pinto M.P., Terribile L.C., Oliveira G., Vieira C.M. et al. (2007) Conservation planning: a macroecological approach using the endemic terrestrial vertebrates of the Brazilian Cerrado. *Fauna & Flora International, Oryx* 42:567–577.
- Dolédec S., Chessel D. (1994) Co-inertia analysis: an alternative method for studying species–environment relationships. *Freshwater Biology* 31:277-294
- Dolédec S., Chessel D., ter Braak C.J.F., Champely S. (1996) Matching species traits to environmental variables: a new three-table ordination method. *Environmental and Ecological Statistics* 3:143–166.
- Dray S., Choler P., Dolédec S., Peres-Neto P.R., Thuiller W., Pavoine S., ter Braak C.J.F. (2014) Combining the fourth-corner and the RLQ methods for assessing trait responses to environmental variation. *Ecology* 95:14–21.
- Dray S., Dufour A.B. (2007) The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software* 22:1–20.
- Dray S., Chessel D., Thioulouse J. (2003) Co-inertia analysis and the linking of ecological data tables. *Ecology* 84:3078–3089.
- Elser J.J., Bracken M.E.S., Cleland E.E., Gruner D.S., Harpole W.S., Hillebrand H., Ngai J.T., Seabloom E.W., Shurin J.B., Smith J.E. (2007) Global analysis of nitrogen and phosphorus limitation of primary producers in freshwater, marine and terrestrial ecosystems. *Ecology Letters* 10:1135-1142.
- Eriksson M.O.G. (1985) Prey detectability for fish-eating birds in relation to fish density and water transparency. *Ornis Scandinavica* 16:1-7
- Esteves F.A. (2011) Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Ferreira F.A., Mormul R.P., Thomaz S.M., Pott A., Pott V.J. (2011) Macrophytes in the upper Paraná river floodplain: checklist and comparison with other large South American wetlands. *Revista de Biología Tropical* 59:541–556.

- Frederick P.C., Loftus W.F. (1993) Responses of marsh fishes and breeding wading birds to low temperatures: A possible behavioral link between predator and prey. *Estuaries* 16:216-222.
- Froneman Q.W., Blake J.D., Hulley P. (2011) Aspects of population dynamics and feeding by piscivorous birds in the intermittently open Riet River estuary, Eastern Cape, South Africa. *African Journal of Aquatic Science* 36:101-107.
- Gauch Jr H.G. (1982) *Multivariate Analysis in Community Structure*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gawlik D.E. (2002) The effects of prey availability on the numerical response of wading birds. *Ecological monographs* 72:329-346.
- Gawlik D.E., Crozier G.E. (2007) A test of cues affecting habitat selection by wading birds. *The Auk* 124:1075-1082.
- Gimenes M.R., Lopes E.D., Loures-Ribeiro A., Mendonça L.B., Anjos L. (2007) *Aves da Planície Alagável do alto rio Paraná*. Eduem, Maringá.
- Gomes L.C., Miranda L.E, Agostinho A.A. (2002) Fishery yield relative to chlorophyll a in reservoirs of the Upper Paraná River, Brazil. *Fisheries Research* 55:335-340.
- Graça W.J., Pavanelli C.S. (2007) *Peixes da planície de inundação do Alto rio Paraná e áreas adjacentes*. Eduem, Maringá.
- Greenacre, M.J. (1984) *Theory and Applications of Correspondence Analysis*. Academic Press, London.
- Guadagnin D.L., Maltchik L., Fonseca C.R. (2009) Species-area relationship of Neotropical waterbird assemblages in remnant wetlands: looking at the mechanisms. *Diversity and Distributions* 15:319-327.
- Havel, J.E., Kovalenko, K.E., Thomaz, S.M., Amalfitano, S., Kats, L.B. (2015). Aquatic invasive species: challenges for the future. *Hydrobiologia* 750:147–170.
- Hershkovitz, Y., Dahm, V., Lorenz, A.W., Hering, D. (2015) A multi-trait approach for the identification and protection of European freshwater species that are potentially vulnerable to the impacts of climate change. *Ecological Indicators* 50:150–160.
- Hill M.O., Smith A.J.E. (1976) Principal component analysis of taxonomic data with multi-state discrete characters. *Taxon* 25:249–255.
- Hubbell, S.P. (2006) Neutral theory and the evolution of ecological equivalence. *Ecology* 87:1387–1398.
- IBGE (1990) *Geografia do Brasil, vol.2. Região Sul*. Rio de Janeiro, Brasil.

- Kersten M., Britton R.H., Dugan P.J. e Hafner H. (1991) Flock feeding and food intake in little egrets: the effects of prey distribution and behaviour. *Journal of Animal Ecology* 60:241-252.
- Kissling M.L., Reid M., Lukacs P.M., Gende S.M. e Lewis S.B. (2007) Understanding abundance patterns of a declining seabird: implications for monitoring. *Ecological Applications* 17:2164-2174.
- Koutsodendris A., Brauer A., Zacharias I., Putyrskaya V., Klemm E., Sangiorgi F., Pross J. (2015) Ecosystem response to human- and climate-induced environmental stress on an anoxic coastal lagoon (Etoliko, Greece) since 1930 AD. *Journal of Paleolimnology* 53:255–270.
- Lantz S.M., Gawlik D.E., Cook M.I. (2011) The Effects of Water Depth and Emergent Vegetation on Foraging Success and Habitat Selection of Wading Birds in the Everglades. *Waterbirds* 34:439-447.
- Lawton J.H. (1999) Are there general rules in ecology? *Oikos* 84:177-192.
- Legendre P., Galzin R., Harmelin-Vivien M.L. (1997) Relating behavior to habitat: solutions to the fourth-corner problem. *Ecology* 78:547–562.
- Lubinski B.J., Jackson J.R., Eggleton M.A. (2008) Relationships between floodplain lake fish communities and environmental variables in a large river-floodplain ecosystem. *Transactions of the American Fisheries Society* 137:895-908.
- Macek P., Rejmánková E. (2007) Response of emergent macrophytes to experimental nutrient and salinity additions. *Functional Ecology* 21:478-488.
- McGill B.J., Enquist B.J., Weiher E., Westoby M. (2006) Trends in Ecology and Evolution 21:178-185.
- Miranda L.E. (2011) Depth as an organizer of fish assemblages in floodplain lakes. *Aquatic Sciences* 73:211-221.
- Mirande J.M. (2010) Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. *Neotropical Ichthyology* 8:385–568.
- Newbold T., Scharlemann J.P.W., Butchart S.H.M., Sekercioglu C.H., Alkemade R., Booth H., Purves D.W. (2013) Ecological traits affect the response of tropical forest bird species to land-use intensity. *Proceedings of Royal Society B* 280:20122131.
- Ntiamoa-Baidu Y.A.A., Piersma T., Wiersma P., Poot M., Battley P., Gordon C. (1998) Water depth selection, daily feeding routines and diets of waterbirds in coastal lagoons in Ghana. *Ibis* 140: 89-103.
- Ntongani W.A., Munishi P.K.T., More S.R., Kashaigili, J.J. (2014) Local Knowledge on the Influence of Land Use/Cover Changes and Conservation Threats on Avian Community in the Kilombero Wetlands, Tanzania. *Open Journal of Ecology* 4:723–731.

- Oksanen L., Fretwell S.D., Arruda J., Niemela P. (1981) Exploitation ecosystems in gradients of primary productivity. *American Naturalist* 118:240-261.
- Oliveira, A.G., Gomes, L.C, Agostinho, A.A. (2014). Implications of using a variety of fishing strategies and sampling techniques across different biotopes to determine fish species composition and diversity. *Natureza & Conservação* 12:112-117.
- Padial A.A., Declerck S.A.J., De Meester L., Bonecker C.C., Lansac-Tôha F.A., Rodrigues L.C., et al. (2012) Evidence against the use of surrogates for biomonitoring of Neotropical floodplains. *Freshwater Biology* 57:2411–2423.
- Paszkowski C.A., Tonn W. (2000) Community concordance between the fish and aquatic birds of lakes in northern Alberta, Canada: the relative importance of environmental and biotic factors. *Freshwater Biology* 43:421-437.
- Pavoine S., Vela E., Gachet S., Bálair G., Bonsall M.B. (2011) Linking patterns in phylogeny, traits, abiotic variables and space: a novel approach to linking environmental filtering and plant community assembly. *Journal of Ecology* 99:165-175.
- Pendleton R.M., Hoeninghaus D.J., Gomes L.C., Agostinho A.A. (2014) Loss of rare fish species from tropical floodplain food webs affects community structure and ecosystem multifunctionality in a mesocosm experiment. *PlosOne* 9 (1), e84568.
- Petry A.C., Agostinho A.A. e Gomes L.C. (2003) Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotropical Ichthyology* 1, 111-119.
- Pierce R.L., Gawlik D.E. (2010) Wading bird foraging habitat selection in the Florida Everglades. *Waterbirds* 33:494-503.
- Powell G.V.N. (1987) Habitat use by wading birds in a subtropical estuary: Implications of hydrography. *The Auk* 104:740-749.
- Pulliam H.R., Millikan G.C. (1982) Social organization in the nonreproductive season. In: D.S. Farner, J.R. King and K.C. Parkes (eds.). *Avian biology*, vol. 6. Academic Press, New York, pp. 169–197
- R Development Core Team (2013) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <[www.r-project.org](http://www.r-project.org)>
- Rader R.B., Richardson C.J. (1994) Response of macroinvertebrates and small fish to nutrient enrichment in the northern Everglades. *Wetlands* 14, 134-146.
- Randle A.M., Chapman L.J. (2004) Habitat use by the African anabantid fish *Ctenopoma muriei*: implications for costs of air breathing. *Ecology of Freshwater Fish* 13, 37-45.
- Remsen J.V. (1991) *Community ecology of neotropical kingfishers*. University of California Press, LTD., Oxford.

- Roberto M.C., Santana N.F., Thomaz S.M (2009) Limnology in the Upper Paraná River floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Brazilian Journal of Biology* 69:717-725.
- Rocha P.C. (2011) Geomorfologia e áreas inundáveis na planície fluvial do alto rio Paraná. *Revista Geográfica Acadêmica* 5:98-117.
- Rodríguez M.A., Lewis Jr W. (1997) Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco river. *Ecological Monographs* 67:109-128.
- Salmon S., Ponge J.F., Gachet S., Deharveng L., Lefebvre N., Delabrosse F. (2014) Linking species, traits and habitat characteristics of Collembola at European scale. *Soil Biology & Biochemistry* 75:73-85.
- Soares M.G.M., Menezes N.A., Junk W.J. (2006) Adaptations of fish species to oxygen depletion in a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia* 568:353-367.
- Stevaux J.C., Corradini F.A., Aquino S. (2013) Connectivity processes and riparian vegetation of the upper Paraná River, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 46:113-121.
- Stolen E.D. (2006) Habitat selection and foraging success of wading birds in impounded wetlands in Florida. Dissertation, University of Florida.
- Storch D., Sizing A.L., Gaston K.J. (2003) Geometry of the species-area relationship in central European birds: testing the mechanism. *Journal of Animal Ecology* 72:509–519.
- IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 20 April 2015.
- Thomaz S.M., Bini L.M., Bozelli R.L. (2007) Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia* 579:1–13.
- Thomaz S.M., Roberto M.C., Bini L.M. (1997) Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In: A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Vazzoler A.E.A.M., Agostinho A.A., Hahn N.S. [Eds]. EDUEM, Maringá 73-102.
- Turner A.M., Trexler J.C., Jordan F., Slack S.J., Geddes P., Chick J.H., Loftus W.F. (1999) Targeting ecosystem features for conservation: Standing crops in the Florida Everglades. *Conservation Biology* 13:898-911.
- Vandermeer J.H. (1972) Niche theory. *Annual Reviews of Ecological Systems* 3:107–132.
- Willard D.E. (1985) Comparative feeding ecology of twenty-two tropical piscivores. In: Buckley P.A.; Foster M.S.; Morton E.S.; Ridgely R.S., Buckley F.G. (eds.) *Neotropical ornithology (Ornithological Monographs)* pp. 788-797. The American Ornithologists' Union, Washington, DC.

- Wilman H., Belmaker J., Simpson J., de la Rosa C., Rivadeneira M.M., Jetz W. (2014) Elton Traits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology* 95:2027-2027.
- Zarza R., Cintra R. Ainciães M. (2013) Distribution, Abundance and Habitat Selection by Breeding Yellow-billed Terns (*Sternula superciliaris*), Large-Billed Terns (*Phaetusa simplex*) and Black Skimmers (*Rynchops niger*) in the Brazilian Amazon. *Waterbirds* 36:470-481.

## ANEXO

**Quadro 1.** Lista de espécies de peixes amostradas e seus respectivos habitats; e lista de referências.

Espécies	Ambiente	Referências
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Bentopelágico	Menezes N.A. 2003. Family Acestrorhynchidae (Acestrorhynchids). p. 231-233. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	Bentopelágico	Oyakawa, O.T., 1998. Catalogo dos tipos de peixes recentes do Museu de Zoologia da USP. I. Characiformes (Teleostei: Ostariophysi). Pap. Avuls. Zool. 39(23):443-507.
<i>Ageneiosus inermis</i>	Pelágico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.
<i>Ageneiosus ucayalensis</i>	Pelágico	Ferraris, C.J. Jr., 2003. Auchenipteridae (Driftwood catfishes). p. 470-482. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Apareiodon affinis</i>	Bentopelágico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.
<i>Aphyocharax anisitsi</i>	Bentopelágico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Astronotus crassipinnis</i>	Bentopelágico	Kullander, S.O., 2003. Cichlidae (Cichlids). p. 605-654. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Astyanax altiparanae</i>	Bentopelágico	Lima, F.C.T., L.R. Malabarba, P.A. Buckup, J.F. Pezzi da Silva, R.P. Vari, A. Harold, R. Benine, O.T. Oyakawa, C.S. Pavanelli, N.A. Menezes, C.A.S. Lucena, M.C.S.L. Malabarba, Z.M.S. Lucena, R.E. Reis, F. Langeani, C. Moreira et al. ..., 2003. Genera Incertae Sedis in Characidae. p. 106-168. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Astyanax fasciatus</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	Bentopelágico	Ferraris, C.J. Jr. and R.P. Vari, 1999. The South American catfish genus Auchenipterus Valenciennes, 1840 (Ostariophysi: Siluriformes: Auchenipteridae): monophyly and relationships, with a revisionary study. Zool. J. Linn. Soc. (126):387-450.
<i>Brycon hilarii</i>	Bentopelágico	Lima, F.C.T., 2003. Characidae - Bryconinae (Characins, tetras). p. 174-181. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Brycon orbignyanus</i>	Bentopelágico	Lima, F.C.T., 2003. Characidae - Bryconinae (Characins, tetras). p. 174-181. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto

**Quadro 1.** Lista de espécies de peixes amostradas e seus respectivos habitats; e lista de referências.

---

Alegre: EDIPUCRS, Brasil.		
<i>Bryconamericus stramineus</i>	Bentopelágico	Géry, J., 1977. Characoids of the world. Neptune City ; Reigate : T.F.H. <i>et al.</i> ; 672 p
<i>Callichthys callichthys</i>	Bentônico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Catathyridium jenynsii</i>	Bentônico	Ramos, R.T.C., 2003. Achiridae (American soles). p. 666-669. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Characidium fasciatum</i>	Bentopelágico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Cichla kelberi</i>	Bentopelágico	Kullander, S.O. and E.J.G. Ferreira, 2006. A review of the South American cichlid genus <i>Cichla</i> , with descriptions of nine new species. Ichthyol. Explor. Freshwat. 17(4):289-398.
<i>Cichla piquiti</i>	Bentopelágico	Kullander, S.O. and E.J.G. Ferreira, 2006. A review of the South American cichlid genus <i>Cichla</i> , with descriptions of nine new species. Ichthyol. Explor. Freshwat. 17(4):289-398.
<i>Cichlasoma paranaense</i>	Bentopelágico	Kullander, S.O., 2003. Cichlidae (Cichlids). p. 605-654. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Clarias gariepinus</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Crenicichla britskii</i>	Bentopelágico	Kullander, S.O., 2003. Cichlidae (Cichlids). p. 605-654. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Crenicichla haroldoi</i>	Bentopelágico	Kullander, S.O., 2003. Cichlidae (Cichlids). p. 605-654. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Crenicichla jaguarensis</i>	Bentopelágico	Kullander, S.O., 2003. Cichlidae (Cichlids). p. 605-654. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Crenicichla niederleinii</i>	Bentopelágico	Kullander, S.O., 2003. Cichlidae (Cichlids). p. 605-654. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Cyphocharax modestus</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Cyphocharax nagelii</i>	Bentopelágico	<i>Cyphocharax nagelii</i>
<i>Eigenmannia trilineata</i>	Bentopelágico	Mago-Leccia, F., 1994. Electric fishes of the continental waters of America. Fundacion para el Desarrollo de las Ciencias Fisicas, Matematicas y Naturales (FUDECI), Biblioteca de la Academia de Ciencias Fisicas. Matematicas y Naturales, Caracas, Venezuela. vol. 29 . 206 p.

---

**Quadro 1.** Lista de espécies de peixes amostradas e seus respectivos habitats; e lista de referências.

<i>Eigenmannia virescens</i>	Bentopelágico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1995. Aquarien Atlas. Band 4. Mergus Verlag GmbH, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Melle, Germany. 864 p.
<i>Erythrinus erythrinus</i>	Bentônico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Galeocharax knerii</i>	Bentopelágico	Lucena, C.A.S. and N.A. Menezes, 2003. Subfamily Characinae (Characins, tetras). p. 200-208. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Geophagus proximus</i>	Bentopelágico	Ortega, H. and R.P. Vari, 1986. Annotated checklist of the freshwater fishes of Peru. Smithson. Contrib. Zool. (437):1-25.
<i>Gymnotus inaequilabiatus</i>	Bentopelágico	Campos-da-Paz, R., 2003. Gymnotidae (Naked-back knifefishes). p. 483-486. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre EDIPUCRS, Brasil.
<i>Gymnotus pantanal</i>	Bentônico	Fernandes, F.M.C., J.S. Albert, M.F.Z. Daniel-Silva, C.E. Lopes, W.G.R. Crampton and L.F. Almeida-Toledo, 2005. A new <i>Gymnotus</i> (Teleostei: Gymnotiformes: Gymnotidae) from the Pantanal Matogrossense of Brazil and adjacent drainages: continued documentation of a cryptic fauna. Zootaxa 933:1-14.
<i>Gymnotus paraguayensis</i>	Bentopelágico	Albert, J.S. and W.G.R. Crampton, 2003. Seven new species of the neotropical electric fish <i>Gymnotus</i> (Teleostei, Gymnotiformes) with a redescription of <i>G. carapo</i> (Linnaeus). Zootaxa 287:1-54.
<i>Gymnotus sylvius</i>	Bentopelágico	Albert, J.S., F.M. Fernandes-Matioli and L.F. de Almeida-Toledo, 1999. New species of <i>Gymnotus</i> (Gymnotiformes, Teleostei) from southeastern Brazil: toward the deconstruction of <i>Gymnotus carapo</i> . Copeia 1999(2):410-421.
<i>Hemiodus orthonops</i>	Bentopelágico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Pelágico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Hoplias spp</i>	Bentopelágico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.
<i>Hoplosternum littorale</i>	Bentônico	Kenny, J.S., 1995. Views from the bridge: a memoir on the freshwater fishes of Trinidad. Julian S. Kenny, Maracas, St. Joseph, Trinidad and Tobago. 98 p.
<i>Hypophthalmus edentatus</i>	Pelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Hypostomus albopunctatus</i>	Bentônico	Garavello, J.C., H.A. Britski and C.H. Zawadzki, 2012. The cascudos of the genus <i>Hypostomus</i> Lacépède (Ostariophysi: Loricariidae) from the rio Iguaçú basin. Neotrop. Ichthyol. 10(2):263-283.
<i>Hypostomus ancistroides</i>	Bentônico	Burgess, W.E., 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, New Jersey (USA). 784 p.

**Quadro 1.** Lista de espécies de peixes amostradas e seus respectivos habitats; e lista de referências.

<i>Hypostomus cochliodon</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.
<i>Hypostomus commersoni</i>	Bentônico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Hypostomus heraldoi</i>	Bentônico	Zawadzki, C.H., C. Weber and C.S. Pavanelli, 2008. Two new species of <i>Hypostomus</i> Lacépède (Teleostei: Loricariidae) from the upper rio Paraná basin, Central Brazil. Neotrop. Ichthyol. 6(3):403-412.
<i>Hypostomus microstomus</i>	Bentônico	Weber, C., 2003. Loricariidae - Hypostominae (Armored catfishes). p. 351-372. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Hypostomus regani</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1991. Aquarien atlas. Bd. 3. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 1104 p.
<i>Hypostomus strigaticeps</i>	Bentônico	Burgess, W.E., 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, New Jersey (USA). 784 p.
<i>Hypostomus ternetzi</i>	Bentônico	Burgess, W.E., 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, New Jersey (USA). 784 p.
<i>Iheringichthys labrosus</i>	Bentônico	Burgess, W.E., 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, New Jersey (USA). 784 p.
<i>Laetacara araguaiaae</i>	Bentopelágico	Otoni, F.P. and W.J.E.M Costa, 2009. Description of a new species of <i>Laetacara</i> Kullander, 1986 from central Brazil and re-description of <i>Laetacara dorsigera</i> (Heckel, 1840) (Labroidei: Cichlidae: Cichlasomatinae). <i>Vertebr. Zool.</i> 59(1):41-48.
<i>Leporinus elongatus</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Leporinus friderici</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Leporinus lacustris</i>	Bentopelágico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1991. Aquarien atlas. Bd. 3. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 1104 p.
<i>Leporinus macrocephalus</i>	Bentopelágico	Oyakawa, O.T., 1998. Catalogo dos tipos de peixes recentes do Museu de Zoologia da USP. I. Characiformes (Teleostei: Ostariophysa). <i>Pap. Avuls. Zool.</i> 39(23):443-507.
<i>Leporinus obtusidens</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Leporinus striatus</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Lepthoplosternum pectorale</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.
<i>Loricariichthys platymetopon</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1995. Aquarien Atlas. Band 4. Mergus Verlag GmbH, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Melle, Germany. 864 p.

**Quadro 1.** Lista de espécies de peixes amostradas e seus respectivos habitats; e lista de referências.

<i>Loricariichthys rostratus</i>	Bentônico	Ferraris, C.J. Jr., 2003. Loricariidae - Loricariinae (Armored catfishes). p. 330-350. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre EDIPUCRS, Brasil.
<i>Loricaria prolixa</i>	Bentônico	Ferraris, C.J. Jr., 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. Zootaxa 1418:1-628.
<i>Megalancistrus parananus</i>	Bentônico	Fisch-Muller, S., 2003. Loricariidae-Ancistrinae (Armored catfishes). p. 373-400. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Metynnis lippincottianus</i>	Pelágico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Moenkhausia forestii</i>	Bentopelágico	Benine, R.C., T.C. Mariguela and C. Oliveira, 2009. New species of Moenkhausia Eigenmann, 1903 (Characiformes: Characidae) with comments on the Moenkhausia oligolepis species complex. Neotrop. Ichthyol. 7(2):161-168.
<i>Moenkhausia gracilima</i>	Bentopelágico	Lima, F.C.T., L.R. Malabarba, P.A. Buckup, J.F. Pezzi da Silva, R.P. Vari, A. Harold, R. Benine, O.T. Oyakawa, C.S. Pavanelli, N.A. Menezes, C.A.S. Lucena, M.C.S.L. Malabarba, Z.M.S. Lucena, R.E. Reis, F. Langeani, C. Moreira et al. 2003. Genera Incertae Sedis in Characidae. p. 106-168. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Moenkhausia intermedia</i>	Bentopelágico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	Bentopelágico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Myleus tiete</i>	Bentopelágico	Jégu, M., 2003. Serrasalminae (Pacus and piranhas). p. 182-196. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Oxydoras eigenmanni</i>	Bentônico	Burgess, W.E., 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, New Jersey (USA). 784 p.
<i>Parodon nasus</i>	Bentopelágico	Pavanelli, C.S., 2003. Parodontidae (Parodontids). p. 46-50. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	Bentônico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	Bentônico	Bockmann, F.A. and G.M. Guazzelli, 2003. Heptapteridae (Heptapterids). p. 406-431. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Pimelodella gracilis</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.

**Quadro 1.** Lista de espécies de peixes amostradas e seus respectivos habitats; e lista de referências.

<i>Pimelodella taenioptera</i>	Bentônico	Bockmann, F.A. and G.M. Guazzelli, 2003. Heptapteridae (Heptapterids). p. 406-431. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Pimelodus maculatus</i>	Bentopelágico	Burgess, W.E., 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, New Jersey (USA). 784 p.
<i>Pimelodus misteriosus</i>	Bentopelágico	Lundberg, J.G. and M.W. Littmann, 2003. Pimelodidae (Long-whiskered catfishes). p. 432-446. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Pimelodus ornatus</i>	Bentopelágico	Ortega, H. and R.P. Vari, 1986. Annotated checklist of the freshwater fishes of Peru. Smithson. Contrib. Zool. (437):1-25.
<i>Pinirampus pirinampu</i>	Bentônico	Lundberg, J.G. and M.W. Littmann, 2003. Pimelodidae (Long-whiskered catfishes). p. 432-446. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Bentopelágico	Casatti, L., 2003. Sciaenidae (Drums or croakers). p. 599-602. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Platydoras armatulus</i>	Bentônico	Burgess, W.E., 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publications, Inc., Neptune City, New Jersey (USA). 784 p.
<i>Poecilia reticulata</i>	Bentopelágico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Potamotrygon motoro</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Prochilodus lineatus</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Psellogrammus kennedyi</i>	Bentopelágico	Lima, F.C.T., L.R. Malabarba, P.A. Buckup, J.F. Pezzi da Silva, R.P. Vari, A. Harold, R. Benine, O.T. Oyakawa, C.S. Pavanelli, N.A. Menezes, C.A.S. Lucena, M.C.S.L. Malabarba, Z.M.S. Lucena, R.E. Reis, F. Langeani, C. Moreira et al., 2003. Genera Incertae Sedes in Characidae. p. 106-168. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Bentônico	Bonetto, A.A., C. Pignalberi, E.C. Yuan and O. Oliveros, 1971. Informaciones complementarias sobre migraciones de peces de la Cuenca del Plata. Physis 30(81):505-520.
<i>Pterodoras granulosus</i>	Bentônico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Pterygoplichthys ambrosettii</i>	Bentônico	Ferraris, C.J. Jr., 2007. Checklist of catfishes, recent and fossil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. Zootaxa 1418:1-628.
<i>Pterygoplichthys anisitsi</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.

**Quadro 1.** Lista de espécies de peixes amostradas e seus respectivos habitats; e lista de referências.

<i>Rhamdia quelen</i>	Bentopelágico	Le Bail, P.-Y., P. Keith and P. Planquette, 2000. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tome 2, Fascicule II: Siluriformes. Collection Patrimoines Naturels 43(II): 307p. Paris: Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle.
<i>Rhamphichthys hahni</i>	Bentopelágico	Campos-da-Paz, R. and H.-J. Paepke, 1994. On Sternarchorhamphus hahni, a member of the rhamphichthyid genus Rhamphichthys (Ostariophysi: Gymnotiformes). Ichthyol. Explor. Freshwat. 5(2):155-159.
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Pelágico	Toledo-Piza, M., 2003. Cynodontidae (Cynodontids). p. 234-237. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Rhinelepis aspera</i>	Bentônico	Agostinho, A.A., Y. Matsuura, E.K. Okada and K. Nakatani, 1995. The catfish, Rhinelepis aspera (Teleostei; Loricariidae), in the Guaíra region of the Paraná River: an example of population estimation from catch-effort and tagging data when emigration and immigration are high. Fish. Res. 23(3-4):333-344.
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.
<i>Roeboides descalvadensis</i>	Bentopelágico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1991. Aquarien atlas. Bd. 3. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 1104 p.
<i>Salminus brasiliensis</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Salminus hilarii</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Satanoperca pappaterra</i>	Bentopelágico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1991. Aquarien atlas. Bd. 3. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 1104 p.
<i>Schizodon altoparanae</i>	Bentopelágico	Oyakawa, O.T., 1998. Catalogo dos tipos de peixes recentes do Museu de Zoologia da USP. I. Characiformes (Teleostei: Ostariophysi). Pap. Avuls. Zool. 39(23):443-507.
<i>Schizodon borellii</i>	Bentopelágico	Gaavello, J.C. and H.A. Britski, 2003. Anostomidae (Headstanders). p. 71-84. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Schizodon nasutus</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Serrapinnus notomelas</i>	Bentopelágico	Géry, J., 1977. Characoids of the world. Neptune City ; Reigate : T.F.H. [etc.]; 672 p. : ill. (chiefly col.) ; 23 cm. (Ref. 598)
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Pelágico	Jégu, M., 2003. Serrasalminae (Pacus and piranhas). p. 182-196. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.
<i>Serrasalmus marginatus</i>	Bentopelágico	Jégu, M., 2003. Serrasalminae (Pacus and piranhas). p. 182-196. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.

**Quadro 1.** Lista de espécies de peixes amostradas e seus respectivos habitats; e lista de referências.

---

<i>Sorubim lima</i>	Bentônico	Riehl, R. and H.A. Baensch, 1991. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 992 p.
<i>Steindachnerina brevipinna</i>	Bentopelágico	Vari, R.P., 1991. Systematics of the neotropical Characiform genus <i>Steindachnerina</i> Fowler (Pisces: Ostariophysi). <i>Smithson. Contrib. Zool.</i> 507:118 p.
<i>Steindachnerina insculpta</i>	Bentopelágico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Sternopygus macrurus</i>	Bentopelágico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1991. Aquarien atlas. Bd. 3. Melle: Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany. 1104 p.
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Bentônico	Riede, K., 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. Aquarien atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH, Melle, Germany. 1216 p.
<i>Trachydoras paraguayensis</i>	Bentônico	Baensch, H.A. and R. Riehl, 1997. Aquarien Atlas, Band 5. Mergus Verlag, Melle, Germany. 1148 p.
Zungaro jahu	Bentopelágico	Lundberg, J.G. and M.W. Littmann, 2003. Pimelodidae (Long-whiskered catfishes). p. 432-446. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil.

---