

Hábitos alimentares e sobreposição trófica das raias *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil

Alessandra Pasian Lonardoní*, Erivelto Goulart, Edson Fontes de Oliveira e Milza Celi Fedatto Abelha

Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: alessandralonardoní@yahoo.com.br

RESUMO. As raias *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* foram avaliadas em relação à composição de suas dietas e a sobreposição do nicho trófico nos períodos de seca (agosto/2004) e cheia (janeiro/2005) na planície alagável do alto rio Paraná, em três estações de coleta próximas à ilha Mutum. Foram analisados 49 conteúdos estomacais de *P. falkneri* e 16 de *P. motoro*, obtidos de espécimes capturados através de pesca com anzol, fisga (arpão) e espinhel. Os conteúdos estomacais foram analisados de acordo com os métodos de frequência volumétrica e de ocorrência. A similaridade da dieta foi quantificada pelo índice de sobreposição de Pianka. As espécies revelaram flexibilidade alimentar, com ambas consumindo predominantemente moluscos na cheia, enquanto na seca a dieta de *P. falkneri* foi composta principalmente por peixes e a de *P. motoro* por insetos aquáticos. Os valores do índice de sobreposição de nicho variaram entre 0,38 na seca (moderado) e 0,94 na cheia (acentuado). A variação da composição das dietas foi atribuída às oscilações na disponibilidade dos recursos alimentares no ambiente.

Palavras-chave: raias de água doce, Potamotrygonidae, alimentação, rio Paraná.

ABSTRACT. Feeding habitats and trophic overlap of the freshwater stingrays *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) in the upper Paraná river floodplain, Brazil. Feeding habits and trophic overlap of freshwater stingrays *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* were evaluated in the upper Paraná river floodplain. Samples were collected during periods of drought (August/2004) and flood (January/2005) near Mutum island. Fishhook, harpoon and long line were used to capture the individuals and a total of 49 stomach contents of *P. falkneri* and 16 of *P. motoro* were analyzed. Diet composition was analyzed by the relative occurrence and volumetric frequencies. The trophic overlap was quantified by the index of niche overlap of Pianka. Results indicated that both species predominantly consumed mollusks during the flood season, while in the drought season the diet of *P. falkneri* was composed mainly by fish and *P. motoro* for aquatic insects. The values of the index of niche overlap varied from 0.38, in drought (moderate), to 0.94 in flood (accentuated). The seasonal variation of the composition of the diets was attributed to fluctuations in the availability of food resources in the floodplain.

Key words: freshwater stingray, Potamotrygonidae, feeding, Paraná river.

Introdução

A Classe Chondrichthyes, cujos componentes têm esqueleto cartilaginoso, constitui-se de tubarões, raias e quimeras. A Subclasse Elasmobranchii apresenta maior diversidade, compreendendo cinco ordens; dentre as mais conhecidas estão Lamniformes e Squaliformes, que incluem os tubarões, e Rajiformes, que engloba as raias. Estas compõem nove famílias com 45 gêneros e cerca de 424 espécies (Nelson, 1984).

Os Elasmobranchii são principalmente marinhos e apenas a família Potamotrygonidae, objeto deste estudo, vive exclusivamente em água doce. Nesta família, Rosa (1985) identificou 20 espécies distribuídas em três gêneros: *Potamotrygon*, *Paratrygon* e *Plesiotrygon*, sendo os dois últimos monoespecíficos. Análises cladísticas das características morfológicas destas raias indicam que *Potamotrygon* e *Paratrygon* são grupos irmãos, enquanto *Plesiotrygon* distingue-se dos demais por corresponder a um gênero primitivo.

Os três gêneros são encontrados na bacia amazônica, sendo *Plesiopygion ivamae* restrita a esta, enquanto *Paratrygion aiereba* também ocorre no rio Orinoco, Venezuela. A distribuição geográfica mais ampla é de *Potamotrygion* que, além das onze espécies encontradas na bacia amazônica, inclui outras quatro, aparentemente endêmicas, no rio Paraguai e no baixo e médio rio Paraná (Rosa, 1985).

Britski *et al.* (1999) descreveram morfológicamente esses peixes pelos formatos achatados do corpo e cabeça, em forma de disco, apresentando as nadadeiras peitorais muito desenvolvidas, unidas na parte anterior do focinho. A boca localiza-se na região ventral contendo dentes pequenos e pavimentosos. A cauda é longa e afilada, geralmente apresentando espinhos.

Recentemente, este grupo tem despertado interesse pelo potencial farmacológico da peçonha necrosante que produz na região caudal, a qual é inoculada por espinhos, que ocorrem em número variável (Haddad Jr. *et al.*, 2004). Quando a região dorsal da raia é tocada ou pressionada, provoca resposta muscular com flexão da cauda para cima, direcionando o ferrão para o local estimulado. Também são registradas mutilações decorrentes dos ferimentos (Carvalho *et al.*, 2003).

Não havia registro da ocorrência de raias na planície alagável do alto rio Paraná antes do fechamento do reservatório de Itaipu. Os saltos de Sete Quedas atuavam como uma barreira natural de dispersão (Agostinho *et al.*, 1997b) e com a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu, esta barreira deixou de existir, possibilitando a migração de peixes do trecho médio para o alto rio Paraná. Entre as espécies que alcançaram os trechos superiores da bacia, destacam-se três espécies de raias: *Potamotrygion* sp., *P. motoro* e *P. falkneri* (Agostinho *et al.*, 1997b). Estes autores consideraram estas espécies raras, ocorrendo apenas nas calhas do rio Paraná e dos seus tributários da margem direita e em ambientes a eles ligados.

Por este motivo, o conhecimento da biologia e ecologia da assembléia de raias residente na planície alagável do alto rio Paraná é ainda escasso e incipiente, destacando os trabalhos de Hahn *et al.* (1997), que analisaram a dieta de um único exemplar de *P. motoro* e qualificaram-no como insetívoro, e o de Silva (2006), que encontrou padrões ecomorfológicos distintos entre *P. falkneri* e *P. motoro*. De acordo com este último autor, as duas espécies apresentaram diferenças morfométricas relacionadas ao tamanho relativo dos olhos, boca e cavidade oro-branquial, que possivelmente estão associadas a diferenças nas estratégias de obtenção de alimento.

Dentro da perspectiva de que a sobrevivência, crescimento e reprodução de peixes dependem da energia e nutrientes gerados pela atividade alimentar (Wootton, 1999), o estudo da dieta de *P. falkneri* e *P. motoro* é fundamental para o entendimento dos requerimentos ecológicos destas espécies na planície alagável do alto rio Paraná. Hahn *et al.* (1997) enfatizaram que, em áreas alagáveis, tanto o espectro quanto o ritmo alimentar dos peixes são influenciados pelas flutuações hidrológicas a que estes ambientes estão sujeitos. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar possíveis alterações na composição da dieta e na sobreposição do nicho trófico de *Potamotrygion falkneri* Castex e Maciel, 1963 e *Potamotrygion motoro* (Natterer in Müller e Henle, 1841) nos períodos de seca (inverno) e cheia (verão) na planície alagável do alto rio Paraná.

Material e métodos

Área de estudo

O rio Paraná é o segundo maior rio da América do Sul, com 4.695 km de extensão, área de drenagem de $3,1 \times 10^6$ km² e picos de vazão de 65×10^3 m³ s⁻¹ (Bonetto, 1986). A bacia do rio Paraná do território brasileiro cobre uma vasta área de 891.150 km² ou 10,5% da área total (Agostinho e Zalewski, 1996). Para o presente estudo, as coletas foram realizadas no rio Paraná, âmbito do Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD/CNPq - Sítio 6), realizado pela Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, na planície alagável do alto rio Paraná, entre os Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul (Figura 1). Esta área insere-se no trecho que compreende uma ampla planície alagável, a qual exhibe uma área anastomosada, envolvendo ambientes lóticos, semilóticos e lênticos, pertencentes aos sistemas dos rios Baía, Paraná e Ivinhema.

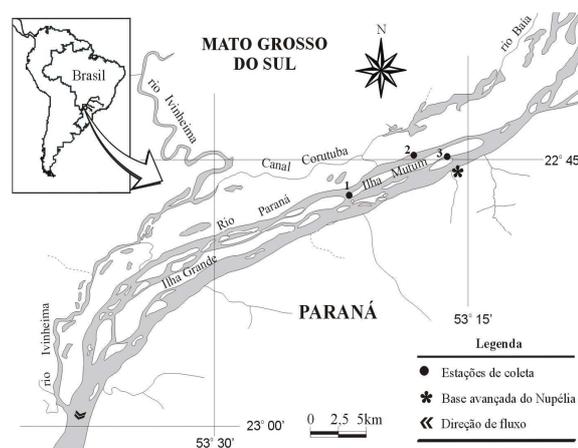


Figura 1. Localização das estações de coleta no alto rio Paraná.

Coleta e análise dos dados

Foram adotadas três estações de coleta. A estação 1 (22°46'53,59"S e 53°21'19,97"W) foi amostrada no período de seca (31/7/04 a 1°/8/04) e compreendeu um canal formado na extremidade sudoeste da ilha Mutum. As estações 2 (22°45'02,27"S e 53°18'00,09"W) e 3 (22°44'57,10"S e 53°16'37,69"W) foram estabelecidas no período de cheia (26/1/05 a 28/1/05), respectivamente, na margem direita do rio Paraná (MS) e entre as ilhas Porto Rico e Mutum (Figura 1).

As capturas foram realizadas através da pesca com anzol em linha de mão, caniço com molinete, fisga (arpão) e espinhel com esforço de cinco horas diárias. Espécimes de *Astyanax* spp. e fragmentos de *Oligochaeta* (minhocas) foram utilizados como iscas nos anzóis e espinhéis. Os exemplares de raias capturados foram conduzidos ao laboratório da Base Avançada do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupelia), no município de Porto Rico, Paraná, onde foram identificados, numerados e dissecados. Para cada indivíduo, foram registrados peso, comprimento padrão, sexo e o grau de repleção estomacal. Os estômagos foram fixados em solução de formalina a 4% e, posteriormente, conservados em álcool a 70%.

Os conteúdos gástricos foram analisados de acordo com os métodos volumétrico (porcentual do volume de cada item em relação ao volume total dos conteúdos estomacais) e de ocorrência (porcentual de estômagos nos quais cada item ocorreu em relação ao total de ocorrência) (Hyslop, 1980). O volume dos itens maiores foi determinado através de provetas graduadas, enquanto que o dos itens menores foi obtido pela compressão do material com lâmina de vidro sobre placa milimetrada até a altura de 1 mm (*sensu* Hellawell e Abel, 1971), sendo o resultado convertido em mililitros. Cada item foi identificado até a menor categoria taxonômica possível.

Para a análise das variações na composição da dieta das espécies, os recursos alimentares consumidos foram agrupados em seis categorias de composição ampla, denominados como: detrito/sedimento, vegetal superior, insetos aquáticos, moluscos, crustáceos e peixes.

A sobreposição trófica entre *P. falkneri* e *P. motoro* foi estimada através do índice de sobreposição de nicho de Pianka (1973), obtido pela expressão descrita abaixo:

$$O_{jk} = O_{kj} = \frac{\sum_i^n p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n p_{ij}^2 \sum_i^n p_{ik}^2}}$$

Onde: $O_{jk} = O_{kj}$ indica que o índice é simétrico, ou seja, a sobreposição da espécie *j* sobre a espécie *k* é equivalente à sobreposição da espécie *k* sobre a *j*. p_{ij} e p_{ik} = proporções dos recursos utilizados pelas espécies *j* e *k*.

Os cálculos foram efetuados com o auxílio do software EcoSim 7.0 (Gotelli e Entsminger, 2004), utilizando-se valores de proporção de volume dos recursos alimentares consumidos pelas raias. Este índice compara pares de espécies e resulta em valores que variam de zero (sem sobreposição) a um (sobreposição completa).

Resultados

Espectro alimentar

Neste trabalho, foram coletados 67 exemplares de raias e analisados 65 conteúdos gástricos, sendo 49 pertencentes a *P. falkneri* e 16 correspondentes a *P. motoro*. A Tabela 1 apresenta o padrão geral da dieta das raias. Ambas ingeriram recursos alimentares de natureza distinta, os quais incluíram detrito/sedimento, vegetal superior, insetos aquáticos, crustáceos, moluscos e peixes.

Tabela 1. Composição da dieta de *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* na planície alagável do alto rio Paraná (%V=porcentual de volume; %O=porcentual de ocorrência).

| Recursos Alimentares/ Taxon | <i>P. falkneri</i> | | <i>P. motoro</i> | |
|----------------------------------|--------------------|-------|------------------|-------|
| | %V | %O | %V | %O |
| Vegetal Superior | 1,09 | 9,47 | 8,37 | 5,26 |
| Detrito/Sedimento | 1,18 | 9,47 | 14,04 | 10,53 |
| Insetos aquáticos | | | | |
| Odonata | 0,09 | 1,05 | 8,09 | 10,53 |
| Trichoptera | 1,52 | 16,84 | 13,14 | 18,42 |
| Ephemeroptera | 0,32 | 7,37 | 3,16 | 13,16 |
| Diptera | | | | |
| Chironomidae | <0,01 | 1,05 | 5,53 | 5,26 |
| Psephenidae | - | - | 3,46 | 2,63 |
| Plecoptera | 0,07 | 1,05 | 1,04 | 2,63 |
| Coleoptera | - | - | 1,80 | 2,63 |
| Restos de insetos | - | - | 0,83 | 2,63 |
| Moluscos | | | | |
| Gastropoda | | | | |
| <i>Pomacea aff. canaliculata</i> | 16,20 | 18,95 | 21,87 | 10,53 |
| Não identificados | 0,05 | 2,11 | - | - |
| Bivalvia | | | | |
| <i>Limnoperna</i> sp. | 0,65 | 3,16 | 5,95 | 2,63 |
| Não identificados | 0,01 | 1,05 | - | - |
| Moluscos não identificados | - | - | 2,63 | 2,63 |
| Crustáceos | | | | |
| Decapoda | 0,05 | 1,05 | - | - |
| <i>Macrobrachium amazonicum</i> | 3,67 | 2,11 | - | - |
| Peixes | | | | |
| Loricariidae | 20,49 | 5,26 | - | - |
| Erythrinidae | 4,92 | 1,05 | - | - |
| Characidae | | | | |
| Tetraopterinae | 2,68 | 4,21 | - | - |
| Cichlidae | | | | |
| <i>Satanoperca papaterra</i> | 4,03 | 1,05 | - | - |
| Doradidae | | | | |
| <i>Pterodoras granulosus</i> | 8,05 | 1,05 | - | - |
| Escamas | 0,08 | 1,05 | 2,97 | 5,26 |
| Restos de Peixes | 34,85 | 11,58 | 7,12 | 5,26 |

Considerando os recursos com maiores participações em volume da dieta, foi comum às espécies o consumo intenso de moluscos, representados predominantemente pelo *Gastropoda Pomacea aff. canaliculata*. Entretanto, as raias mostraram-se distintas quanto à intensidade de forrageamento sobre os demais recursos. Prevaleceu para *P. falkneri* o consumo de peixes, tanto na forma de fragmentos não identificáveis de musculatura e ossos, como a predação acentuada de cascudos Loricariidae. Para *P. motoro*, a composição da dieta foi mais equitativa, com a inclusão mais representativa de detrito/sedimento vegetal superior e insetos aquáticos, representados principalmente por formas imaturas de Odonata e Trichoptera.

Em relação à frequência de ocorrência dos recursos alimentares, aqueles com maiores valores percentuais de volume também apresentam os percentuais mais elevados de ocorrência na dieta de ambas as espécies.

Variação sazonal na dieta

A Figura 2 ilustra a variação na proporção volumétrica e de ocorrência dos recursos alimentares consumidos pelas raias nos períodos de seca e cheia, na planície alagável do alto rio Paraná. Observa-se que a dieta das duas espécies foi distinta entre os períodos considerados. *P. falkneri* consumiu predominantemente peixes no período de seca (%V=94,0), principalmente Loricariidae e Doradidae. Ainda neste período, insetos aquáticos, como Trichoptera e Ephemeroptera, foram frequentes (%O=36,3), mas com participações volumétricas irrelevantes. Já no período de cheia, os moluscos, particularmente *Pomacea aff. canaliculata*, foram os principais componentes da dieta desta raia, tanto em percentual de volume (%V= 61,0) como de ocorrência (%O= 41,0).

Distintamente, *P. motoro* predou intensivamente insetos aquáticos (%V=71,0; %O=90,0) no período de seca (Figura 2), principalmente Trichoptera e Ephemeroptera. Na cheia, sua dieta foi relativamente mais diversa, com maior representatividade de outros recursos alimentares, tanto em frequência volumétrica como de ocorrência. Entretanto, o volume de moluscos consumido foi discretamente maior (%V=36,0; %O=21,0), enquanto os insetos aquáticos apresentaram ocorrência relativamente mais elevada (%V=31,0; %O= 46,0).

A despeito destas variações temporais na composição da dieta das espécies, a Figura 2 ilustra maior similaridade nos tipos de alimentos consumidos durante o período de cheia, quando os

moluscos passaram a ser o principal componente da dieta de ambas.

Os valores obtidos pelo índice de sobreposição de nicho de Pianka, aplicado sobre a proporção volumétrica dos recursos alimentares consumidos por *P. falkneri* e *P. motoro*, permitiram quantificar a similaridade na composição da dieta das espécies entre os períodos estudados. O índice alcançou o valor de 0,38 na seca e de 0,94 na cheia, indicando sobreposição trófica relativamente moderada e acentuada, respectivamente.

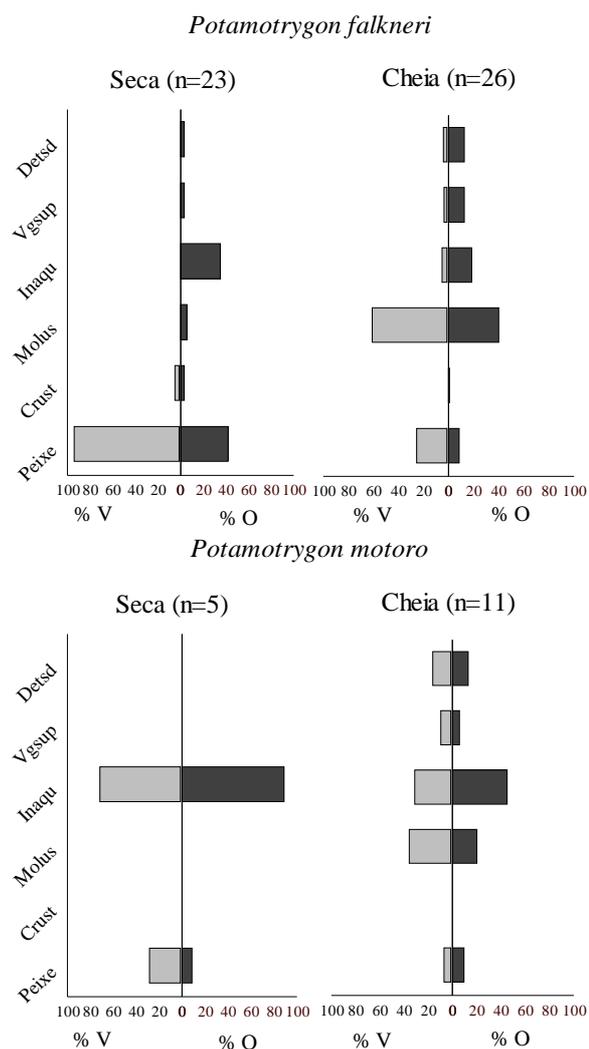


Figura 2. Porcentual de volume (%V) e ocorrência (%O) dos recursos alimentares utilizados na dieta de *Potamotrygon falkneri* e *P. motoro* na planície alagável do alto rio Paraná. Detrsd=detrito/sedimento; Vgsup=vegetal superior; Inaqu=insetos aquáticos; Molus=moluscos; Crust=crustáceos; Peixe=peixes.

Discussão

Agostinho et al. (1997b) estudaram a distribuição de peixes na planície alagável do alto rio Paraná e

classificaram esse grupo como raro ou esporádico, sendo *P. motoro* mais amplamente distribuída em relação a *P. falkneri*. A captura de 67 espécimes de raias neste trabalho, considerando a baixa intensidade de esforço aplicado, sugere que, além da pouca eficiência dos habituais métodos de coleta, a abundância destes peixes foi subestimada por estudos realizados anteriormente.

Os resultados diferiram ainda em relação à abundância relativa das espécies. Agostinho *et al.* (1997b) apontaram *P. motoro* como a mais amplamente distribuída na planície alagável do alto rio Paraná, por ter sido a única espécie que, além de rios e canais, foi capturada também em lagoas permanentes e temporárias deste ambiente. As coletas empreendidas neste trabalho sugeriram o contrário, isto é, pelo menos no rio Paraná, *P. falkneri* revelou-se relativamente mais abundante. Cabe ressaltar que a limitação espaço-temporal das amostragens deste trabalho inviabiliza afirmações fidedignas quanto aos padrões de distribuição e abundância e enfatiza a necessidade de ampliação das pesquisas direcionadas a este grupo de peixes.

Espectro alimentar

O espectro alimentar de peixes pode ser influenciado tanto pela morfologia e comportamento alimentar de cada espécie como pela composição e abundância dos recursos disponíveis, os quais estão diretamente relacionados às condições do ambiente. Os recursos mais representativos na dieta de *P. falkneri* e *P. motoro*, tais como moluscos, insetos aquáticos e peixes, têm sido caracterizados como abundantes na planície de alagável do alto rio Paraná, devido às condições peculiares de alta heterogeneidade ambiental e produtividade encontrada neste ecossistema (Agostinho *et al.*, 1997a; Agostinho *et al.*, 2001; Takeda e Fujita, 2004).

Cabe destacar que o tipo ecomorfológico de ambas as raias analisadas, caracterizado pela posição ventral da boca e pelo corpo achatado dorso-ventralmente, sugere hábitos bentônicos. Estas características restringem a amplitude da dieta, justificando o predomínio de recursos alimentares igualmente bentônicos. Além disso, as raias apresentam mecanismo de sucção oral, o qual auxilia funcionalmente na obtenção de organismos bentônicos, principalmente invertebrados (Pantano-Neto, 2001).

O consumo expressivo de insetos aquáticos e moluscos parece ser comum entre estes peixes. Estes recursos prevaleceram na dieta de populações de raias estudadas por Pantano-Neto (2001) no rio Cristalino (entre os Estados de Mato Grosso e

Goiás), onde *P. motoro* alimentou-se principalmente de insetos (Chironomidae e Ephemeroptera) e *P. henlei* de moluscos, crustáceos e peixes (Siluriformes). Este autor também verificou diferença na composição da dieta quanto ao grau de rigidez das presas, com *P. henlei* se alimentando de presas com carapaças (partes duras) e *P. motoro* de presas mais moles.

Na planície alagável do alto rio Paraná, Hahn *et al.* (1997) analisaram o conteúdo estomacal de um único exemplar de *P. motoro* e verificaram a utilização de insetos aquáticos como recurso. Takeda e Fujita (2004) estudaram a distribuição e abundância da fauna bentônica da planície alagável do alto rio Paraná e verificaram a presença das formas imaturas de insetos, entre eles Odonata (e outros) nas margens de rios e lagoas. O padrão de distribuição espacial dessa presa justifica o seu consumo pelas raias, na medida em que colonizam comumente nas margens.

Segundo Hahn *et al.* (1997), os insetos mais explorados são as formas jovens de Chironomidae, seguidos de Ephemeroptera. Estes insetos têm sido registrados como importantes fontes alimentares para diversas espécies de peixes em distintos ambientes.

Não se dispõem de informações a respeito do hábito alimentar de *P. falkneri* em outros ambientes, entretanto a expressiva abundância de loricarídeos na planície (Luiz *et al.*, 2004), associada ao hábito bentônico dos peixes desta família, sugerem que a piscivoria manifestada por *P. falkneri* seja decorrente do oportunismo trófico da espécie. Esta é uma característica comum a espécies de peixes bem-sucedidas na colonização de novos ambientes e, possivelmente, esteja relacionada à abundância populacional, aparentemente maior desta espécie de raia no rio Paraná.

Pode-se ainda ponderar que o consumo de vegetais superiores (fragmentos de folhas e raízes) e detrito/sedimento (matéria orgânica particulada associada a porções variáveis de partículas minerais) tenha ocorrido de forma acidental, durante a ingestão de presas. Nesta condição, destacam-se os insetos aquáticos, por terem o hábito de se enterrarem no substrato ou buscarem abrigos em fragmentos de vegetais acumulados no fundo (McCafferty, 1981). Assim, a maior representatividade de vegetais e detrito/sedimento na dieta de *P. motoro* foi condizente com seu forrageamento intenso sobre insetos aquáticos e moluscos.

A observação de que os recursos alimentares com maiores porcentuais de volume apresentaram,

simultaneamente, os maiores percentuais de ocorrência, indica que as espécies utilizaram os alimentos em concordância com a teoria do forrageamento ótimo (Gerking, 1994), ou seja, aqueles mais freqüentes apresentariam, também, elevada contribuição energética em decorrência de sua maior participação em volume.

Variação sazonal na dieta

Alterações na dieta de peixes podem ser regidas, entre outros fatores (como variações morfológicas intra-específicas, ontogenéticas e comportamentais), por flutuações sazonais na disponibilidade de alimento. Esse fato é amplamente discutido na literatura (Goulding, 1980; Gerking, 1994; Wootton, 1999; Abelha et al., 2001) e ocorre de forma acentuada em ambientes submetidos a alagamentos regulares e amplos (Lowe-McConnell, 1999). Nestes ecossistemas, a disponibilidade de alimentos para os peixes é maior na fase de cheia, quando grande extensão de vegetação terrestre é inundada, sendo utilizada, de forma direta ou indireta, através do consumo de invertebrados detritívoros. Nas cheias, ocorre o processo natural de aumento da similaridade entre os *habitats* da planície, promovendo maior equitabilidade na distribuição dos recursos, como explicado pela “hipótese da homogeneização” proposta por Thomaz et al., 2007.

Por outro lado, na fase de seca, as fontes alimentícias são reduzidas, porém, com maior densidade apenas de alguns itens (Goulding, 1980; Lowe-McConnell, 1999). Exemplos de variações na dieta de teleosteos reguladas pelo regime hidrológico da planície do alto rio Paraná podem ser encontrados em Hahn et al. (1992), Ferreti et al. (1996) e Lolis e Andrian (1996).

Takeda e Fujita (2004) comentaram que a contração e a expansão da zona litorânea nos ambientes da planície alagável do alto rio Paraná influenciam a sobrevivência de invertebrados sésseis ou sedentários, que perecem na fase de águas baixas. Possivelmente, este fato esteja relacionado à irrelevância de moluscos na dieta de *P. falkneri* e *P. motoro* durante a seca, visto que parece ser um item preferencialmente consumido por estes peixes. É possível considerar que o consumo intenso de moluscos por ambas as espécies na cheia decorra da relação custo/benefício energeticamente favorável e pela facilidade de captura, considerando a prevalência na adoção de mecanismos ativos de escape por insetos aquáticos e peixes (Keenleyside, 1979).

A seca, por sua vez, com a redução do volume de água, concentra as populações de peixes (Okada

et al., 2003) e, provavelmente, de insetos aquáticos em diferentes ambientes, o que pode ter promovido o aumento dos percentuais de volume e ocorrência destes itens para as duas espécies, em relação ao período de cheia.

É esperado que na condição de simpatria de organismos taxonomicamente próximos, como congêneres, a similaridade dos requerimentos ecológicos conduza as espécies a se diferenciarem no uso de recursos quando estes se apresentam escassos, evitando interações competitivas (Gause, 1934; MacArthur, 1972; Matthews, 1998; Pianka, 2000). Este processo justificaria o valor moderado do índice de sobreposição de Pianka na seca, quando os moluscos foram mais escassos, ou seja, é plausível propor a hipótese de que tenham ocorrido modificações nas estratégias de exploração dos recursos em resposta a processos competitivos. Por outro lado, o valor acentuado deste índice na cheia não implica, necessariamente, em competição, na medida em que os recursos alimentares são comumente abundantes neste período.

MacArthur (1972) estimou teoricamente o quanto as espécies poderiam se sobrepor e ainda continuar coexistindo, no entanto, poucas análises têm sido realizadas com peixes (Matthews, 1998). Estas inferências sobre as interações competitivas entre *P. motoro* e *P. falkneri* no rio Paraná e suas implicações quanto às diferenças na exploração dos recursos alimentares deverão ser analisadas com maior profundidade, através da realização de experimentos e observações em ambientes naturais.

Conclusão

De acordo com os objetivos propostos neste estudo para as espécies *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* residentes na planície alagável do alto rio Paraná (PR), pôde-se concluir que:

a dieta das raias foi composta, predominantemente, por moluscos, insetos aquáticos e peixes;

a composição das dietas foi sazonalmente distinta e possivelmente associada à variação na disponibilidade dos recursos alimentares na planície, caracterizando a flexibilidade trófica destas espécies; na medida em que *P. falkneri* e *P. motoro* convivem em simpatria no rio Paraná, assume-se que elas tenham acesso ao mesmo tipo de presas. Desta forma, as diferenças encontradas na dieta das duas espécies na seca pode ser resultado de um processo de diferenciação nas estratégias de exploração dos recursos com o intuito de evitar interações competitivas;

no período de seca, *P. falkneri* consumiu predominantemente peixes e *P. motoro* ingeriu

insetos aquáticos, revelando diferenciação no uso dos recursos alimentares, enquanto no período de cheia houve sobreposição trófica, com a dieta de ambas composta principalmente por moluscos; o índice de sobreposição de nicho de Pianka indicou sobreposição trófica relativamente moderada na seca e acentuada na cheia.

Agradecimentos

Agradecemos a Alfredo Souza da Silva, Sebastião Rodrigues e ao MSc. Antonio G. C. da Silva (Ibama), pelo auxílio nas coletas, ao MSc. José Antonio Arenas Ibarra, pela identificação dos moluscos e à Profª. Dra. Evanilde Benedito, pela avaliação crítica do manuscrito. Somos gratos ao CNPq, pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica, a Alessandra P. Lonardoni e ao PELD/CNPq-Nupelia, pelo apoio logístico.

Referências

- ABELHA, M.C.F. *et al.* Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Sci.*, Maringá v. 2, n. 23, p. 425-434, 2001.
- AGOSTINHO, A.A. *et al.* Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A.E.A.M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997a, p. 229-248.
- AGOSTINHO, A.A. *et al.* Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A.E.A.M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997b, p. 179-208.
- AGOSTINHO, A.A. *et al.* The importance of floodplains for the dynamics of fish communities of the Upper Paraná river. *Ecohydrol. Hydrobiol.*, Lódz, v. 1 n. 1-2, p. 209-217, 2001.
- AGOSTINHO, A.A.; ZALEWSKI, M. *A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação*. Maringá: Eduem, 1996.
- BONETTO, A.A. The Paraná river system. In: DAVIES, B.R.; WALKER, K.F. (Eds.). *The ecology of river systems*. Dordrecht, The Netherlands: Dr. W. Junk Publishers, 1986, p. 541-555.
- BRITSKI, H.A. *et al.* *Peixes do Pantanal: manual de Identificação*. Brasília: Embrapa-SPI, 1999.
- CARVALHO, M.R. *et al.* Family Potamotrygonidae (River stingrays). In: REIS, R.E. *et al.* (Org.). *Checklist of the freshwater fishes of south and Central America*. Porto Alegre: Edipurs, 2003, p. 22-28.
- FERRETI, C.M.L. *et al.* Dieta de duas espécies de *Schizodon* (Characiformes, Anostomidae), na planície de inundação do Alto Rio Paraná e sua relação com aspectos morfológicos. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 23, n. único, p. 171-186, 1996.
- GAUSE, G.F. *The struggle for existence*. London: Hafner Publishing Company, 1934.
- GERKING, S.D. *Feeding ecology of fish*. San Diego: Academic Press, 1994.
- GOTELLI, N.J.; ENTSMINGER, G.L. *Null models software for ecology* [Version 7.44. Acquired Intelligence Inc. e Kesey Bear.]. 2004. Disponível em: <<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>>. Acesso em: jun. 2006.
- GOULDING, M. *The fishes and the forest: explorations in Amazon natural history*. Berkeley: University of California Press, 1980.
- HADDAD JR., V. *et al.* Freshwater stingrays: study of epidemiologic, clinic and therapeutic aspects based on 84 envenomings in humans and some enzymatic activities of the venom. *Toxicon*, São Paulo, n. 43, p. 287-294, 2004.
- HAHN, N.S. *et al.* Aspectos da alimentação do armado, *Pterodoras granulosus* (Ostariophysi, Doradidae) em distintos ambientes do alto rio Paraná. *Rev. Unimar*, Maringá, n. 14, p. 163-176, 1992.
- HAHN, N.S. *et al.* Ecologia trófica. In: VAZZOLER, A.E.A.M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997, p. 209-228.
- HELLAWELL, J.M.; ABEL, R. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *J. Fish Biol.*, Cambridge, n. 3, p. 29-37, 1971.
- HYSLOP, E.J. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, Cambridge, n. 17, p. 411-429, 1980.
- KEENLEYSIDE, M.H.A. *Zoophysiology, diversity and adaptation in fish behaviour*. Berlin: Springer-Verlag, 1979.
- LOLIS, A.A.; ANDRIAN, I.F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do alto rio Paraná. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, n. 23, p. 187-202, 1996.
- LOWE-McCONNELL, R.H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp, 1999.
- LUIZ, E.A. *et al.* Structure of the fish assemblage in biotopes and subsystems of the upper Paraná river floodplain. In: AGOSTINHO, A.A. *et al.* (Ed.). *Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain*. Maringá: Eduem, 2004, p. 117-123.
- MacARTHUR, R.H. *Geographical ecology: patterns in the distribution of species*. Princeton: Princeton University Press, 1972.
- MATTHEWS, W.J. *Patterns in freshwater fish ecology*. London, 1998.
- McCAFFERTY, W.P. *Aquatic entomology: the fishermen's and ecologist's illustrated guide to insects and their relatives*. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1981.
- NELSON, J.S. *Fishes of the world*. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, 1984.
- OKADA, E.K. *et al.* Factors affecting fish diversity and abundance in drying ponds and lagoons in the upper Paraná river basin, Brazil. *Ecohydrol. Hydrobiol.*, Lódz, v. 3 n. 1 p. 97-110, 2003.
- PANTANO-NETO, J. *Estudo preliminar da anatomia descritiva e funcional associada a alimentação em raias de água doce*

- (*Potamotrygonidae*, *Myliobatiformes*, *Elasmobranchii*). 2001. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- PIANKA, E.R. The structure of lizards communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, Palo Alto, n. 4, p. 53-74, 1973.
- PIANKA, E.R. *Evolutionary ecology*. 6. ed. San Francisco: Addison Wesley Longman, 2000.
- ROSA, R.S. *A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae)*. (Ph.D. Dissertation)-College of William and Mary, Williamsburg, Virginia, 1985.
- SILVA, A.G.C. *Morfometria e ecologia de Potamotrygon motoro (Natterer in Mueller e Henle, 1841) e Potamotrygon falkneri Castex e Maciel, 1963 (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) da planície alagável do alto rio Paraná, Brasil*. 2006. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
- TAKEDA, A.M.; FUJITA, D.S. Benthic invertebrates. In: THOMAZ, S.M. et al. *The upper Paraná river: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, 2004, p. 191-207.
- THOMAZ, S.M. et al. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 579, n. 1 p. 1-13, 2007.
- WOOTTON, R.J. *Ecology of teleost fishes*. 2nd Ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

Received on June 19, 2006.

Accepted on August 21, 2006.