

A influência da morfologia sobre a dieta de dois peixes nectobentônicos de riachos

Michele Andriaci Ferreira do Carmo^{1*}, Walter Barrella², Fabio Cop Ferreira³; Ursulla Pereira Souza²

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Ecossistemas Costeiros e Marinhos – PPG-ECOMAR da Universidade Santa Cecília - Santos (SP).

²Docente do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Ecossistemas Costeiros e Marinhos – PPG-ECOMAR da Universidade Santa Cecília - Santos (SP).

³Docente Universidade Federal de São Paulo – Campus Baixada Santista, Departamento de Ciências do Mar - Santos (SP).

*E-mail para correspondência: michele.andriaci@hotmail.com

Resumo:

A dieta dos peixes neotropicais é flexível e influenciada pelas condições ambientais, pela biologia das espécies e pelas modificações espaciais e sazonais do hábitat. A ecomorfologia evidencia a utilização do hábitat e dos recursos alimentares, a ocupação do nicho e a posição das espécies na coluna d'água. O objetivo do presente estudo foi verificar quais medidas morfológicas separam as duas espécies de peixes nectobentônicos *Characidium schubarti* e *Imparfinis mirini* e comparar suas dietas em função destas medidas. Os peixes foram coletados com peneira e puçá na bacia do Alto Paranapanema, fixados com formalina 10% e conservados em álcool 70%. No laboratório os peixes foram identificados, mensurados quanto ao comprimento padrão (mm) e pesados (g). Medidas morfométricas relacionadas ao uso de recursos alimentares e do hábitat foram tomadas com um paquímetro digital. A dieta de *C. schubarti* e *I. mirini* foi analisada seguindo o método do Grau de Preferência Alimentar, sendo larvas de Diptera o item preferencial em um total de 42 estômagos. As duas espécies foram classificadas como invertívoras com forte tendência à insetivoria. A Análise de Componentes Principais (PCA) explicou 95% da variação da morfometria e a Análise de Correlação Canônica evidenciou que 13% da variação total na composição da dieta foi explicada pelas diferenças morfológicas. As duas espécies apresentaram hábito alimentar invertívoro com forte tendência à insetivoria, com consumo preferencial por formas imaturas de insetos.

Palavras-chave: peixes neotropicais, dieta, ecomorfologia, Paranapanema, hábitat.

The influence of morphology on the diet of two nectobenthic fish streams

Abstract:

The diet of the neotropical fish is flexible and influenced by environmental conditions, the biology of the species and the spatial and seasonal changes of habitat. The ecomorphology show the use of habitat and food resources, niche occupation and the position of the species in the water column. The aim of this study was to determine which morphological measures separating the two species of fish nectobenthics *Characidium schubarti* and *Imparfinis mirini* and compare their diets due to these measures. Fish were collected with a sieve and dip net in the basin of the Upper Paranapanema, fixed with 10% formalin and preserved in 70% alcohol. In the laboratory, fish were identified, measured as the standard length (mm) and weighed (g). Morphometric measurements related to the use of food resources and habitat were taken

with a digital caliper. The diet *C. schubarti* and *I. mirini* was analyzed following the method of Food Preference Degree, with larvae of Diptera the preference item for a total of 42 stomachs. Species were classified as invertivorous with a strong tendency insectivorous. The Principal Component Analysis (PCA) explained 95% of the variation in morphology and Canonical correlation analysis showed that 13% of the total variation in diet composition was explained by morphological differences. The two species have invertivore eating habits with a strong tendency insectivorous, with preferential consumption by immature insects.

Keywords: neotropical fishes, diet, ecomorphology, Paranapanema, habitat.

Introdução

A dieta dos peixes neotropicais é flexível e envolve um amplo espectro alimentar determinado pelas condições do meio, pela estrutura bucal e pela biologia de cada espécie, que determinarão duas táticas alimentares (GERKING, 1994; WOOTTON, 1999; ABELHA et al., 2001). A habilidade de uma espécie em aproveitar os recursos alimentares disponíveis no meio de forma mais vantajosa em um intervalo de tempo é denominada plasticidade trófica (GERKING, 1994). À medida que as presas preferenciais declinam, os peixes incluem presas menos preferenciais em sua dieta, ampliando, assim, seu consumo de itens alimentares devido à sensação de fome (DILL, 1983). A experiência do indivíduo na manipulação do alimento pode resultar na propensão do peixe a preferir o tipo de alimento consumido mais recentemente (WERNER et al., 1981; DILL, 1983).

Grande parte dos peixes é generalista, porém é a dinâmica dos recursos alimentares que vai definir se a espécie é especialista ou oportunista (ABELHA et al., 2001). Odum (1969) e Roughgarden (1974) enfatizaram que quando os recursos são contínuos a dieta que sobressai é a especialista. Quando isso não ocorre, ou seja, quando esses recursos se esgotam, a dieta generalista se destaca (ABELHA et al., 2001). O predomínio de espécies generalistas e oportunistas em riachos tropicais está diretamente relacionado às variações espaciais e temporais da dieta (ABELHA, et al., 2001). A plasticidade trófica de espécies oportunistas é originada pela necessidade de variar a composição da dieta em condições adversas, sendo este um fator limitante para a sobrevivência dessas espécies (TEIXEIRA et al., 2005).

Dentro de uma mesma espécie, é comum ocorrer dietas distintas, decorrentes dos estágios de desenvolvimento dos indivíduos, ocasionados por diferenças na demanda energética e nas limitações morfológicas dos peixes (ABELHA et al., 2001). Magurran (1993) destaca que a ausência de uma regra no padrão de comportamento dos peixes resulta em consideráveis diferenças individuais na procura de alimentos, de evitação de predadores e de acasalamento, que podem surgir através de influências genética, ambiental ou de ambas (LAVIN & MCPHAIL, 1986; WIMBERGER, 1991, 1992, 1994). Essas diferenças estão diretamente relacionadas ao sucesso de forrageamento, o que pode ocasionar a completa separação do tipo de recurso explorado, tornando a dieta dependente do morfotipo (ABELHA et al., 2001).

Modificações espaciais e sazonais do hábitat podem alterar a dieta dos peixes, pois locais e períodos distintos estabelecem diferentes condições abióticas e de disponibilidade de recursos (ABELHA et al., 2001), sendo que o regime hidrológico é de fundamental importância, visto que reflete na sazonalidade da dieta (GOULDING, 1980; GERKING, 1994; FERRETI et al., 1996; HAHN et al., 1997; WOOTTON, 1999).

A ictiofauna heterogênea em riachos de Mata Atlântica revela características particulares da região, influenciadas por fatores ambientais (BUCKUP, 1996). Entretanto, em face ao extenso desmatamento da área, poucas informações sobre a organização e os efeitos negativos na comunidade dos peixes residentes são obtidas (ESTEVEZ et al., 2008). Com isso, a conservação destes ecossistemas constitui um grande desafio para os pesquisadores (BARLETTA et al., 2010; TERESA & CASATTI, 2012).

Espécies com pequeno comprimento, distribuição geográfica restrita, pouco ou nenhum valor comercial e altamente dependentes da mata ciliar (CASTRO & MENEZES, 2001), habitam pequenos riachos de cabeceiras, os quais apresentam alto endemismo. O desmatamento das margens e o descarte inadequado de poluentes geram consequências negativas nesses corpos d'água (CASTRO, 1999; CASTRO & MENEZES, 2001), uma vez que a vegetação ripária se faz necessária para aumentar a heterogeneidade estrutural do hábitat, o sombreamento, a presença de abrigos, de recursos alimentares, de corredores de migração e de locais de reprodução (MONTAG et al., 1997; BARRELLA et al., 2000; AMARAL & PETRERE JR., 2001; CASTRO & MENEZES, 2001; GOMIERO & BRAGA, 2006), além de contribuir com a redução de sedimentos nos cursos d'água (RABENI & SMALE, 1995; JOLY et al., 2000).

A Ordem Siluriformes envolve 53% das espécies de água doce (CASTRO & MENEZES, 2001), sendo a mais representativa na América do Sul, composta por 1056 espécies, das quais 100 pertencem à família Heptapteridae (BUCKUP et al., 2007). Essa família de bagres explora os espaços entre as rochas do substrato (CASATTI & CASTRO, 1998). Possui pequeno e médio porte, corpo fino, longo e achatado dorso-ventralmente, com olhos dorsais, barbilhões sensoriais bem desenvolvidos, compressão do pedúnculo caudal e nadadeiras peitorais bastante largas (DE PINNA, 1998; REIS et al., 2003; CASATTI & CASTRO, 2006). O gênero *Imparfinis* distribui-se em cabeceiras dos riachos da América Central e das áreas tropicais da América do Sul (KANTEK et al., 2009). As espécies desse gênero são de pequeno tamanho, possuem hábitos noturnos e são nectobentônicas, isto é, forrageiam junto ao substrato em busca de insetos e outros invertebrados (CASTRO & CASATTI 1997; WOOTON, 1990).

A Ordem Characiformes, composta por 1674 espécies, distribui-se entre o sul dos Estados Unidos e sul da América do Sul (NELSON, 2006). O gênero *Characidium* apresenta a maior riqueza dentro da subfamília Characidiinae (Crenuchidae), distribuindo-se ao longo de planícies costeiras, florestas e regiões montanhosas (BUCKUP, 1993) do Panamá até a Argentina (BUCKUP, 2003). Inclui espécies de hábitos diurnos (CASATTI, 2002), restritas principalmente a ambientes lóticos (CRUZ et al. 2013). Espécies desse gênero adotam o comportamento de “sentar e esperar”, uma vez que a captura das presas se faz após a detecção visual (SABINO & ZUANON, 1998).

Ecomorfologia é a relação existente entre os aspectos da variação morfológica, que revelam diferenças morfofuncionais associadas aos hábitos de vida, alimentação, locomoção e comportamento (LEMONS, 2006). Pode-se dizer que os aspectos bioecológicos, como dieta e uso de hábitat, são dependentes do morfotipo da espécie (CLIFTON & MOTTA, 1998). Ribeiro (2013) enfatiza que diferentes condições estruturais de um hábitat são diretamente correlacionadas às estruturas ecomorfológicas da ictiofauna e sendo assim, outras dimensões da comunidade de peixes podem ser influenciadas. Segundo Watson & Balon (1984), as medidas morfológicas determinam a semelhança entre as espécies que coexistem, bem como o espaço total ocupado por elas, refletindo assim, aspectos ecológicos importantes.

Estudos envolvendo o uso de recursos alimentares por diferentes espécies podem responder questões básicas de ecologia alimentar, tais como o que as espécies consomem, onde e como adquirem os recursos e qual a amplitude de variação com o tamanho dos indivíduos (ABELHA et al., 2001). Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar quais medidas morfológicas separam as duas espécies de peixes nectobentônicas *Characidium schubarti* e *Imparfinis mirini* e comparar a dieta destas espécies em função destas medidas.

Material e métodos

Área de estudo

A bacia do Alto Paranapanema (Fig. 1) pertence à região do Alto Rio Paraná, abrangendo um total de 106.000 km², dos quais 51% encontram-se no Estado do Paraná e 49% no Estado de São Paulo (UGRH PARANAPANEMA, 2010). Possui extensão aproximada de 930 km em um desnível de 660 m, a qual se desenvolve no sentido geral leste-oeste até desaguar no Rio Paraná, em uma altitude de 240 m. O rio Paranapanema nasce na Serra de Paranapiacaba (48°15'W 24°16'S), próximo às cabeceiras do rio Tietê e deságua no Rio Paraná após percorrer cerca de 500 km, não recebendo elevadas cargas de poluição (ZIESLER & ARDIZZONE, 1979; BARRELLA, 1998). A bacia de Paranapanema distribui-se por três grandes unidades do relevo brasileiro: o Planalto Atlântico, a Depressão Periférica e o Planalto Arenítico Basáltico Ocidental (AB'SABER, 1956). O clima geral nas porções superior e média da bacia é tropical subquente e superúmido, com subseca, enquanto que na porção inferior é tropical subquente úmido, com um a dois meses secos (CASTRO et al., 2003).



Figura 1: Principais drenagens da América do Sul com a bacia do Alto Rio Paraná (em cinza) e sub-bacia do rio Paranapanema (em amarelo) salientadas. (Retirada de Castro et al. 2003).

A bacia do rio Paranapanema foi dividida em Alto e Baixo Paranapanema pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos, elaborado pelo Governo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1990), o qual estabeleceu a divisão hidrográfica baseada em

características geográficas, políticas e sócio-econômicas para a administração dos recursos hídricos de São Paulo. A unidade hidrográfica do Alto Paranapanema envolve 30 municípios, que juntos, apresentam uma área de 22.730 km². Apresenta alta quantidade de recursos hídricos superficiais, com águas de boa qualidade e com baixo potencial de exploração do manancial subterrâneo. (BARRELLA, 1998). A unidade do Baixo Paranapanema envolve 41 municípios totalizando uma área de 26.254 km², exhibe vários mananciais assoreados ocasionados pela elevada suscetibilidade à erosão dos solos, demonstrando, assim, um alto potencial de exploração do manancial subterrâneo (BARRELLA, 1998).

Coleta da ictiofauna e obtenção de dados em laboratório

As espécies *Characidium schubarti* (Travassos, 1955) e *Imparfinis mirini* (Haseman, 1911) foram amostradas em janeiro de 2002 e 2003 e em setembro e novembro de 2010. Os peixes foram fixados por 48 h em formalina 10% e posteriormente transferidos para álcool 70%. Material testemunho de cada espécie encontra-se no Laboratório de Pesquisa em Recursos Pesqueiros da Universidade Santa Cecília. No laboratório os peixes foram identificados, mensurados quanto ao comprimento padrão (mm) e pesados (g).

Foram selecionadas algumas medidas morfométricas relacionadas ao uso de recursos alimentares e do hábitat pelos peixes, como altura máxima e comprimento padrão, comprimento da cabeça, largura e comprimento do olho, distância inter-orbital, largura e altura da boca (GATZ, 1979; WATSON & BALON, 1984; CASATTI & CASTRO, 2006). As medidas foram tomadas com um paquímetro digital, com precisão de 0,1 mm.

Os estômagos das espécies *C. schubarti* e *I. mirini* foram retirados, pesados (g) e conservados em álcool a 70% para as análises posteriores. Foi determinado o grau de repleção estomacal, sendo considerados grau 1 para os estômagos vazios, grau 2 para os estômagos parcialmente cheios e grau 3 para os estômagos repletos de alimento.

A dieta foi analisada seguindo o método do Grau de Preferência Alimentar (GPA) proposto por Braga (1999). No GPA, caso ocorra apenas um item no estômago, é atribuído o valor 4. Caso ocorra mais do que um item, os valores adotados são 3, 2 ou 1, de acordo com a participação relativa do item no conteúdo estomacal analisado. Para cada categoria de itens alimentares foi calculado o valor do GPA. Este valor é dado pela divisão da somatória dos valores atribuídos a cada item pelo número de estômagos analisados $GPA = S(i)/N$, onde: $S(i)$ é a somatória dos valores atribuídos à abundância do item alimentar i e N o número total de estômagos analisados. Desse modo, os itens alimentares foram classificados como preferencial absoluto (GPA = 4), preferencial em alto grau ($3 < GPA < 4$), preferencial ($2 < GPA < 3$), secundário ($1 < GPA < 2$) e ocasional (GPA < 1) (Braga, 1999).

Os itens alimentares foram identificados ao menor nível taxonômico possível utilizando literatura especializada (NEEDHAN & NEEDHAN, 1982; COSTA et al., 2006; TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011) e separados quanto a origem em autóctones, alóctones ou de origem indeterminada.

Análise de dados

Para identificar a estrutura de correlação entre as medidas morfométricas das duas espécies foi utilizada uma Análise de Componentes Principais (PCA). As variáveis consideradas foram largura e comprimento do olho, distância inter-orbital, altura

máxima, comprimento padrão, comprimento da cabeça, largura e altura da boca. Posteriormente, foi utilizada uma Análise de Correlação Canônica (CCA) para avaliar a influência da morfometria (eixos obtidos previamente pela PCA) sobre o padrão de composição de itens entre as espécies. Uma Análise de Variância por permutação (1000 permutações) foi realizada para testar se o percentual de explicação da morfologia sobre a composição da dieta foi estatisticamente significativo. Para a importância dos itens, calculada através do GPA, os valores foram transformados em raiz quadrada.

Resultados e Discussão

Foram coletados 18 exemplares de *C. schubarti* com medidas de comprimento padrão entre 27 mm e 48 mm, e 30 indivíduos de *I. mirini*, com 36 mm e 74 mm de comprimento padrão. Foram analisados 18 estômagos de *C. schubarti*, com graus de repleção 3 (5,55%) e 2 (94,45 %) e 24 estômagos de *I. mirini*, com graus de repleção 3 (41,67 %) e 2 (58,33 %). Não foi encontrado nenhum estômago vazio para a primeira espécie e, para a segunda, seis estômagos estavam vazios. A dieta das duas espécies foi composta por invertebrados, o que as caracteriza como invertívoras com forte tendência à insetivoria, uma vez que o item alimentar preferencial consumido foi formas imaturas de Diptera.

A composição da ictiofauna dulcícola sul-americana representa a maior riqueza do continente e as ordens que predominam, tanto em biomassa quanto em diversidade, são os Siluriformes e os Characiformes (BÖHLKE et al, 1978; CASTRO, 1999). A ictiofauna de riachos é composta principalmente por espécies de pequeno porte, com elevado endemismo e a ocupação de micro-habitats bastante específicos (CASTRO, 1999). Diversos autores reportam que o Alto Rio Paraná é uma área de endemismo para algumas espécies de peixes, visto que a mesma faz conexão com a barreira formada pela montante de Sete Quedas, que isolou grande parte da ictiofauna local (BRITSKI & LANGEANI, 1988; MENEZES, 1988; VARI, 1988; WEITZMAN et al., 1988; LANGEANI, 1990; MENEZES, 1996a,b; CASTRO & CASATTI, 1997).

Dada essa importância e tendo em vista que a alimentação interfere diretamente na estrutura e na composição de populações, ter o conhecimento da dieta, das táticas alimentares e de sua estrutura trófica se faz necessário a fim de compreender a dinâmica das comunidades e gerar subsídios para a conservação dos ecossistemas (BARRETO & ARANHA, 2006). Em riachos tropicais é comum o aparecimento de insetos aquáticos nas dietas dos peixes (KNÖPPEL, 1970; COSTA, 1987; LOWE-MCCONNELL, 1987; TEIXEIRA, 1989; SABINO & CASTRO, 1990; UIEDA et al. 1997), visto que o uso de macrófitas aquáticas como local de alimentação, reprodução e abrigo ocasiona elevada abundância de insetos aquáticos.

Nos estômagos de *C. schubarti* foram registrados 10 itens, sendo larvas de Diptera (principalmente da família Chironomidae) classificado como preferencial e os demais como ocasionais na dieta. A maioria foi classificada como de origem autóctone, sendo larvas de Coleoptera classificada como alóctone e insetos (fragmentos) como de origem indeterminada (Tabela 1). Na dieta de *I. mirini* larvas de Diptera também foi o item classificado como preferencial e os demais (7 itens) como ocasionais. Quanto à origem, a maioria foi autóctone, com Araneae e adultos de Diptera como itens alóctones e insetos (fragmentos) de origem indeterminada (Tabela 2). Foi registrada a presença de sedimento em alguns estômagos, considerados como de ingestão acidental.

Tabela 1: Valores do Grau de Preferência Alimentar (GPA) e a classificação dos itens encontrados nos estômagos de *Characidium schubarti* amostrados na bacia do Alto Paranapanema.

Itens / Abreviações	GPA	Categoria	Origem
Odonata (ninfa) – Nod	0,22	Ocasional	Autóctone
Plecoptera (ninfa) – NPl	0,28	Ocasional	Autóctone
Hemiptera Heteroptera (ninfa) - NHH	0,06	Ocasional	Autóctone
Coleoptera (larva) – LCo	0,11	Ocasional	Alóctone
Diptera (larva) – Ldi Chironomidae, Simuliidae	2,61	Preferencial	Autóctone
Diptera (pupa) – Adi	0,26	Ocasional	Alóctone
Hidracnida – Hid	0,13	Ocasional	Autóctone
Araneae – Ara	0,13	Ocasional	Alóctone
Ostracoda – Ost	0,17	Ocasional	Autóctone
Insetos (fragmentos) – In	0,04	Ocasional	Indeterminada
Nematoda-Nem	0,05	Ocasional	Autóctone

Tabela 2: Valores do Grau de Preferência Alimentar (GPA) e a classificação dos itens encontrados para *Imparfinis mirini* amostrados na bacia do Alto Paranapanema.

Itens / Abreviações	GPA	Categoria	Origem
Ephemeroptera (ninfa) – Nep	0,13	Ocasional	Autóctone
Trichoptera (larva) – LTr	0,91	Ocasional	Autóctone
Diptera (larva) – Ldi Chironomidae, Simuliidae	2,61	Preferencial	Autóctone
Diptera (adulto) – Adi	0,26	Ocasional	Alóctone
Hidracnida – Hid	0,13	Ocasional	Autóctone
Araneae – Ara	0,13	Ocasional	Alóctone
Ostracoda – Ost	0,17	Ocasional	Autóctone
Insetos (fragmentos) – In	0,04	Ocasional	Indeterminada

Na bacia do Alto Paranapanema, *C. schubarti* consumiu 10 itens, com um preferencial e nove ocasionais, corroborando os resultados encontrados por Bastos et al. (2013), que estudaram *Characidium rachovi* em riachos de planície costeira do sul do Brasil, identificando um consumo preferencial de formas imaturas de insetos e anfípodos. Os autores caracterizaram a espécie como especialista e oportunista, dada a baixa frequência de ocorrência de um elevado número de itens nos estômagos.. No estudo realizado por Motta & Uieda (2004) no Ribeirão do Atalho, em Itatinga (SP), *C. schubarti* apresentou uma dieta generalista e oportunista, com tendência à carnívora.

Rondineli et al. 2011, estudando a dieta *C. zebra* e *I. mirini* no rio Passa Cinco (SP), constataram que o item preferencial para *I. mirini* foi larvas de Diptera, assim como no presente estudo, e que *C. zebra* consumiu uma grande variedade de itens, sendo todos considerados ocasionais, mostrando que essas espécies possuem hábitos alternativos. Os autores observaram que os itens autóctones corresponderam a 58% da dieta, enquanto que os itens alóctones corresponderam a 30% da dieta. Gomiero & Braga (2008), analisando o conteúdo estomacal de *C. zebra* na sub-bacia do rio Corumbataí e na bacia do rio Jacaré-pepira, encontraram estágios imaturos de Ephemeroptera, Coleoptera, e Trichoptera, larvas, pupa e adulto de Diptera, Hemiptera,

Aracnídeos e Crustáceos. Os autores classificaram esta espécie como insetívora-bentófaga, uma vez que seus itens preferenciais foram autóctones (insetos, ácaros e crustáceos). Braga & Gomiero (2009) analisando a dieta da ictiofauna da Serra da Mantiqueira (SP), enfatizam que os itens alóctones são importantes porque são utilizados como fonte de energia para as larvas e para as ninfas de insetos, as quais servem de base para a cadeia trófica de peixes nativos de córregos de baixa ordem (CASTRO, 1999).

O primeiro eixo da análise de componentes principais (PCA) explicou 64,7% da variação dos dados e foi influenciado por seis variáveis (altura máxima, comprimento da cabeça, comprimento padrão, altura e largura da boca e distância inter-orbital). O segundo eixo explicou 27,4% da variação e foi influenciado por duas variáveis, a largura e o comprimento do olho (Fig. 2). Estes eixos explicaram 95% da variação da morfometria. Pelos resultados da PCA as variáveis distância inter-orbital e principalmente largura da boca separaram as duas espécies na bacia do Alto Paranapanema, sendo que *I. mirini* tem boca relativamente mais larga e distância inter-orbital maiores que *C. schubarti*.

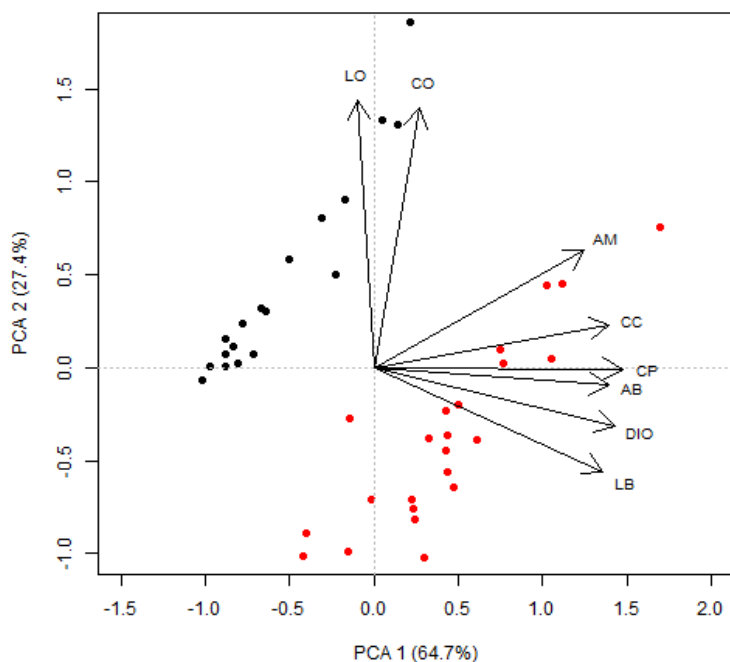


Figura 2: Projeção dos escores das variáveis morfométricas e as espécies *Characidium schubarti* (preto) e *Imparfinis mirini* (vermelho) nos dois primeiros eixos da análise de componentes principais (PCA). LO = largura do olho; CO = comprimento do olho; AM = altura máxima; CC = comprimento da cabeça; CP = comprimento padrão; AB = altura da boca; DIO = distância inter-orbital; LB = largura da boca.

A Análise de Correlação Canônica (CCA) (Fig. 3) evidenciou que 13% ($p = 0.002$) da variação total na composição da dieta foi explicada pelas diferenças morfológicas. Neste estudo, o item insetos (fragmentos) foi mais importante na dieta de *Characidium schubarti* do que na de *Imparfinis mirini*. Os itens exclusivos de *I. mirini* foram adultos de Diptera, Araneae, Ninfa de Ephemeroptera e Ostracoda.

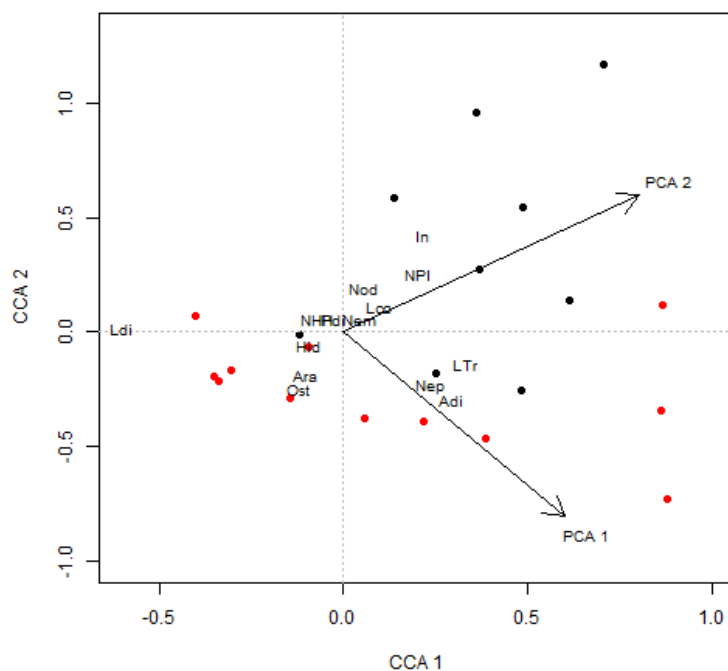


Figura 3: Projeção dos escores dos dois primeiros eixos da Análise de Correlação Canônica (CCA) entre os itens alimentares consumidos por *Characidium schubarti* (preto) e *Imparfinis mirini* (vermelho), relacionados aos eixos obtidos com a PCA. In = insetos (fragmentos); NPI = ninfa de Plecoptera; Nod = ninfa de Odonata; LCo = larva de Coleoptera; Nem = nemátoda; LDi = larva de Diptera; NHH = ninfa de Hemiptera Heteroptera; Hid = Hidracna; Ara = Araneae; Ost = Ostracoda; LTr = larva de Trichoptera; NEp = ninfa de Ephemeroptera; Adi = adulto de Diptera.

A morfologia das espécies, associada à sua ecologia, está diretamente ligada a pressões ambientais a que são submetidas, não havendo interferência de relações de parentesco entre os indivíduos (CLAUDE et al., 2004; PAGOTTO, 2008), e sim convergências e divergências morfológicas entre espécies distantes e próximas, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2010). Wikramanayake (1990) estudando os peixes de riachos de Sri Lanka constatou que as medidas morfológicas se relacionavam diretamente com o uso do hábitat e com a ecologia alimentar das espécies. Dentro de um grupo trófico, devido às semelhanças morfológicas, as espécies se especializam para explorar os mesmos recursos alimentares disponíveis no meio (FAUTH et al., 1996). A ecomorfologia atua na delimitação de guildas tróficas e na distribuição das espécies no meio (HUGUENY & POUILLY, 1999), utilizando atributos morfológicos que irão expressar o desempenho do peixe (GATZ, 1981; MAHON, 1984; PERES-NETO, 1999; WATSON & BALON, 1984; WINEMILLER, 1991, 1992). Os resultados encontrados para as duas espécies na bacia do Alto Paranapanema evidenciaram 95% da variação nos dados, explicada por variáveis morfológicas.

Conclusão

Characidium schubarti e *Imparfinis mirini* apresentaram hábito alimentar invertívoro com forte tendência à insetivoria, com consumo preferencial por formas

imaturas de insetos. De maneira geral, as duas espécies apresentaram nicho alimentar semelhante ao que foi descrito na literatura para as espécies do mesmo gênero. As variáveis distância inter-orbital e principalmente largura da boca separaram as duas espécies na bacia do Alto Paranapanema e, embora *C. schubarti* e *I. mirini* sejam classificadas como nectobentônicas, encontramos alguns itens mais importantes e/ou exclusivos em suas dietas, evidenciado a importância das variáveis morfométricas na diferenciação da dieta e ocupação do hábitat por estas duas espécies.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo da primeira autora, ao Laboratório de Biologia de Organismos Marinhos e Costeiros (LABOMAC) e ao Acervo Zoológico (AZUSC) da Universidade Santa Cecília pela infra estrutura.

Referências

- AB'SABER, A.N. (1956). Relevo, estrutura e rede hidrográfica do Brasil. Bol. Geográfico 14:225-268.
- ABELHA, M.C.F.; AGOSTINHO, A.A.; GOULART, E. (2001). Plasticidade trófica em peixes de água doce. Acta Scientiarum Maringá, v. 23, n. 2, p. 425-434.
- AMARAL, B.D.; PETRERE Jr., M. (2001). The α and β diversities in the fish assemblages of the Promissão reservoir (SP-Brazil): scales, complexities and ecotone heterogeneity. Ecohydrology & Hydrobiology, v. 1, n. 1-2, p. 185-193.
- BARLETTA, M. et al. (2010). Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. *Journal of Fish Biology* 76, 2118–2176.
- BARRELLA, W. (1998). Alterações das comunidades de peixes nas bacias dos rios Tietê e Paranapanema, SP, devido à poluição e ao represamento. 1998. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1998.
- BARRELLA, W. et al. (2000). As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Org). Matas Ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, p. 187-207.
- BARRETO, A.P.; ARANHA, J.M.R. (2006). Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23 (3): 779-788.
- BASTOS, R.F.; MIRANDA, S.F.; GARCIA, A.M. (2013). Dieta e estratégia alimentar de *Characidium rachovii* (Characiformes, Crenuchidae) em riachos de planície costeira do sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 103(4):335-341.
- BÖHLKE, J.; WEITZMAN, S.H.; MENEZES, N.A. (1978). Estado atual da Sistemática de peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amaz.* 8:657- 677.

BRAGA, F.M.S. (1999). O grau de preferência alimentar: um método qualitativo e quantitativo para o estudo do conteúdo estomacal de peixes. *Acta Scientiarum* 21(2):291-295.

BRAGA, F.M.S.; GOMIERO, L.M. (2009). Alimentação de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, Serra da Mantiqueira oriental, SP. *Biota Neotropica* 9(3):2017-2012.

BRITSKI, H.A.; LANGEANI, F. (1988). *Pimelodus paranaensis*, sp. n., um novo Pimelodidae (Pisces, Siluriformes) do Alto Paraná, Brasil. *Revta Bras. Zool.* 5:409-417.

BUCKUP, P.A. (1993). Review of the characidiin fishes (Teleostei, Characiformes), with descriptions of four new genera and ten new species. *Ichthyol. Explor. Fresh.*, München, v. 4, n. 2, p. 97-154.

BUCKUP, P.A. (1996). Biodiversidade dos Peixes da Mata Atlântica. Disponível em: www.bdt.fat.org.br/workshop/mata.atlantica/SE-S/peixes.

BUCKUP, P.A. (2003). Family Crenuchidae (South of America Darters). IN: Reis, R, Kullander ESO, Ferraris, Jr. CJ Editors. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre. Edipucrs.p. 87-95.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. A. (2007) (eds.) Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Museu Nacional, Rio de Janeiro: Museu Nacional, 195 p. (Série Livros, 23).

CASATTI, L. (2002). Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto Paraná, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, v2 (n2) - BN02502022002.

CASATTI, L.; CASTRO, R.M.C. (1998). A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, v. 9, n. 3, p. 229- 242.

CASATTI, L.; CASTRO, R.M.C. (2006). Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, southeastern Brazil. *Neotrop. Ichthyol.* 4(2): 203-214.

CASTRO, R.M.C. (1999). Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R. PERES-NETO, P. R. (Org.). *Ecologia de peixes de riachos*. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1999, p. 139-155. (Série *Oecologia Brasiliensis*). Vol. VI.

CASTRO, R.M.C.; CASATTI, L. (1997). The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná river basin, Southeastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 7: 337-352.

CASTRO, R.M.C.; MENEZES, N.A. (2001). Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do estado de São Paulo. *Biota: Série biodiversidade do estado de São Paulo*. 2001. <http://www.biota.org.br/Link?livros.biota+Peixes+vols+Diagnostico>. Acessado em: 18/02/2015.

CASTRO, R.M.C. et al. (2003). Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. *Biota Neotropica*, v3 (n1) - BN01703012003.

CASTRO, R.M.C. et al. (2003). Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio grande no estado de São paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, v4 (n1) - BN01704012004.

CLAUDE, J. et al. (2004). Ecological correlates and evolutionary divergence in the skull of turtles: a geometric morphometric assessment. *Systems Biology*, 53:933-948.

CLIFTON, K.B.; MOTTA, P.J. (1998). Feeding morphology, diet, and ecomorphological relationships among five caribbean labrids (Teleostei, Labridae). *Copeia*, 4: 953-966.

COSTA, W.J.E.M. (1987). Feeding habits of a fish community in a tropical coastal stream, rio Mato Grosso, Brasil. *Stud. Neotr. Fauna Envir.* 22: 145-153.

COSTA, C.C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. (2006). Insetos Imaturos: metamorfose e identificação. Ribeirão Preto: Holos Editora, 249 p.

CRUZ, B.B.; TESHIMA, F.A.; CETRA, M. (2013). Trophic organization and fish assemblage structure as disturbance indicators in headwater streams of lower Sorocaba River basin, São Paulo, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 11(1):171-178.

DE PINNA, M.C.C. (1998). Phylogenetic relationships of neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysii): Historical overview and synthesis of hypotheses. p. 279-328. *In: L.R.MALABARBA, R.E. REIS, R.P. VARI, Z.M. & LUCENA (eds.), Phylogeny and classification of neotropical fishes. Edipúrcs, Porto Alegre.*

DILL, L.M. (1983). Adaptative flexibility in the foraging behavior of fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Ottawa, v. 40, p. 398-408.

ESTEVEZ, K.E.; LOBO, A.V.P.; FARIA, M.D.R. (2008). Trophic structure of a fish community along environmental gradients of a subtropical river (Paraitinga River, Upper Tietê River Basin, Brazil). *Hydrobiologia*, 598:373–387.

FAUTH, J.E. et al. (1996). Simplifying the jargon of community ecology: A conceptual approach. *American Naturalist*, 147:282 – 286.

FERRETI, C.M.L. et al. (1996). Dieta de duas espécies de *Schizodon* (Characiformes, Anostomidae), na planície de inundação do alto rio Paraná e sua relação com aspectos morfológicos. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 23, p. 171-186.

GATZ Jr., A.J. (1979). Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 21: 91-124.

GERKING, S.D. (1994). Feeding ecology of fish. Califórnia: Academic Press.

GOMIERO, L.M.; BRAGA, F.M.S. (2006). Diversity of the ichthyofauna in the Serra do Mar State Park-Núcleo Santa Virgínia, São Paulo State, Brazil. *Acta Sci Biol Sci* 28: 213-218.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. (2008). Feeding habits of the ichthyofauna in a protected area in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 8 (1).

GOULDING, M. (1980). *The fishes and the forest: explorations in amazon natural history*. Berkeley: University of Califórnia Press.

HAHN, N.S. *et al.* Ecologia trófica. (1997). In: VAZZOLER, A.E.A.M. *et al.* (Ed.). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM, p. 209-228.

HUGUENY, B.; POUILLY, M. (1999). Morphological correlates of diet in an assemblage of West African freshwater fishes. *Journal of Fish Biology* 54(6):1310-1325.

JOLY, C.A. *et al.* (2000). Projeto Jacaré-Pepira – o desenvolvimento de um modelo de recomposição de mata ciliar com base na florística regional, pp. 271-287. In: R.R. Rodrigues & H. L. Leitão Filho (eds.), *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP/FAPESP, São Paulo, 320p.

KANTEK, D.L.Z. *et al.* (2009). Cytogenetics of *imparfinis schubarti* (siluriformes: heptapteridae) from the Piumhi drainage, a diverted river in Minas Gerais State, Brazil. *ZOOLOGIA* 26 (4): 733–738.

KNÖPPEL, H. A. (1970). Food of Central Amazonian fishes. *Amazoniana*, II: 257-352.

LANGEANI, F. (1990). Revisão do gênero *Neoplecostomus* Eigenmann & Eigenmann, 1888, com a descrição de quatro novas espécies do Sudeste brasileiro (Ostariophysi, Siluriformes, Loricariidae). *Comun. Mus. Ciênc. PUCRS, Sér. Zool.* 3:3-31.

LAVIN, P.A.; McPHAIL, J.D. (1986). Adaptive divergence of trophic phenotype among freshwater populations of the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Ottawa, v. 43, p. 2455-2463.

LE MOS, R.H.S. (2006). Ecomorfologia de dez espécies de peixes marinhos mais abundantes de Galinhos/RN. Natal (RN). 41p. (Dissertação de Mestrado. Centro de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

LOWE-McCONNELL, R.H. (1987). *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 382 p.

MAGURRAN, A.E. (1993). Individual differences and alternative behaviors. In: PITCHER, J.T. (Ed.). *Behaviour of teleost fishes*. London: Chapman & Hall, p. 440-477.

MAHON, R. (1984). Divergent structure in fish taxocenoses of North Temperate Streams. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 41, p. 330-350.

MENEZES, N.A. (1988). Implication of the distribution patterns of the species of *Oligosarcus* (Teleostei, Characidae) from central and southern South America. In *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns* (P.E. Vanzolini & W.R. Heyer, eds.). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p. 295- 304.

MENEZES, N.A. (1996a). Conservação da diversidade da ictiofauna da Bacia Paraná-Paraguai-Uruguai. *Anais XV Congresso Panamericano de Ciências Veterinárias*, Campo Grande, MS, 4 p.

MENEZES, N.A. (1996b). Methods for assessing freshwater fish diversity. In *Biodiversity in Brazil* (C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes, eds.). CNPq, São Paulo, p. 289-312.

MONTAG, L.F.A. (1997). As influências e as relações das matas ciliares nas comunidades de peixes do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ecologia*, v. 1, p. 76-80.

MOTTA, R. L. & UIEDA, V. S. (2004). Dieta de duas espécies de peixes do Ribeirão do Atalho, Itatinga, SP. *Revista Brasileira de Zoociências* 6(2):191-205.

NEEDHAN JG AND NEEDHAM PR. (1982). *Guia para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Barcelona: Reverté, 131 p.

NELSON, J.S. (2006). *Fishes of the world*. 4 ed. *Wiley.com*.

ODUM, E.P. (1961). *Ecologia*. São Paulo: Pioneira, 1969. 201 p.

OLIVEIRA, E.F. et al. (2010). Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures, *Neotropical Ichthyology*, 8(3):569-586.

PAGOTTO, J.P.A. (2008). Padrões ecomorfológicos de Siluriformes (Osteichthyes) do riacho Caracu, Porto Rico, PR, Brasil: relações da morfologia com a distribuição longitudinal e ecologia trófica das espécies. *Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Universidade Estadual de Maringá – PR*. 38f.

PERES-NETO, P. R. (1999). Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riachos. In: CARAMACHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. *Ecologia de peixes de riachos*. Rio de Janeiro: PRGE/UFRJ, p. 209-236. (Série *Oecologia Brasiliensis*, v.6).

RABENI, C.F.; SMALE, M.A. (1995). Effects on siltation on stream fishes and the potential mitigating role of the buffering riparian zone. *Hydrobiol.*, 303: 211-219.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C.J. (2003). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs.

RIBEIRO, M.D. (2013). A diversidade morfológica da ictiofauna reflete a estrutura do hábitat em riachos? Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto.

RONDINELI, G.R.; GOMIERO, L.M.; CARMASSI, A.L.; BRAGA, F.M.S. 2011. Diet of fishes in Passa Cinco stream, Corumbataí River sub-basin, São Paulo state, Brazil. *Braz. J. Biol.* vol.71 no.1. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000100023>.

ROUGHGARDEN, J. (1974). Species packing and the competition function with illustrations from coral reef fish. *Theort. Pop. Biol.*, Orlando, v. 5, p. 163-186.

SABINO, J.; CASTRO, R.M.C. (1990). Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 50 (1):23-36.

SABINO, J.; ZUANON (1998). A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 8: 201–210.

SÃO PAULO. (1990). SIGRH - Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Disponível em: www.sigrh.sp.gov.br. Acesso em: 11 mar. 2015.

TEIXEIRA, R. L. (1989). Aspectos da ecologia de alguns peixes do arroio Bom Jardim, Triunfo, RS. *Rev. Brasil. Biol.*, 49: 183-192.

TEIXEIRA, T.P. et al. (2005). Diversidade das assembleias de peixes nas quatro unidades geográficas do rio Paraíba do Sul. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 95(4):347-357.

TERESA, F.B.; CASATTI, L. (2012). Influence of forest cover and mesohabitat types on functional and taxonomic diversity of fish communities in Neotropical lowland streams. *Ecology of Freshwater Fish*, 21: 433–442.

TRIPLEHORN, C.A.; JONNISON, N.F. (2011). Estudos dos insetos. Tradução da 7ª edição de BORROR, D.J. & DELONG, D.M. Introduction to the study of insects. São Paulo: Cengage Learning, 809 p.

UIEDA, V.S.; BUZZATO, P.; KIKUCHI, R.M. (1997). Partilha de recursos alimentares em peixes em um riacho de serra no sudeste do Brasil. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 69: 243-252.

VARI, R.P. (1988). The Curimatidae, a lowland Neotropical fish family (Pisces: Characiformes); distribution, endemism, and phylogenetic biogeography. In *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns* (P.E. Vanzolini & W.R. Heyer, eds.). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p. 343-377.

WATSON, D.J.; BALON, E.K. (1984). Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology*, 25: 371-384.

WEITZMAN, S.H.; MENEZES, N.A.; WEITZMAN, M.J. (1988). Phylogenetic biogeography of the Glandulocaudinae (Teleostei: Characiformes, Characidae) with comments on distribution of the other freshwater fishes in eastern and southeastern Brazil. In Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns (P.E. Vanzolini & W.R. Heyer, eds.). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p. 379-427.

WERNER, E.E. et al. (1981). The role of foraging and experience in habitat use by the bluegill sunfish. *Ecology*, Washington, D.C., v. 62, no. 1, p. 116-125.

WIKRAMANAYAKE, E.D. (1990). Ecomorphology and biogeography of a tropical stream fish assemblage: Evolution of assemblage structure. *Ecology*, 71(5): 1756-1764.

WIMBERGER, P.H. (1991). Plasticity of jaw and skull morphology in the neotropical cichlids *Geophagus brasiliensis* and *G. steindachneri*. *Evolution*, Lawrence, v. 45, no. 7, p. 1545-1563.

WIMBERGER, P.H. (1992). Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae). *B. J. Linn. Soc.*, New York, v. 45, p. 197-218.

WIMBERGER, P.H. (1994). Trophic polymorphisms, plasticity, and speciation in vertebrates. In: STOUDEUR, D.J. et al. (Ed.) *Theory and application of fish feeding ecology*. Columbia: University of South Carolina Press, Belle Baruch Library in Marine Science, no. 18, p. 19-43.

WINEMILLER, K.O. (1991). Ecomorphological diversification in low-land fresh water fish assemblages from five biotic regions. *Ecol. Monogr.*, v. 61, p. 343-365, 1991.

WINEMILLER, K.O. (1992). Ecomorphology of freshwater fishes. *Res. Explor.*, v. 8, n. 3, p. 308-327.

WOOTTON, R.J. (1999). *Ecology of teleost fish*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 386 p.

ZIESLER, R.; ARDIZZONE, G.D. (1979). The inland waters of Latin America. Copescal Technical Paper No. 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, 171 p.