

Ecologia trófica de *Astyanax intermedius* (Characiformes: Characidae) em um trecho do rio Preto do Sul, bacia do rio São Mateus - ES

Michelle de A. Coswosck¹ & Luiz Fernando Duboc^{1,2,*}

RESUMO: Este estudo foi realizado em um trecho da bacia do rio Preto do Sul, no município de São Mateus – ES, caracterizado por águas escuras, vegetação ripária depauperada, composta por esparsas gramíneas. O objetivo deste trabalho foi investigar o hábito alimentar da espécie *Astyanax intermedius* Eigenmann, 1908, visando melhorar a compreensão de suas interações ecológicas no contexto do ecossistema do rio Preto do Sul. As amostragens foram realizadas por meio de arrastos sistematizados, mensalmente, durante o período de abril de 2010 a abril de 2011. Foram capturados 1218 peixes, distribuídos em duas ordens, quatro famílias, cinco gêneros e sete espécies, e *Astyanax intermedius* foi a espécie predominante com 1102 exemplares. Foi analisado o conteúdo estomacal de 390 peixes aleatoriamente selecionados. A dieta foi analisada qualitativamente e quantitativamente através dos métodos de pontos e frequência de ocorrência, os quais foram ponderados pelo índice alimentar (IAi). Para uma melhor compreensão da dieta da espécie estudada, bem como de sua estratégia alimentar, foram realizadas análises de diversidade (H'), uniformidade (equitabilidade) (e) e similaridade. Os cálculos de diversidade e uniformidade alimentar demonstraram que *Astyanax intermedius* se alimenta de uma diversidade grande de recursos alimentares (28 itens) ao longo do ano. A análise de similaridade da dieta foi realizada por análise de agrupamentos das amostragens mensais e seu resultado sugere não haver sazonalidade alimentar. Os recursos autóctones de origem animal compuseram a maior parte da dieta, com predomínio de insetos aquáticos.

¹ PPGBT - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, CEUNES - Centro Universitário Norte do Espírito Santo, UFES – Universidade Federal do Espírito Santo, Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo - São Mateus, ES, Brasil, 29932-540.

² DCAB – Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, CEUNES - Centro Universitário Norte do Espírito Santo, UFES – Universidade Federal do Espírito Santo, Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo - São Mateus, ES, Brasil, 29932-540.

*Autor para correspondência: lfiduboc@uol.com.br

Recebido: 12 ago 2014 – Aceito: 01 nov 2014

Palavras-Chave. Alimentação, onivoria, peixes de água doce, qualidade ambiental, conservação, Mata Atlântica

ABSTRACT (Trophic ecology of *Astyanax intermedius* (Characiformes: Characidae) in a one stretch of the river South Black River basin, São Mateus-ES): This study was conducted in a stretch of rio Preto do Sul, in the São Mateus municipality - ES, which is characterized by dark waters, depleted riparian vegetation, which is composed of sparse grasses. The aim of this study was to investigate the feeding habits of *Astyanax intermedius* Eigenmann, 1908, aiming to improve the understanding of its ecological interactions in the context of the ecosystem of rio Preto do Sul. The samplings were performed by monthly seinnings, during the period from April 2010 to April 2011. A total of 1218 fishes were captured, distributed in two orders, four families, five genera and seven species, and *Astyanax intermedius* was the predominant species with 1102 specimens. The stomach contents of 390 fish randomly selected were analyzed. The diet was analyzed qualitatively and quantitatively through the methods of points and frequency of occurrence, which were weighted by the food index (IAi). For a better understanding of the diet of the studied species, as well its feeding strategy, analyses of diversity (H'), uniformity (equitability) (e) and similarity were carried out. The food diversity and uniformity values show that *Astyanax intermedius* feeds on a great diversity of food resources (28 items) throughout the year. Diet similarity analysis was carried out by grouping of monthly sampling analysis and its result suggests that there is no seasonality on feed. The autochthonous resources from animal origin composed mostly the diet, with predominance of aquatic insects.

Key words. Feeding, omnivory, freshwater fishes, environmental quality, conservation, Atlantic Rainforest

Introdução

O conhecimento da ecologia trófica de peixes de riachos, bem como do uso dos componentes espaciais e temporais do ambiente, tem subsidiado estudos sobre estruturação das comunidades e contribuído para a investigação de interações biológicas, tais como predação e competição (Esteves & Aranha, 1999). Pesquisas sobre a biologia alimentar de peixes também podem gerar subsídios para uma melhor compreensão das relações entre a ictiofauna e os demais organismos da comunidade aquática, consistindo em uma importante ferramenta na definição de estratégias para o manejo sustentável dos

ecossistemas (Hahn & Delariva, 2003).

Entre os peixes mais comuns ocorrentes nos rios e riachos da Mata Atlântica Brasileira estão os lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854. Este gênero é representado por peixes de ampla distribuição geográfica na região Neotropical, em sua maioria de pequeno porte (podendo alcançar até 200 mm) e importantes como espécies forrageiras, uma vez que são consumidas pelas espécies carnívoras (Hartz *et al.*, 1996). *Astyanax* é o gênero com maior número de espécies de toda a família Characidae, composto por espécies de peixes que apresentam boca de tamanho mediano, com dentes cuspidados e distribuídos em duas séries no pré-maxilar e uma única no dentário (Eigenmann, 1921; Garutti, 1999), as quais utilizam recursos de quase todos os níveis tróficos e exibem capacidade de alterar sua dieta de acordo com as mudanças ambientais, tornando-as um elo importante nas teias alimentares de ambientes límnicos.

O presente estudo se caracteriza por contemplar de forma inédita a espécie *Astyanax intermedius* Eigenmann, 1908, no rio Preto do Sul, uma drenagem da Mata Atlântica do norte do estado do Espírito Santo. A compreensão de aspectos da ecologia trófica de *A. intermedius* neste ambiente pode fornecer informações importantes a respeito de seus hábitos e estratégias de vida, bem como suas interações com outros organismos do ecossistema. Além disso, poderá auxiliar na compreensão das possíveis relações entre a variação na sua atividade alimentar em função de fatores ambientais e sazonais, fornecendo subsídios para uma melhor interpretação do funcionamento do ecossistema aquático e para elaboração de ações de conservação ambiental.

Material e métodos

Área de estudo. A bacia do rio Preto do Sul (Fig. 1) é uma das mais importantes sub-bacias da drenagem do rio São Mateus, abrangendo uma área aproximada de 620 km². Infelizmente, quase a totalidade da bacia está comprometida pelo desmatamento e por barramentos sucessivos para fornecimento de água para plantações, principalmente café, coco e pimenta, além da criação de espécies alóctones de peixes como tucunarés e pacus. A partir de mapas do IBGE de 1979 com escala de 1:100.000 (Carta do Brasil, Folhas SE-24-Y-B-IV e SE-24-Y-B-V) foram mapeados mais de 42 pontos da bacia para realização do levantamento ictiológico, sendo possível a realização de amostragens em apenas três, dos quais apenas um se mostrou apropriado para um estudo anual com periodicidade mensal.

O rio Preto do Sul é um riacho que apresenta águas claras em suas nascentes e à medida que avança na planície litorânea suas águas tornam-se

escuras, pouco túrbidas, ácidas e pouco oxigenadas, situação que normalmente pode ocorrer em riachos litorâneos da Mata Atlântica e caracterizam as “dark waters” ou águas pretas (e. g.: Por, 1986; Duboc, 2007). Entretanto, quase todo o trecho de águas claras está inviabilizado devido aos sucessivos barramentos. Desta forma, o ponto amostrado representa o trecho de águas pretas, uma vez que o restante está circunscrito em áreas de exploração de petróleo, plantações particulares inacessíveis ou mesmo a um balneário local.

O trecho escolhido para as amostragens (Fig. 2) está localizado nas coordenadas $18^{\circ}46'21,8''\text{S}$ e $39^{\circ}48'24,2''\text{W}$, onde cruza a rodovia ES 315. Neste ponto, o rio Preto do Sul apresenta um remanso com 18 m de largura em média e profundidade de 1,37 m em seu trecho mais profundo, e percorre longos trechos de pastagens.

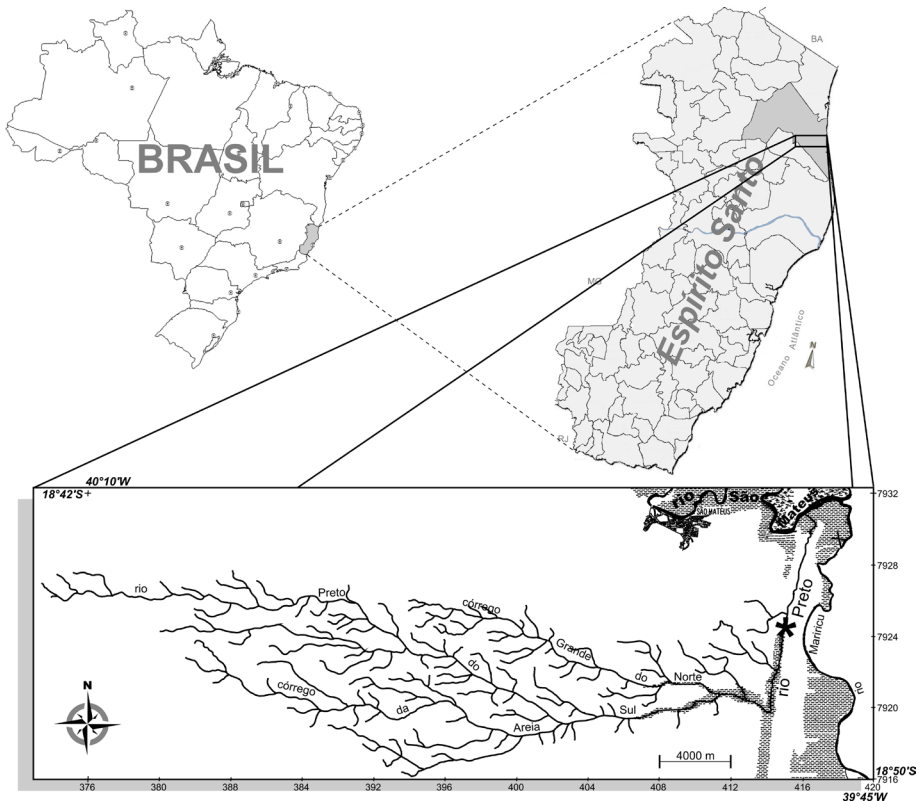


Figura 1. Mapa com a localização da área de estudo no rio Preto do Sul, São Mateus - ES.



Figura 2. Local de estudo no rio Preto do Sul, São Mateus - ES, onde as características fisionômicas podem ser observadas.

A situação ambiental do rio Preto do Sul no local estudado parece representar grande parte da extensão de sua bacia e outros cursos d'água no litoral brasileiro: em sua maioria impactados e com a mata ripária praticamente inexistente, embora possa haver alguma vegetação ribeirinha (Abilhoa & Duboc, 2004). O ambiente ora estudado apresenta mata ripária degradada, a qual é representada por gramíneas esparsas às margens do riacho, sem vegetação arbustiva em seu entorno, expondo o riacho à radiação solar (Fig. 2). A água é pouco turbida, o sedimento é lodoso e há grande quantidade de matéria orgânica em decomposição por toda a extensão da área de coleta. Suas águas exibem uma coloração marrom-avermelhada e pH levemente ácido devido aos ácidos húmicos (o pH variou entre 5,7 e 6,3, média = $6,04 \pm 0,21$, nos 13 meses de amostragens), típicos dos rios de águas pretas (Dudgeon, 2008).

Espécie em estudo. *Astyanax intermedius* Eigenmann, 1908 (Fig. 3), foi descrita como subespécie de *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842). Exemplares identificados como *Astyanax scabripinnis* geralmente apresentam olhos 30% ou menos que o comprimento da cabeça, 37 a 39 escamas na linha lateral,



Figura 3. Exemplar de *Astyanax intermedius* (CP = 137 mm) capturado da área de estudo no rio Preto do Sul, São Mateus - ES.

nadadeira anal com 21 a 26 raios, maior altura do corpo situada na região da origem da nadadeira dorsal alcançando cerca de 30% do comprimento padrão e 3º infraorbital não alcançando o preopérculo (“second suborbital covering $\frac{3}{4}$ of the width of the cheek”, segundo Eigenmann, 1921: 273), entre outras características citadas em Eigenmann (1921). Ainda segundo este autor, a sobreposição de caracteres complica a análise e distinção da espécie a tal ponto que, “se imaginarmos *Astyanax fasciatus*, *Astyanax taeniatus* e *Astyanax scabripinnis* formando um triângulo, *Astyanax intermedius* ocuparia o centro do mesmo” [sic].

Segundo Menezes *et al.* (2007), a espécie distribuiu-se na bacia do rio Paraíba do Sul e rios costeiros do estado do Rio de Janeiro, entretanto, supõe-se que sua distribuição possa não estar restrita a essas bacias, sendo que exemplares do rio Mucuri (situado no sul da Bahia) foram incluídos na série tipo que foi descrita por Eigenmann em 1908 (Eigenmann, 1908; Melo, 2001). Muitos exemplares identificados como sendo desta espécie pelas chaves e diagnoses de Eigenmann (1921) e Melo *op. cit.* vêm sendo registrados na bacia do rio São Mateus, particularmente no rio Preto do Sul, onde o comprimento padrão dos exemplares coletados variou entre 15 e 40 mm (média = $25,98 \pm 4,15$ mm).

Devido às dúvidas que ainda não garantem sua definitiva identificação,

a espécie se encontra sob estudo taxonômico no Núcleo de Pesquisas de Peixes Continentais (NuPPeC) do Laboratório de Ecologia de Vertebrados Aquáticos do PPGBT e exemplares testemunho foram tombados na Coleção Zoológica Norte Capixaba do PPGBT/CEUNES - CZCN/PEIXES: CZNC 4(10); CZNC 10(2); CZNC 11(350); CZNC 16(25); CZNC 23(103); CZNC 36(68); CZNC 39(633); CZNC 44(148); CZNC 46(61); CZNC 59(139); CZNC 61(148); CZNC 69(9); CZNC 89(3); CZNC 153(11); CZNC 225(2); CZNC 333(17).

Material e Métodos

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de abril de 2010 a abril de 2011 utilizando-se rede de arrasto com 5 m de comprimento e malha de 6 mm, com um mesmo esforço amostral sistematizado em cinco arrastos realizados sempre pela manhã, entre às 9:00 e 12:00, e os peixes coligidos foram imediatamente fixados em formalina a 10%.

A cada amostragem foram tomadas medidas *in loco* do pH e da temperatura da água através de um medidor multiparâmetro digital de campo Oakton PCSTestr 35, bem como foram obtidos os valores da precipitação pluviométrica regional (tanto as diárias acumuladas dos dias de amostragens como as médias mensais) no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Meteorologia (INMet) a partir do dados da estação meteorológica do campus do CEUNES, São Mateus – ES (a mais próxima da área de estudo). O registro destas variáveis ambientais teve por objetivo investigar suas possíveis implicações sobre a dinâmica alimentar da espécie. A análise do fluxo da água foi realizada apenas algumas vezes por meio de fluxômetro digital Geopacks para confirmar se tratar de um ambiente de remanso (0,0 m/s).

Em laboratório, os peixes foram transferidos para uma solução de álcool a 70% e então identificados, medidos em paquímetro digital (comprimento padrão com precisão de 0,01mm) e pesados em balança analítica (peso total com precisão de 0,0001 g). No sentido de se otimizar a análise alimentar, optou-se pela realização de subamostragens randomizadas por geração de números aleatórios a partir do total de indivíduos coletados, os quais foram numerados e 30 exemplares selecionados aleatoriamente por mês. A análise de distribuição das frequências de tamanho demonstrou distribuição normal para todos os meses. Posteriormente, estes exemplares foram dissecados e os estômagos removidos para determinação do grau de repleção e seccionados para avaliação da dieta pela análise de seus conteúdos. Desta forma, foi analisado o conteúdo de 390 estômagos dos 13 meses de estudo.

A repleção é um indicativo da atividade alimentar de peixes. As

variações observadas para o índice de repleção estomacal (*IR*) podem estar diretamente relacionadas à intensidade da atividade alimentar dos indivíduos. Para o cálculo desse índice foi utilizada a seguinte expressão (Hyslop, 1980): $IR = \left(\frac{We}{Wt}\right) \times 100$, onde *We* = peso do estômago em gramas, *Wt* = peso do peixe em gramas.

O conteúdo estomacal foi analisado com o auxílio de microscópio estereoscópico, com os itens sendo identificados até o menor nível taxonômico possível. Para isso, cada estômago teve seu conteúdo completamente vertido em placa de petri contendo álcool 70% e com papel milimetrado aderido ao fundo (para a análise dos pontos). Após sua identificação os itens foram separados em grupos e a avaliação de importância dos itens foi realizada através de dois métodos propostos por Hynes (1950) descritos a seguir.

Método da frequência de ocorrência: $FO = \left(\frac{nEi}{nEC}\right) \times 100$, onde *nEi* = número de estômagos com o item analisado, *nEC* = número total de estômagos com algum alimento.

Método da frequência de pontos: $FPI = \left(\frac{Pi}{\Sigma Pi}\right) \times 100$, onde *Pi* = total de pontos (1 mm x 1 mm no papel milimetrado) ocupados pelo respectivo item, obtido da soma dos pontos deste item em todos os indivíduos da espécie, ΣPi = somatório dos pontos de todos os itens em todos os estômagos. Este método pode ser considerado análogo ao volumétrico (Bennemann *et al.*, 2006; Dias & Fialho, 2011), sendo o que mais se adequa aos casos onde o reduzido tamanho dos exemplares inviabiliza a medição de volume ou massa dos itens alimentares, enquanto sua grande heterogeneidade (de algas a insetos) e grande variação de estado (muitos fragmentos) não permite contagem de partes (Casatti, 2002; Vitule & Aranha, 2002; Abilhoa *et al.*, 2010).

Quando ambos os métodos são utilizados em associação pode-se obter uma inferência mais precisa dos dados da alimentação (Aranha, 1993) e mais próxima do real (Kawakami & Vazzoler, 1980). Para a integração dos dois métodos escolhidos na análise da alimentação foi utilizado o índice alimentar (*IAi*) de Kawakami & Vazzoler *op. cit.*: $IAi = \left(\frac{Pi \times FO}{\Sigma (Pi \times FO_n)}\right)$, onde *Pi* = frequência de pontos do determinado item, *FO* = frequência de ocorrência do determinado item, $\Sigma (Pi \times FO_n)$ = somatório do produto *Pi* x *FO* para todos os itens e estômagos. Este índice permite uma ponderação dos resultados obtidos por *Pi* e *FO* em termos de frequência de importância entre 0 e 1.

Uma vez obtido o índice alimentar para todos os itens consumidos pela espécie, os resultados foram analisados comparativamente através dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (*H'*): $H' = -\Sigma [A \times \ln(Ai)]$, e de uniformidade (ou equitabilidade) de Pielou (*e*): $e = \frac{H}{\ln(N)}$, onde *N* é o número de itens encontrados nos estômagos (Magurran, 1988). Os resultados da diversidade alimentar estimados pelo índice de Shannon-Wiener também podem ser interpretados

em termos da amplitude de nicho (Krebs, 1998).

No sentido de se compreender possíveis variações sazonais na alimentação da espécie foi realizada uma análise de similaridade da dieta para os dados de importância alimentar (IAi). Isto foi feito através de uma análise de agrupamentos (“cluster analysis”) por meio de UPGMA (*Unweighted Pair Group Mean Average*) com uma matriz de distâncias euclidianas (Krebs, 1998).

As análises de similaridade, diversidade e uniformidade (equitabilidade) da dieta foram feitas com base no IAi, mas também foram interpretadas as frequências de ocorrência e de pontos para a obtenção de uma melhor compreensão do significado dos itens com ocorrência registrada.

Possíveis relações entre as variáveis ambientais foram interpretadas com a utilização de correlações (Spearman Rank r com $\alpha = 5\%$). O teste de “U” de Mann-Whitney ($\alpha = 5\%$) foi utilizado tanto na determinação de sazonalidade em estações (sazões) quente e fria com base na temperatura da água, bem como na interpretação da variação do número de itens alimentares e dos índices empregados na caracterização da dieta entre as estações quente e fria.

Resultados

A temperatura da água (Fig. 4) sugere a ocorrência de apenas duas estações, uma fria com temperatura média de $24,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,612$) e uma quente com temperatura média de $26,44\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,801$), as quais foram estimadas como significativamente diferentes pelo teste de U de Mann-Whitney ($U = 0$; $p = 0,00612$). A pluviosidade e o pH não demonstraram clara variação sazonal ao longo do período de estudo (Fig. 5), em que a pluviosidade média regional demonstrou alguma relação com a temperatura da água, mas com fraca correlação ($r = 0,46$; $p = 0,18$). O pH constituiu-se em uma variável pouco informativa, aparentemente sem correlação com a temperatura ($r = 0,13$; $p = 0,71$) ou pluviosidade ($r = 0,18$; $p = 0,62$), embora graficamente sugira uma relação inversamente proporcional com as chuvas (Fig. 5).

As amostragens ictiofaunísticas no trecho estudado do rio Preto do Sul resultaram na captura total de 1218 indivíduos, distribuídos em duas ordens, quatro famílias, cinco gêneros e sete espécies, sendo que *Astyanax intermedius* representou cerca de 90% do total de todos os peixes amostrados (Tab. 1).

Dos 390 estômagos analisados de *Astyanax intermedius*, 81 (20,8%) se encontraram vazios. A análise do conteúdo estomacal dos outros 309 (79,2%) resultou num total de 28 itens, incluídos os de origem autóctone e alóctone (Tab. 2) e os de difícil identificação, como fragmentos de insetos e restos vegetais, não contando o item “matéria orgânica”. O número de itens variou entre 8 e

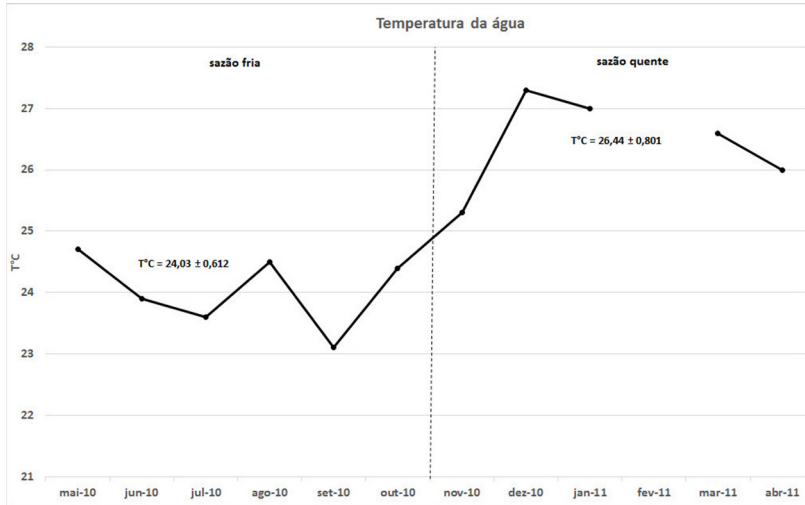


Figura 4. Variação da temperatura da água ao longo de 12 meses na área de estudo no rio Preto do Sul, São Mateus - ES. Não foram realizadas leituras da temperatura nos meses de abril de 2010 e fevereiro de 2011. As médias de temperatura indicam uma sação fria, com médias de $24,03 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,612$) e uma sação quente, com médias de $26,44 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,801$).

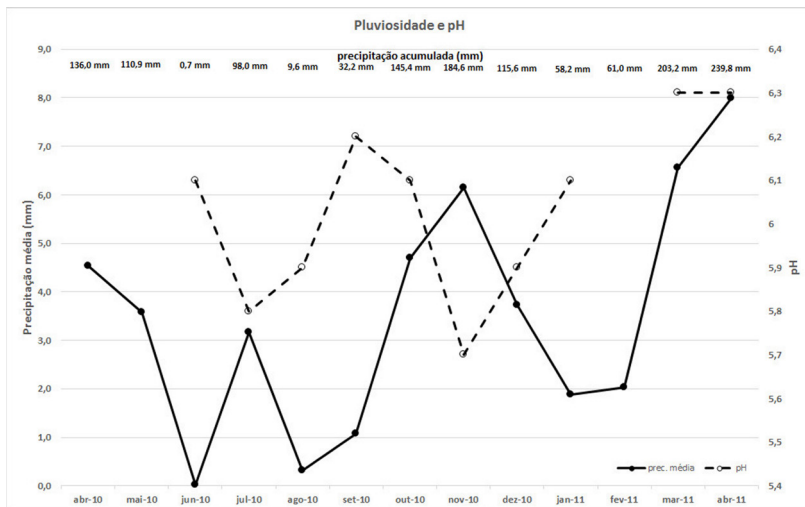


Figura 5. Variação da pluviosidade média na região de São Mateus - ES e da leitura do pH na área de estudo. A precipitação mensal acumulada é fornecida na área superior do gráfico. O valores de pluviosidade foram obtidos da estação meteorológica do CEUNES/UFES através do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (www.inmet.gov.br), enquanto o pH foi medido *in loco* (não houve medição nos meses faltantes).

Tabela 1. Táxons registrados e respectivos números de indivíduos coletados (N) em 13 meses de amostragens na área de estudo no rio Preto do Sul, São Mateus – ES.

Ordem	Família	Espécie	N
CHARACIFORMES			
	CHARACIDAE		
		<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i> Ellis, 1911	58
		<i>Hyphessobrycon</i> sp.n.	7
		<i>Astyanax cf. intermedius</i> Eigenmann, 1908	1102
		<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	4
	CURIMATIDAE		
		<i>Cyphocharax gilbert</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	7
	ERYTHRINIDAE		
		<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	3
CYPRINODONTIFORMES			
	POECILIIDAE		
		<i>Poecilia vivipara</i> Bloch & Schneider, 1801	37

15 (média = 12,00 ± 2,24) durante todo o ano, sendo que na estação quente sua média (12,83 ± 2,79) foi ligeiramente superior à da estação fria (11,29 ± 1,50), embora a diferença não tenha sido considerada significativa pelo teste de U de Mann-Whitney.

Os valores obtidos para o índice de repleção estomacal (IR) mantiveram-se em média baixos ao longo do ano, exceto nos meses mais chuvosos, quando a repleção tendeu a variar muito (Fig. 6), e isto pode ter contribuído para elevar a média geral da repleção estomacal particularmente nos meses de abril, maio e novembro de 2010 e março e abril de 2011, justamente durante as transições de estação (quente/fria, fria/quente, Fig. 4) e onde ocorreram os picos de pluviosidade média mensal (Fig. 5). O mês de julho de 2010 também apresentou um pico na pluviosidade média acompanhado de uma pequena queda no IR.

Os resultados obtidos na análise da dieta de *Astyanax intermedius* (Tab. 2 e Fig. 7) demonstraram que o item com a maior frequência de ocorrência (FO%) foi “fragmentos de insetos”, o qual ocorreu em cerca 40% do total de estômagos com alimento, seguido por “Chironomidae” e “matéria orgânica”, com respectivamente, 34% e 27%. O item pouco informativo “matéria orgânica” possivelmente esteja causando viés na análise de importância alimentar, o que

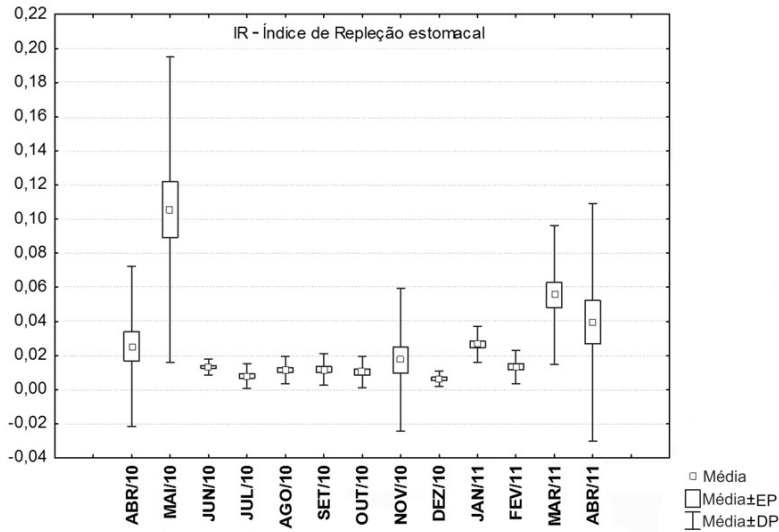


Figura 6. Variação dos valores do Índice de Repleção Estomacal de *Astyanax intermedium* ao longo dos 13 meses amostrados na área de estudo no rio Preto do Sul. EP = erro padrão; DP = desvio padrão.

fica sugerido pela significativa e alta correlação obtida de IAI% com FPI% com este item incluído ($r = 0,91$; $p = 0$) e baixa correlação (não significativa) quando seus valores são retirados dos dados ($r = 0,12$; $p = 0,70$).

A frequência de pontos (FPI%) apresentou o item “Formicidae” com maior frequência (\approx volume), cerca de 22%, seguido de “fragmentos de insetos” e “material vegetal”, com estes três itens representando cerca de 60% do volume (\approx pontos) consumido, por volta de 20% cada um (Tab. 2 e Fig. 7). Os valores obtidos para Formicidae variaram muito ao longo do ano, mas o item quase sempre esteve presente.

O índice de importância alimentar (IAi%) estimou “fragmentos de insetos” como o item que apresentou o maior valor de importância, contribuindo com 35% do total consumido, seguido por “Formicidae” e “matéria vegetal” (excluindo-se “matéria orgânica”), com valores de 20% e 15%, respectivamente (Tab. 2 e Fig. 7). A variação anual total da importância alimentar (IAi%) dos diferentes itens demonstra que os recursos autóctones (Tab. 2), tais como “Formicidae” e “matéria vegetal”, foram itens de grande importância para a dieta de *A. intermedium* no local de estudo, ao menos em parte do ano. A ocorrência de “Chironomidae”, sempre na forma de larvas, foi constante em todo período de análise alimentar da espécie. Apesar de ser uma larva muito

Tabela 2. Espectro alimentar total de *Astyanax intermedius* determinado para os 13 meses de estudo no rio Preto do Sul, com as respectivas estimativas de importância: **IAi** = índice de importância alimentar, **FPI** = frequência de pontos e **FO** = frequência de ocorrência. A origem dos itens é estimada como sendo autóctone (**AU**), alóctone (**AL**) ou de origem incerta (**OI**), e as siglas seguem os respectivos nomes.

Itens	Origem	IA	FPI	FO
Fragmentos de Insetos (FI)	OI	0,351466	0,20204	0,40129
Formicidae (Fo)	AL	0,203137	0,21940	0,21359
Matéria orgânica (MO)	OI	0,181969	0,15260	0,27508
Material vegetal (MV)	AL	0,149990	0,20561	0,16828
Chironomidae (Ch)	AU	0,069986	0,04706	0,34304
Cladocera (Cl)	AU	0,012818	0,01474	0,20065
Culicidae (Cu)	AU	0,008930	0,02448	0,08414
Ostracoda (Os)	AU	0,007923	0,01569	0,11650
Notheridae (No)	AU	0,003601	0,01426	0,05825
Dysticidae (Dy)	AU	0,002201	0,01046	0,04854
Algas (Al)	AU	0,001981	0,02353	0,01942
Ceratopogonidae (Ce)	AU	0,001774	0,00666	0,06149
Libellulidae (Li)	AU	0,001134	0,00808	0,03236
Pyralidae (Py)	AU	0,000760	0,00452	0,03883
Corixidae (Co)	AU	0,000734	0,00475	0,03560
Aranae (Ar)	AL	0,000507	0,00452	0,02589
Elmidae (El)	AU	0,000300	0,00357	0,01942
Naucoridae (Na)	AU	0,000300	0,00428	0,01618
Aeshnidae (Ae)	AU	0,000227	0,00808	0,00647
Muscidae (Mu)	AU	0,000120	0,00214	0,01294
Baetidae (Ba)	AU	0,000053	0,00095	0,01294
Velidae (Ve)	AU	0,000040	0,00143	0,00647
Tephritidae (Te)	AL	0,000020	0,00143	0,00324
Notonectidae (Ni)	AU	0,000010	0,00071	0,00324
Leptoceridae (Le)	AU	0,000007	0,00048	0,00324
Belostomatidae (Be)	AU	0,000007	0,00048	0,00324
Semente (Se)	AL	0,000003	0,00024	0,00324
Acarina (Ac)	AL	0,000003	0,00024	0,00324

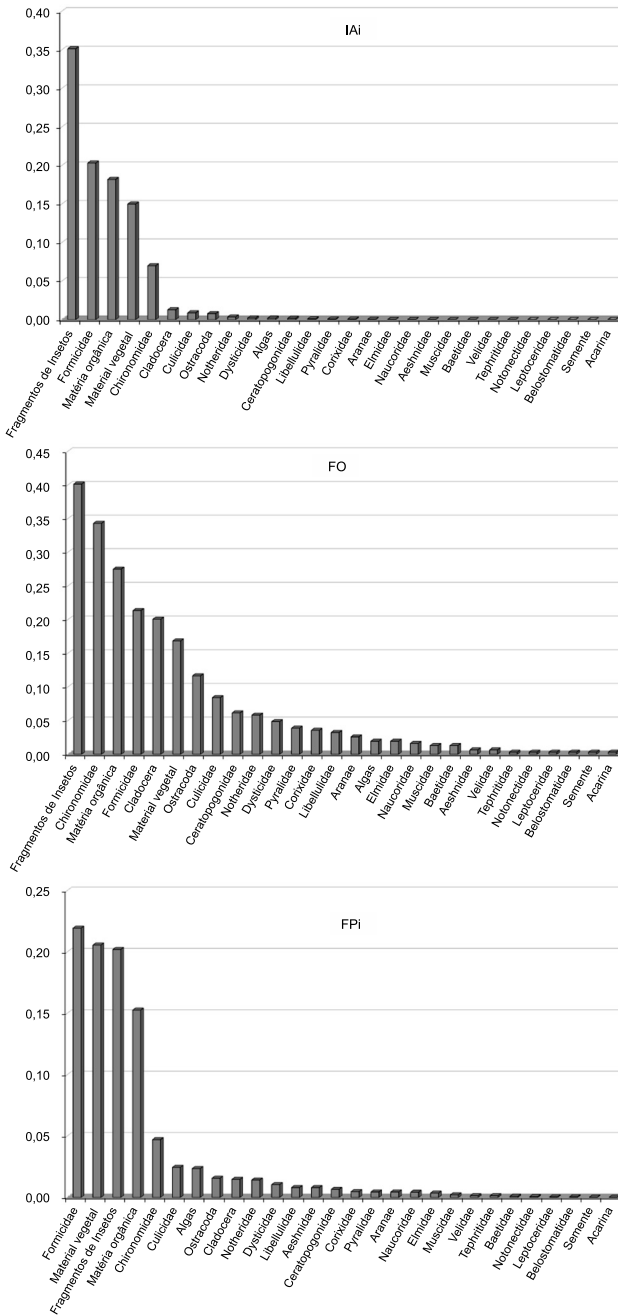


Figura 7. Distribuições de frequência dos resultados das estimativas do índice de importância alimentar (IAi), frequência de ocorrência (FO) e frequência de pontos (FPI) para *Astyanax intermedium* na área de estudo no rio Preto do Sul.

pequena, seu FPI% (Tab. 2) foi um dos mais representativos, contribuindo para que sua importância alimentar fosse uma das mais altas.

Importante observar que ao se estratificar a variação do IAI% de Formicidae ao longo dos 13 meses de estudo, este demonstra ter sido um item de baixa importância ao longo do ano, o qual se tornou extremamente importante nos meses do verão (Fig. 8). A maior parte das formigas encontradas nos estômagos neste período foi constituída por formas aladas, bem como foi igualmente observada grande quantidade de asas no conteúdo dos estômagos.

A Tab. 3 demonstra a estratificação mensal da importância dos itens reestimada a partir dos resultados de IAI%, após a exclusão do item “Matéria Orgânica”. Esta tabela demonstra que cerca de 90% da importância em cada mês está baseada em quatro a seis itens, particularmente “Fragmentos de Insetos”, “Matéria Vegetal”, “Chironomidae”, “Formicidae” e “Cladocera”, embora em novembro de 2010 o item “Fragmentos de Insetos” tenha respondido por cerca de 95% e em dezembro e janeiro de 2011 o item “Formicidae” tenha dominado amplamente, ocupando cerca de 61% e 92% da importância respectivamente, mesmo com um número de itens maior. Pode-se observar também que sempre o número de itens autóctones é muito maior que o de alóctones, embora a maioria com importância baixa.

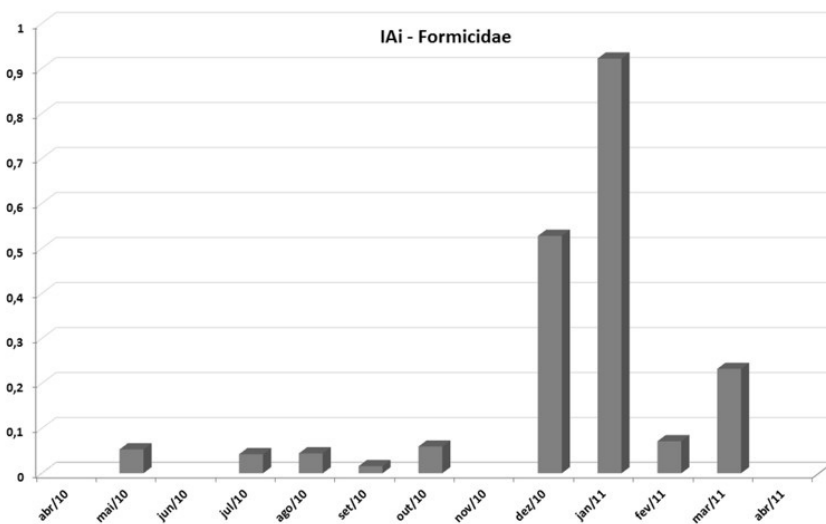


Figura 8. Variação do Índice de Importância Alimentar (IAi) do item “Formicidae” para *Astyanax intermedius* do rio Preto do Sul ao longo dos 13 meses amostrados. É sensível a elevação dos valores nos meses quentes.

Tabela 3. Estratificação mensal dos valores de importância do IAI%, cujo resultado foi obtido da reestimativa após a extração do item “matéria orgânica”. As abreviaturas dos itens seguem a Tabela 2, e o nº total obtido do mês está demonstrado abaixo da coluna. A soma do conjunto de itens hachurado em cinza resulta no valor de importância anotado abaixo da coluna do respectivo mês (sempre em torno de 90%). O = origem do item: OI = Origem Indeterminada; AL = Alóctone; AU = Autóctone.

Item	O	abr/10	Item	O	mai/10	Item	O	jun/10	Item	O	jul/10	Item	O	ago/10	Item	O	set/10	Item	O	out/10	
FI	OI	61,4881	FI	OI	44,6464	FI	OI	63,1180	FI	OI	72,0375	FI	OI	77,4205	FI	OI	74,7639	FI	OI	72,1386	
Ch	AU	13,9218	Ch	AU	19,3620	Ch	AU	14,9490	Ch	AL	7,1090	MV	AL	6,4512	MV	AL	6,9226	MV	AL	7,4429	
MV	AL	8,1211	No	AU	10,9338	Cl	AU	7,9728	Fo	AL	6,1611	Fo	AL	5,3764	Ch	AU	4,2600	Fo	AL	7,1566	
Cu	AU	6,4969	Cl	AU	7,5170	Al	AU	3,9864	MV	AL	5,0553	Cl	AU	3,3603	Dy	AU	4,2600	Ch	AU	6,1070	
Co	AU	3,1324	Fo	AL	6,8336	Ae	AU	2,9898	Cl	AU	3,7914	Ch	AU	3,2259	Cu	AU	2,8755	Cu	AU	2,5764	
Cl	AU	2,9004	MV	AL	4,1002	Ar	AL	2,9898	Li	AU	2,2117	Li	AU	1,6129	Cl	AU	2,6625	Cl	AU	2,3855	
Ce	AU	1,0441	Cu	AU	3,4168	MV	AL	1,9932	Ar	AL	2,0537	Cu	AU	1,2097	Fo	AL	1,9170	Da	AU	0,8588	
Da	AU	1,0441	Os	AU	1,8223	El	AU	1,3288	El	AU	0,6319	Ce	AU	0,5376	Da	AU	0,9585	Ce	AU	0,3817	
Li	AU	0,9281	Ce	AU	0,6834	Co	AU	0,6644	Os	AU	0,6319	Da	AU	0,4032	Ce	AU	0,4260	Py	AU	0,3817	
Dy	AL	0,3480	Li	AU	0,3417	9		90,03	Py	AU	0,3160	Py	AU	0,2688	Co	AU	0,4260	Co	AU	0,3817	
Ar	AU	0,2320	Ar	AL	0,2278						10		No	AU	0,1344	Li	AU	0,2130	El	AU	
Py	AU	0,2320	Ba	AU	0,1139						90,36		Py	AU	0,1344	Li	AU	0,2130	El	AU	
Ba	AU	0,1160	12		93,39							11		92,61	Se	AL	0,1065	13		90,21	
13		90,03																			92,85
Item	O	nov/10	Item	O	dez/10	Item	O	jan/11	Item	O	fev/11	Item	O	mar/11	Item	O	abr/11	Item	O	abr/11	
FI	OI	95,3523	Fo	AL	61,0687	Fo	AL	91,7008	FI	OI	51,8193	FI	OI	34,3229	Ch	AU	39,7024	Ch	AU	39,7024	
Ch	AU	3,2574	FI	OI	24,3963	FI	AU	5,6429	Ch	AU	12,9212	Fo	AL	27,3395	Cl	AU	28,8675	Cl	AU	28,8675	
MV	AL	0,5076	MV	AL	7,4744	Ch	AU	0,9646	Fo	AL	11,3060	Ch	AU	11,3667	FI	OI	13,5532	FI	OI	13,5532	
Ce	AU	0,1269	Ch	AU	3,5877	Dy	AU	0,4227	MV	AL	10,0947	No	AU	7,5778	Os	AU	7,6572	Os	AU	7,6572	
El	AU	0,1269	Cl	AU	1,2557	Na	AU	0,3001	Cl	AU	4,3071	Cu	AU	5,5719	Al	AU	7,1212	Al	AU	7,1212	
Py	AU	0,0846	Cu	AU	0,9567	Co	AU	0,2144	Os	AU	3,6341	Cl	AU	4,0861	No	AU	1,6846	No	AU	1,6846	
Be	AU	0,0846	Os	AU	0,5382	Co	AU	0,1685	Cu	AU	2,6919	Dy	AU	3,8632	Dy	AU	0,8040	Dy	AU	0,8040	
Le	AU	0,0846	Mu	AU	0,1794	MV	AL	0,1608	Py	AU	1,3460	Ar	AL	2,4516	Ar	AL	0,6126	Ar	AL	0,6126	
Ar	AL	0,0846	Li	AU	0,1794	Ae	AU	0,1340	Ce	AU	1,0768	Os	AU	1,1887	Os	AU	1,1887	Os	AU	1,1887	
Al	AU	0,0846	Py	AU	0,1794	Cl	AU	0,1286	Na	AU	0,5384	Ve	AU	0,8915	Ve	AU	0,8915	Ve	AU	0,8915	
Mu	AU	0,0423	Co	AU	0,1196	No	AU	0,0643	Li	AU	0,2692	Ce	AU	0,7429	Ce	AU	0,7429	Ce	AU	0,7429	
Ba	AU	0,0423	Ce	AU	0,0598	Ce	AU	0,0322	12		90,45	Li	AU	0,2972	Li	AU	0,2972	Li	AU	0,2972	
Ac	AL	0,0423	12		92,94	Te	AL	0,0322				Mu	AU	0,1486	Mu	AU	0,1486	Mu	AU	0,1486	
Cl	AU	0,0423				Mu	AU	0,0161				Co	AU	0,0743	Co	AU	0,0743	Co	AU	0,0743	
Da	AU	0,0423				Ni	AU	0,0161				Ba	AU	0,0743	Ba	AU	0,0743	Ba	AU	0,0743	
15		95,35				15		91,70				15		90,26	15		90,26	15		90,26	

As estimativas da diversidade (H') e uniformidade (e) demonstraram a variação da alimentação de *Astyanax intermedius* ao longo do ano no ponto estudado do rio Preto do Sul, a qual demonstrou acentuada queda na diversidade de itens nos meses de abril e novembro de 2010 e janeiro de 2011 (Fig. 9).

Em abril e novembro de 2010 a uniformidade mostrou-se baixa, devido à predominância de fragmentos de insetos, o que resultou em uma baixa diversidade, pois apesar da dieta ter sido composta por vários itens alimentares, apenas um teve importância evidente. Janeiro de 2011 foi o mês no qual a dieta da espécie apresentou a mais baixa diversidade alimentar em todo o período de estudo, composta por quantidade desproporcionalmente elevada de formigas ("Formicidae"), sendo que o elevado IAI% deste item no período (Fig. 8) determinou a redução dos índices de diversidade e uniformidade (Fig. 9). A observada oscilação nos índices de diversidade alimentar parece constituir um padrão restrito aos meses mais quentes do ano (Figs. 4 e 9).

A análise de similaridade da dieta realizada tanto com os dados de frequência de ocorrência (FO%), frequência de pontos (FPI%) e importância alimentar (IAi%) apresentados na Tab. 2, não mostrou nenhum padrão evidente, com os resultados demonstrando pouca distinção temporal e podendo ser bem representados pela análise de agrupamentos do IAI% (Fig. 10). Tais resultados

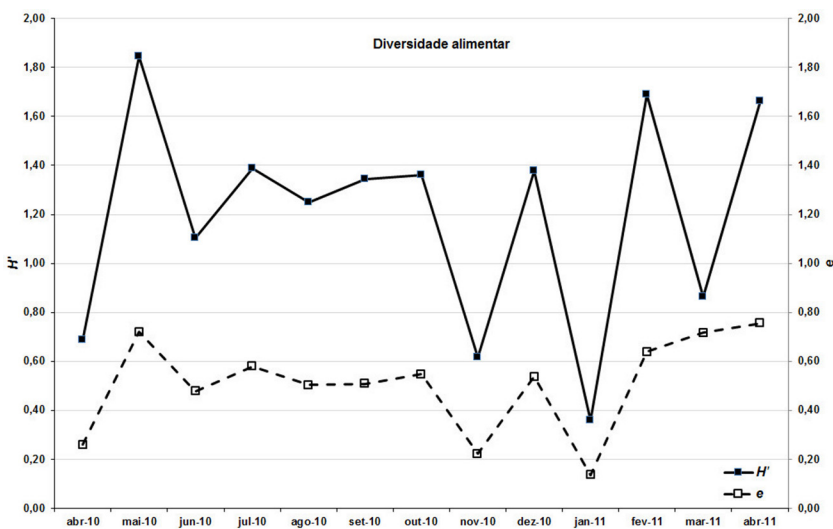


Figura 9. Gráficos demonstrando a variação da diversidade alimentar - H' (\approx amplitude de nicho) e equitabilidade - e (\approx homogeneidade alimentar) estimados para *Astyanax intermedius* ao longo de 13 meses na área de estudo no rio Preto do Sul.

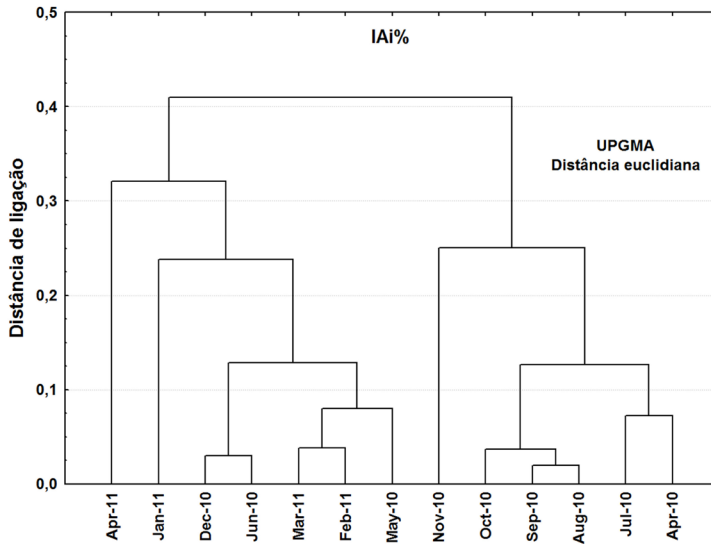


Figura 10. Análise de agrupamentos (“cluster analyses”) com os valores mensais do índice de importância alimentar (IAi) do conjunto de itens do conteúdo alimentar de *Astyanax intermedius* coletados na área de estudo no rio Preto do Sul, São Mateus - ES. O resultado não sugere nenhum padrão alimentar observável, uma vez que os meses foram agrupados sem nexos sazonal.

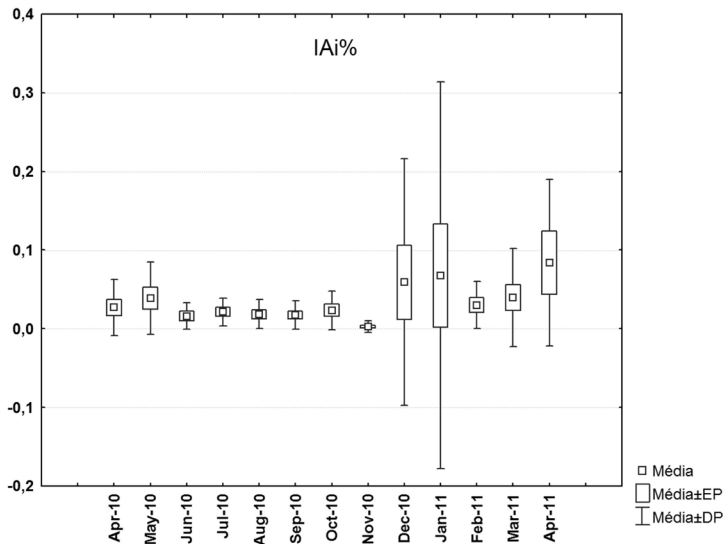


Figura 11. Variação mensal da média de IAi%, excluídos os valores de “matéria orgânica”, onde se observa elevação das médias e desvios na sazão quente.

sugerem não haver sazonalidade na dieta alimentar de *Astyanax intermedius* na área investigada, pois os meses se agrupam independentes das estações do ano, sugerindo que a dieta de *Astyanax intermedius* pode estar muito mais influenciada pelas condições ambientais e/ou variações abióticas locais do que por padrões sazonais. Entretanto, ao se excluir o item “Matéria Orgânica”, verificou-se uma correlação significativa entre o IAi% com a temperatura da água ($r = 0,70$; $p = 0,016$), como pode ser observado nas Figs. 4 e 11. As médias de IAi% e respectivos desvios (Fig. 11) foram significativamente mais elevados na estação quente ($U = 2271,0$ e $p = 0,0063$).

Discussão

O número de itens alimentares encontrados nos estômagos de *Astyanax intermedius* indica uma ampla oferta de alimentos para a ictiofauna do rio Preto do Sul ao longo do ano. Apesar do grande número de itens alimentares explorados pela espécie, *Astyanax intermedius* apresentou consumo preferencial de poucos, como demonstraram a variação mensal no número de itens e os resultados de IAi% (Tab. 3). Lowe-McConnell (1999) afirma que as cadeias alimentares em ambientes tropicais são muitas vezes baseadas em poucos recursos alimentares abundantes. O aproveitamento de variados itens desses recursos sugere o padrão generalista de algumas espécies, podendo haver certa preferência oportunista por determinados itens em relação a outros de acordo com sua disponibilidade (Abelha *et al.*, 2001), como aqui demonstrado para *Astyanax intermedius*. Essa característica vem sendo demonstrada por estudos ecológicos como consequência de um alto grau de plasticidade trófica das espécies de peixes de riachos tropicais em geral (Townsend *et al.*, 2003; Winemiller *et al.*, 2008).

Considerando-se os quatro itens alimentares com mais altos IA%, excluindo-se matéria orgânica (Fig. 7), observa-se dois itens autóctones (“fragmentos de insetos” e “Chironomidae”) e dois alóctones (“Formicidae” e “matéria vegetal”). Analisando isto com o total de 28 itens da dieta, os quais variam ao longo do ano, pode-se sugerir que a espécie *Astyanax intermedius* possua uma grande plasticidade alimentar, hábito generalista e estratégia alimentar onívora/insetívora e oportunista no trecho estudado do rio Preto do Sul.

Os insetos de maneira geral demonstraram os mais altos valores de IAi% para *A. intermedius*, com seus fragmentos e larvas se destacando como os mais importantes recursos alimentares ao longo de boa parte do ano, o que também foi evidenciado nos estudos de Pinto & Uieda (2007), os quais constataram que

a maioria das espécies amostradas em áreas abertas consome insetos aquáticos, sendo a insetivoria o principal hábito alimentar das espécies de peixes de riachos. Estes resultados corroboram os de Castro & Casatti (1997) e Uieda *et al.* (1997), os quais relataram uma tendência à insetivoria para espécies de lambaris do gênero *Astyanax*, bem como concordam com uma série de trabalhos que avaliaram a dieta de peixes de riachos e identificaram a enorme importância dos insetos aquáticos em sua dieta (Sabino & Castro, 1990; Uieda *et al.*, 1997; Casatti, 2002; Bennemann *et al.*, 2005; Abilhoa *et al.*, 2008). Dessa forma, é possível concluir que recursos autóctones como insetos em diferentes fases de desenvolvimento sejam elementos constantes na dieta dos peixes de água doce, como evidenciado para diversas espécies (Loureiro-Crippa & Hahn, 2006; Russo *et al.*, 2002) e aqui para *Astyanax intermedius*. Itens como material vegetal e crustáceos (principalmente Cladocera) também se constituíram recursos importantes na dieta da espécie analisada, o que é esperado para alimentação de espécies onívoras, como as do gênero *Astyanax*, em ambientes lênticos (Luz & Okada, 1999). Outros comportamentos alimentares com alta plasticidade e variação na exploração dos recursos também têm sido observados para espécies do gênero (*e. g.*: Uieda & Motta, 2007; Manna *et al.*, 2012).

As alterações ambientais são aspectos que parecem influenciar diretamente na eficiência da obtenção dos alimentos de *Astyanax intermedius* no ambiente estudado, uma vez que variações observadas nos valores de IR (Fig. 6) sugerem tanto alterações na atividade alimentar em função da disponibilidade de recursos alimentares ao longo do ano, como o aumento dos desvios padrão refletem o aumento da variabilidade na repleção dos estômagos, ou seja, provavelmente no número de indivíduos que conseguem se alimentar bem e os que não, em especial nos períodos mais chuvosos (Fig. 5). Como o IR aumenta nos meses mais chuvosos, fica claro que a frequência de estômagos com alimento aumenta com as chuvas, o que corrobora a importância do aporte de itens alóctones em comunidades aquáticas, como discutido em Esteves & Aranha (1999), particularmente em localidades onde a vegetação foi removida (Angermeier & Karr *op. cit.*). Como já citado, o número de itens e as médias e os desvios de $IA_i\%$ também se mostraram mais elevados na estação quente (Figs. 4 e 11), o que sugere que nesta estação haja maior disponibilidade de alimento, tanto em diversidade (Fig. 9) como em frequência e abundância (Fig. 7), embora a preferência alimentar se limite a poucos itens (Tab. 3). De fato, Angermeier & Karr (1983) afirmam que alterações na composição e na estrutura da vegetação podem ocasionar modificações na disponibilidade de alimento, além do que, a remoção da vegetação das margens dos rios é prejudicial devido ao assoreamento causado pela erosão do solo adjacente e também pelo fato de as águas das chuvas arrastarem material em suspensão, o que interfere na

qualidade da água (Lowrance *et al.*, 1984; Odum, 1985).

Embora recursos alóctones também tenham sido importantes na dieta de *Astyanax intermedius*, eles foram representados basicamente por matéria vegetal e insetos terrestres da família Formicidae. A diversidade e frequência de insetos aquáticos autóctones foi muito maior, com diversas famílias destes sendo registradas esporadicamente ao longo do ano. Tal fato também foi um resultado obtido em muitos estudos com peixes da região Neotropical, inclusive para a família Characidae (*e. g.*: Mazzoni & Rezende, 2003; Esteves *et al.*, 2008).

O intenso grau de alteração da vegetação ripária pode explicar ao menos em parte o fato do maior número de itens consumidos por *Astyanax intermedius* no trecho estudado do rio Preto do Sul ser de origem autóctone. Alguns autores apontam uma maior abundância e biomassa de invertebrados em extensões de riachos com vegetação ciliar removida, onde ocorrem maiores taxas de produção primária autóctone em função da maior incidência luminosa (Wallace *et al.*, 1988; Kikuchi & Uieda, 1998). Tal fato somado a uma diminuição no aporte de insetos alóctones (devido a perda da mata), faz com que a ictiofauna utilize de uma maneira mais acentuada organismos autóctones (Fausch *et al.*, 2002), o que parece ter ocorrido no presente estudo.

Os únicos itens alóctones considerados mais importantes registrados neste estudo foram “matéria vegetal” e “Formicidae”, este último tendo sua representatividade elevada particularmente nos meses de maiores temperatura (Fig. 4) e pluviosidade (Fig. 5), os mesmos que caracterizam o período reprodutivo das formigas (Fig. 8) (Nascimento *et al.*, 2004; Morgan, 2008). Neste período ocorrem machos alados, cuja abundância e comportamento de voar aumentam a probabilidade de sua queda diretamente na água ou seu arrasto pelas torrentes para dentro dos corpos d’água, onde serão ingeridos pela ictiofauna.

A considerável fração de insetos não identificados pode estar relacionada com o tamanho do item consumido e com o quanto ele está digerido no estômago, o que dificulta sua identificação. Acredita-se aqui que o item “matéria orgânica”, frequente em todo período de estudo, resulte de um conjunto variado de itens autóctones e alóctones digeridos e semi-digeridos capturados na coluna d’água.

O presente estudo evidencia diversos fatores que podem estar relacionados à composição da dieta de *Astyanax intermedius*. Aspectos como a disponibilidade alimentar principalmente autóctone em um ambiente sem vegetação ripária e o aporte pontual de itens alóctones associados com a perturbação ambiental antrópica, devem atuar de forma conjunta, interferindo no hábito alimentar e na estrutura das comunidades ictiológicas (Rudolf & Lafferty, 2010) como a do trecho estudado. Esta foi marcada no presente estudo por uma elevada dominância de *Astyanax intermedius* em todos os meses, cuja

espécie representou mais de 90% de todos os indivíduos coletados (Tab. 1). Esperava-se que a ictiofauna do rio Preto do Sul pudesse ser muito mais rica e diversa com base em outros estudos realizados em ambientes semelhantes de regiões próximas (e. g.: Sarmiento-Soares *et al.*, 2009; Sarmiento-Soares & Martins-Pinheiro, 2012), entretanto o resultado do levantamento realizado mensalmente neste trabalho registrou apenas sete espécies de peixes (Tab. 1), com cinco delas e mais de 99% dos indivíduos coletados em amostragens mensais pertencentes a gêneros onívoros e tolerantes a ambientes com baixa qualidade ambiental (e. g.: Abelha *et al.*, 2001; Esteves & Alexandre, 2011).

Embora a utilização de índices seja ampla mas questionada por alguns autores (e. g.: Hahn & Delariva, 2003), seu emprego possibilita interpretações que seriam meramente descritivas de outra forma. Observando-se os gráficos da Fig. 7 pode-se notar uma distribuição mais gradual na importância dos itens analisados por frequência de ocorrência (FO%), com um maior número de itens apresentando valores acima de 0,010, por ex. (20 itens), em comparação com uma maior concentração dos itens de maior importância na análise da intensidade do consumo (FPI%), com um número reduzido de itens apresentando valores acima de 0,010 (11 itens), que são os que provavelmente ocorrem sazonalmente em maior quantidade (e. g.: Formicidae). Ponderando-se os itens entre os frequentemente consumidos (\approx disponibilidade anual) e os intensamente consumidos (\approx preferência e/ou disponibilidade sazonal), pode-se inferir acerca dos poucos itens que seriam de maior importância geral para a espécie (IAi%). Estes se resumem a apenas cinco (“fragmentos de insetos”, “Formicidae”, “matéria vegetal”, “Chironomidae” e “Cladocera”, excluindo-se o item “matéria orgânica”), o que faz sentido biológico segundo Lowe-McConnell (1999) e facilita a compreensão da exploração dos recursos no contexto do estudo, o que pode auxiliar em inferências inclusive acerca de conservação ambiental baseada na análise dos recursos mais importantes.

Os resultados deste estudo representam mais um suporte à ideia de que as espécies do gênero *Astyanax* são em geral oportunistas e de grande plasticidade alimentar (Manna *et al.*, 2012), o que as torna resilientes a alterações ambientais que estão além do limite tolerável para grande parte das demais espécies da Mata Atlântica (Alexandre *et al.*, 2010). Esta constatação explicaria o fato de espécies do gênero *Astyanax* serem praticamente ubiquistas em toda a extensão da bacia do rio São Mateus, degradada por desmatamentos, assoreamento, lançamento de afluentes não tratados e despejo de lixo (Sartor *et al.*, em andamento).

Entretanto, mesmo após uma grande ampliação na área de levantamento ictiofaunístico na bacia do rio São Mateus realizada recentemente pela equipe dos autores (janeiro de 2014, em toda a região do alto rio São Mateus em Minas Gerais), a espécie em estudo, aqui denominada *Astyanax intermedius*, continua

sendo encontrada apenas no âmbito da região estudada da bacia do rio Preto do Sul com ocupação exclusiva em ambientes de águas pretas. Este fato sugere que esta espécie, mesmo oportunista e resiliente quanto à alimentação, parece ser exigente quanto a outros aspectos ambientais ainda não compreendidos (como os ligados às águas pretas por exemplo) e pode estar sofrendo redução da área de ocorrência pela destruição de seus habitats preferenciais de ocupação, como já ocorre em outros ambientes similares de Mata Atlântica do país com outras espécies (Abilhoa & Duboc, 2004; Duboc & Menezes, 2008; Duboc & Malabarba, 2008).

Estudos da biologia das espécies, incluindo ecologia trófica, tornam-se particularmente importantes onde se possui diversidade tão grande e ainda insuficientemente estudada e compreendida como no Brasil, em especial as drenagens da Mata Atlântica no norte do Espírito Santo. Neste sentido, em ambientes nos quais a compreensão dos processos ecossistêmicos é ainda incipiente apesar da acelerada degradação, como no trecho investigado no presente estudo, a utilização de índices descritivos (quaisquer deles, *vide* Hahn & Delariva *op. cit.*; Bennemann *et al.*, 2006) pode fornecer interessantes resultados também para vários outros tipos de estudos (*e. g.*: Esteves *et al.*, 2008, Rocha *et al.*, 2009, Dias & Fialho, 2011).

Agradecimentos

Ao IBAMA e ao ICMBio pela concessão da Licença Permanente para Coleta de Material Zoológico emitida pelo SISBIO sob o nº. 19158-1 para L. F. Duboc. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa ao primeiro autor. Ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Tropical PPGBT/CEUNES/UFES por ter possibilitado a concretização deste trabalho. Aos colegas que participaram das coletas, Ana Carolina Tesch Benincá, Gabriel Canellas Ramsauer e Karina Bertazo, e a esta última também pelo valioso auxílio na identificação dos insetos do conteúdo estomacal. Os autores agradecem aos três revisores anônimos, os quais contribuíram significativamente com a qualidade do trabalho.

Literatura Citada

- Abelha, M. C. F., Agostinho, A. A. & Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum, Maringá*, 23(2): 425-434.
- Abilhoa, V., Vitule, J. R. S., Bornatowski, H., Lara, F. B., Kohler, G. U. Festti,

- L. Carmo, W. P. D. & Ribeiro, I. K. 2010. Effects of body size on the diet of *Rivulus haraldsioli* (Aplocheiloidei: Rivulidae) in a coastal Atlantic Rainforest island stream, southern Brazil. *Biotemas* 23(4): 59-64.
- Abilhoa, V. & Duboc, L. F. 2004. Peixes, P. 581–677. In: Mikich, S. B. & Bérnils, R. S. *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no estado do Paraná*. Curitiba, Mater Natura e Instituto Ambiental do Paraná.
- Abilhoa, V., Duboc, L. F. & Azevedo Filho, D. P. 2008. A comunidade de peixes de um riacho de Floresta com Araucária, alto rio Iguaçu, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25(2): 238-246.
- Alexandre, C. V., Esteves, K. E. & Mello, M. A. M. M. 2010. Analysis of fish communities along a rural-urban gradient in a Neotropical stream (Piracicaba River Basin, São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia* 641: 97-114.
- Angermeier, P. L. & Karr, J. R. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes* 9(2): 117-135.
- Aranha, J. M. R. 1993. Método para análise quantitativa de algas e outros itens microscópicos de alimentação de peixes. *Acta Biológica Paranaense* 22(1, 2, 3, 4): 71-76.
- Bennemann, S. T., Gealh, A. M., Orsi, M. L. & Souza, L. M. 2005. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 95(3): 247-254.
- Bennemann, S. T., Casatti, L. & Oliveira, D. C. 2006. Alimentação de peixes: proposta para análise de itens registrados em conteúdos gástricos. *Biota Neotropica* 6(2): 1-8.
- Casatti, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 2(2): 12-14.
- Castro, R. M. C. & Casatti, L. 1997. The fish fauna from a small Forest stream of the upper Paraná River Basin, Southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 7(4): 337-352.
- Dias, T. S. & Fialho, C. B. 2011. Comparative dietary analysis of *Eurycheilichthys pantheinus* and *Pareiorhaphis hystrix*: two Loricariidae species (Ostariophysi, Siluriformes) from Campos Sulinos biome, southern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 101(1-2): 49-55
- Duboc, L. F. 2007. Análise comparativa e aspectos ecológicos da reação de alarme em duas espécies de *Mimagoniates* (Ostariophysi, Characidae, Glandulocaudinae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24(4): 1163-1185.
- Duboc, L. F. & Malabarba, L. R. 2008. *Spintherobolus Ankoseion*, P. 92-93. In: Machado, A. B. M., Drummond, G. M. & Paglia, A. P. Eds. *Livro*

- vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção Vol. II*. Brasília, MMA / Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas.
- Duboc, L. F. & Menezes, N. A. 2008. *Mimagoniates lateralis*, p. 77-78. In: Machado, A. B. M., Drummond, G. M. & Paglia, A. P. Eds. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção Vol. II*. Brasília, MMA / Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas.
- Dudgeon, D. 2008. *Tropical Stream Ecology*. Amsterdam, Elsevier.
- Eigenmann, C. H. 1908. Preliminary descriptions of new genera and species of tetragonopterid characins. (Zoölogical Results of the Thayer Brazilian expedition.). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 52(6): 91-106.
- Eigenmann, C. H. 1921. The American Characidae [Part III]. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology* 43(3): 209-310.
- Esteves, K. E. & Aranha, J. M. R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos, p. 157-182. In: Caramaschi, E. P., Mazzoni, R. & Peres-Neto, P. R. *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis vol. 6*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.
- Esteves, K. E. & Alexandre, C. V. 2011. Development of an index of biotic integrity based on fish communities to assess the effects of rural and urban land use on a stream in southeastern Brazil. *International Review of Hydrobiology* 96(3): 296-317.
- Esteves, 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.
- Fausch, K. D., Torgersen, C. E., Baxter, C. V. & Li, H. W. 2002. Landscapes to riverscapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes. *BioScience*, 52: 483-498
- Garutti, V. 1999. Descrição de *Astyanax argyrimarginatus* sp. n. (Characiformes, Characidae) procedente da bacia do rio Araguaia, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 59(4): 585-591.
- Hartz, S. M., Martins, A. & Barbieri, G. 1996. Dinâmica da alimentação e dieta de *Oligosarcus jenynsii* (Gunther, 1864) na Lagoa Caconde, Rio Grande do Sul, Brasil (Teleostei, Characidae). *Boletim do Instituto de Pesca* 23(único): 21-29.
- Hahn, N. S. & Delariva, R. L. 2003. Métodos para avaliação da alimentação natural de peixes: o que estamos usando? *Interciência, Caracas*, 28(2): 100-104.
- Hynes, H. B. N. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in

- studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology* 19: 36-58.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach content analysis: a review of methods and their applications. *Journal of Fish Biology* 17: 411-429.
- Kawakami, E. & Vazzoler, G. 1980. Método gráfico e estimativo de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 29(2): 205-207.
- Kikuchi, R. M. & Uieda, V. S. 1998. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. Pp. 157-173. In: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. *Ecologia de insetos aquáticos. Série Oecologia Brasiliensis vol. V*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.
- Krebs, C. J. 1998. *Ecological Methodology*. 2ª ed. Menlo Park, Addison Wesley Longman.
- Loureiro-Crippa, V. E. & Hahn, N. S. 2006. Use of food resources by the fish fauna of a small reservoir (rio Jordão, Brazil) before and shortly after its filling. *Neotropical Ichthyology* 4(3): 357-362
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. *Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais*. São Paulo, Edusp.
- Lowrance, R., Tood, R., Fail Jr., J., Hendrickson Jr., O., Leonard, F. & Asmussen, L. 1984. Riparian forests as nutrients filters in agricultural watersheds. *Bioscience* 34(6): 374-377.1984.
- Luz, K. D. G. & Okada, E. K. 1999. Diet and dietary overlap of three sympatric fish species in lakes of the Upper Paraná River Floodplain. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 42(4): 441-447.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, Princeton University Press.
- Manna, L. R., Rezende, C. F. & Mazzoni, R. 2012. Plasticity in the diet of *Astyanax taeniatus* in a coastal stream from southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 72(4): 919-928.
- Mazzoni, R. & Rezende, C. F. 2003. Seasonal diet shift in a Tetragonopterinae (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba river, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63(1): 69-74.
- Melo, F. A. G. 2001. Revisão taxonômica das espécies do gênero *Astyanax* Baird & Girard 1854, (Teleostei: Characiformes: Characidae) da região da serra dos Órgãos. *Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro* 59: 1-46.
- Menezes, N. A., Weitzman, S. H., Oyakawa, O. T., Lima, F. C. T., Castro, R. M. C. & Weitzman, M. J. 2007. *Peixes de água doce da Mata Atlântica. Lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais*. São Paulo, Museu de Zoologia/USP.
- Morgan, R. C. 2008. Natural history notes and captive management of leaf-

- cutting ants in the genus *Atta*. 2008 *Invertebrates in Conservation and Education Conference Proceedings*: pp. 77-93.
- Nascimento, I. C., Delabie, J. H. C., Ferreira, P. S. F. & Della Lucia, T. M. C. 2004. Mating flight seasonality in the genus *Labidus* (Hymenoptera: Formicidae) at Minas Gerais, in the Brazilian Atlantic Forest biome, and *Labidus nero*, junior synonym of *Labidus mars*. *Sociobiology* 44(3): 1-8.
- Odum, E. P. 1985. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.
- Pinto, T. L. F. & Uieda, V. S. 2007. Aquatic insects selected as food for fishes of a tropical stream: Are there spatial and seasonal differences in their selectivity? *Acta Limnologica Brasiliensia* 19(1): 67-78.
- Por, F. D. 1986. Stream type diversity in the Atlantic lowland of the Jureia area (Subtropical Brazil). *Hydrobiologia* 131(1): 39-45.
- Rocha, F. C., Casatti, L. & Pereira, D. C. 2009. Structure and feeding of a stream fish assemblage in Southeastern Brazil: evidence of low seasonal influences. *Acta Limnologica Brasiliensia* 21(1): 123-134.
- Rudolf, V. H. W. & Lafferty, K. D. 2010. Stage structure alters how complexity affects stability of ecological networks. *Ecology Letters* 2010: 1-9.
- Russo, M. R., Ferreira, A. & Dias, R. M. 2002. Disponibilidade de invertebrados aquáticos para peixes bentófagos de dois riachos da bacia do rio Iguaçu, estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum* 24(2): 411-417.
- Sabino, J. & Castro, R. C. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho de floresta Atlântica (sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 50: 23-36.
- Sarmiento-Soares, L. M. & Martins-Pinheiro, R. F. 2012. A fauna de peixes nas bacias do norte do espírito Santo, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas* 12(1): 27-52.
- Sarmiento-Soares, L. M., Mazzoni, R. & Martins-Pinheiro, R. F. 2009. A fauna de peixes nas bacias litorâneas da Costa do Descobrimento, extremo sul da Bahia, Brasil. *Sitientibus série Ciências Biológicas* 9(2 e 3): 139-157.
- Townsend, C. R., Begon, M. & Harper, J. L. 2003. *Essentials of ecology*. Malden, Blackwell Science.
- Uieda, V. S. & Motta, R. L. 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnologica Brasiliensia* 19(1): 15-30.
- Uieda, V. S., Buzzato, P. & Kikuchi, R. M. 1997. Partilha de recursos alimentares em peixes em um riacho de serra do sudeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 69(2): 244-252.
- Vitule, J. R. S. & Aranha, J. M. R. 2002. Ecologia alimentar do lambari, *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Characidae, Tetragonopterinae), de diferentes tamanhos em um riacho da Floresta Atlântica, Paraná (Brasil)

Feeding ecology of the “lambari”, *Deuterodon langei* Travassos, 1957 (Characidae, Tetragonopterinae), of different sizes on Atlantic Forest stream, Paraná (Brazil). *Acta Biológica Paranaense* 31(1, 2, 3, 4): 137-150.

Wallace, J. B., Gurtz, M. E. & Smith-Cuffney, F. 1988. Long-term comparisons of insects abundances in disturbed and undisturbed Appalachian headwater streams. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 23: 1224-1231.

Winemiller, K. O., Agostinho, A. A. & Caramaschi, P. E. 2008. Fish Ecology in Tropical Streams. pp. 336–346. In: Dudgeon, D. *Tropical Stream Ecology*. Amsterdam, Academic Press.