

**Almir Petersen Barreto**

**"Características ecomorfológicas relacionadas à alimentação e ao uso do micro-habitat em quatro espécies de Characiformes no Rio Morato - Guaraqueçaba, PR "**

**Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciências, área de concentração em Zoologia. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.  
Orientador: Prof. Dr. José Marcelo Rocha Aranha**

**Curitiba**

**2005**

## ÍNDICE GERAL

<b>Resumo Geral</b> -----	01
<b>Prefácio geral</b> -----	03
<b>Descrição da área</b> -----	10
<b>Metodologia de coleta dos peixes</b> -----	12

### **Capítulo I - Uso do Micro-habitat em quatro espécies de Characiformes no Rio**

#### **Morato - Guaraqueçaba, PR.**

Abstract -----	13
Resumo -----	14
Introdução -----	15
Metodologia -----	17
Resultados -----	20
Discussão -----	23

### **Capítulo II - Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da**

#### **Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil.**

Abstract -----	35
Resumo -----	36
Introdução -----	37
Metodologia -----	38

Resultados:	
Grau de Repleção -----	40
Dieta -----	41
Táticas alimentares -----	44
Discussão -----	45

**Capítulo III - Características ecomorfológicas relacionadas à alimentação e ao uso do micro-habitat em quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta**

**Atlântica - Guaraqueçaba, PR.**

Abstract -----	54
Resumo -----	55
Introdução -----	56
Metodologia -----	58
Resultados:	
Jovens -----	59
Adultos -----	61
Dentição -----	63
Diferenças entre jovens e adultos -----	64
Discussão -----	65
<b>Conclusão geral -----</b>	<b>82</b>
<b>Referências Bibliográficas -----</b>	<b>86</b>
<b>Anexos -----</b>	<b>100</b>

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa Adriane e a minha filha Heloisa, aos meus pais, Mercedes e Décio e ao meu irmão Bruno, pelo apoio e compreensão.

Ao Prof. Dr. Marcelo Rocha Aranha pela orientação.

À Prof. Dra. Márcia Santos de Menezes pelas contribuições ao longo do curso.

Ao Msc. Jean Ricardo Vitule pelo auxílio em campo e companherismo.

Aos colegas do laboratório de Ecologia de Rios - ECORIOS – UFPR pela colaboração e convivência nestes quatro anos.

Aos professores do departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR, principalmente Prof. Dr. Renato Contin Marinoni, Prof. Dr. James Joseph Rooper e Prof. Dr. Marco Fábio Maia Corrêa, pelo auxílio na análise e interpretação dos dados.

À secretaria do curso de Pós-Graduação em Zoologia, Vera Maria Adélio.

À Fundação O Boticário de proteção à Natureza - FBPN pelo apoio logístico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Cnpq pela concessão da bolsa de doutorado - processo n° 142043/2001.

## LISTA DE TABELAS

Tabela I: Atributos ecomorfológicos e seus respectivos significados biológicos -----	70
Tabela II: Siglas das medidas morfométricas e suas respectivas descrições -----	71
Tabela III: Siglas dos atributos ecomorfológicos e suas respectivas descrições -----	72
Tabela IV: Variância dos três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais para os exemplares jovens das quatro espécies estudadas no rio Morato -----	73
Tabela V: Contribuição dos atributos ecomorfológicos nas variâncias dos três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais para os exemplares jovens das quatro espécies estudadas no rio Morato -----	73
Tabela VI: Variância dos três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais para os exemplares adultos das quatro espécies estudadas no rio Morato -----	74
Tabela VII: Contribuição dos atributos ecomorfológicos nas variâncias dos três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais para os exemplares adultos das quatro espécies estudadas no rio Morato -----	74
Tabela VIII: Valores dos atributos ecomorfológicos para jovens e adultos das quatro espécies em estudo -----	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fotos das espécies estudadas (a: <i>Deuterodon langei</i> , b: <i>Characidium lanei</i> , c: <i>Mimagoniates microlepis</i> , d: <i>Hyphessobrycon griemi</i> ) -----	08
Figura 2: Localização do rio Morato, município de Guaraqueçaba, Estado do PR -----	11
Figura 3: Esquema das transecções e pontos de observação para coleta de dados sobre o uso do micro-hábitat -----	27
Figura 4: Representação dos perfis e fotos dos ambientes de A a F e principais características físicas quanto ao tipo de ambiente, profundidade e correnteza média e tipo de substrato predominante -----	28 e 29
Figura 5: Número de indivíduos jovens e adultos observados segundo metodologia descrita por GORMAN & KARR (1978) e adaptado por ARANHA <i>et al.</i> (1998) -----	30
Figura 6: Representação das freqüências das categorias para cada variável ambiental e representação gráfica dos valores obtidos pelo Índice de Ivlev para jovens e adultos de <i>Deuterodon langei</i> para cada categoria de cada variável -----	31
Figura 7: Representação das freqüências das categorias para cada variável ambiental e representação gráfica dos valores obtidos pelo Índice de Ivlev para jovens e adultos de <i>Mimagoniates microlepis</i> para cada categoria de cada variável -----	32
Figura 8: Representação das freqüências das categorias para cada variável ambiental e representação gráfica dos valores obtidos pelo Índice de Ivlev para jovens e adultos de <i>Characidium lanei</i> para cada categoria de cada variável -----	33

Figura 9: Representação das frequências das categorias para cada variável ambiental e representação gráfica dos valores obtidos pelo Índice de Ivlev para jovens e adultos de <i>Hyphessobrycon griemi</i> para cada categoria de cada variável -----	34
Figura 10: Grau de repleção estomacal sazonal de <i>Deuterodon langei</i> (%) -----	50
Figura 11: Grau de repleção estomacal sazonal de <i>Hyphessobrycon griemi</i> (%) -----	50
Figura 12: Grau de repleção estomacal sazonal de <i>Characidium lanei</i> (%) -----	51
Figura 13: Grau de repleção estomacal sazonal de <i>Mimagoniates microlepis</i> (%) -----	51
Figura 14: Amplitude do nicho de jovens e adultos de <i>Deuterodon langei</i> , <i>Characidium lanei</i> , <i>Hyphessobrycon griemi</i> e <i>Mimagoniates microlepis</i> segundo Índice de Shannon-Wiener -----	52
Figura 15: Dendrograma representando a similaridade entre a dieta de jovens e adultos das quatro espécies: <i>Deuterodon langei</i> , <i>Characidium lanei</i> , <i>Hyphessobrycon griemi</i> e <i>Mimagoniates microlepis</i> -----	53
Figura 16: Medidas morfométricas e suas respectivas localizações -----	76
Figura 17: Orientação da boca e localização da medida altura máxima da boca -----	77
Figura 18: Medidas realizadas na nadadeira peitoral -----	77
Figura 19: Análise de Componentes principais - PCA - 1º e 2º componentes e distribuição dos atributos morfológicos de jovens de <i>Deuterodon langei</i> , <i>Characidium lanei</i> , <i>Hyphessobrycon griemi</i> e <i>Mimagoniates microlepis</i> -----	78
Figura 21: Análise de Componentes principais -PCA - 2º e 3º componentes e distribuição dos atributos morfológicos de jovens de <i>Deuterodon langei</i> , <i>Characidium lanei</i> , <i>Hyphessobrycon griemi</i> e <i>Mimagoniates microlepis</i> -----	79

Figura 22: Análise de Componentes principais - PCA - 1º e 2º componentes e distribuição dos atributos morfológicos de adultos de *Deuterodon langei*, *Characidium lanei*, *Hyphessobrycon griemi* e *Mimagoniates microlepis* -----80

Figura 23: Análise de Componentes principais -PCA - 2º e 3º componentes e distribuição dos atributos morfológicos de adultos de *Deuterodon langei*, *Characidium lanei*, *Hyphessobrycon griemi* e *Mimagoniates microlepis* -----81

## LISTA DE ANEXOS

Anexo I: Lista de espécies de peixes registradas no rio Morato -----101

Anexo II: Distribuição sazonal da frequência de ocorrência dos itens alimentares de *Deuterodon langei*, *Characidium lanei*, *Hyphessobrycon griemi* e *Mimagoniates microlepis* no rio Morato -----102

## RESUMO GERAL

No presente estudo foram estabelecidas relações entre a morfologia, seus atributos ecomorfológicos e a utilização do meso, micro-hábitat e a dieta de jovens e adultos de quatro espécies de Characiformes, co-habitantes de um riacho de Floresta Atlântica localizado na região norte do litoral paranaense. A coleta de dados foi realizada entre setembro de 1999 e novembro de 2003 com a utilização de técnicas tradicionais de pesca durante o primeiro ano de amostragem e observações subaquáticas diretas ao longo de todo o período de estudo. Foram coletados 670 exemplares e realizadas 75 horas de observações. As distribuições espaciais corroboraram o descrito na literatura, porém, foram observados alguns padrões diferentes ou complementares às informações já existentes. A introdução de um componente quantitativo na metodologia permitiu o detalhamento da utilização dos micro-hábitats baseado em frequências numéricas, reduzindo a subjetividade. O rio Morato apresentou uma grande heterogeneidade de ambientes, com características fisiográficas distintas, possibilitando com que a utilização dos recursos pelas espécies fosse realizada de forma diferenciada. As quatro espécies estudadas, mesmo que possam ter sido observadas em atividade no mesmo período, demonstraram uma ocupação espacial diferenciada na utilização dos estratos da coluna d'água, posição lateral, correnteza e substrato preferencial. Quanto à alimentação, em geral exemplares jovens apresentaram frequências de estômagos repletos superiores aos adultos. *Deuterodon langei* Travassos, 1957 foi considerado onívoro com tendência à herbivoria, *Characidium lanei* Travassos, 1967 foi considerado insetívoro aquático com tendência à larvofagia, *Hyphessobrycon griemi* Hoedeman, 1957 como onívoro, e

*Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876) como insetívoro com predominância de insetos alóctones na dieta. Jovens e adultos das quatro espécies apresentaram baixa seletividade e alto oportunismo na obtenção de alimento. As altas frequências de itens alóctones encontradas na dieta demonstraram a importância da vegetação marginal como fonte de recursos, sendo fundamental para o equilíbrio desses ecossistemas e manutenção dessas comunidades. As relações entre os 18 atributos ecomorfológicos e os aspectos ecológicos relacionados ao uso do micro-habitat e a dieta em jovens e adultos foi realizada através de uma técnica de ordenamento onde os três primeiros fatores explicaram cerca de 60% da variação. As análises de componentes principais sugeriram que a variação obtida no primeiro eixo está associada à ocupação espacial, no segundo ao tamanho do alimento e que as medidas relacionadas com as nadadeiras contribuem pouco para diferenciação das espécies. Nossos resultados indicam que *M. microlepis* é a espécie com capacidade de se alimentar de presas maiores consumindo insetos de origem alóctone, e *C. lanei* se alimenta de itens de pequeno porte. *D. langei* e *H. griemi* destacaram-se pela maior manobrabilidade, proporcionando a utilização de todos os estratos da coluna d'água. *C. lanei* apresentou menor capacidade natatória, porém alta capacidade de realizar arrancadas rápidas para investir contra suas presas em emboscadas. Não houve diferenças ecomorfológicas entre machos e fêmeas de *M. microlepis*, única espécie com dimorfismo sexual. Entre os jovens e adultos foram observadas diferenças na influência de estruturas relacionadas com a capacidade natatória.

## PREFÁCIO GERAL

A Floresta Atlântica abrangia originalmente 12% do território nacional por toda costa oriental do Brasil. Devido à sua localização, tem sido explorada e substituída por diversas atividades econômicas, quer pelo crescimento dos centros urbanos, quer pela expansão das fronteiras agropecuárias. Atualmente, este bioma é um aglomerado de fragmentos florestais em diferentes estágios sucessionais, ocupando áreas às vezes pouco significativas e sujeitas a variados níveis de perturbação (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

Os riachos predominantes neste bioma, pelo pequeno porte e vazão limitada, são mais sensíveis às ações antropogênicas que os cursos d'água maiores. Apesar da importância estratégica desses rios como fonte hídrica para o abastecimento humano e rural, o interesse pelo estudo das comunidades nesses ambientes só aumentou nos últimos 20 anos por possuir uma fauna peculiar e pouco conhecida. Além disso, as informações sobre a história natural dos peixes dos rios da Floresta Atlântica estão restritas a poucos estudos se comparados aos estudos realizados em rios que abrigam espécies de grande porte e de interesse econômico (FERREIRA, 1984; AGOSTINHO, 1992).

Essas comunidades de peixes são muito ricas em espécies, possuem um elevado grau de endemismo e mantêm inter-relações muito complexas entre seus membros e com os componentes ambientais (MENEZES *et al.*, 1990). Apesar da escassez de informações detalhadas sobre sistemática e distribuição dos peixes dos rios litorâneos, acredita-se que várias espécies estão ameaçadas, correndo sérios riscos de extinção, e que algumas já estejam extintas (ABILHÔA & DUBOC, 2004).

Os rios litorâneos paranaenses compõem um conjunto de bacias relativamente pequenas que nascem na vertente leste da Serra do Mar e escoam para o Oceano Atlântico. Estas bacias são formadas por riachos de pequeno porte, baixa vazão, porém com aumentos de vazão durante curtos períodos, devido às chuvas, tornando esses ambientes caracteristicamente instáveis (ARANHA, 2000).

Segundo GORMAN (1988), espécies persistentes às variações no ambiente, e às modificações na composição da comunidade não apresentam alto grau de especialização, porém apresentam maior plasticidade adaptativa, minimizando os riscos desta instabilidade e da susceptibilidade às mudanças inesperadas do meio. Ao contrário, GATZ (1979) acredita que as espécies evoluem para ocupar diferentes nichos, reduzindo a competição através da partilha de recursos, ou seja, níveis elevados de especialização são esperados.

A biologia evolutiva sempre tentou compreender a origem e o papel dessas adaptações ao meio ambiente nos organismos. Com isso, aceita-se, de forma generalizada, que a interação entre genótipo, fenótipo e meio ambiente possibilitam o desenvolvimento de caracteres morfológicos e comportamentais que determinam as estratégias realizadas pelos organismos e sua adaptação ao meio em que vivem (PERES-NETO, 1999).

Nem toda evolução consiste no desenvolvimento de adaptações advindas da seleção natural. Muitos outros fatores como o acaso, as relações internas de processos bioquímicos e a relação entre os órgãos, podem influenciar esses processos evolutivos. As características ambientais mais importantes nos processos evolutivos variam de espécie para espécie devido às suas histórias evolutivas distintas. A atribuição de uma

função às adaptações de um organismo em geral é baseada no método comparativo, que correlaciona diferenças entre espécies com fatores ecológicos (FUTUYMA, 1993). O ramo da ecologia que busca compreender tais relações entre a forma e as adaptações da espécie ao meio é chamada ecomorfologia.

Segundo SCHÖENER (1974), as três dimensões mais importantes do nicho são a espacial, a temporal e a trófica. Muitos aspectos do nicho ecológico dos peixes, principalmente a ocupação espacial e a alimentação, podem ser inferidos através da análise direta de características morfológicas, como por exemplo a relação direta entre o formato do corpo e a maneira com que o espaço é utilizado (WINEMILLER, 1991), ou através da relação entre características da boca com a alimentação (KEAST & WEBB, 1966; NORTON & BRAINERD, 1993).

Embora a idéia de associar a morfologia das espécies com o nicho seja antiga e persistente, o uso potencial da morfologia para definir nicho e para investigar as relações ecológicas entre as espécies é raramente utilizado, pois os estudos se concentraram no hábitat (GORMAN & KARR, 1978; SCHLOSSER, 1982; GORMAN, 1988; LUCENA *et al.*, 1994; PENCZAK *et al.*, 1994), na alimentação (COSTA, 1987; UIEDA *et al.*, 1997; AGUIARO & CARAMASHI, 1998; ARANHA *et al.*, 2000; VITULE & ARANHA, 2002; LAMPERT *et al.*, 2003; DUFECH *et al.*, 2003; GRACIOLLI *et al.*, 2003), ou em ambos (SABINO & CASTRO, 1990; ARANHA *et al.*, 1993; BUCK & SAZIMA, 1995; CASTRO & CASATTI, 1997; ARANHA *et al.*, 1998; SABINO & ZUANON, 1998; CASATTI & CASTRO, 1998), porém sem correlação com aspectos morfológicos.

Apesar da importância dos peixes e de mais de um século de pesquisas, suas relações não são suficientemente bem conhecidas devido à diversidade morfológica e

ecológica de cada subgrupo (LOWE-McCONNELL, 1991). Os Characiformes, ordem que representa a maior parte dos peixes de água doce neotropicais, apresentam enorme variedade de formas e comportamentos adaptativos que resultam em especializações tróficas e/ou de ocupação espacial (VAZZOLER & MENEZES, 1992). Fazem parte desta ordem 15 famílias, entre elas as famílias Characidae e Crenuchidae.

A família Characidae, que inclui a maior parte dos peixes do Brasil, é formada por peixes conhecidos popularmente como lambari, piaba, piabanha, piracanjuba, pirapitinga, piraputanga, piranha, pacu, matrinxã, peixe-cachorro, bocarra e dourado.

As relações entre os membros dessa família não são muito claras (LUCENA & LUCENA, 2002), com muitos táxons considerados *insertae sedis*. No trabalho de BRITSKI (1972), a subfamília Tetragonopterinae, a qual *D. langei* e *H. griemi* fazem parte, é caracterizada por apresentar duas ou três séries de dentes no prémaxilar e mandíbula com uma única série de dentes. Possuem dentes com cúspides aguçadas e membranas branquiais livres entre si e do istmo. A subfamília Glandulocaudinae, representada por *M. microlepis*, apresenta dimorfismo sexual, caracterizada por possuir uma glândula associada à reprodução na nadadeira caudal e pelas nadadeiras mais desenvolvidas presentes nos machos adultos.

A outra família a ser estudada, representada por *C. lanei*, é a família Crenuchidae, que se enquadrava na família Characidae, subfamília Crenuchinae, e apenas recentemente foi elevada ao *status* de família (BUCKUP, 1998). Seus representantes são peixes de pequeno porte, sem fontanela frontal, boca pequena, com uma série de dentes cônicos na maxila, são bentônicos e se alimentam principalmente de larvas aquáticas de insetos.

As quatro espécies fazem parte da assembléia de peixes do rio Morato, composta por 32 espécies (Anexo I). Quanto a constância, *D. langei*, *M. microlepis* e *C. lanei* foram consideradas constantes e *H. griemi* como acessória. Quanto à ocupação espacial descrita em estudos realizados em riachos litorâneos do Paraná, *D. langei* ocupou a coluna d'água em áreas de correnteza moderada (ARANHA *et al.*, 1998) e áreas marginais (ARANHA *et al.*, 2000). Quanto à dieta, ARANHA *et al.* (1998) consideraram a espécie como onívora/herbívora e ARANHA (2000) como algívoro ou onívoro. *M. microlepis* ocupou a superfície (ARANHA *et al.*, 1998) e foi considerado como um insetívoro terrestre (*e.g.* ARANHA *et al.*, 1998; ARANHA, 2000). A espécie *C. lanei* foi observada ocupando o fundo do rio em águas com correnteza média e/ou forte e com uma dieta basicamente de insetos bentônicos (*e.g.* ARANHA *et al.*, 1998; ARANHA, 2000). Quanto à *H. griemi*, constatou-se ser uma espécie com preferência por margem de ambientes de remanso e dieta onívora (ARANHA, 2000). Desta forma, estas espécies devem representar diferentes guildas de uso do habitat e/ou trófica e, portanto, diferentes estratégias bionômicas e adaptativas.

Neste sentido, o presente estudo tem por objetivo geral analisar a utilização sazonal do micro-hábitat e da dieta de jovens e adultos de quatro espécies coexistentes de Characiformes, *Deuterodon langei* Travassos, 1957, *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876), *Characidium lanei* Travassos, 1967 e *Hyphessobrycon griemi* Hoedeman, 1957 no rio Morato (Figura 1), e relacioná-las aos atributos morfológicos adaptativos. A hipótese geral deste trabalho é que cada uma dessas espécies, pertencendo a diferentes guildas, deve apresentar um conjunto de atributos específicos para o seu modo de vida, tanto no uso do micro-hábitat quanto na dieta.

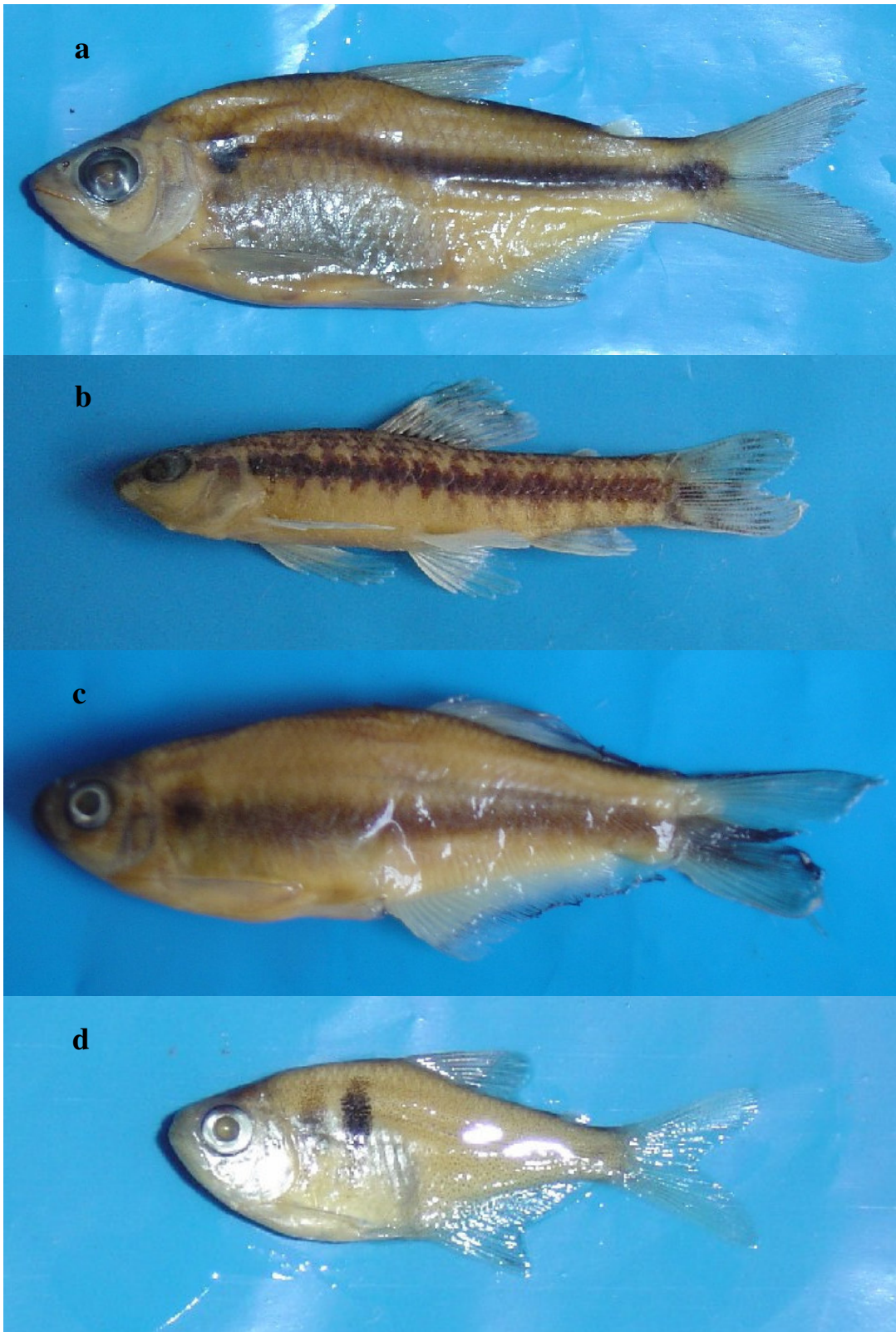


Figura 1: Fotos das espécies estudadas: a) *Deuterodon langei* CP: 66,2 mm; b) *Characidium lanei* CP: 38,1 mm; c) *Mimagoniastes microlepis* CP: 46,1 mm , e d) *Hyphessobrycon griemi* CP: 19,5 mm.

Assim, os objetivos específicos deste trabalho são:

- descrever o uso do meso-hábitat e do micro-hábitat de jovens e adultos de quatro espécies de Characiformes no rio Morato;
- analisar sazonalmente a dieta alimentar de jovens e adultos de quatro espécies de Characiformes no rio Morato;
- descrever as táticas alimentares empregadas por jovens e adultos de quatro espécies de Characiformes no rio Morato;
- estabelecer relações entre a morfologia e seus atributos com a dieta e o uso do micro-hábitat;
- avaliar o papel adaptativo de atributos morfológicos em relação às estratégias de uso do meso-hábitat, micro-hábitat e do recurso alimentar.

## DESCRIÇÃO DA ÁREA

O Rio Morato pertence à Bacia Costeira do Sudeste e está localizado na Área de Preservação Ambiental de Guaraqueçaba, porção norte do Estado do Paraná, 25°10'S; 48°18'O (Figura 2). Situado em um dos mais significativos remanescentes de Floresta Atlântica do país quanto ao estado de conservação, este rio nasce e atravessa a Reserva Natural Salto Morato, Reserva Particular do Patrimônio Natural de propriedade da Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. A formação vegetal na região das nascentes é a Floresta Ombrófila Densa Submontana e na planície a Floresta Ombrófila Densa Aluvial. Nesta Unidade de Conservação é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais conferindo alto grau de conservação a esta área.

O rio Morato é um rio relativamente curto, percorrendo cerca de 10 Km da sua nascente, entalhada na região montanhosa da vertente leste da Serra do Mar, atravessando a planície litorânea até sua foz com o Rio Guaraqueçaba, o qual deságua na região estuarina da Baía das Laranjeiras, porção norte do complexo da Baía de Paranaguá.

O trecho estudado é considerado um riacho de terceira ordem (SUGUIO & BIGARELLA, 1990), suas águas são cristalinas, pH levemente ácido, não sofrendo influência das marés. Aproximadamente dois Km de suas nascentes, há uma cachoeira com cerca de 130 m de altura, o Salto Morato. Suas águas correm em grande parte sob região sombreada, sobre um leito composto por areia, folhiço, matacões, pedras e argila. A profundidade varia de 20 cm a 1,5 m e sua largura varia de 2 a 10 m.

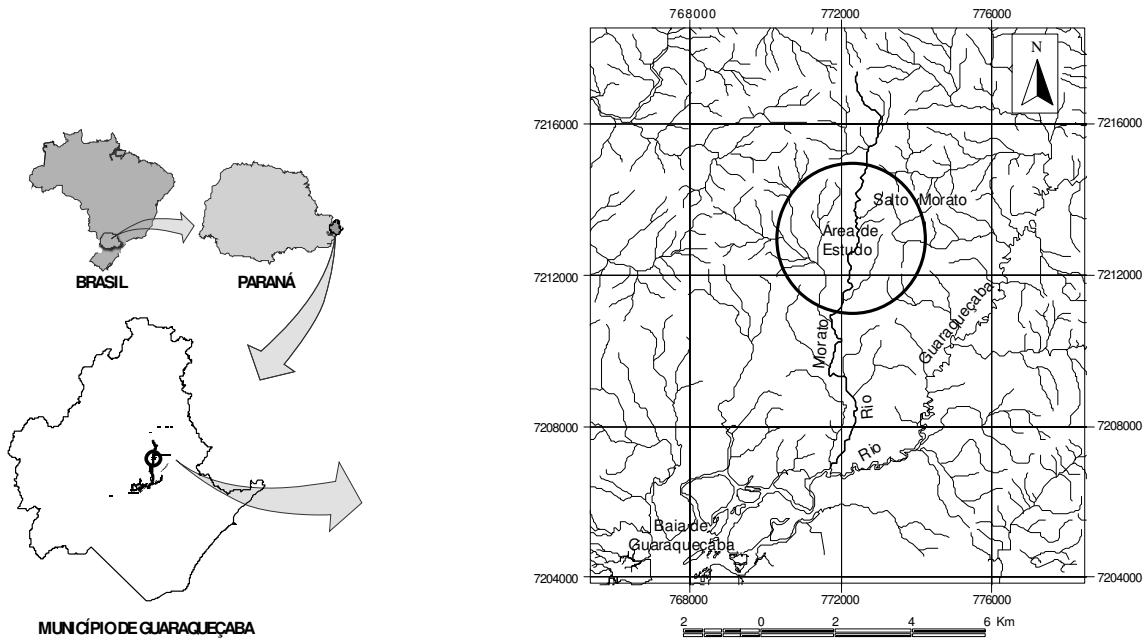


Figura 2: Localização do rio Morato, município de Guaraqueçaba, Estado do PR (25<sup>o</sup>10'S; 48<sup>o</sup>18'O).

## **METODOLOGIA DE COLETA DOS PEIXES**

A coleta dos peixes foi realizada mensalmente entre setembro de 1999 e agosto de 2000 em um trecho de aproximadamente 4 Km do rio Morato. Durante as coletas mensais, foram realizadas amostragens nos mais variados ambientes ao longo da área de estudo (*e.g.* corredeiras, remansos, rápidos). Em remansos e rápidos foram utilizadas redes de espera com malhas 1,5 e 2,5 cm entre nós consecutivos durante 48 horas de exposição, com despescas realizadas no início das manhãs e final da tarde. Em corredeiras e remansos com pouca profundidade (máximo 0,5 m), foi utilizada uma rede de arremesso, malha 1,0 cm, com 1,5 m de diâmetro. Para coletas em ambientes onde não era possível a utilização de redes de espera e para capturar exemplares de pequeno porte, foram realizadas coletas com peneiras de malha 0,5 cm nas margens que apresentavam vegetação submersa e uma rede com 2 mm de malha e 2 m de comprimento para realização de arrastões em remansos com profundidade de aproximadamente 1,5 m, bem como cercos em corredeiras com correnteza torrencial e pouca profundidade (0,2 m). Os peixes capturados foram fixados em formalina 10% imediatamente após a captura e transferidos para álcool 70% em laboratório, para posterior identificação e dissecação. Os exemplares foram identificados utilizando chaves de identificação e através de comparações com exemplares depositados no Museu de História Natural Capão da Imbuia (MHNCI) e no Laboratório de Ecologia de Rios da Universidade Federal do Paraná. Os espécimes-testemunho foram depositados no Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná sob os números DZUP-PX10 a DZUP-PX13.

## **CAPÍTULO I**

### **Uso do micro-hábitat em quatro espécies de Characiformes no rio Morato -**

#### **Guaraqueçaba, PR.**

### **ABSTRACT**

In the present paper we have analyzed seasonal changes of space distribution of younger and adults of four species of the Characiformes in one Atlantic Rainforest stream in the North of the coast of Paraná State. The samplers were collected between September 1999 and November 2003 using several techniques of fisheries during the first year and underwater observations during all the study. We collected 670 fishes and realized 75 hours of direct underwater observations. The spatial distribution was in agreement with the literature. However, we have observed some complementary patterns, using a methodology described by GORMAN & KARR (1978) adapted by ARANHA et al. (1998). The Morato river showed large heterogeneity of environments, with different fisiografical characteristics, and different exploration of the resources by the fishes. The four species, when foraging in the same activity period showed differential occupation in the water column, lateral position, water current or preferential substrate.

**KEY WORDS:** spatial occupation, partitioning resources, coastal stream fishes.

## RESUMO

No presente estudo foram analisadas mudanças sazonais na ocupação espacial de jovens e adultos de quatro espécies de Characiformes em um riacho de Floresta Atlântica, localizado no norte do litoral paranaense. A coleta de dados foi realizada entre setembro de 1999 e novembro de 2003 com a utilização de técnicas tradicionais de pesca durante o primeiro ano e observações subaquáticas diretas ao longo do período de estudo. Foram coletados 670 exemplares e realizadas 75 horas de observações subaquáticas. As distribuições espaciais corroboraram o descrito na literatura, porém, foram observados alguns padrões diferentes ou complementares às informações já existentes, devido à utilização da metodologia descrita por GORMAN & KARR (1978) adaptada por ARANHA et al. (1998). O rio Morato apresentou grande heterogeneidade de ambientes, com características fisiográficas distintas, possibilitando com que a utilização dos recursos pelas espécies fosse realizada de forma diferenciada. As quatro espécies estudadas, mesmo que possam ser observadas em atividade no mesmo período, demonstraram uma ocupação espacial diferenciada na utilização dos extratos da coluna d'água, posição lateral, correnteza e substrato preferencial.

**PALAVRAS-CHAVE:** ocupação espacial, partilha de recursos, peixes de riacho.

## INTRODUÇÃO

Grande parte dos estudos de distribuição espacial, principalmente os realizados em ambientes com elevada turbidez onde apenas é possível o emprego de técnicas tradicionais de coleta, versa sobre a escala do meso-habitat, ou seja, sobre a distribuição longitudinal e lateral das espécies ao longo das bacias hidrográficas (PENCZAK *et al.*, 1994; MAZZONI & IGLESIAS-RIOS, 2002; CASATTI, 2005). Mesmo em riachos com elevada transparência d'água, os primeiros estudos de ocupação espacial foram realizados através do emprego de métodos habituais e indiretos para obtenção de dados sobre os hábitos dos peixes (UIEDA, 1984; COSTA, 1987). Porém, muitas vezes os estudos apresentavam problemas metodológicos devido às dificuldades de captura nesses ambientes, ou problemas de interpretação, devido às dificuldades relacionadas à determinação acurada da posição do peixe no ambiente (RINCÓN, 1999). Nesses estudos, alguns aspectos na escala do micro-habitat, como a velocidade da água, profundidade, substrato preferencial e distribuição vertical, geralmente não foram abordados ou foram de forma muito subjetiva.

No estudo realizado por SAZIMA (1986), que combinou observações subaquáticas diretas com a utilização de apetrechos tradicionais de coleta em estudo comparativo entre as ictiofaunas de um recife de coral e de um rio do Pantanal do Mato Grosso, iniciou-se a utilização de observações diretas em ambientes aquáticos continentais. Baseados nesse estudo pioneiro, SABINO & CASTRO (1990) associaram as técnicas tradicionais com observações diretas para determinação da utilização do espaço e do comportamento alimentar em um riacho no litoral do Estado de São Paulo, a fim de se testar a eficácia

dessa combinação, concluindo que as observações diretas foram decisivas para elaboração do trabalho, devido às dificuldades de se utilizar apetrechos tradicionais de pesca em um ambiente de leito pedregoso, forte correnteza e elevada transparência. UIEDA & UIEDA (2001) compararam a utilização dos mesmos métodos e concluíram que em ambientes de elevada transparência da água, é apropriado o emprego de diferentes métodos de estudo, inclusive observações diretas, a fim de reduzir as falhas impostas pelas metodologias de coleta.

Contudo, a coleta de dados através de observações subaquáticas diretas pode gerar problemas de subjetividade dos resultados imposta pelo observador. A fim de se reduzir a subjetividade e quantificar os resultados, foi empregada a metodologia descrita por ARANHA *et al.* (1998), baseado em GORMAN & KARR (1978) e GORMAN (1988), a qual quantifica os resultados das observações, auxiliando na interpretação dos resultados obtidos.

Neste capítulo, apresentaremos os resultados quantitativos e qualitativos das investigações realizadas, sobre a utilização do meso e micro-hábitat por jovens e adultos de quatro espécies coexistentes de Characiformes, *Deuterodon langei* Travassos, 1957, *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876), *Characidium lanei* Travassos, 1967 e *Hyphessobrycon griemi* Hoedeman, 1957 no rio Morato.

## METODOLOGIA

A definição da utilização do meso-habitat e micro-habitat preferenciais de jovens e adultos de cada espécie em estudo foi definida através dos ambientes em que os exemplares foram coletados com apetrechos tradicionais de pesca, dos resultados das observações subaquáticas *ad libitum* e da análise dos resultados obtidos através da metodologia proposta por GORMAN & KARR (1978) adaptada por ARANHA *et al.* (1998).

A coleta dos peixes foi realizada mensalmente entre agosto de 1999 e setembro de 2000 em um trecho de aproximadamente 4 Km do rio Morato. Foram utilizadas 9 redes de espera com 10 m de comprimento por 1,5 m de altura com malhas 1,5, 2,5 e 3,5 cm entre nós consecutivos. As redes permaneceram armadas durante 48 horas e as despescas foram realizadas no início das manhãs. Durante as tardes, utilizando uma rede com 2 m de comprimento, 1,5 m de altura e 2 mm de malha, foram realizados 8 arrastões ao longo de 5 m em remansos com duração total de 1 hora e 4 cercos em corredeiras onde o fundo era revirado ao longo de três metros à montante da rede, além de coletas com tarrafa malha 1,5 cm e peneiras.

As observações subaquáticas foram realizadas com o auxílio de máscara e *snorkel* segundo três técnicas: *ad libitum* e animal-focal, ambas descritas em (SABINO, 1999) e conforme metodologia descrita por GORMAN & KARR (1978) adaptada por ARANHA *et al.* (1998). Para as observações *ad libitum* e animal-focal, foram realizados dois mergulhos de uma hora e meia de duração por fase de campo durante as fases mensais entre 1999 e 2001, e um mergulho de uma hora e meia durante seis fases trimestrais entre maio de 2002 e novembro de 2003. Os mergulhos foram realizados em horários variados,

inclusive à noite, com auxílio de lanterna estanque. Durante as observações, foram registrados em placa de PVC dados referentes ao período de atividade das espécies (diurno ou noturno), ao posicionamento longitudinal (corredeira, remansos, rápidos), ao posicionamento lateral (margem: até 1 m; ou canal: mais de 1 m), ao posicionamento vertical (superior, médio, inferior ou fundo), à profundidade média (medida em cm), ao tipo de substrato preferencial (areia, cascalho, matacões, pedras ou folhiço) e cobertura (sombreado, parcialmente sombreado e sem sombreamento). A velocidade de corrente, foi medida com auxílio de um Tubo de *Pitot* (sendo considerada correnteza ausente - 0 m/s; lenta - 0,01 a 0,25 m/s; moderada - 0,26 a 0,50 m/s; rápida - 0,51 a 0,75 m/s; e torrencial acima de 0,76 m/s. Os principais ambientes encontrados ao longo do trecho estudado foram fotografados, descritos e esquematizados através de perfis.

Após a definição do período de atividade e do microhabitat preferencial, através das observações *ad libitum* e animal-focal, foi montado um *gride* em um trecho do rio Morato que continha os diversos micro-hábitats utilizados pelas quatro espécies, visando a coleta de dados quantitativa a respeito das variáveis analisadas. O *gride* foi formado por dez transecções de cordas, distantes cinco metros entre si. As cordas continham marcas a cada oitenta centímetros para realização das contagens dos peixes observados e caracterização do ambiente, conforme metodologia descrita por GORMAN & KARR (1978) adaptada por ARANHA *et al.* (1998) (Figura 3). Em cada marca, foram realizadas observações com duração de seis minutos, onde o número de exemplares jovens e adultos de cada espécie em estudo foi contado e anotado. A determinação do grau de desenvolvimento, jovem (imaturo) e adulto (em maturação, maduro ou desovado), foi estimada através do comprimento médio de primeira maturação gonadal disponível na

literatura para cada espécie. Quando necessário, o exemplar foi capturado com auxílio de puçá conforme descrito por UEDA & CASTRO (1999) para confirmação taxonômica e determinação do grau de desenvolvimento gonadal. Após as observações para contagem dos exemplares, cada marca foi caracterizada quanto às seguintes variáveis ambientais: posicionamento lateral, posicionamento vertical, profundidade, substrato predominante, velocidade da correnteza e cobertura. Cada variável analisada foi separada em categorias: posicionamento lateral ou horizontal (M: até 1 m da margem, C: distante mais de 1 m da margem); posicionamento vertical (S: superior, M: médio, I: inferior, F: fundo); profundidade (1: de 0 a 20 cm, 2: de 21 a 40 cm, 3: de 41 a 60 cm e 4: de 61 a 80 cm); tipo de substrato predominante (1: areia, 2: cascalho 3: matacões, 4: pedras, 5: folhiço); velocidade da correnteza determinada com auxílio de um Tubo de *Pitot* (1: ausente, 2: lenta, 3: moderada, 4: rápida); e cobertura ou sombreamento (1: sem sombreamento, 2 parcialmente sombreado, 3: sombreado).

Aos resultados foi aplicado o teste do Chi-quadrado para comparação entre a frequência esperada e utilizada de cada categoria. Com as frequências observadas foi calculado o Índice de Eletividade de Ivlev (KREBS, 1989), onde a total utilização de um recurso assume valor igual a 1, a não utilização assume valor igual a -1 e a ausência de preferência assume valor igual a 0.

#### Índice Eletividade de Ivlev (I)

$$I = (U-A)/(U+A) \text{ onde,}$$

U: frequência observada ou utilizada

A: frequência esperada ou disponível

## RESULTADOS

Foram realizadas 75 horas de observações subaquáticas diretas sendo 30 horas segundo método *ad libitum*, com 20 horas de observações diurnas e 10 horas de observações noturnas, 15 horas de observação método animal-focal e 30 horas segundo metodologia descrita por GORMAN & KARR (1978) adaptada por ARANHA *et al.* (1998).

O rio Morato, ao longo do trecho estudado, é sombreado ao longo do dia na sua maior parte, a profundidade varia entre 20 centímetros e 2 metros e a largura entre 2 e 10 metros. A velocidade da correnteza varia de lenta a torrencial e o substrato é composto por pedras, matacões, cascalho, areia e folhiço. Logo a jusante do Salto Morato, o fundo do rio é composto por pedras, a profundidade é de 2 metros e as águas são turbulentas.

A partir deste ponto, foram identificados seis tipos de ambientes característicos quanto às variáveis abióticas analisadas. O ambiente A caracterizou-se por correnteza lenta, pouca profundidade e fundo areno-rochoso, o ambiente B por correnteza elevada, grande profundidade e fundo areno-rochoso, enquanto que os ambientes C e D caracterizaram-se por apresentar correnteza moderada e fundo rochoso, porém o ambiente C com profundidade média de 20 cm, e D com profundidade média de 1,5 metros. Os ambientes E e F possuem correnteza lenta e fundo predominantemente arenoso, o primeiro com profundidade média de 1,5 metros e o último com profundidade média de 0,5 metros (Figura 4).

Nesses ambientes, foram coletados, com auxílio de apetrechos tradicionais de pesca, 670 exemplares, sendo 281 *M. microlepis*, 263 *D. langei*, 93 *C. lanei* e 33 *H. griemi*. Após as coletas e observações diretas, constatou-se que a distribuição

longitudinal de *C. lanei* foi a mais abrangente, tendo sido observada em todos os ambientes, *D. langei* foi registrada nos mesmos trechos com exceção do ambiente A. *M. microlepis* foi registrada nos ambientes C, D, E e F, porém no ambiente C, devido às correntezas torrenciais, só foi observado nas margens. *H. griemi* foi a espécie menos abrangente, apenas registrada no ambiente F.

Foram obtidos dados das ocupações espaciais baseados em observações realizadas em 85 transecções, contendo 350 pontos e um total de 2462 peixes observados (Figura 5). Os micro-ambientes mais freqüentes nas transecções foram os pontos no canal com sombreamento, profundidade entre 21 e 40 cm, substrato de matações e velocidade da correnteza lenta (0 a 0,25 m/s<sup>2</sup>).

Quanto ao segundo componente do meso-hábitat, a posição horizontal ou lateral, foram observadas ocupações distintas entre as espécies. Jovens e adultos de *D. langei* ocuparam o canal, *C. lanei* ocupou margem e canal indistintamente e *M. microlepis* e *H. griemi* ocuparam as margens. A única espécie que apresentou ocupação diferenciada para jovens e adultos foi *D. langei*, onde apenas os adultos evitaram as margens (Figura 6).

Quanto ao uso do micro-hábitat, jovens e adultos de *D. langei* foram observados em agrupamentos na porção inferior da coluna d'água, os adultos ocupando predominantemente áreas sombreadas do rio Morato. Jovens e adultos dessa espécie ocuparam locais com profundidade variando de 21 a 80 cm, correnteza lenta a moderada e fundo de cascalho. Quanto ao período de atividade, esta espécie apresentou hábitos diurnos com maior atividade crepuscular. Durante a noite permaneceram junto ao fundo, protegidos da correnteza por pedras ou em remansos sobre o folhiço.

Jovens e adultos de *M. microlepis* ocuparam as margens do rio com presença de sombreamento. Os jovens ocuparam o trecho superior da coluna d'água, enquanto os adultos, embora freqüentemente subissem para capturar alimento, retornavam ao trecho médio onde permaneciam a maior parte do tempo. Não foram observadas investidas no fundo por esta espécie. A profundidade não influenciou a distribuição dos jovens, porém os adultos ocorreram predominantemente em profundidades entre 41 e 60 cm. Os jovens dessa espécie ocuparam áreas de substrato formado por areia, cascalho e folhiço e os adultos por folhiço, ambas em áreas sem correnteza (Figura 7).

Adultos de *C. lanei* ocuparam o fundo em micro-ambientes com profundidade entre 41 e 60 cm e substrato composto por folhiço. Exemplares jovens foram pouco observados, pois ocupam o fundo em fendas de rochas ou embaixo do folhiço (Figura 8).

Jovens e adultos de *H. griemi* apresentaram o mesmo comportamento quanto à utilização do ambiente, ocorreram no trecho médio da coluna d'água em ambientes com profundidade entre 21 e 40 cm, nas margens com sombreamento, ausência de correnteza e fundo de folhiço (Figura 9).

## DISCUSSÃO

A conjugação das metodologias nesse tipo de ambiente favorece a coleta de dados sobre ocupação espacial, principalmente as observações diretas. Entretanto deve-se levar em consideração que a presença de um observador pode causar modificações na utilização do ambiente pelos peixes. No presente estudo, constatou-se durante as observações nas transecções, onde o observador permanecia há cerca de 2 metros dos peixes, a utilização do extrato inferior da coluna d'água, ou até mesmo do fundo, pelos peixes próximos ao observador. Após alguns minutos, a presença do mergulhador não interferia no comportamento dos peixes observados, e os estratos superiores voltavam a ser ocupados. Durante a determinação do período de atividade, esta influência foi muito maior, pois durante as observações noturnas com auxílio de lanterna estanque e filtro vermelho, apesar das espécies estudadas não apresentarem hábitos noturnos, a luz interferiu significativamente no comportamento das demais espécies da assembléia.

A introdução de um componente quantitativo foi uma ferramenta eficaz para confirmar o que as coletas e observações diretas *ad libitum* indicaram, e em determinados casos orientaram a interpretação de alguns padrões. *D. langei* nas observações *ad libitum* evitaram as margens, portanto deveriam ocupar áreas sem sombra. No entanto, com as quantificações, esta espécie, mesmo evitando as margens demonstrou preferência por áreas sombreadas. Essa mesma espécie, nas observações *ad libitum*, demonstrou ocupar o ambiente indistintamente quanto à profundidade. Apesar desse comportamento ter sido verdadeiro, as quantificações demonstraram a preferência por ambientes mais profundos.

O número de indivíduos observados demonstra a dominância da espécie *D.langei* no trecho estudado, porém quando comparada com as demais espécies, é a de maior porte, muito ativa e com ocupação em locais de fácil observação, podendo ter sido super amostrada. As baixas frequências nas observações e nas coletas de exemplares jovens de *C. lanei* e de exemplares jovens e adultos de *H. griemi* sugerem hábitos mais complexos. Acreditamos que jovens de *C. lanei* se abriguem entre matacões ou sob o folhiço, dificultando as observações e coletas e que *H. griemi* possua populações reduzidas naturalmente, pois o micro-habitat utilizado não ocorre com frequência nas margens do rio, e talvez por sofrerem com a influência das desestruturações, causadas por variações no nível do rio. Esta espécie ocupa as margens de ambientes com pouca profundidade e sem correnteza que, durante o aumento da vazão e conseqüentemente do nível do rio, desaparecem temporariamente, fazendo com que as espécies que viviam anteriormente nesses ambientes ocupem o canal ou regiões alagadas nos trechos inferiores da bacia. Durante as secas, ocorre o oposto: a vazão diminui e, com o nível do rio muito baixo, os ambientes marginais se transformam em poças sem comunicação com o canal principal, não permitindo a sobrevivência desses peixes. ARANHA (2000) observou *H. griemi* em dois rios litorâneos do Paraná, considerando esta espécie como constante, porém de pouca abundância.

Em geral, as distribuições espaciais encontradas para as espécies estudadas corroboraram trabalhos anteriormente realizados (COSTA, 1987; ARANHA *et al.*, 1998; FOGAÇA *et al.*, 2003). Porém, foram observados alguns padrões diferentes ou complementares às informações já existentes.

Quanto à posição horizontal, não foram observadas ocupações distintas entre as espécies. *H. griemi* e *M. microlepis* ocuparam as margens, *C. lanei* ocupou indistintamente margem e canal, e adultos de *D. langei* apresentaram preferência pelo canal. Apesar de ser reconhecida a importância do habitat marginal para larvas e jovens (UIEDA, 1984; GORMAN, 1988; SABINO & CASTRO, 1990), este comportamento deve ser predominante para outras espécies e em ambientes em que a vegetação ripária seja mais abundante. No rio Morato, em condições naturais, existe pouca vegetação submersa que proporcione abrigo para jovens nas margens, a não ser quando o rio atravessa uma área alterada, ocupada por uma gramínea do gênero *Brachiaria* que proporciona abrigo para os peixes.

Quanto à posição vertical, as espécies de coluna d'água, *D. langei* e *H. griemi*, apresentaram comportamento similar por permanecerem em trechos inferiores da coluna d'água, principalmente em ambientes rasos, onde a ocupação de trechos superiores aumentaria a vulnerabilidade à predação, devido à alta transparência da água. Nas ocasiões onde a turbidez da água aumentava devido às chuvas, observou-se o oposto, ou seja, a tendência de ocupação dos estratos superiores pelas espécies de coluna d'água, provavelmente pelo aumento de *drift* trazidos pelas chuvas e pela diminuição do risco por predadores. Neste estudo, apenas foi observado ocupação diferencial entre jovens e adultos, para *M. microlepis*, onde jovens ocuparam o trecho superior e adultos, o trecho médio da coluna d'água. UIEDA & UIEDA (2001) descrevem comportamento similar para *D. pedri*, onde indivíduos de pequeno porte ocuparam o trecho médio e os maiores, o trecho inferior. Tal comportamento não foi observado em *D. langei*, a espécie do mesmo gênero que ocorre no rio Morato. Segundo ARANHA *et. al.* (1998), *D. langei* utiliza o

fundo em locais profundos, porém neste estudo esta espécie ocupou o terço inferior da coluna d'água em ambientes rasos (0,5m), e o terço médio e superior em ambientes com mais de 1 metro de profundidade, utilizando o fundo apenas no período noturno.

Nossas observações com *C. lanei* corroboram o descrito para *C. cf. fasciatum* por UIEDA (1984), em que esta espécie ocupa porções superiores da coluna d'água em ambientes com vegetação marginal submersa. Porém, na ausência de vegetação, o comportamento observado foi o de utilização do fundo, apoiado sobre as nadadeiras peitorais.

As espécies estudadas utilizaram o ambiente diferenciadamente com relação a duas características altamente correlacionadas, a correnteza e substrato. *H. griemi* e *M. microlepis* ocorreram em ambientes com correnteza ausente e fundo de folhiço, *C. lanei* ocorreu em todos os ambientes, desde águas turbulentas até remansos sem correnteza. Segundo ARANHA *et al.* (1998), *D. langei* ocupou áreas com correnteza moderada e rápida, mas em nossas observações esta espécie ocupou, com maiores frequências, áreas com correnteza lenta e moderada.

O rio Morato apresentou grande heterogeneidade de ambientes, com características fisiográficas distintas, possibilitando que a utilização dos recursos pelas espécies fosse realizada de forma diferenciada. As espécies estudadas, mesmo que possam ser observados em atividade no mesmo período e ambiente, demonstraram uma ocupação espacial diferenciada, na utilização dos extratos da coluna d'água, posição lateral, correnteza e substrato preferencial.

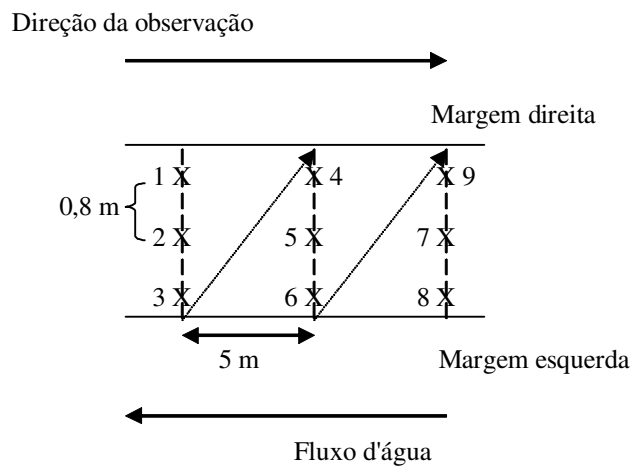
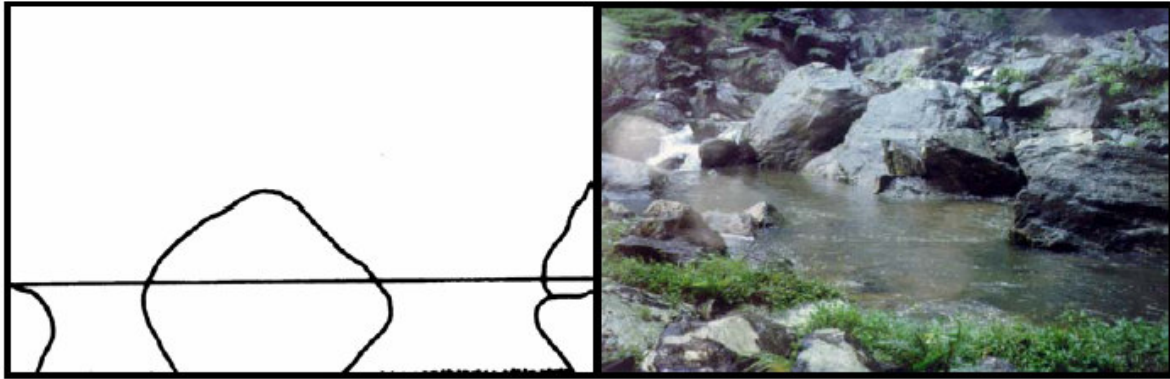
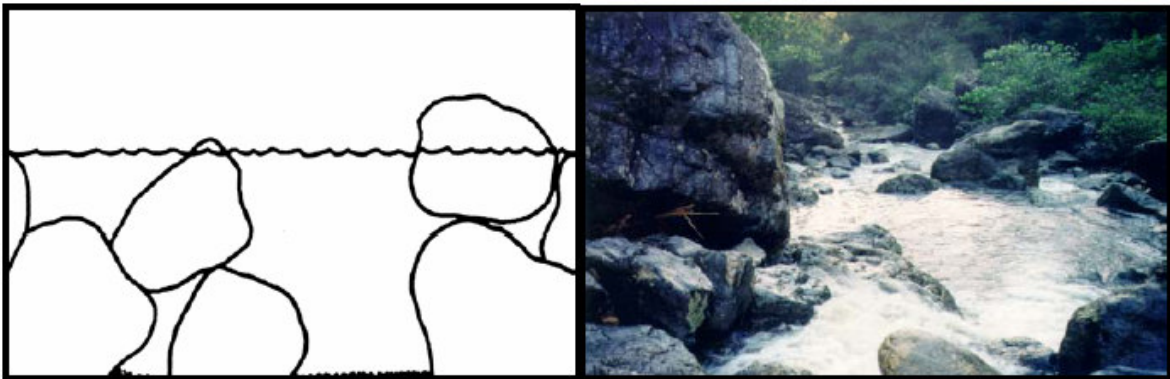


Figura 3: Esquema das transecções e pontos de observação para coleta de dados sobre o uso do micro-habitat, baseado na metodologia proposta por GORMAN & KARR (1978) adaptada por ARANHA *et al.* (1998).



Ambiente A: Tipo: remanso; Profundidade: 0,5 m; Correnteza: lenta; Substrato: pedras/cascalho



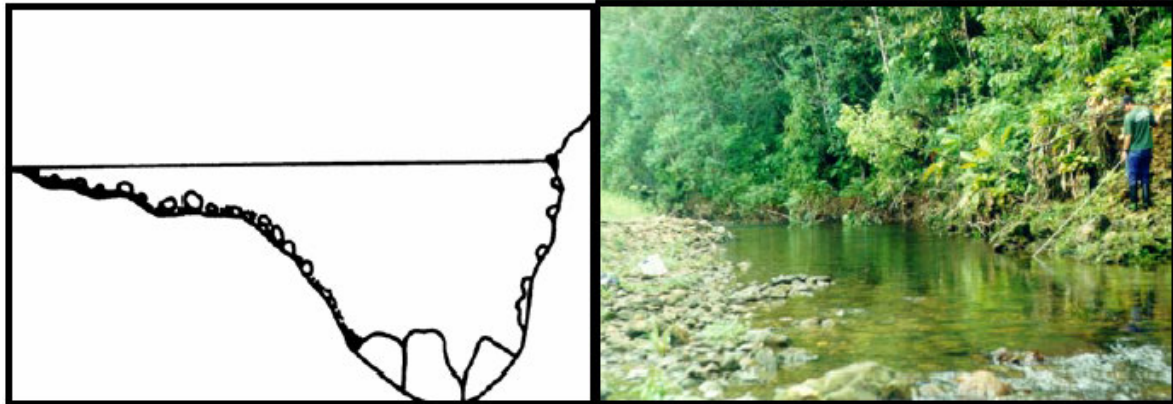
Ambiente B: Tipo: corredeira; Profundidade: 1,5 m; Correnteza: rápida; Substrato: pedras



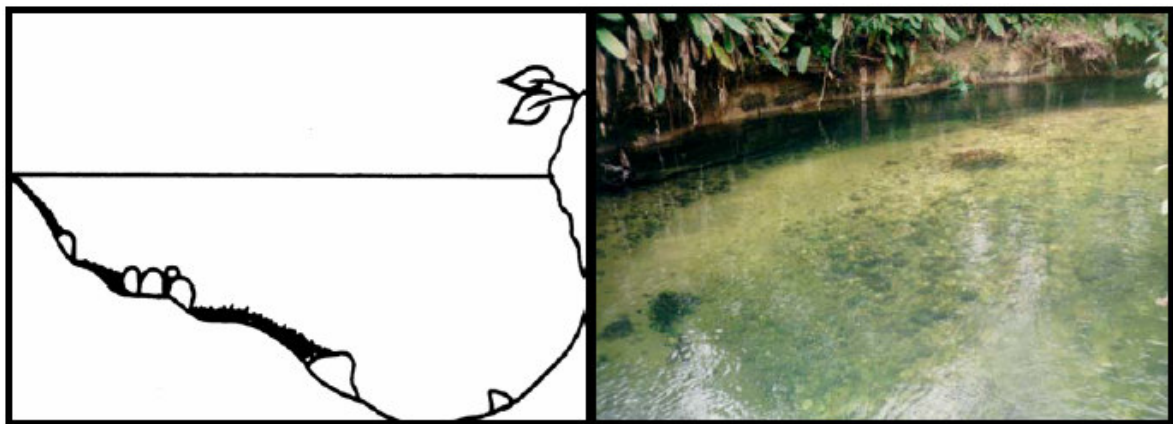
Ambiente C: Tipo: corredeira; Profundidade: 0,2 m; Correnteza: torrencial; Substrato: matacões/pedras

Figura 4: Representação dos perfis e fotos dos ambientes de A a F e principais características físicas quanto ao tipo de ambiente, profundidade e correnteza média e tipo de substrato predominante.

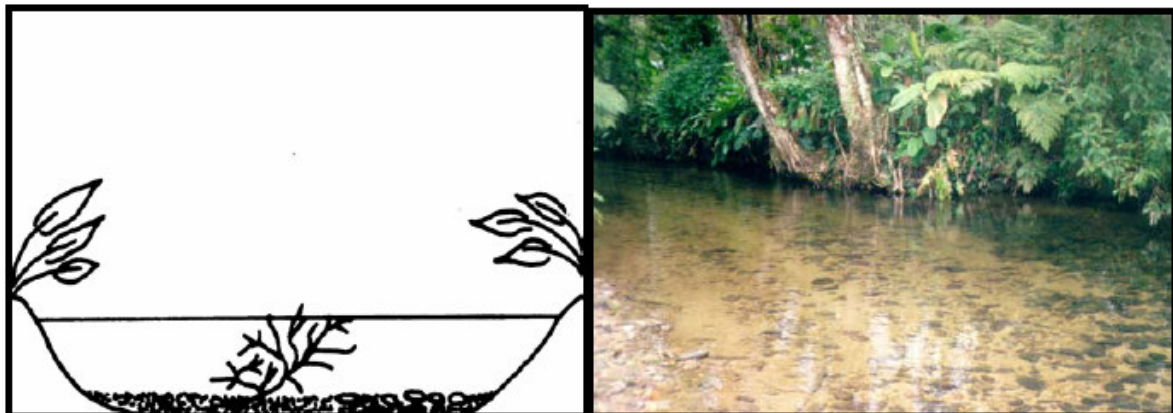
(continua...)



Ambiente D: Tipo:poço; Profundidade:1,5 m; Correnteza: lenta; Substrato: matacões/pedras



Ambiente E: Tipo: poço; Profundidade: 1,5 m; Correnteza: lenta; Substrato: areia/folhiço



Ambiente F: Tipo: rápido; Profundidade: 0,5 m; Correnteza: moderada; Substrato: areia/cascalho

Figura 4: (continuação...) Representação dos perfis e fotos dos ambientes de A a F e principais características físicas quanto ao tipo de ambiente, profundidade e correnteza média e tipo de substrato predominante.

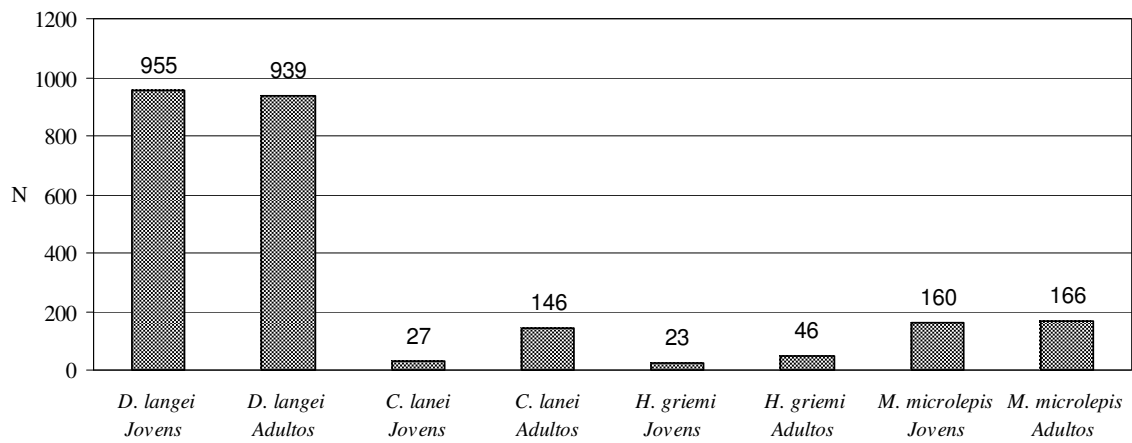


Figura 5: Número absoluto de jovens e adultos observados por espécie nos 350 pontos ao longo do período de estudo segundo metodologia proposta por GORMAN & KARR (1978) adaptada por ARANHA *et al.* (1998).

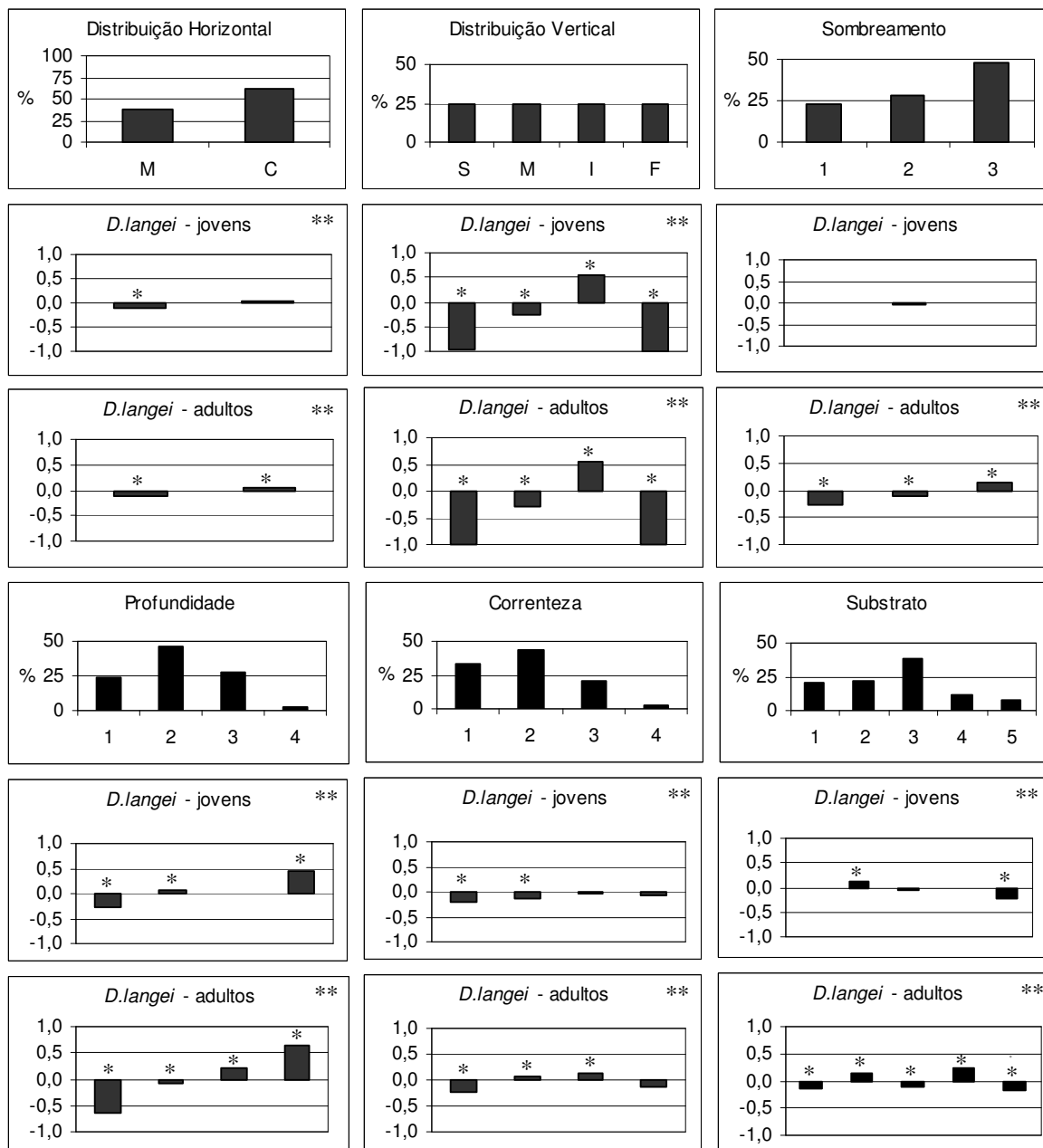


Figura 6: Representação das freqüências das categorias para cada variável ambiental e representação gráfica dos valores obtidos pelo Índice de Ivlev para jovens e adultos de *Deuterodon langei* para cada categoria de cada variável (N = 85 transecções contendo 350 pontos): Distribuição Horizontal (M: margem; C: canal); Distribuição Vertical (S: superior; M: médio; I: inferior; F: fundo); Sombreamento (1: sem sombreamento; 2 parcialmente sombreado; 3: sombreado); Profundidade (1: 0 a 20 cm; 2: 21 a 40 cm; 3: 41 a 60 cm; 4: 61 a 80 cm); Correnteza (1: ausente; 2: lenta; 3: moderada; 4: rápida); Substrato (1: areia; 2: cascalho; 3: matacões; 4: pedras; 5: folhiço); \* diferença significativa na utilização da categoria; \*\* diferença significativa na utilização da variável.

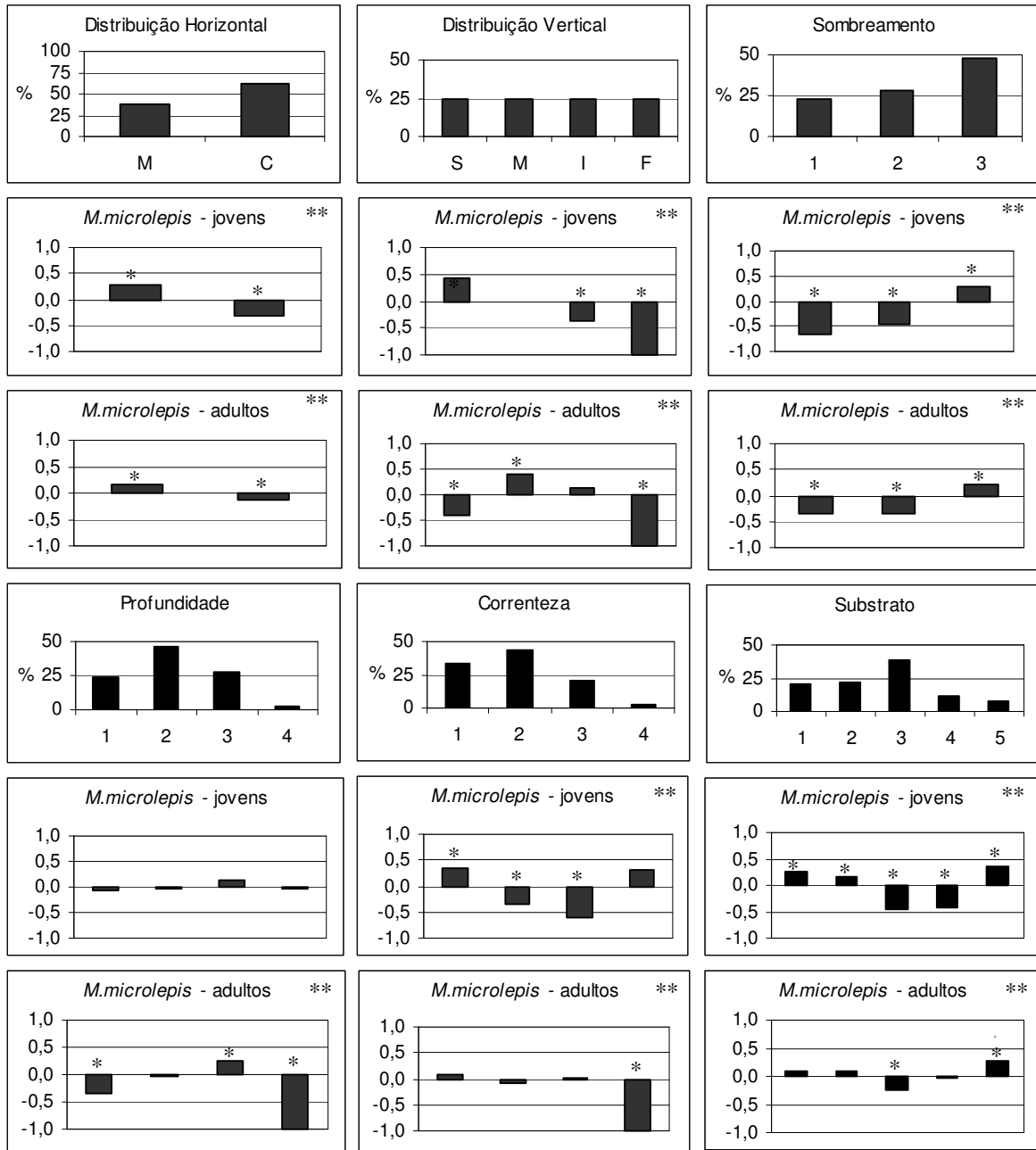


Figura 7: Representação das freqüências das categorias para cada variável ambiental e representação gráfica dos valores obtidos pelo Índice de Ivlev para jovens e adultos de *Mimagoniates microlepis* para cada categoria de cada variável (N = 85 transecções contendo 350 pontos): Distribuição Horizontal (M: margem; C: canal); Distribuição Vertical (S: superior; M: médio; I: inferior; F: fundo); Sombreamento (1: sem sombreamento; 2 parcialmente sombreado; 3: sombreado); Profundidade (1: 0 a 20 cm; 2: 21 a 40 cm; 3: 41 a 60 cm; 4: 61 a 80 cm); Correnteza (1: ausente; 2: lenta; 3: moderada; 4: rápida); Substrato (1: areia; 2: cascalho; 3: matacões; 4: pedras; 5: folhiço); \* diferença significativa na utilização da categoria; \*\* diferença significativa na utilização da variável.

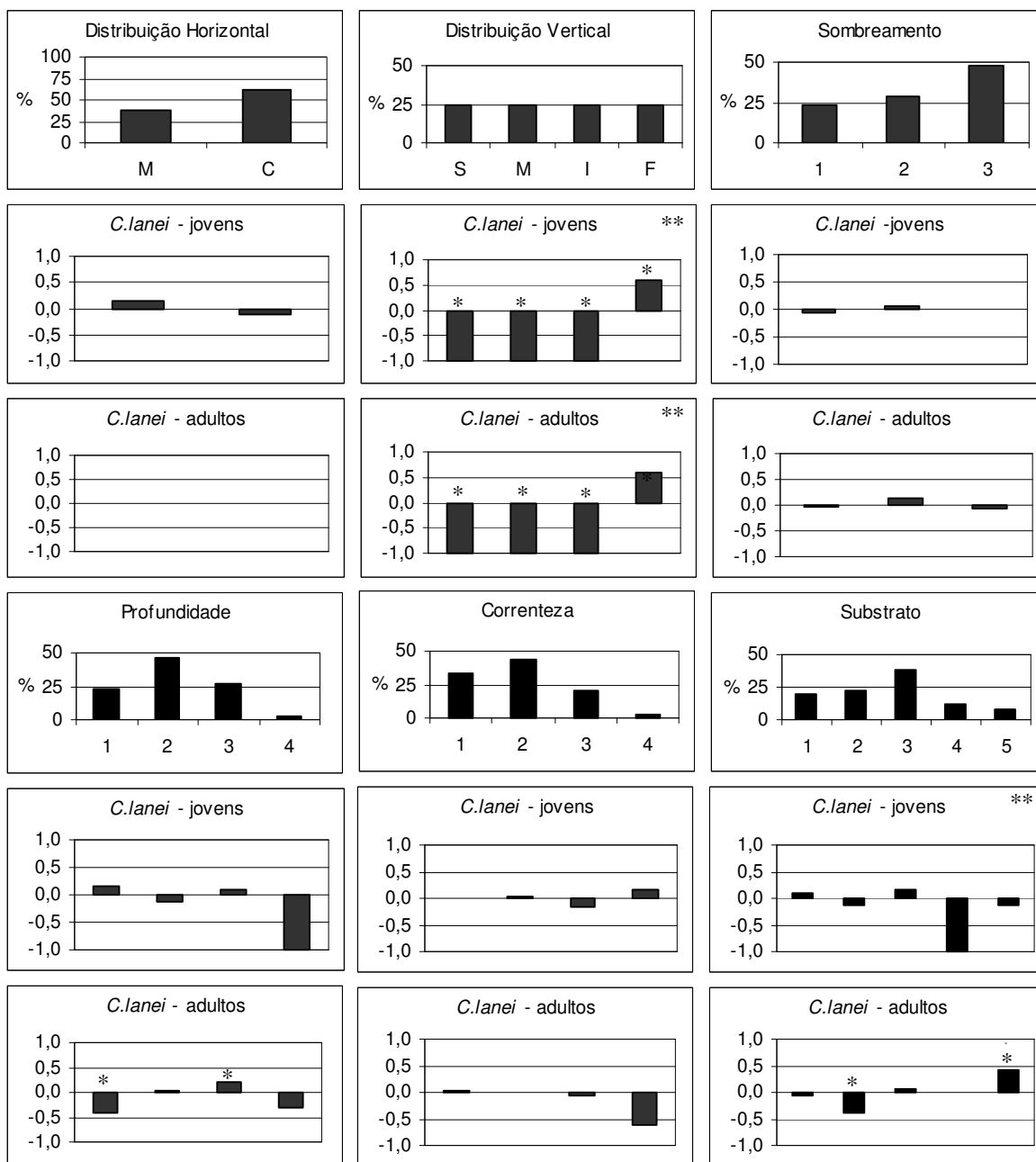


Figura 8: Representação das frequências das categorias para cada variável ambiental e representação gráfica dos valores obtidos pelo Índice de Ivlev para jovens e adultos de *Characidium lanei* para cada categoria de cada variável (N = 85 transecções contendo 350 pontos): Distribuição Horizontal (M: margem; C: canal); Distribuição Vertical (S: superior; M: médio; I: inferior; F: fundo); Sombreamento (1: sem sombreamento; 2: parcialmente sombreado; 3: sombreado); Profundidade (1: 0 a 20 cm; 2: 21 a 40 cm; 3: 41 a 60 cm; 4: 61 a 80 cm); Correnteza (1: ausente; 2: lenta; 3: moderada; 4: rápida); Substrato (1: areia; 2: cascalho; 3: matacões; 4: pedras; 5: folhiço); \* diferença significativa na utilização da categoria; \*\* diferença significativa na utilização da variável.

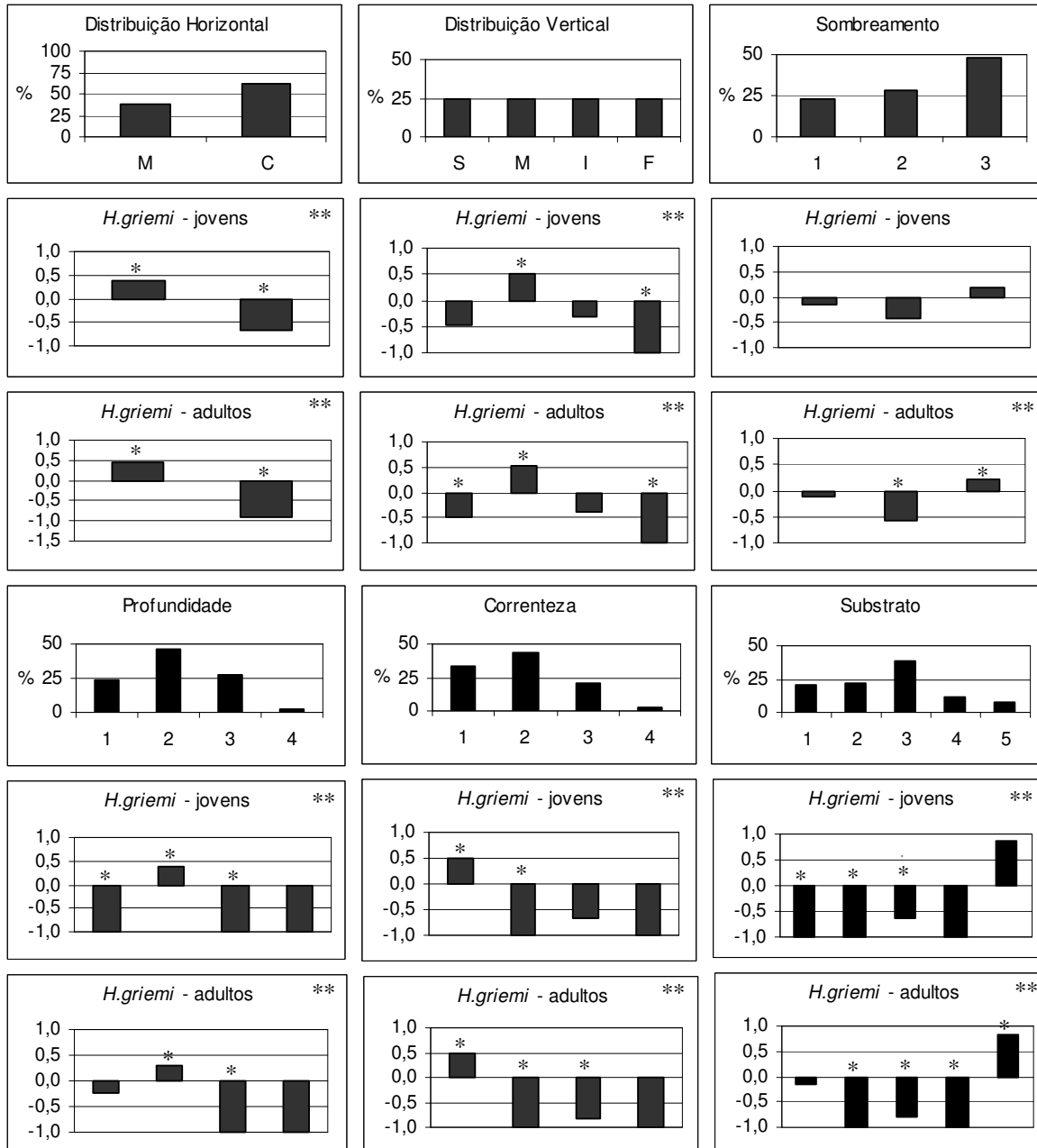


Figura 9: Representação das freqüências das categorias para cada variável ambiental e representação gráfica dos valores obtidos pelo Índice de Ivlev para jovens e adultos de *Hypheosbrycon griemi* para cada categoria de cada variável (N = 85 transecções contendo 350 pontos): Distribuição Horizontal (M: margem; C: canal); Distribuição Vertical (S: superior; M: médio; I: inferior; F: fundo); Sombreamento (1: sem sombreamento; 2: parcialmente sombreado; 3: sombreado); Profundidade (1: 0 a 20 cm; 2: 21 a 40 cm; 3: 41 a 60 cm; 4: 61 a 80 cm); Correnteza (1: ausente; 2: lenta; 3: moderada; 4: rápida); Substrato (1: areia; 2: cascalho; 3: matacões; 4: pedras; 5: folhiço); \* diferença significativa na utilização da categoria; \*\* diferença significativa na utilização da variável.

## CAPÍTULO II

### **Alimentação de quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil.**

#### **ABSTRACT**

In the present study we analyzed seasonal changes in the diet, feeding behavior and food resources partitioning of younger and adults of four species of the Characiforms in the Atlantic Rainforest stream in the North of the coast of Paraná State. The samplers were collected monthly between August 1999 and September 2000 with several techniques of fisheries and underwater observations. In general, young fishes showed superior percents of full stomachs than adults. *Deuterodon langei* Travassos, 1957 was considered omnivorous with a tendency to herbivory, *Characidium lanei* Travassos, 1967 was considered insectivore with a tendency to larvofagy, *Hyphessobrycon griemi* Hoedeman, 1957 like omnivorous, and *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876) was considered as insectivore with predominance of alochtonous insects. There were observed just quantitative variations during the seasons related with floods and strong winds, among other factors. Young and adults of the four species showed low selectivity and high opportunism in selecting food. The high frequencies of detected alochtonous contents suggested the importance of the marginal vegetation in their diet, so being essential for the balance of this environmental and for the preservation of these communities.

**KEY WORDS:** coastal stream fishes, diet, feeding behavior, food partitioning.

## RESUMO

No presente estudo foram analisadas mudanças sazonais na dieta, comportamento alimentar e partilha de recursos de jovens e adultos de quatro espécies de Characiformes em um riacho de Floresta Atlântica, localizado no norte do litoral paranaense. As coletas foram realizadas mensalmente entre agosto de 1999 e setembro de 2000 com a utilização de técnicas tradicionais de pesca e observações subaquáticas diretas. A análise da dieta foi realizada através do método de frequência de ocorrência. Em geral, exemplares jovens apresentaram frequências de estômagos repletos superiores aos adultos. *Deuterodon langei* Travassos, 1957 foi considerado onívoro com tendência à herbivoria, *Characidium lanei* Travassos, 1967 foi considerado insetívoro aquático com tendência à larvofagia, *Hyphessobrycon griemi* Hoedeman, 1957 como onívoro, e *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876) foi considerado insetívoro com predominância de insetos alóctones na dieta. Jovens e adultos das quatro espécies apresentaram baixa seletividade e alto oportunismo na obtenção de alimento. As altas frequências de itens alóctones encontradas na dieta demonstraram a importância da vegetação marginal como fonte de recursos, sendo fundamental para o equilíbrio desses ecossistemas e manutenção dessas comunidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** comportamento alimentar, dieta, partilha de recursos, peixes de riacho.

## INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos mais importantes aspectos da bionomia das espécies, interferindo diretamente na estrutura e composição de populações. O conhecimento da dieta, táticas alimentares e estrutura trófica são fundamentais para a compreensão da dinâmica das comunidades e para conservação dos ecossistemas como um todo.

Estudos sobre alimentação versam principalmente sobre a estrutura trófica de assembléias e partilha de recursos entre determinadas espécies de um mesmo local (*e.g.* ARCIFA, *et al.* 1991; ARANHA *et al.*, 1998; RESENDE, 2000; HAHN *et al.*, 2004), sobre a dieta das espécies (*e.g.* VILELLA *et al.*, 2002; LAMPERT *et al.*, 2003), sobre táticas alimentares (*e.g.* SAZIMA, 1986; COSTA, 1987; SABINO & ZUANON, 1998) e sobre variações ontogenéticas na dieta de uma espécie (*e.g.* VITULE & ARANHA, 2002).

LOWE-MCCONNELL (1987) postula que, em geral, peixes de regiões tropicais não apresentam especializações tróficas, modificam sua dieta conforme o crescimento, mudanças de biótopo ou de acordo com flutuações estacionais. Esta sazonalidade é induzida principalmente por mudanças no nível d'água que afetam o habitat e conseqüentemente a disponibilidade de alimento (WINEMILLER & JEPSEN, 1998; ARANHA *et al.*, 2000). Mesmo considerando que a ação desestabilizadora de fatores físicos do ambiente passam a manter as populações abaixo da capacidade suporte do meio, diminuindo a competição por alimento (WIENS, 1977). Ainda assim, alguns autores acreditam que a partilha de recursos nestes ambientes é um importante fator

ecológico para redução da competição entre as espécies, permitindo sua coexistência (e.g. ARANHA *et al.*, 1998).

Este trabalho teve como objetivo analisar sazonalmente o grau de repleção, dieta, comportamento alimentar e a partilha de recursos, de jovens e adultos de *Deuterodon langei* Travassos, 1957, *Mimagoniates microlepis* (Steindachner, 1876), *Characidium lanei* Travassos, 1967 e *Hyphessobrycon griemi* Hoedeman, 1957 no rio Morato.

## METODOLOGIA

O estudo da alimentação foi realizado através da determinação do Grau de Repleção, da análise dos conteúdos estomacais e da descrição das táticas alimentares de jovens e adultos das quatro espécies em cada estação do ano.

A análise do grau de repleção e da dieta foi realizada com exemplares coletados mensalmente entre agosto de 1999 e setembro de 2000 conforme descrito na metodologia de coleta dos peixes.

Em laboratório, os peixes foram medidos, pesados e dissecados, sendo considerados jovens aqueles exemplares com gônadas no estágio imaturo, e como adultos os exemplares com gônadas em maturação, maduras e em recuperação.

Quando possível, 15 jovens e 15 adultos de cada espécie e de cada estação do ano foram utilizados para a determinação do Grau de Repleção Estomacal e análise da dieta.

O Grau de Repleção Estomacal foi definido considerando grau 3 para estômagos com 76 a 100% do volume repleto, 2 para estômagos com 26 a 75% do volume

ocupado com alimento, 1 para estômagos com até 25% da sua capacidade repleta e 0 para estômagos completamente vazios (baseado em ZAVALA-CAMIN, 1996).

A dieta foi definida através da análise do conteúdo estomacal de jovens e adultos em relação às estações do ano. Os itens alimentares foram identificados com auxílio de microscópio estereoscópico e microscópio óptico, ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de chaves de identificação (CHU, 1949; BICUDO & BICUDO, 1970; MCCAFFERTY, 1981; STEHR, 1987; BORROR & DELONG, 1988; PÉRES, 1988; LOPRETO & TELL, 1995).

Após a identificação dos itens alimentares, foi utilizado o método de frequência de ocorrência baseado em HYSLOP (1980). A amplitude do nicho de jovens e adultos das quatro espécies foi determinada através do índice de Shannon-Wiener calculado com auxílio do software Ecological Methodology (KREBS, 1989) e as semelhanças entre as dietas de cada espécie em cada estação do ano e de jovens e adultos foram determinadas através da análise de agrupamento UPGMA, com auxílio do programa estatístico NTSys, versão 5.0, utilizando o coeficiente de similaridade de Morisita modificado por HORN (1966).

Para a análise da dieta os itens foram agrupados em categorias da seguinte forma: algas unicelulares; algas filamentosas; vegetais superiores (briófita, raiz, caule, folha, flor, fruto e semente); Nematoda; Oligochaeta; Bivalvia; microcrustáceos (Cladocera, Isopoda, Amphipoda) e Decapoda; larvas autóctones (formas jovens de Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Lepidoptera, Coleoptera, Trichoptera e Diptera); insetos autóctones; e insetos alóctones (Heteroptera, Coleoptera, Orthoptera, Hymenoptera,

Thysanoptera e Lepidoptera); ovos; ácaros; Aranea; fragmentos de artrópodes; e detritos.

Para a descrição das táticas alimentares, foram realizadas observações subaquáticas com o auxílio de máscara, *snorkel*, segundo as técnicas *ad libitum* e animal-focal (SABINO, 1999). Os mergulhos foram realizados ao longo de todo trecho estudado, em horários variados, inclusive à noite com auxílio de lanterna estanque. Durante os mergulhos, foram registrados em placa de PVC dados referentes aos aspectos comportamentais como procura, localização, captura e ingestão dos alimentos. A determinação das categorias de forrageamento foi baseada em SAZIMA (1986).

## RESULTADOS

### **Grau de Repleção:**

Foram analisados no total 406 estômagos, distribuídos da seguinte forma: 119 de *M. microlepis*, 110 de *D. langei*, 98 de *C. lanei* e 79 de *H. griemi*. Não foram coletados exemplares jovens de *H. griemi* nas estações verão e inverno.

Quanto ao grau de repleção, em geral exemplares jovens apresentaram porcentagem de estômagos repletos superior aos adultos, com exceção das amostras de *C. lanei* durante o inverno e *H. griemi* no outono. Os jovens de *M. microlepis* apresentaram, em geral, os maiores números de estômagos repletos. Exemplares jovens e adultos de *C. lanei* apresentaram o menor número de estômagos repletos, sendo freqüente estômagos com grau de repleção 1 e 2 (Figuras 10 a 13).

Apenas *D. langei* e *H. griemi* apresentaram exemplares com estômagos vazios, adultos de *D. langei* no outono, inverno e primavera, jovens de *H. griemi* no verão e tanto jovens como adultos desta espécie durante a primavera (Figuras 10 e 11).

A variação do grau de repleção para *D. langei* foi maior entre os jovens nas amostragens da primavera e verão e para adultos durante o outono (Figura 10). Para jovens de *C. lanei* foi observada maior repleção na primavera e para adultos no verão (Figura 12). Os jovens e adultos de *M. microlepis* apresentaram predominância de estômagos repletos nas amostragens das quatro estações, durante o inverno para adultos, foi observada um aumento nas frequências de estômagos com graus de repleção 1 e 2 (Figura 13).

### **Dieta:**

*Deuterodon langei* foi considerado onívoro, apresentando 38 itens alimentares na sua dieta, sendo 17 itens para os jovens e 35 itens para os adultos. Esta espécie apresentou tendência a herbivoria, sendo as algas unicelulares e filamentosas os principais itens da dieta. Além das algas, os adultos apresentaram folhas e frutos e os jovens detritos nos conteúdos analisados. As formas jovens de insetos autóctones, principalmente de Diptera, insetos alóctones, principalmente himenópteros da família Formicidae e aranhas complementam a dieta desta espécie. Quanto à sazonalidade foram observadas variações quantitativas na utilização dos recursos (*e.g.* maiores frequências de larvas de Diptera entre os jovens durante o inverno; maiores frequências de coleópteros terrestres entre os adultos na primavera e verão) (Tabela I).

*Characidium lanei* foi considerado insetívoro com tendência à larvofagia. Essa espécie apresentou 16 itens alimentares na sua dieta, sendo os adultos mais restritivos quanto à utilização dos recursos, com apenas 10 itens registrados. Com o predomínio de formas jovens aquáticas de insetos na dieta, as larvas de Diptera foram os itens que ocorreram com maiores frequências, seguidas das ninfas de Ephemeroptera e larvas de Trichoptera. Os jovens foram mais generalistas, alimentando-se ao longo do ano de invertebrados aquáticos como ácaros, crustáceos e nematódeos. A presença de itens de origem vegetal foi bastante rara (Anexo II).

*Hyphessobrycon griemi* foi considerado onívoro. Os adultos apresentaram 21 itens alimentares e os jovens 11 itens na dieta. Apesar dos jovens não terem sido capturados no verão e no inverno, nas amostras de outono e primavera foi possível observar diferenças na utilização dos recursos entre jovens e adultos. Apesar de ambos apresentarem altas frequências de fragmentos de artrópodes, destaca-se o predomínio de insetos terrestres entre os adultos, principalmente de himenópteros Formicidae e coleópteros. Os jovens apresentaram altas frequências de larvas de Diptera durante a primavera e algas filamentosas durante o outono (Anexo II).

*Mimagoniates microlepis* foi considerada insetívora terrestre, os adultos apresentaram 36 itens na sua dieta, sendo 28 para os jovens e 27 para os adultos. Os insetos de origem alóctone, principalmente himenópteros Formicidae e coleópteros, foram predominantes em todas as estações do ano. Itens de origem vegetal e invertebrados autóctones foram raros, com exceção de formas jovens de insetos, principalmente larvas de Diptera, com maiores frequências nos conteúdos estomacais dos jovens ao longo do ano (Anexo II).

Os jovens e adultos das quatro espécies apresentaram grande amplitude de nicho quanto à dieta, com índice de Shannon-Wiener variando de 0,72 (*C. lanei* – jovens) a 0,86 (*H. griemi* – jovens) (Figura 14).

As espécies estudadas apresentaram baixa similaridade (26%), com exceção de *H. griemi*, que em determinados estádios e épocas do ano apresentou maior similaridade com a dieta de outras espécies (*e.g.* jovens no outono com *D. langei* devido ao consumo de algas filamentosas, e adultos, com exceção da primavera, com *M. microlepis*, devido ao consumo de insetos alóctones).

Os exemplares de *H. griemi* da primavera apresentaram 91 % de similaridade na dieta devido às altas frequências de fragmentos de artrópodes. *C. lanei* apresentou similaridade de 90 % devido ao consumo de larvas de insetos autóctones e *M. microlepis* de 88 % devido ao consumo de insetos alóctones. Com 66 % de similaridade, observou-se a formação de um agrupamento de adultos de *D. langei* do verão e primavera, consumidores de vegetais superiores e insetos alóctones, e outro agrupamento com os demais exemplares desta espécie que se alimentaram com maiores frequências de algas e detritos. Os exemplares jovens de *H. griemi* da estação outono apresentaram aproximadamente 64% de similaridade devido ao consumo de algas filamentosas (Figura 15).

### **Táticas alimentares:**

Durante as observações, foram registrados, para as quatro espécies, comportamentos de procura, localização, captura e ingestão apenas durante o dia, principalmente durante os crepúsculos da manhã e do início da noite. Quanto a *D. langei*, foram observados exemplares à procura de alimento nas porções intermediárias da coluna d'água, e após a localização do alimento constatou-se que houve investida na superfície para captura do *drift*. Nas investidas ao fundo, os espécimes observados realizaram pastejo de algas sobre superfície rochosa (*surface pickers*). Os exemplares de *C. lanei* demonstraram comportamento de localização, espreita e investida sobre o alimento (*sit-and-wait predators*), principalmente larvas, ou de procura junto ao fundo de areia, sendo considerados "catadores" (*grubbers excavating*). Os espécimens de *M. microlepis* foram observados na região intermediária da coluna d'água em locais rasos e junto à superfície em locais mais profundos. Ao localizar itens alóctones à deriva (*drift*), houve investida e ingestão do alimento na superfície. Os exemplares de *H. griemi* buscaram recursos em todos os estratos com táticas semelhantes às de *D. langei*, porém sempre em ambientes rasos marginais sem correnteza.

## DISCUSSÃO

Em geral foram observados estômagos repletos durante a primavera e o verão em jovens e adultos das quatro espécies, diferente do encontrado em um estudo realizado por VITULE & ARANHA (2002), em que 100% dos estômagos de uma população de *D. langei* se encontravam cheios. Durante nosso estudo, *D. langei* e *C. lanei*, que dependem de itens autóctones, apresentaram maiores graus de repleção durante a primavera e verão, e as espécies que se alimentam com maior frequência de itens alóctones, como *M. microlepis* e *H griemi*, apresentaram, principalmente pelos adultos, estômagos repletos durante o outono.

Quanto à utilização dos recursos, as quatro espécies estudadas apresentaram altas amplitudes de nicho, itens alimentares com baixas frequências, em conformidade com o descrito em MAZZONI & RESENDE (2003), demonstrando pouca seletividade e grande oportunismo na escolha dos alimentos pelas espécies destes corpos d'água.

No presente estudo, ficou evidente o hábito onívoro com tendência a herbivoria de *D. langei*, corroborando estudos realizados por ARANHA *et al.* (1998) em um riacho no Estado do Paraná. Cabe ressaltar que *Deuterodon Iguape* Eigenmann, 1907, outra espécie do mesmo gênero, foi considerada herbívora em um estudo realizado no Estado de São Paulo por ESTEVES & LOBÓN-CERVIÁ (2001), e onívora por MAZZONI & RESENDE (2003), estudando *Deuterodon* sp. no Estado do Rio de Janeiro, onde os itens de origem animal na estação chuvosa e alóctones de origem vegetal na estação seca, foram significativamente predominantes. SABINO & CASTRO (1990), definiram *D. iguape* como onívora, sendo algas os recursos que ocorreram com maiores frequências

na composição percentual. Entretanto, os jovens, quando analisados separadamente, apresentaram altas frequências de insetos terrestres na dieta, ou seja, durante a ontogênese, percebeu-se que ocorre uma transição da insetivoria para onivoria, em função dos jovens apresentarem tubos digestivos proporcionalmente menores que os adultos (SABINO & CASTRO, 1990). VITULE & ARANHA (2002) constataram que, conforme o aumento no tamanho do exemplar, diminui a frequência de itens animais e aumentam os itens de origem vegetal, embora a análise do coeficiente intestinal não tenha indicado diferença significativa no comprimento do intestino. Nosso estudo, apesar de não ter sido quantitativo, demonstra que os adultos consomem tanto vegetais superiores quanto insetos de origem alóctone em maiores proporções que os jovens.

Quanto às táticas alimentares, SABINO & CASTRO (1990) registraram exemplares adultos de *D. iguape* apanhando folhas e frutos em meia água (*drift*), podendo algas e catando insetos aquáticos junto ao fundo, sendo raras as investidas junto à superfície, atividade exclusiva dos jovens. Nossas observações corroboram as descritas por esses autores, porém os adultos exploram a superfície em busca de *drift* com a mesma intensidade que exploram os demais estratos da coluna d' água.

*Characidium lanei* foi considerado insetívoro aquático (ARANHA *et al.*, 1998; SABINO & CASTRO, 1990), insetívora (UIEDA *et al.*, 1997) e insetívora oportunista (ARANHA *et al.*, 2000). No presente estudo, foi observada tendência a larvofagia, conforme descrito para outras duas espécies deste gênero por CASATTI & CASTRO (1998), porém foi observada entre os jovens maior plasticidade na dieta, pois além das larvas aquáticas de insetos, se alimentaram de outros organismos aquáticos, principalmente ácaros.

A tática alimentar empregada por *C. lanei*, segundo nossas observações, coincidem com as descritas por SABINO & CASTRO (1990), ou seja, a espécie utilizou comportamento de espreita, investiu em pequenas presas e realizou a tática da especulação do substrato, porém nos estudos realizados por ARANHA *et al.* (1998) e ARANHA *et al.* (2000), apenas o primeiro comportamento havia sido identificado.

*Hyphessobrycon griemi* apresentou hábito onívoro, sendo os recursos autóctones tão importantes quanto os alóctones e os itens de origem animal predominantes na dieta, principalmente dos adultos, demonstrando grande variabilidade na utilização dos recursos pelas espécies deste gênero. Nos estudos de UIEDA *et al.* (1997) *Hyphessobrycon anisitsi* Eigenmann, 1907 foi considerada insetívora-herbívoras, GRACIOLLI *et al.* (2003) constataram hábito onívoro para *Hyphessobrycon luetkenii* Boulenger, 1887, sendo os principais itens da dieta os vegetais superiores, algas e microcrustáceos e COSTA (1987) registrou frequências altas de itens alóctones para *Hyphessobrycon reticulatus* Ellis, 1911. Estas variações observadas devem estar relacionadas às diferenças específicas de disponibilidade entre os ambientes estudados. Entre os Characiformes estudados, *H. griemi* parece ser a mais oportunista e com hábitos mais complexos, pois jovens e adultos apresentam, em diferentes épocas do ano, dieta semelhante às demais espécies, utilizando recursos autóctones e alóctones e capturando alimento em todos os níveis da coluna d'água. Esta plasticidade pode ser explicada em virtude dessa espécie ocupar ambientes altamente vulneráveis, como os remansos marginais, suscetíveis às variações devido às cheias e secas.

*Mimagoniates microlepis* é insetívora, sendo os insetos de origem alóctone predominantes em sua dieta (SABINO & CASTRO, 1990; ARANHA *et al.*, 1998; FOGAÇA *et*

*al.*, 2003; GRACIOLLI *et al.*, 2003; LAMPERT *et al.*, 2003). Nossos resultados corroboram em grande parte as variações na dieta descritas por LAMPERT *et al.* (2003), ou seja, ausência de diferenças entre machos e fêmeas e variações entre jovens e adultos. No estudo realizado por esses autores, os jovens apresentaram altas frequências de microcrustáceos na dieta, assim como descrito em DUFECH *et al.* (2003), que ao compararem a dieta de duas populações de *Mimagoniates rheocharis*, Menezes & Weitzman, 1990, verificaram altas frequências de microcrustáceos em exemplares de pequeno porte. Apesar de encontrarmos altas frequências de larvas de insetos autóctones em jovens de *M. microlepis*, os dados confirmam a utilização de itens autóctones nos estágios iniciais das espécies deste gênero, devido à incapacidade dos jovens de se alimentar de grandes presas como os insetos alóctones, recursos utilizados predominantemente pelos adultos.

COSTA (1987), ao comparar as espécies de uma assembléia, descreve *M. microlepis* como a mais especializada. Em nossas observações, apesar dos indivíduos desta espécie se alimentarem predominantemente de insetos de origem alóctone, sua amplitude de nicho foi similar às demais, pois, apesar de considerada uma espécie catadora de superfície (SABINO & CASTRO, 1990; ARANHA *et al.*, 1998), constatamos que os jovens possuem o hábito de buscar o fundo para se alimentar, capturando principalmente larvas de Diptera e microcrustáceos.

A sazonalidade encontrada no presente estudo, e descrita em ARANHA *et al.* (1998), ESTEVES & LOBÓN-CERVIÁ (2001) e LAMPERT *et al.* (2003), indica que as diferenças na dieta das espécies estudadas estão relacionadas a alterações pontuais, como cheias entre outros fatores. Entretanto, alguns trabalhos realizados na região sul e

sudeste do Brasil (ARANHA *et al.*, 2000; MAZZONI & RESENDE, 2003), discutem variações na dieta ao longo do ano, principalmente durante as cheias características do verão, que modificam a estrutura do rio, e conseqüentemente, a disponibilidade de alimento entre as estações seca e chuvosa.

Acreditamos que a grande plasticidade na utilização dos recursos alimentares pelas espécies estudadas permite a partilha dos recursos disponíveis, que ora se alimentam de recursos provenientes da floresta associada, ora se alimentam de recursos autóctones. As altas frequências de itens alóctones encontradas na dieta demonstraram a importância da vegetação marginal como fonte de recursos, sendo fundamental para o equilíbrio desses ecossistemas e manutenção dessas comunidades, que no caso da sua supressão, ocasionariam uma pressão maior por recursos autóctones aumentando a competição intra-específica e inter-específica.

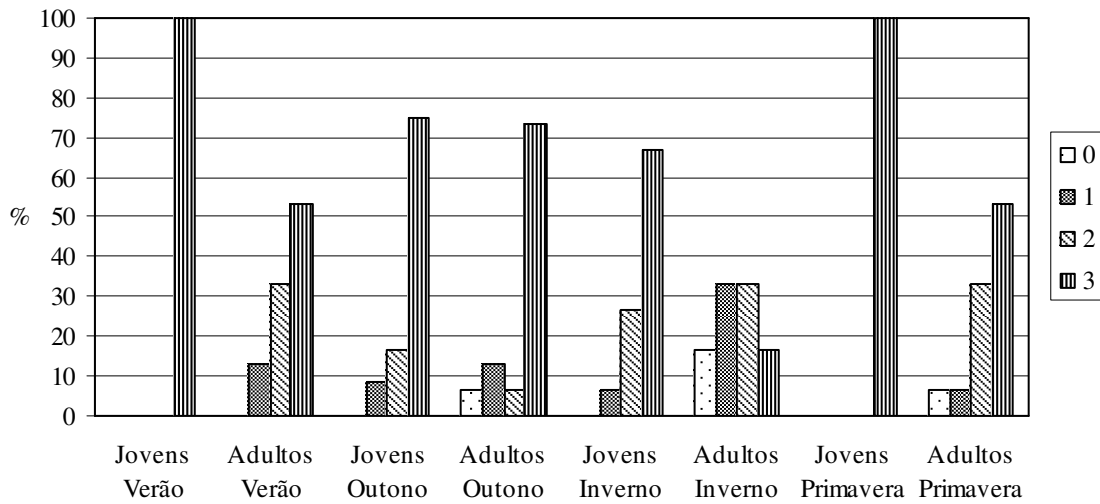


Figura 10: Grau de repleção estomacal sazonal de *Deuterodon langei* (0: estômago vazio; 1: estômago com 1/10 do volume com conteúdo; 2: estômago com 1/2 do volume com conteúdo; 3: estômago repleto).

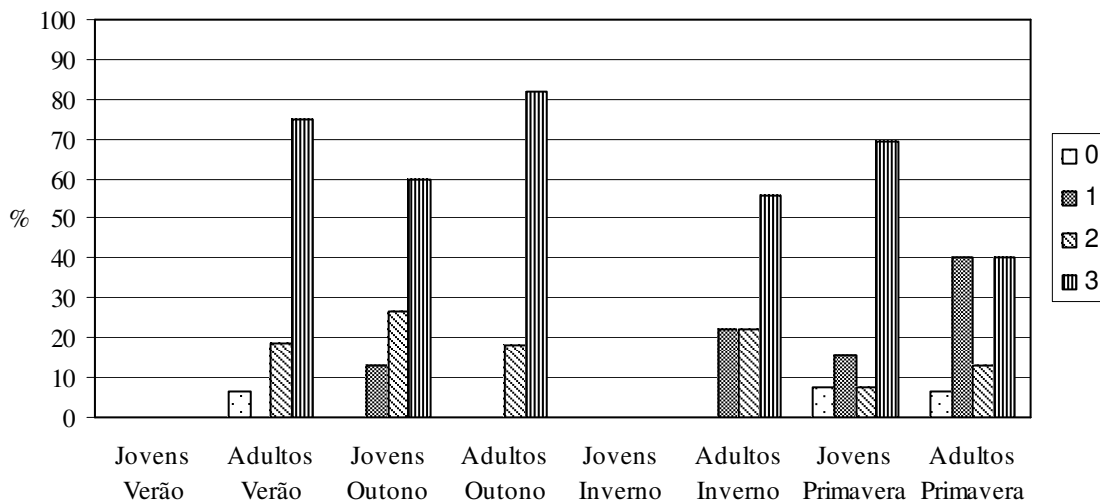


Figura 11: Grau de repleção estomacal sazonal de *Hyphessobrycon griemi* (0: estômago vazio; 1: estômago com 1/10 do volume com conteúdo; 2: estômago com 1/2 do volume com conteúdo; 3:estômago repleto).

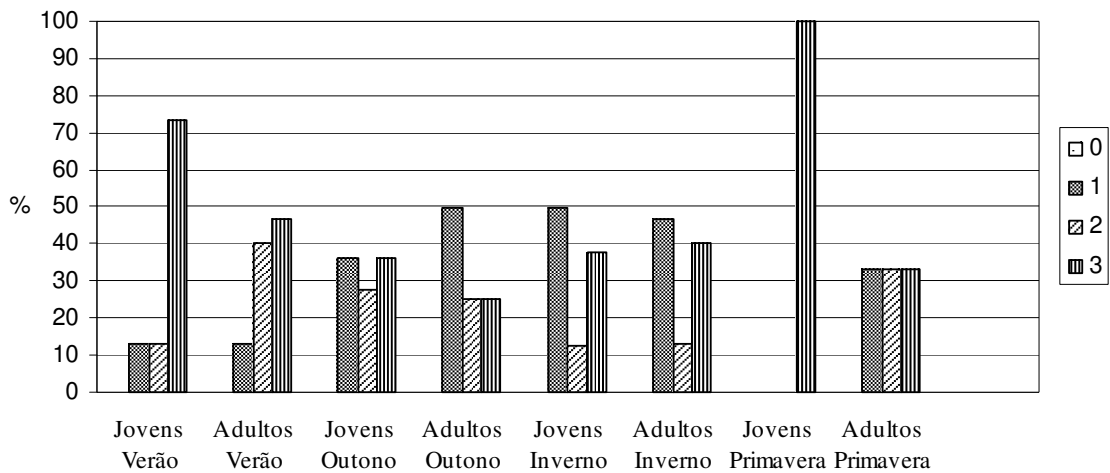


Figura 12: Grau de repleção estomacal sazonal de *Characidium lanei* (0: estômago vazio; 1: estômago com 1/10 do volume com conteúdo; 2: estômago com 1/2 do volume com conteúdo; 3:estômago repleto).

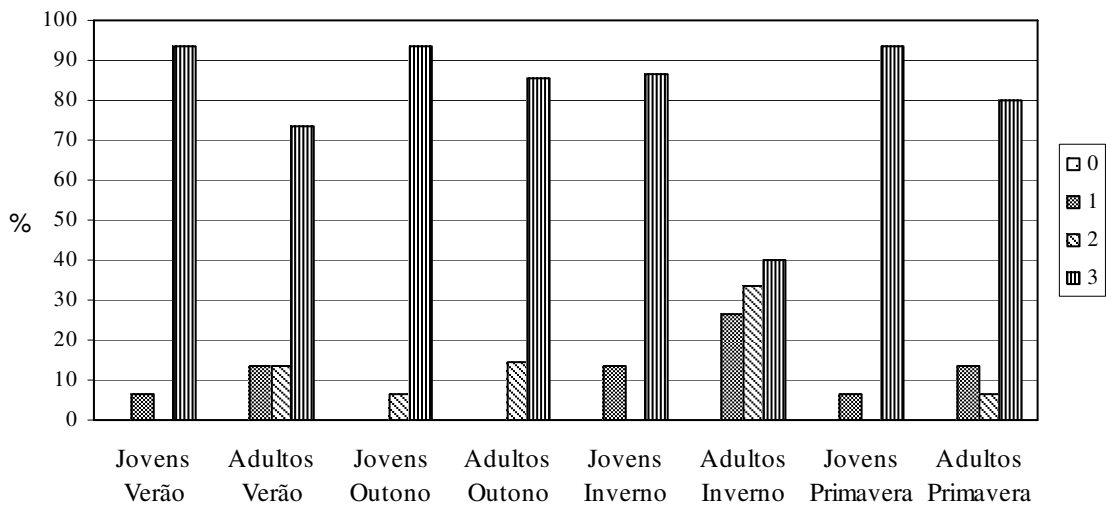


Figura 13: Grau de repleção estomacal sazonal de *Mimagoniates microlepis* (0: estômago vazio; 1: estômago com 1/10 do volume com conteúdo; 2: estômago com 1/2 do volume com conteúdo; 3:estômago repleto).

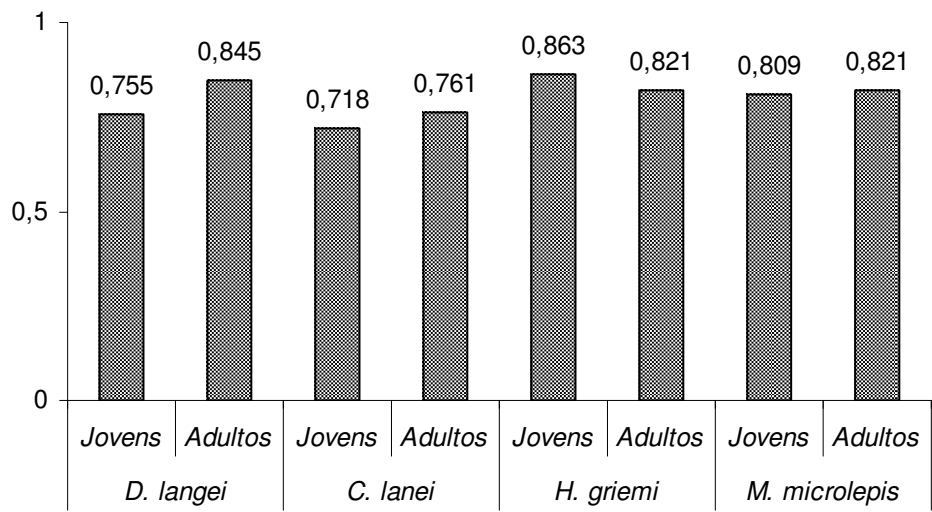


Figura 14: Amplitude do nicho de jovens e adultos de *Deuterodon langei*, *Characidium lanei*, *Hyphessobrycon griemi* e *Mimagoniates microlepis* segundo Índice de Shannon-Wiener.

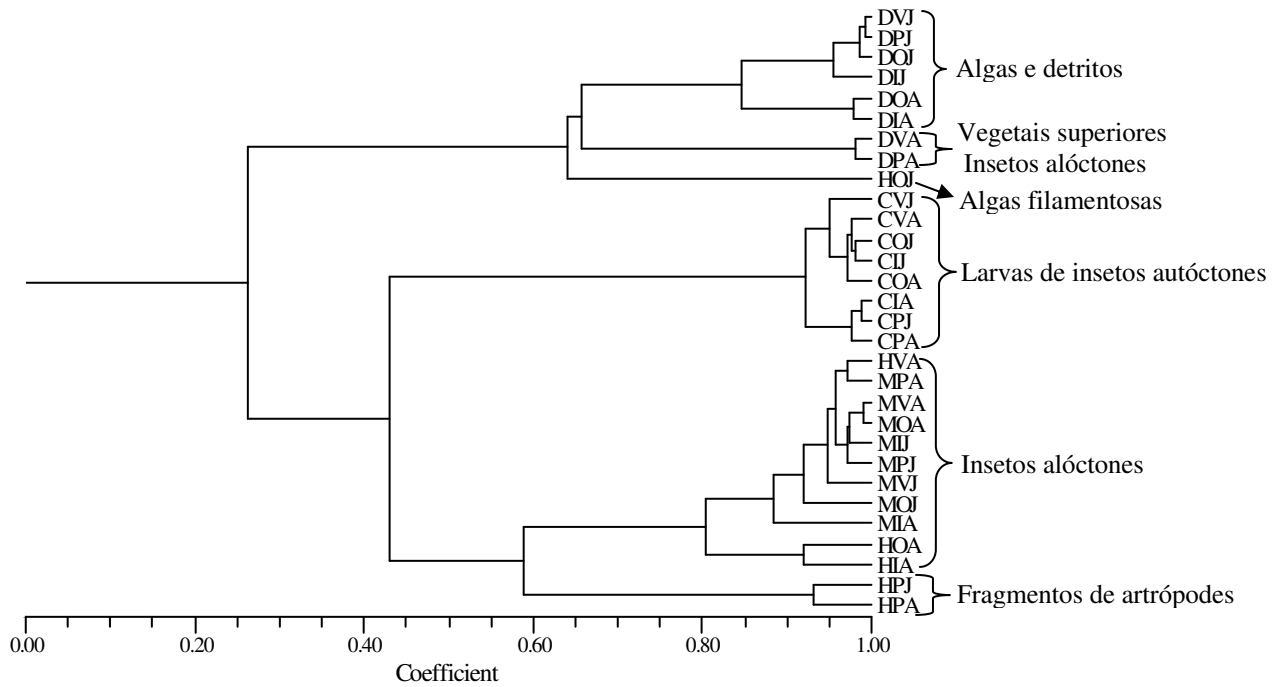


Figura 15: Dendrograma representando a similaridade da dieta entre jovens e adultos das quatro espécies (D: *D. langei*; C: *C. lanei*; H: *H. griemi*; M: *M. microlepis*; V: verão; P: primavera; O: outono; I: inverno; J: jovens; A: adultos).

### CAPÍTULO III

#### **Características ecomorfológicas relacionadas à alimentação e ao uso do micro-habitat em quatro espécies de Characiformes de um riacho da Floresta Atlântica - Guaraqueçaba, PR**

#### **ABSTRACT**

The objective of this paper is to present some relationships between 18 ecomorphological attributes and ecological issues like micro habitat occupation and diet of younger and adults of four species of Characiformes in the Atlantic Rainforest stream. We have used a Principal Component Analyses, which the three first factors explain about 60% of the variability, suggesting that the first axis is related to the spatial occupation, the second one with the size of the food and that the fins measures (the measure of the fins had few contribution to the differentiation among species). Our results indicate that *M. microlepis* is the species that have higher capacity for feeding the biggest preys, like alochtonous insects while the *C. lanei* feeding the smaller size preys. *D. langei* and *H. griemi* presents maneuver capacity, so proportioning the exploration of all of the water column portions. *C. lanei* presented low swimming capacity, however high capacity of rapid starts over their preys in ambushes. We have not made any important ecomorphological differences between males and females of *M. microlepis* that presents sexual dimorphism. There were also observed differences between young and adults, related with swimming structures.

**KEY WORDS:** ecomorphological attributes, coastal stream fishes, diet, spatial occupation.

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo estabelecer relações entre 18 atributos ecomorfológicos e aspectos ecológicos relacionados ao uso do micro-hábitat e a dieta em jovens e adultos de quatro espécies de Characiformes do rio Morato. Foi utilizada uma técnica de ordenamento onde os três primeiros fatores explicaram cerca de 60% da variação. Nas análises de componentes principais as variações obtidas no primeiro eixo estiveram associadas à ocupação espacial, no segundo ao tamanho do alimento e as medidas relacionadas com as nadadeiras contribuíram pouco para diferenciação das espécies. Nossos resultados indicam que *M. microlepis* é a espécie com capacidade de se alimentar de presas maiores consumindo insetos de origem alóctone, e *C. lanei* se alimenta de itens de pequeno porte. *D. langei* e *H. griemi* destacaram-se pela maior manobrabilidade proporcionando a utilização de todos os estratos da coluna d'água. *C. lanei* apresentou menor capacidade natatória, porém alta capacidade de realizar arrancadas rápidas para investir contra suas presas em emboscadas. Não houve diferenças ecomorfológicas entre machos e fêmeas de *M. microlepis* que apresenta dimorfismo sexual. Entre os jovens e adultos foram observadas diferenças na influência de estruturas relacionadas com a capacidade natatória.

**PALAVRAS-CHAVE:** atributos ecomorfológicos, peixes de riacho, dieta, ocupação espacial

## INTRODUÇÃO

A ecomorfologia procura entender as relações existentes entre a morfologia e aspectos ecológicos entre indivíduos, populações, guildas ou comunidades. Estudos dessa natureza podem abranger 3 aspectos diferentes: a funcional, o potencial de exploração e a efetiva utilização dos recursos disponíveis no meio (PERES-NETO, 1999). A abordagem funcional procura explicar a funcionalidade de um *design* morfológico, isto por que tais características são adaptativas. As outras duas abordagens tentam estimar o potencial máximo ou avaliar a efetiva exploração dos recursos pelas espécies. Além disso, esses estudos podem abranger padrões ecomorfológicos semelhantes em espécies filogeneticamente distantes (NORTON & BRAINERD, 1993), ou estabelecer diferenças ecomorfológicas entre espécies proximamente relacionadas (WAINWRIGHT *et al.*, 2002; PIORSKI *et al.*, 2005).

Os estudos morfométricos são elaborados através de ferramentas multivariadas, pois a forma de um organismo é o resultado de diversas respostas alométricas do desenvolvimento (PERES-NETO, 1999). As técnicas multivariadas mais aplicadas à ecologia e à morfologia são a análise de componentes principais, análise das funções discriminantes e suas variações, que reduzem um espaço multivariado a poucas dimensões que explicam a maior parte da variância proporcionada pelas medidas morfométricas. O uso de técnicas multivariadas de ordenação, principalmente a análise de componentes principais, permite analisar uma grande quantidade de caracteres morfométricos de maneira condensada (WINEMILLER, 1991).

Diversos aspectos da morfologia de peixes descritos na literatura possuem interpretações funcionais, na maioria dos casos estabelecidas por suposições e sem comprovação experimental. Entre as referências mais utilizadas, estão as proporções denominadas de atributos ecomorfológicos, que descrevem as diversas relações entre a morfologia e os aspectos ecológicos. Apesar da transformação de dados originais em proporções causarem problemas de correlação espúria, alguns autores ainda preferem a utilização desses atributos. Os atributos ecomorfológicos são expressos geralmente em índices e descrevem hábitos de vida, indicando adaptações à utilização de diferentes recursos e ocupação de diferentes habitats (GATZ, 1979; WATSON & BALON, 1984; BALON *et al.*, 1986; FREIRE & AGOSTINHO, 2001) (Tabela I). Outro aspecto importante a ser abordado nos estudos de ecomorfologia, devido à sua importância funcional e variabilidade apresentada, é a dentição (KEAST & WEBB, 1966).

Os peixes tendem a se especializar de acordo com as adaptações morfológicas sob condições de competição interespecífica, onde estruturas morfológicas tróficas correlacionam-se com a dieta e a forma do corpo com o uso do micro-habitat. Estudos realizados em um lago no Canadá constataram que competição interespecífica foi minimizada grandemente por especializações na dieta e preferência no uso do habitat relacionadas à altura da boca e do corpo (KEAST & WEBB, 1966).

O presente trabalho tem como objetivo estabelecer relações entre os atributos ecomorfológicos e aspectos ecológicos relacionados ao uso do micro-habitat e a dieta em jovens e adultos de quatro espécies de Characiformes do rio Morato. Pretendemos determinar quais atributos ecomorfológicos são mais importantes para que a utilização dos recursos permitam a coexistência dessas espécies.

## METODOLOGIA

O estudo de ecomorfologia foi realizado através da análise de jovens e adultos de quatro espécies de Characiformes, sendo considerados jovens os exemplares que apresentaram gônadas no estágio imaturo. Foram efetuadas 18 medidas morfométricas baseadas em BALON *et al.* (1986) em 20 exemplares jovens e 20 adultos de cada espécie (Tabela II). Para a espécie *M. microlepis*, por apresentar dimorfismo sexual nos exemplares adultos, foram medidos 20 machos e 20 fêmeas.

As medidas lineares como comprimento padrão, altura máxima do corpo, largura máxima do corpo, comprimento da cabeça, altura da cabeça abaixo do olho, altura do corpo abaixo da linha mediana, comprimento da nadadeira peitoral, largura da nadadeira peitoral, comprimento do pedúnculo caudal, largura do pedúnculo caudal, altura do pedúnculo caudal, altura da nadadeira caudal, largura máxima e altura máxima da boca foram realizadas em mm com auxílio de paquímetro (Figuras 16, 17 e 18). Para realização das medidas em exemplares de menor porte foi utilizada lupa estereoscópica com objetiva graduada. O cálculo da área das estruturas como área da nadadeira peitoral, área da nadadeira caudal e área do corpo, foi realizado após fixação e distensão do material com alfinetes entomológicos sobre superfície de parafina forrada com papel milimetrado. Nesta superfície, foram desenhados os contornos das estruturas analisadas sobre o papel milimetrado, e posteriormente os quadrados ( $1\text{mm}^2$ ) dentro do contorno obtido foram contabilizados. Com as medidas foram calculados 15 atributos ecomorfológicos baseados em BALON *et al.* (1986) (Tabela III). Os dados foram padronizados através da raiz quadrada dupla. O ordenamento de jovens e adultos das

espécies e dos atributos foi realizado através da Análise de Componentes Principais (*e.g.* REIS *et al.*, 1990) utilizando-se do programa estatístico NTsys. Os índices qualitativos, como tipo de dente e orientação da boca não foram utilizados nesta análise, sendo interpretados separadamente. As diferenças nas proporções corpóreas dos jovens e adultos foram realizadas através da comparação direta dos valores médios dos atributos para jovens e adultos das quatro espécies estudadas, sendo considerados para análise apenas os atributos diferentes do padrão esperado, ou seja, índices maiores nos jovens. Através destas análises, procurou-se explicar, ao menos em parte, as diferenças na bionomia entre as espécies e entre as classes de tamanho de desenvolvimento.

## RESULTADOS

### Jovens

Entre os exemplares jovens analisados, o comprimento padrão mínimo e máximo de cada espécie variou da seguinte forma: para exemplares de *D. langei*, o tamanho mínimo foi de 28,1 mm e o máximo de 39,0 mm; *C. lanei* de 22,7 mm a 30,0 mm; *M. microlepis* de 20,0 mm a 25,7 mm; e *H. griemi* de 12,6 mm a 16,5.

Os três primeiros fatores da análise de componentes principais realizadas com os jovens das quatro espécies explicaram 61,04 % da variação individual (Tabela IV).

No primeiro fator, que explicou 33,31 % da variação, destacaram-se, dentre os demais atributos, a altura relativa, a largura relativa da boca e o índice de compressão com correlação positiva (Tabela V). Neste fator, três agrupamentos de jovens foram

formados, *H. griemi* e *D. langei* com os maiores valores, indicando a capacidade de se alimentar de presas maiores, como insetos de origem alóctone, de realizar deslocamentos e giros verticais na coluna d'água devido ao corpo relativamente alto e habitar águas lênticas devido ao corpo comprimido lateralmente. Tais atributos sugerem a possibilidade dessas espécies utilizarem tanto ambientes de corredeira quanto de remanso. *Mimagoniates microlepis* apresentou valores intermediários para estes atributos e *C. lanei* valores baixos, indicando ser uma espécie que realiza poucos deslocamentos na coluna d'água e se alimenta de itens pequenos como larvas de insetos aquáticas (Figura 19).

No segundo fator, que explica 16,12 % da variação, o comprimento relativo da cabeça com correlação negativa e a altura relativa da boca com correlação positiva foram os atributos que mais contribuíram para formação do eixo. *M. microlepis* apresentou maiores valores da altura relativa da boca sugerindo a capacidade de se alimentar de presas grandes, *C. lanei*, como possui uma boca do tipo terminal sem inclinação, apresentou este índice igual a zero, *D. langei* e *H. griemi* por apresentar boca terminal com pouca inclinação formaram um agrupamento disperso no plano indicando a utilização de recursos alimentares de pequeno porte quando comparados com *M. microlepis*. Os valores de comprimento relativo da cabeça foram menores para *H. griemi* e maiores para *M. microlepis*, *C. lanei* e *D. langei* que apresentaram valores intermediários para este atributo (Figura 20).

No terceiro fator, com explicabilidade de 11,61 %, o índice de achatamento ventral e a posição relativa dos olhos foram as variáveis que mais contribuíram para formação deste eixo, porém as espécies não apresentaram diferenciação para estes caracteres.

## Adultos

Entre os exemplares adultos analisados, o comprimento padrão mínimo e máximo de cada espécie variaram da seguinte forma: para exemplares de *D. langei*, o tamanho mínimo foi de 63,5 mm e o máximo de 89,6 mm; *C. lanei* de 39,2 mm a 50,0 mm; machos de *M. microlepis* de 43,4 mm a 54,1 mm; fêmeas de *M. microlepis* de 35,5 mm a 46,6 mm; e *H. griemi* de 23,7 mm a 29,4 mm.

Apesar das diferenças morfológicas devido ao dimorfismo sexual, ou seja, machos adultos com raios das nadadeiras maiores que as fêmeas, *M. microlepis* não apresentou diferenças quanto aos atributos ecomorfológicos analisados.

Para os adultos das quatro espécies em estudo, os três primeiros fatores da análise componentes principais explicaram 66,34 % da variação individual (Tabela VI).

No primeiro fator com explicabilidade de 28,19 %, destacaram-se, dentre os demais atributos, a largura relativa da boca, a altura relativa, o índice de compressão e a área relativa da nadadeira peitoral (Tabela VII). Neste fator, dois agrupamentos de adultos foram formados: exemplares de *C. lanei* com valores negativos de área relativa da nadadeira peitoral, indicando que é a espécie que possui maior capacidade de realizar frenagens em águas correntes e de se manter aderida ao substrato, utilizando-se das nadadeiras peitorais como defletores para investidas contra larvas de insetos no substrato. O outro agrupamento, formado pelas demais espécies, com valores positivos do índice de compressão, largura relativa da boca e altura relativa, indicaram a capacidade de ingerir alimentos grandes, habitar ambientes de correnteza elevada, devido ao corpo comprimido lateralmente, e de realizar deslocamentos verticais na coluna d' água, devido à altura

relativa do corpo. Essas características corroboram o comportamento alimentar observado, principalmente por *D. langei* e *H. griemi*, que utilizaram itens alimentares do substrato, como larvas, algas filamentosas e partes de vegetais, se alimentaram de partículas da coluna d'água e buscaram insetos, frutos e flores na superfície (Figura 21).

No segundo fator, que explicou 21,52 % da variação, os atributos que mais contribuíram para formação do eixo foram o comprimento relativo da cabeça e comprimento relativo do pedúnculo caudal com correlação negativa e a altura relativa da boca com correlação positiva. *M. microlepis* apresentou maiores valores da altura relativa da boca, indicando a capacidade de se alimentar de presas grandes. *D. langei*, *C. lanei* e *H. griemi* foram agrupadas devido aos baixos valores de comprimento relativo do pedúnculo caudal, indicando capacidade natatória inferior à *M. microlepis*, e baixos valores do comprimento relativo da cabeça, indicando o consumo de alimentos de menor porte (Figuras 22).

No terceiro fator, que explicou 16,64 % da variação individual, a área relativa da nadadeira caudal com correlação positiva e a razão da configuração da nadadeira caudal com correlação negativa foram as variáveis que mais contribuíram para a formação do eixo. *D. langei* apresentou os menores valores indicando baixa capacidade natatória, porém capacidade de arrancadas rápidas, *C. lanei*, apresentou valores intermediários e *H. griemi* e *M. microlepis* apresentaram os maiores valores para estes atributos indicando alta capacidade natatória porém com arrancadas menos velozes que as empregadas por *D. langei* (Figura 22).

## Dentição

Apesar de apresentarem duas séries de dentes no prémaxilar e uma única série na mandíbula, as dentições das espécies em estudo mostram três padrões diferenciados. *D. langei* apresentou dentes multicuspidados, com cúspides decrescendo regularmente na maxila (*e.g.*: quando comparado com as cúspides dos dentes do gênero *Astyanax*, espécie muito comum nos rios da região Sul e Sudeste), e a mandíbula com dentes decrescendo regularmente de tamanho do par anterior para os laterais. *H. griemi* e *M. microlepis* apresentaram dentes tricuspídeos com a cúspide central muito pronunciada e os dentes da mandíbula diminuindo de tamanho abruptamente após o terceiro e o quarto dente anterior. Os dentes de *M. microlepis* são mais pronunciados que em *H. griemi*. O terceiro padrão é o apresentado por *C. lanei* com uma série única de dentes cônicos distribuídos regularmente no pré-maxilar e uma série de dentes tricuspídeos pouco pronunciados na mandíbula, as cúspides laterais são diminutas e visíveis apenas após dissecação.

Os três padrões de dentição encontrados quando comparados com a dieta das espécies sugerem que a espécie *D. langei* utiliza os dentes, principalmente os laterais, para forragear algas filamentosas aderidas em rochas. Além do pastejo, a dentição desta espécie possibilita a trituração de partes de vegetais superiores, principalmente folhas, e na captura de insetos de origem alóctone na superfície, bem como de larvas aquáticas junto ao substrato. Os dentes de *M. microlepis* e *H. griemi* apresentaram padrão semelhante, porém a primeira apresentou dentes mais pronunciados, sugerindo maior eficácia na captura de insetos de origem alóctone. *H. griemi*, espécie predominantemente onívora, com essa característica dos dentes mais atenuada, ou seja, dentes com a cúspide

central pronunciada e os dentes decrescendo abruptamente do par central para os laterais, possibilita a utilização de uma gama maior de recursos conforme apresentado na dieta dessa espécie. A dentição de *C. lanei* é a menos pronunciada entre as quatro espécies, indicando uma utilização mais modesta durante o processo de captura e ingestão, corroborando as observações subaquáticas, onde esta espécie investia contra a presa, geralmente larvas de díptera, engolindo-a em botes rápidos.

A mastigação não foi observada nas quatro espécies. Porém, com exceção de *C. lanei*, a trituração durante manipulação oro-branquial fica evidente, principalmente para quebra e separação de apêndices do corpo de insetos alóctones e náíades antes da deglutição.

### **Diferenças entre jovens e adultos**

Com relação às diferenças dos atributos ecomorfológicos entre jovens e adultos, o índice de compressão para a espécie *D. langei*, *H. griemi* e *M. microlepis* apresentou maiores valores para os exemplares adultos, indicando maior facilidade para habitar águas lânticas. Os maiores valores do índice de compressão do pedúnculo caudal para *C. lanei* e *M. microlepis* indicam que os pedúnculos dos jovens, por serem relativamente mais comprimidos, causam pouca manobrabilidade além de natação mais lenta que os adultos, podendo afetar o desempenho em arrancadas rápidas, na medida em que aumenta a altura do corpo. A razão da configuração da nadadeira caudal para *D. langei*, *C. lanei* e *M. microlepis* foram maiores entre os exemplares adultos, demonstrando que os adultos nadam mais continuamente que os jovens. A razão da configuração da nadadeira peitoral apresentou maiores valores entre os jovens para as quatro espécies,

sugerindo que nadadeiras relativamente mais longas e estreitas, presentes em espécies que realizam grandes migrações, possam de alguma forma compensar atributos que prejudiquem a natação entre os jovens (Tabela VIII).

## DISCUSSÃO

Nossos resultados corroboram estudos previamente realizados utilizando ferramentas multivariadas na ordenação, como a análise de componentes principais, onde geralmente a variação obtida no primeiro eixo está associada à ocupação espacial e o segundo ao tamanho do alimento, conforme resultado obtido por FREIRE & AGOSTINHO (2001), em um estudo realizado no reservatório de Itaipu, e obtido por BALON *et al.* (1986), que classificaram as espécies do rio Danúbio conforme a capacidade de natação, posicionamento na coluna d'água, e alimentação, utilizando os dois primeiros eixos da análise de componentes principais. Neste mesmo sentido, PIORSKI *et al.* (2005), constataram diferenças na agilidade natatória, tamanho potencial da presa e posição na coluna d'água no primeiro fator e diferenças nas características de manobrabilidade das espécies estudadas no segundo fator.

No presente estudo, além dos dois primeiros fatores, um terceiro fator foi levado em consideração, o qual, apesar de ter acrescentado poucas informações, possibilitou a análise de atributos com significados biológicos importantes na ocupação espacial, como a razão da configuração da nadadeira caudal e a posição relativa dos olhos.

O estudo da ecomorfologia revelou maior variabilidade nos atributos relacionados com a forma da boca e o comprimento da cabeça, todos relativos ao tamanho do alimento

ingerido, corroborando com a teoria proposta por WAINWRIGHT & RICHARD (1995) em que o tamanho da boca exerce um papel importante na variação interespecífica da dieta dentro das comunidades de peixes. Em um estudo realizado com duas espécies de piranhas, o tamanho potencial da presa foi a característica mais importante para diferenciar os hábitos alimentares das duas espécies estudadas (PIORSKI *et al.* 2005).

Nossos resultados indicam que *D. langei* e *H. griemi* entre os jovens e *M. microlepis* entre os adultos possuem capacidade de se alimentar de presas maiores quando comparados com as demais espécies estudadas. Entre os recursos alimentares utilizados pelas espécies, destacaram-se pelo tamanho os insetos de origem alóctone, considerados de grande porte quanto comparados com o tamanho dos demais recursos utilizados, como larvas, fragmentos de vegetais e algas. *C. lanei* que apresentou menores valores com relação ao tamanho da boca, é uma espécie bentônica que se alimenta de larvas aquáticas de insetos, principalmente de dípteros da família Chironomidae, item considerado de pequeno porte (Capítulo II).

Destacaram-se ainda, para diferenciação dos hábitos das espécies estudadas, a altura relativa e o comprimento relativo do pedúnculo caudal, atributos que possibilitam maior manobrabilidade na coluna d'água, conforme observado em *D. langei* e *H. griemi*, espécies onívoras que se alimentam em todos os estratos da coluna d'água. O índice de compressão, área relativa da nadadeira peitoral, razão da configuração da nadadeira caudal e posição relativa dos olhos, foram importantes na diferenciação do micro-habitat utilizado, principalmente posição na coluna d'água e capacidade natatória. As espécies com maior capacidade natatória também são capazes de buscar recursos nos mais variados micro-habitats e, portanto, consumir maior variedade de alimentos, ao passo

que, as com menor capacidade natatória apresentaram capacidade de realizar arrancadas rápidas para investir contra suas presas em emboscadas, conforme comportamento observado em *C. lanei*.

Nossos resultados demonstram que as medidas relacionadas com as nadadeiras contribuem pouco para diferenciação das espécies quando comparadas com medidas do corpo e da boca.

Quanto ao dimorfismo sexual observado em machos e fêmeas de *M. microlepis*, os resultados encontrados não indicaram diferenças ecomorfológicas, provavelmente pelas diferenças estarem relacionadas com o tamanho das nadadeiras e não com a forma do corpo.

Jovens e adultos em geral não apresentaram diferenças entre os atributos ecomorfológicos, exceto com relação da influência da área relativa da nadadeira peitoral e o comprimento relativo do pedúnculo caudal, indicando que estas estruturas têm maior influência na natação para os adultos, sugerindo que quanto maior o peixe, maior a eficiência das nadadeiras e do pedúnculo caudal na locomoção e, portanto, o tamanho seja diferencial para estas estruturas.

Quanto à dentição, *M. microlepis* possui os dentes mais pronunciados com funções de captura de insetos alóctones, *D. langei* possui dentes com cúspides menos pronunciadas, porém com morfologia que possibilita a captura de insetos e a raspagem do perifíton. *H. griemi* e *C. lanei* apresentaram estruturas dentárias menos marcantes que as outras espécies estudadas, a primeira um caso intermediário entre as duas e a segunda por não utilizar a dentição devido aos hábitos alimentares de engolir larvas de insetos inteiras. CASTRO (com. pess. 2005) atribui o sucesso adaptativo de lambaris à capacidade de

triturar e capturar alimentos. Com este estudo poderíamos acrescentar *M. microlepis* da família Glandulocaudinae como um eficaz predador de insetos terrestres, devido à sua dentição. As correlações significativas entre morfologia e ecologia podem ocorrer pela forte influência filogenética, onde espécies do mesmo grupo apresentam características ecológicas semelhantes, ou seja, espécies filogeneticamente próximas possuem morfologia semelhante e, por sua vez, aspectos ecológicos semelhantes (PERES-NETO, 1999). Nossos resultados sugerem que mesmo entre os gêneros estudados da subfamília Tetragnopterinae, é possível detectar diferenças morfológicas que acarretam diferenças na utilização dos recursos. Essas diferenças são reflexos de ajustes em determinados caracteres responsáveis por funções específicas, devido à adaptabilidade e à seleção natural, tornando uma espécie mais capacitada a explorar o ambiente em relação a uma determinada característica, ou proporcionando um aumento no desempenho em alguma função. Quando as diferenças morfológicas não são detectadas, ou realmente não são significativas, espera-se que as espécies possam utilizar os recursos de maneira equivalente. Quando isto não ocorre, ou seja, morfologicamente as espécies possuem a capacidade de utilizar determinados recursos da mesma maneira, porém apresentam hábitos diferentes, acreditamos que a explicação para este padrão esteja relacionado com a história evolutiva de coexistência inter-específica, que reduz a competição através da partilha dos recursos. As desestruturações no ambiente ocasionadas por influência das variações no nível do rio causadas pelas chuvas, ou provenientes de impactos causados pelo homem, como a retirada da vegetação marginal, assoreamento do leito e poluição, provavelmente acarretam modificações na disponibilidade dos recursos e

conseqüentemente na sua utilização pelas espécies, diminuindo a partilha e aumentando a competição.

Tabela I: Atributos ecomorfológicos e seus respectivos significados biológicos baseados em BALON *et al.* (1986).

Atributos ecomorfológicos	Significado biológico
Altura relativa do corpo	Relaciona a altura do corpo com a capacidade de realizar giros verticais e inversamente com a velocidade da correnteza
Altura relativa da boca	Diretamente relacionada com o tamanho do alimento
Índice de compressão	Valores altos indicam peixes lateralmente comprimidos que habitam águas lênticas
Altura relativa	Inversamente relacionado com ambientes de hidrodinamismo elevado e diretamente relacionado com a capacidade de desenvolver deslocamentos verticais
Comprimento relativo do pedúnculo caudal	Pedúnculos caudais longos indicam bons nadadores, inclusive peixes bentônicos residentes em ambientes de hidrodinamismo elevado
Índice de compressão do pedúnculo caudal	Pedúnculos comprimidos indicam peixes de natação lenta e pouca manobrabilidade, podendo afetar o desempenho em arrancadas rápidas à medida que aumenta a altura do corpo
Índice de achatamento	Baixos valores estão associados a águas correntes, permitindo aos peixes bentônicos se manterem no fundo sem natação
Área relativa da nadadeira peitoral	Altos valores são características de peixes com natação lenta, utilizando as nadadeiras para frenagens, ou são características de peixes que habitam águas correntes e utilizam as nadadeiras como defletores, possibilitando a permanência junto ao substrato
Razão da configuração da nadadeira peitoral	Altos valores indicam nadadeiras longas e estreitas, presentes em espécies que realizam grandes migrações
Área relativa da nadadeira caudal	Indica o tamanho da nadadeira, sendo associado a arrancadas rápidas, característico de espécies bentônicas
Razão da configuração da nadadeira caudal	Altos valores indicam nadadores ativos e contínuos
Posição relativa dos olhos	Peixes bentônicos possuem olhos localizados na região dorsal, enquanto peixes de coluna d'água possuem olhos localizados lateralmente
Comprimento relativo da cabeça	Altos valores indicam predadores de presas grandes
Largura relativa da boca	Associada com o tamanho do alimento
Altura relativa da boca	Além de estar associado com o tamanho do alimento indicam a morfologia hidrodinâmica
Aspecto da boca	Relacionado com a forma dos alimentos, sendo altos valores indicando bocas estreitas e de grande abertura associados a espécies piscívoras
Área relativa da boca	Indica o tamanho do alimento
Posição da boca	Indica onde o peixe se alimenta na coluna d'água

Tabela II: Siglas das medidas morfométricas e suas respectivas descrições:

Nº	Siglas	Descrições
1	CP	Comprimento padrão
2	AMC	Altura máxima do corpo
3	LMC	Largura máxima do corpo
4	CC	Comprimento da cabeça
5	ACAO	Altura da cabeça abaixo do olho
6	AALM	Altura do corpo abaixo da linha mediana
7	CNP	Comprimento da nadadeira peitoral
8	LNP	Largura da nadadeira peitoral
9	ARNP	Área da nadadeira peitoral
10	CPC	Comprimento do pedúnculo caudal
11	LPC	Largura do pedúnculo caudal
12	APC	Altura do pedúnculo caudal
13	ANC	Altura da nadadeira caudal
14	ARNC	Área da nadadeira caudal
15	ARC	Área do corpo
16	LB	Largura máxima da boca
17	AB	Altura máxima da boca
18	OB	Orientação da boca

Tabela III: Siglas dos atributos ecomorfológicos e suas respectivas descrições:

Nº	Siglas	Descrições
1	IC	Índice de compressão = $AMC/LMC$
2	AR	Altura relativa = $AMC/CP$
3	CRPC	Comprimento relativo do pedúnculo caudal = $CPC/CP$
4	ICPC	Índice de compressão do pedúnculo caudal = $APC/LPC$
5	IAV	Índice de achatamento ventral = $AALM/AMC$
6	ARNP	Área relativa da nadadeira peitoral = $ARN/ARC$
7	RCNP	Razão da configuração da nadadeira peitoral = $CNP/LNP$
8	ARNC	Área relativa da nadadeira caudal = $ANC/ARC$
9	RCNC	Razão da configuração da nadadeira caudal = $ANC^2/ARC$
10	PRO	Posição relativa dos olhos = $ACAO/CP$
11	CRC	Comprimento relativo da cabeça = $CC/AMC$
12	LRB	Largura relativa da boca = $LB/CP$
13	ARB	Altura relativa da boca = $AB/CP$
14	OB	Orientação da boca
15	TD	Tipo de dente

Tabela IV: Variância dos três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais para os exemplares jovens das quatro espécies estudadas no rio Morato.

i	Vetor	Porcentagem	Cumulativo
1	4,33090506	33,3147	33,3147
2	2,09510545	16,1162	49,4309
3	1,50965958	11,6128	61,0436

Tabela V: Contribuição de cada atributo ecomorfológico nas variâncias dos três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais para os exemplares jovens das quatro espécies estudadas no rio Morato (Números em negrito destacam escores com maior contribuição para formação do eixo; descrição das siglas dos atributos descritos na tabela III).

Atributos ecomorfológicos	1º Componente	2º Componente	3º Componente
IC	<b>0,8108</b>	0,2529	0,0865
AR	<b>0,9141</b>	-0,2202	0,1013
CRPC	0,1817	-0,1223	0,1983
ICPC	-0,5250	-0,2688	0,4482
IAV	-0,4915	0,1105	<b>-0,6619</b>
ARNP	-0,5954	-0,3606	-0,2162
RCNP	-0,7201	0,2679	0,1393
ARNC	-0,6270	-0,0582	0,1240
RCNC	0,4065	-0,5541	-0,3972
PRO	-0,0496	-0,2561	<b>-0,6713</b>
CRC	-0,0056	<b>-0,8828</b>	0,0396
LRB	<b>0,8806</b>	-0,1346	-0,0151
ARB	0,2799	<b>0,7127</b>	-0,3492

Tabela VI: Explicabilidade dos três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais para os exemplares adultos das quatro espécies estudadas no rio Morato.

i	Vetor	Porcentagem	Cumulativo
1	3,66459307	28,1892	28,1892
2	2,79731019	21,5178	49,7069
3	2,16291409	16,6378	66,3447

Tabela VII: Contribuição de cada atributo ecomorfológico nas variâncias dos três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais para os exemplares adultos das quatro espécies estudadas no rio Morato (Números em negrito destacam escores com maior contribuição para formação do eixo; descrição das siglas dos atributos descritos na tabela III).

Atributos ecomorfológicos	1º Componente	2º Componente	3º Componente
IC	<b>0,8782</b>	0,2161	0,1944
AR	<b>0,8970</b>	-0,3744	0,0528
CRPC	0,1652	<b>-0,7815</b>	0,1225
ICPC	-0,0810	-0,2388	0,5816
IAV	0,3215	0,5919	0,1849
ARNP	<b>-0,8217</b>	-0,0808	0,1065
RCNP	-0,3245	-0,1567	-0,5125
ARNC	-0,0817	-0,3119	<b>0,7820</b>
RCNC	0,2132	-0,0160	<b>-0,7048</b>
PRO	-0,2937	-0,0004	0,4967
CRC	0,3209	<b>-0,8645</b>	0,0089
LRB	<b>0,9353</b>	0,0052	-0,0509
ARB	0,2345	<b>0,8464</b>	0,3214

Tabela VIII: Atributos ecomorfológicos de jovens e adultos das quatro espécies em estudo no rio Morato (Números em negrito destacam atributos com variação entre jovens e adultos; DJ: *D. langei* - jovens; DA: *D. langei* – adultos; CJ: *C. lanei* - jovens; CA: *C. lanei* - adultos; HJ: *H. griemi* - jovens; HA: *H. griemi* – adultos; MM: *M. microlepis* - machos; MF: *M. microlepis* – fêmeas; MJ: *M. microlepis* – jovens; MC: multicuspidados; C: cônicos; TC: tricuspídeos; descrição das siglas dos atributos descritos na tabela III).

	IC	AR	CRPC	ICPC	IAV	ARNP	RCNP	ARNC	RCNC	PRO	CRC	LRB	ARB	OB	TD
DA	<b>2,55</b>	0,35	0,10	2,95	0,51	0,05	<b>2,11</b>	0,11	<b>3,30</b>	0,17	0,26	0,09	0,02	T	MC
DJ	<b>2,20</b>	0,34	0,11	2,84	0,50	0,03	<b>2,88</b>	0,14	<b>1,19</b>	0,18	0,27	0,08	0,02	T	MC
CA	1,77	0,24	0,11	3,63	0,46	0,08	<b>2,27</b>	0,16	<b>2,23</b>	0,20	0,26	0,04	0,00	ST	C
CJ	1,67	0,23	0,11	3,45	0,57	0,05	<b>4,21</b>	0,20	<b>1,17</b>	0,18	0,30	0,05	0,00	ST	C
HA	<b>2,72</b>	0,42	0,12	<b>3,85</b>	0,50	0,05	<b>1,79</b>	0,19	2,19	0,19	0,30	0,09	0,02	T	TC
HJ	<b>2,23</b>	0,36	0,11	<b>2,81</b>	0,53	0,04	<b>2,49</b>	0,17	1,93	0,18	0,33	0,09	0,02	T	TC
MM	<b>2,64</b>	0,30	0,10	<b>3,68</b>	0,52	0,06	<b>1,71</b>	0,16	<b>2,03</b>	0,19	0,23	0,07	0,08	S	TC
MF	<b>2,54</b>	0,29	0,09	<b>3,48</b>	0,56	0,06	<b>1,96</b>	0,16	<b>2,32</b>	0,20	0,22	0,07	0,08	S	TC
MJ	<b>2,19</b>	0,28	0,10	<b>2,70</b>	0,56	0,04	<b>3,39</b>	0,17	<b>1,34</b>	0,17	0,25	0,07	0,07	S	TC

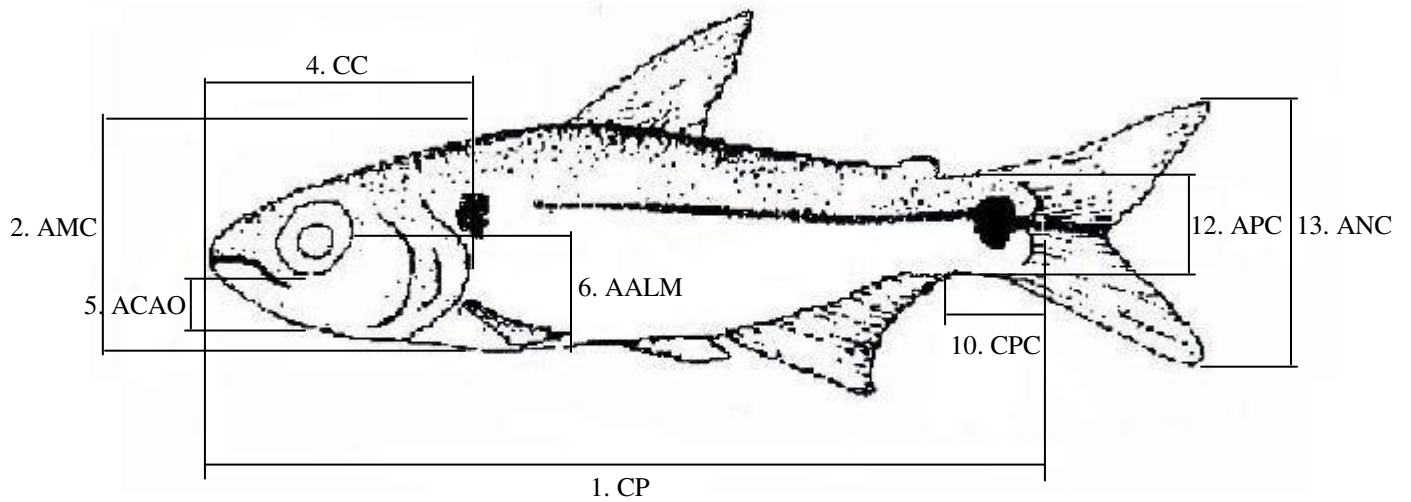


Figura 16: Medidas morfométricas e suas respectivas localizações (CP: Comprimento padrão; AMC: Altura máxima do corpo; CC: Comprimento da cabeça; ACAO: Altura da cabeça abaixo do olho; AALM: Altura do corpo abaixo da linha mediana; CPC: Comprimento do pedúnculo caudal; APC: Altura do pedúnculo caudal; ANC: Altura da nadadeira caudal).

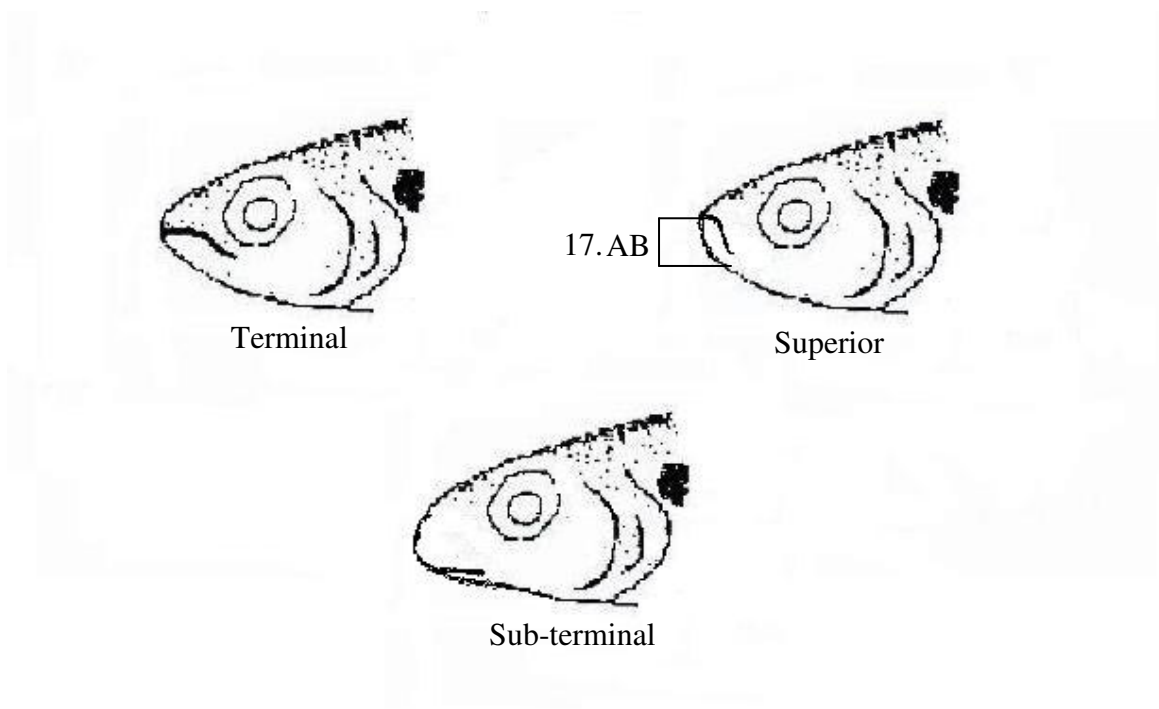


Figura 17: Orientação da boca e localização da medida altura máxima da boca (AB: Altura máxima da boca).



Figura 18: Medidas realizadas na nadadeira peitoral (CNP: Comprimento da nadadeira peitoral; LNP: Largura da nadadeira peitoral).

Figura 19: Análise de Componentes principais -PCA - 1º e 2º componentes e distribuição dos atributos morfológicos de jovens de *D. langei*, *C. lanei*, *H. griemi* e *M. microlepis* (DJ: *D. langei* jovens; CJ: *C. lanei* jovens; HJ: *H. griemi* jovens; MJ: *M. microlepis* jovens; descrição das siglas dos atributos descritos na tabela IV).

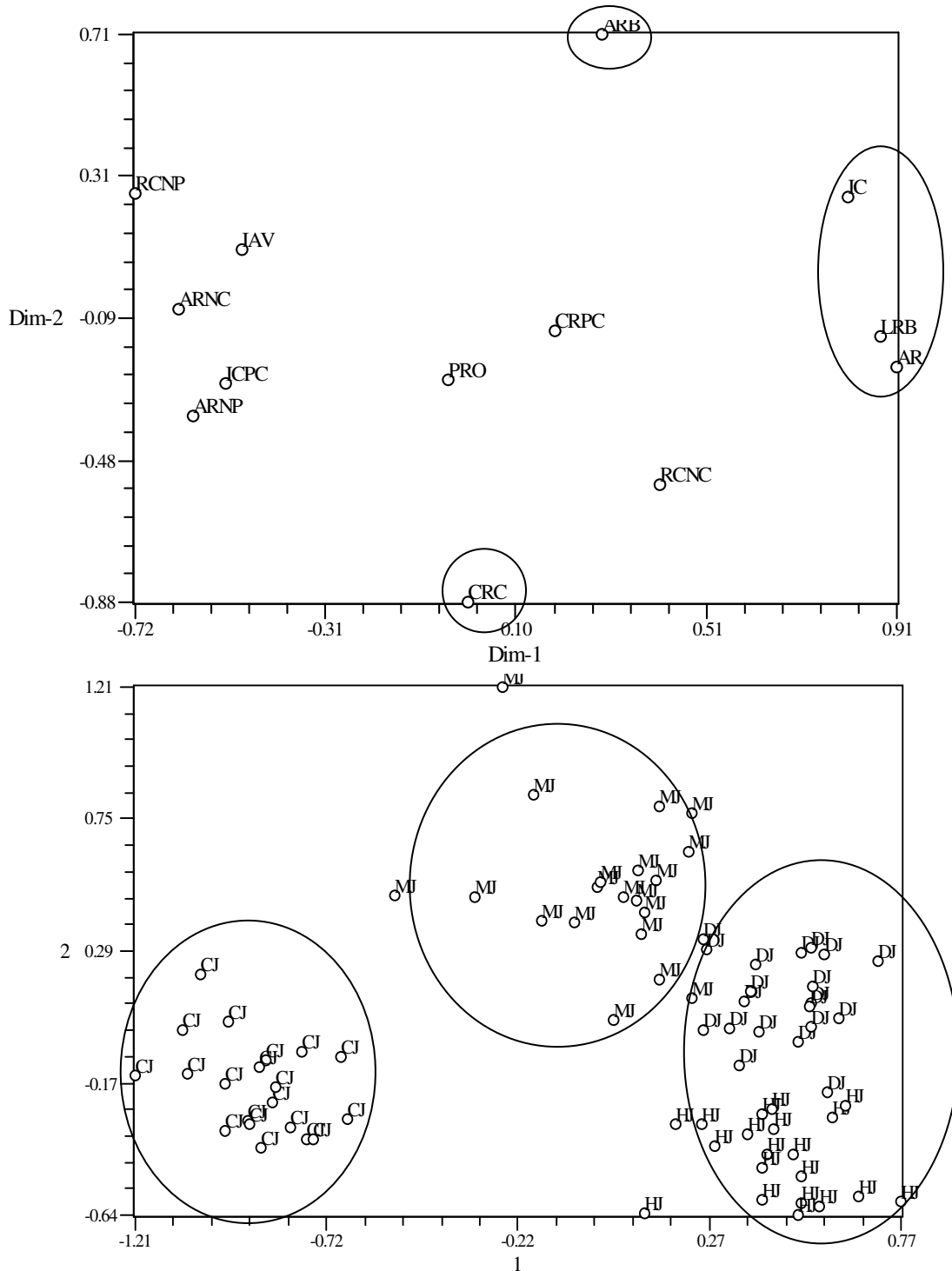


Figura 20: Análise de Componentes principais -PCA - 2º e 3º componentes e distribuição dos atributos morfológicos de jovens de *D. langei*, *C. lanei*, *H. griemi* e *M. microlepis* (DJ: *D. langei* jovens; CJ: *C. lanei* jovens; HJ: *H. griemi* jovens; MJ: *M. microlepis* jovens; descrição das siglas dos atributos descritos na tabela IV).

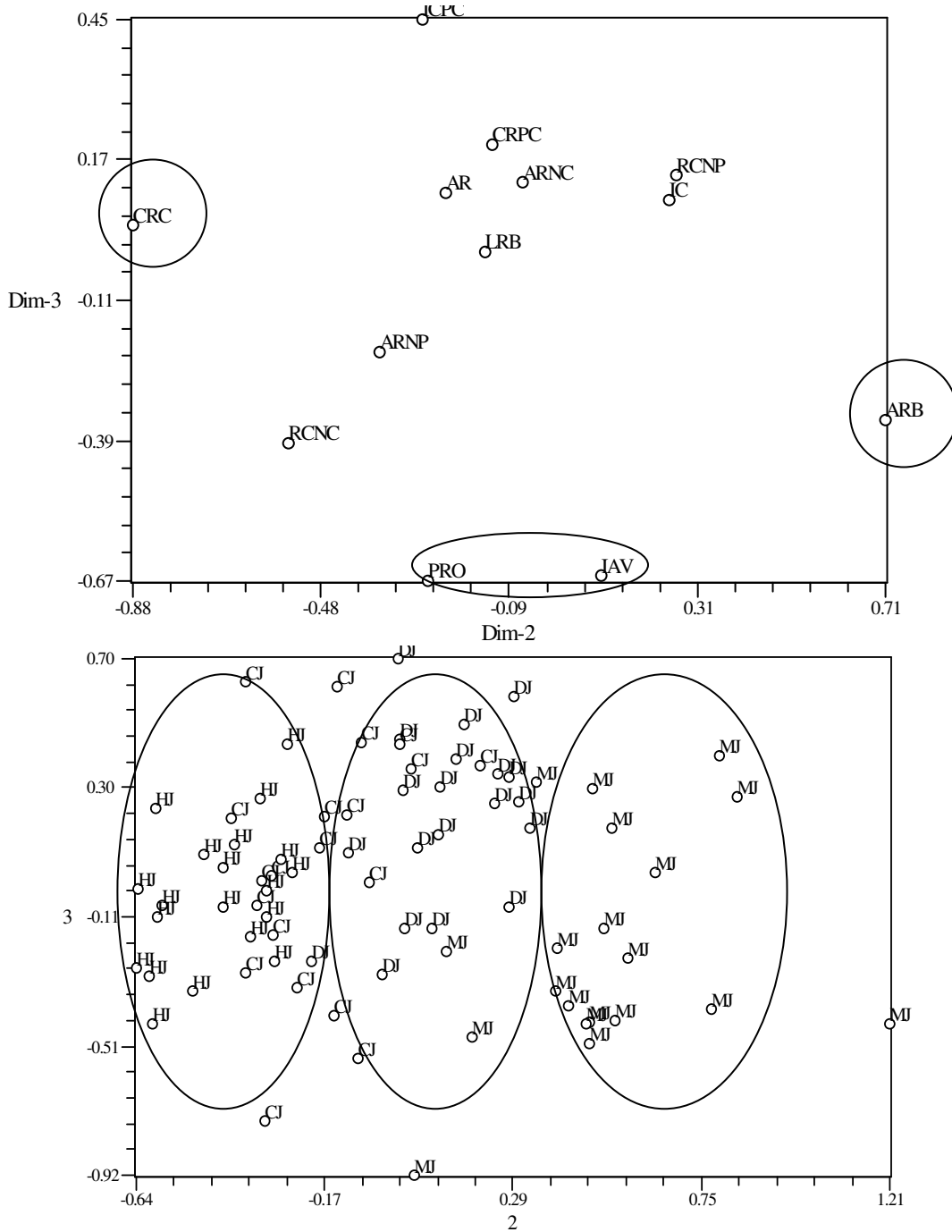


Figura 21: Análise de Componentes principais -PCA - 1º e 2º componentes e distribuição dos atributos morfológicos de adultos de *D. langei*, *C. lanei*, *H. griemi* e *M. microlepis* (DA: *D. langei* adultos; CA: *C. lanei* adultos; HA: *H. griemi* adultos; MA: *M. microlepis* adultos; descrição das siglas dos atributos descritos na tabela IV).

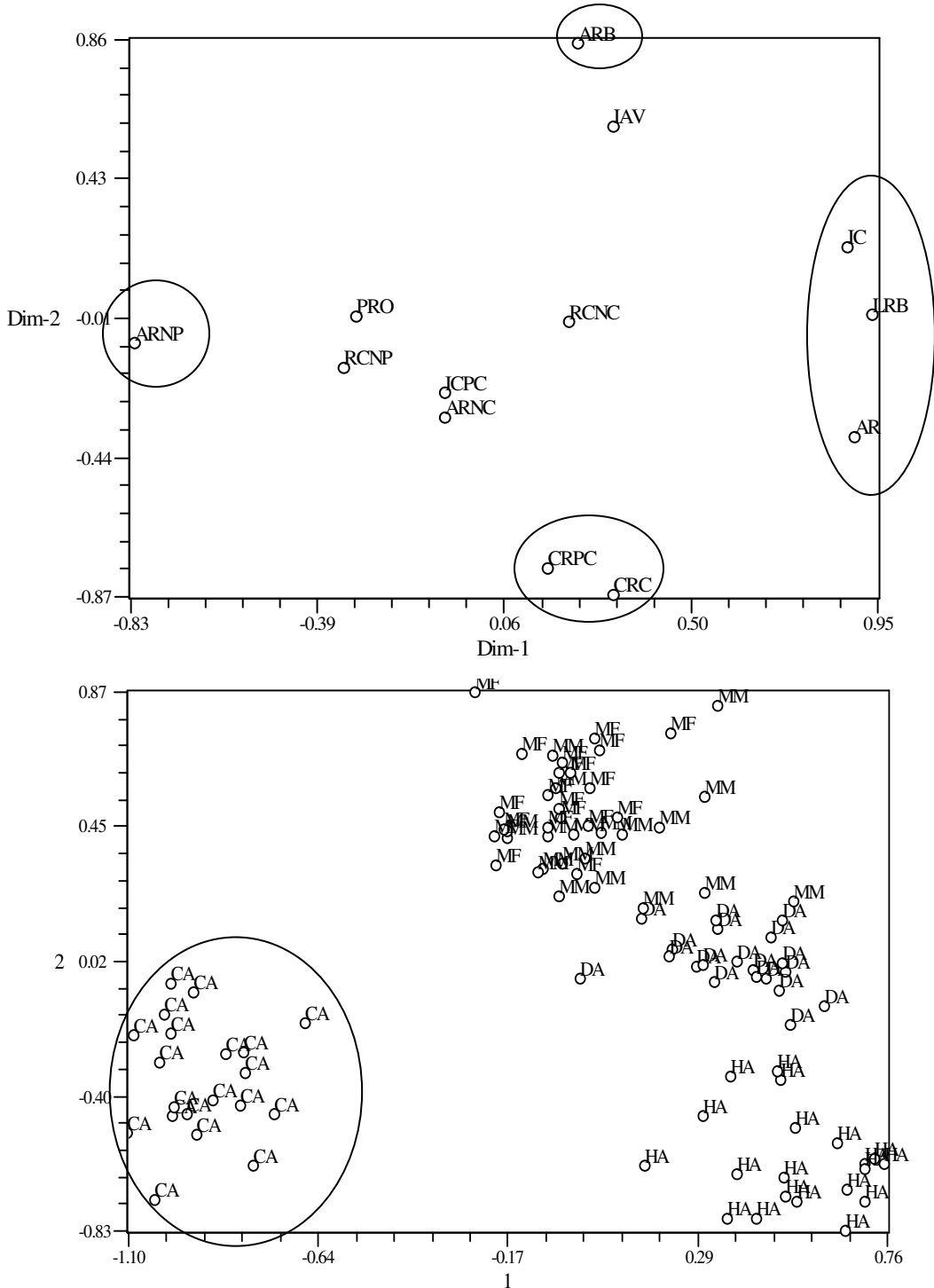
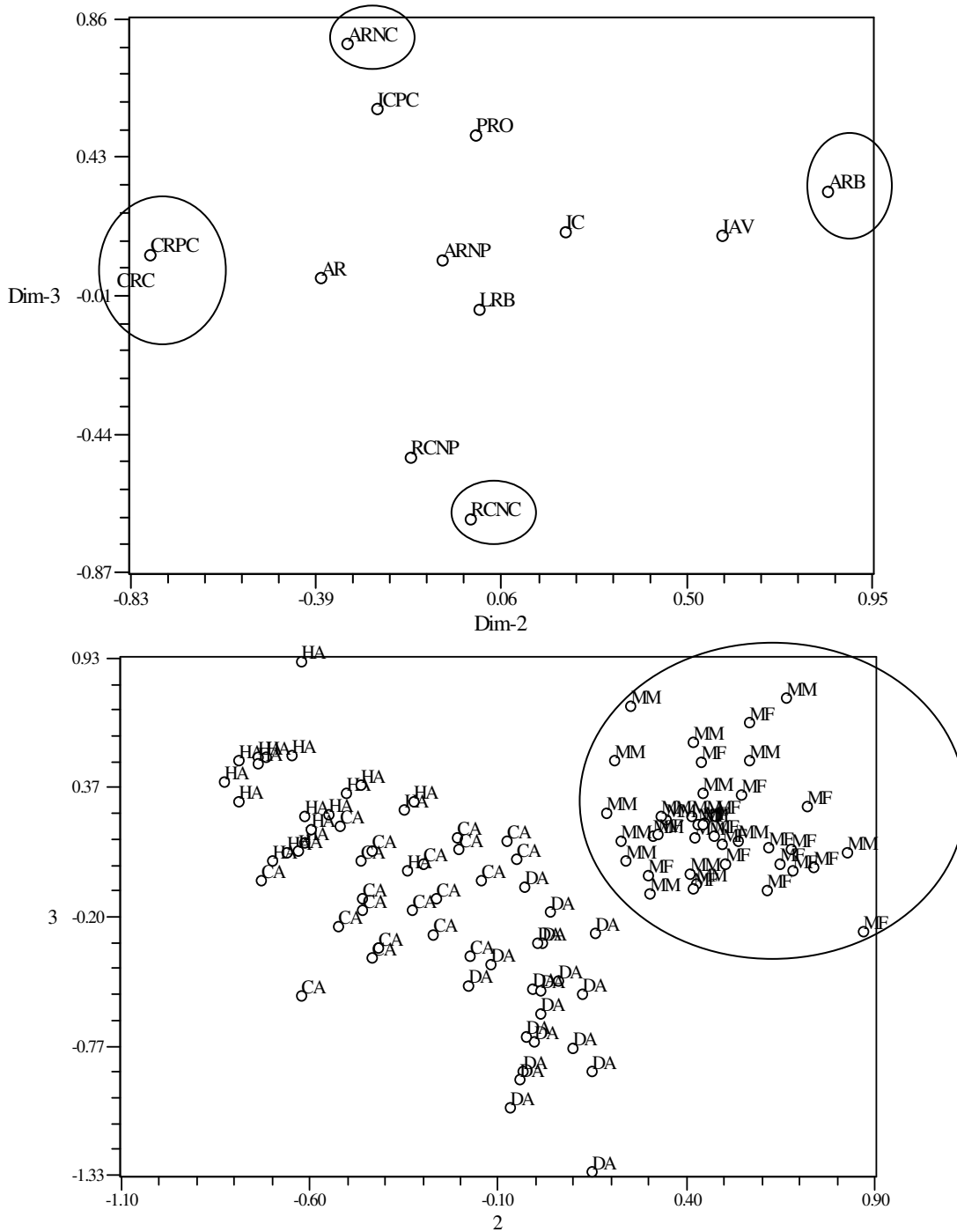


Figura 22: Análise de Componentes principais -PCA - 2º e 3º componentes e distribuição dos atributos morfológicos de adultos de *D. langei*, *C. lanei*, *H. griemi* e *M. microlepis* (DA: *D. langei* adultos; CA: *C. lanei* adultos; HA: *H. griemi* adultos; MA: *M. microlepis* adultos; descrição das siglas dos atributos descritos na tabela IV).



## CONCLUSÃO GERAL

A conjugação de diferentes metodologias de coleta, inclusive observações diretas, em riachos com água transparente, fundo rochoso e sem vegetação subaquática conforme proposto em SABINO & CASTRO (1990) e UIEDA & UIEDA (2001) possibilitam a coleta de dados sobre ocupação espacial e comportamento alimentar. Além disso, a introdução de um componente quantitativo baseado em ARANHA *et al.* (1998), baseado em GORMAN & KARR (1978) e GORMAN (1988), foi uma ferramenta eficaz para confirmação das informações obtidas através das observações diretas, reduzindo a subjetividade.

Nossos resultados corroboram estudos realizados por BALON *et al.* (1986), FREIRE & AGOSTINHO (2001) e PIORSKI *et al.* (2005), os quais, utilizando ferramentas multivariadas na ordenação, como a análise de componentes principais, obtiveram a maior parte da variação no primeiro eixo associado à ocupação espacial e no segundo ao tamanho do alimento.

Segundo PERES-NETO (1999) espécies filogeneticamente próximas possuem morfologia semelhante e, por sua vez, aspectos ecológicos semelhantes. Nossos resultados sugerem que mesmo entre os gêneros estudados, é possível detectar diferenças morfológicas que acarretam diferenças na utilização dos recursos. No rio Morato, a grande heterogeneidade de ambientes e as características fisiográficas distintas, possibilitam que a utilização dos recursos pelas espécies seja realizada de forma diferenciada. As espécies estudadas, mesmo que possam ser observadas em

atividade no mesmo período e ambiente, demonstraram aspectos morfológicos, ocupação espacial e dieta diferenciadas.

*Deuterodon langei* possui corpo alto e comprimido lateralmente, ocupou o estrato inferior da coluna d'água em águas com correnteza lenta a moderada, profundidade média a alta e substrato de cascalho. As diferenças entre jovens e adultos se restringem à utilização das margens pelos jovens além do canal. A alta capacidade de realizar manobras, associada à boca larga e aos dentes multicuspidados permitem que esta espécie utilize todos os estratos para alimentação. Com hábito onívoro e tendência a herbivoria, utilize o fundo onde se alimenta de algas filamentosas, fragmentos vegetais alóctones e larvas de insetos, bem como porções intermediárias e superior da coluna d'água, onde captura o drift, composto principalmente de insetos, aranhas, sementes e flores.

*Hyphessobrycon griemi*, assim como *D. langei*, possui corpo alto e comprimido lateralmente, porém a cabeça é proporcionalmente curta. Ocupou a porção média da coluna d'água em águas rasas nas margens sombreadas com ausência de correnteza e substrato de folhiço. Também possui alta capacidade para realizar manobras utilizando todos os estratos para alimentação, possui boca larga com dentes tricuspídeos, permitindo uma dieta onívora. As diferenças entre jovens e adultos estão relacionadas com a dieta, onde jovens apresentam predominância por se alimentar de algas filamentosas e larvas de insetos e os adultos por insetos alóctones.

*Mimagoniates microlepis* possui corpo comprimido lateralmente, pedúnculo caudal longo e cabeça relativamente grande. Ocorrem nas margens sombreadas sem correnteza. Os jovens ocuparam a porção superior da coluna d'água independentemente do substrato, os adultos ocuparam a porção média em ambientes com fundo coberto por folhiço.

Apresentam boca superior e alta com dentes tricuspídeos com cúspides extremamente aguçadas, são insetívoros terrestres apesar dos jovens também se alimentarem de larvas aquáticas de insetos.

*Characidium lanei*, com corpo comprimido dorso-ventralmente e nadadeiras peitorais grandes, possui hábitos bentônicos, possui boca pequena e dentes cônicos, se alimenta principalmente de larvas de insetos aquáticas, capturando-as através de espreita ou revirando o substrato. Os adultos apresentaram preferência por ambientes com correnteza média e substrato arenoso ou com folhiço

Apesar de ser reconhecida a importância do habitat marginal para jovens (RINCÓN, 1999; UIEDA & UIEDA, 2001), em geral não foram observados ocupações distintas entre jovens e adultos, provavelmente em virtude da vegetação marginal submersa no rio Morato ser escassa. Em ambientes alterados ocupados por gramíneas do gênero *Brachiaria*, as margens são mais utilizadas que o canal.

Estudos sobre a disponibilidade de alimento nos diferentes substratos podem auxiliar na compreensão dos padrões encontrados, entretanto o substrato formado por folhiço indica ser o mais favorável ao forrageamento das espécies estudadas.

Quanto à dieta, as quatro espécies estudadas apresentaram altas amplitudes de nicho e baixa similaridade entre si. A maioria dos itens alimentares apresentou baixa frequência, demonstrando pouca seletividade e grande oportunismo na escolha dos alimentos.

No presente estudo não foram observadas diferenças significativas quanto à sazonalidade, discutida em ARANHA *et al.* (1998), ESTEVES & LOBÓN-CERVIÁ (2001) e LAMPERT *et al.* (2003). Com as variações durante as cheias características do verão,

que modificam a estrutura do rio, e conseqüentemente a disponibilidade de alimento, esperava-se por diferenças na dieta entre as estações seca e chuvosa. Alguns indícios desse padrão foram observados com relação à abundância dos recursos alimentares, onde *D. langei* e *C. lanei*, que dependem de itens autóctones, apresentaram maiores graus de repleção durante a primavera e verão; *M. microlepis* e *H griemi*, que se alimentam com maior freqüência de itens alóctones, apresentaram, principalmente pelos adultos, estômagos repletos durante o outono. Os resultados encontrados indicam que as diferenças quantitativas da dieta ao longo do ano estão relacionadas a diferenças pontuais, como secas, cheias, ventos fortes, entre outros fatores, que ultimamente têm ocorrido aleatoriamente.

As espécies estudadas ocuparam diferentes nichos, reduzindo a competição através da partilha de recursos, conforme proposto por GATZ (1979), porém, possuem plasticidade para, durante períodos de instabilidade do meio, persistir às variações no ambiente conforme proposto em LOWE-MCCONNELL (1987) e GORMAN (1988). Acreditamos que a grande plasticidade na utilização dos recursos alimentares pelas espécies estudadas permite a partilha dos recursos disponíveis. Ora se alimentam de recursos provenientes da floresta associada, ora se alimentam de recursos autóctones. As altas freqüências de itens alóctones encontradas na dieta demonstraram a importância da vegetação marginal como fonte de recursos, sendo fundamental para o equilíbrio desses ecossistemas e manutenção dessas comunidades, que no caso da sua supressão, ocasionariam uma pressão maior por recursos autóctones, aumentando a competição intra-específica e inter-específica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILHÔA, V. & L.F.DUBOC. 2004. Espécies de peixes de água doce ameaçadas no Paraná. p. 603-678. *In*: S.B MIKISH & R.S. BÉRNILS (eds.) **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba. Instituto Ambiental do Paraná, XVI + 764p.
- AGOSTINHO, A.A. 1992. Manejo de Recursos Pesqueiros *In*: A.A. AGOSTINHO & E. BENEDITO-CECÍLIO (eds.) **Situação Atual e Perspectivas da Ictiologia do Brasil**. Maringá. Editora da Universidade Estadual de Maringá, p. 106-121.
- AGUIARO, T. & É.P. CARAMASHI. 1998. Trophic guilds in fish assemblages in three coastal lagoons of Rio de Janeiro State (Brazil). **Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte limnologie**, Stuttgart, **26**: 2166-2169.
- ARANHA, J.M.R. 2000. **A influência da instabilidade ambiental na composição e estrutura trófica da ictiofauna de dois rios litorâneos**. Tese de Doutorado em Ecologia, PPG-ERN/UFSCar, São Carlos, 130p.
- ARANHA, J.M.R. & É.P.CARAMASCHI. 1997. Distribuição longitudinal e ocupação espacial de quatro espécies de Cyprinodontiformes no rio Ubatiba, Maricá, RJ, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, **26** (1,2,3,4): 125-140.

ARANHA, J.M.R.; É.P. CARAMASCHI & U. CARAMASCHI. 1993. Ocupação espacial, alimentação e época reprodutiva de duas espécies de *Corydoras* Lacepede (Siluroidei, Callichthyidae) coexistentes no rio Alambari (Botucatu, São Paulo). **Revista Brasileira de Zoologia**, Rio de Janeiro, **10** (3): 453-466.

ARANHA, J.M.R.; J.H.C. GOMES & F.N.O. FOGAÇA. 2000. Feeding of two species of *Characidium*, *C. lanei* and *C. pterostictum* (Characidiinae) in a coastal stream of Atlantic Forest (Southern Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, **43**(5): 527-531.

ARANHA, J.M.R.; D.F. TAKEUTI & T. YOSHIMURA. 1998. Habitat use and food partitioning of the fishes in the Mergulhão stream (coastal stream of Atlantic Forest, Brazil). **Revista de Biologia Tropical**, San José, **46**(4): 951-959.

ARCIFA, S.A.; T.G. NORTHCOTE & O. FROELICH. 1991. Interactive ecology of two cohabiting characin fishes (*Astyanax fasciatus* and *Astyanax bimaculatus*) in an eutrophic Brazilian reservoir. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, **7**: 257-268.

BALON, E.K.; S.S. CRAWFORD & A. LELEK. 1986. Fish communities of the upper Danube River (Germany, Austria) prior to the new Rhein-Main-Donan connection. **Environmental Biology of Fishes**, The Hague, **15**(4): 243-271.

- BICUDO, C.E.M. & R.M.T. BICUDO. 1970. **Algas de águas continentais brasileiras**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 228p.
- BORROR, D.J. & M.D. DELONG. 1988. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo, Edgard Blücher, 653p.
- BRITSKI, H.A. 1972. Peixes de água doce do Estado de São Paulo. p.79-108. *In*. Comissão Internacional da Bacia Paraná/Uruguai (Eds.). **Poluição e Piscicultura**. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da USP e Instituto de Pesca. 217p.
- BUCK, S. & I. SAZIMA 1995. An Assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in Southeastern Brazil: distribution, activity, and feeding. **Icthyological Exploration of Freshwaters**, München, 6 (4): 325-332.
- BUCKUP, P.A.1998. Relationships of the Characidiinae and Phylogeny of Characiforms Fishes (Teleostei: Ostariophysi). p.123-144 *In*: L.R. MALABARBA; R.E. REIS; R.P. VARI & Z.M.S. LUCENA (Eds.) **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre, EDIPUCRS, X + 603p.
- CASATTI, L. 2005. Fish assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. **Biota Neotropica**, 5(1): <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1/pt/abstract?article+BN02505012005>

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

CASTRO, R.M.C. & L. CASATTI. 1997. The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná River Basin, southeastern Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, München, **7**: 337-352.

CHU, H.F. 1949. **The immature insects**. W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, 243p.

COSTA, W.J.E.M. 1984. Peixes fluviais do sistema lagunar de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, **7**: 65-72.

COSTA, W.J.E.M. 1987. Feeding habits of a fish community in a tropical coastal stream, rio Mato Grosso, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Amsterdam , **22**(3): 145-153.

DUFECH, A.P.S.; M.A. AZEVEDO, & C.B. FIALHO. 2003. Comparative dietary analysis of two populations of *Mimagoniates rheocharis* (Characidae: Glandulocaudinae) from two streams of Southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, São Paulo, **1**(1): 67-74.

- ESTEVEES, K.E. & J.M.R.ARANHA. 1999. Ecologia Trófica de peixes de riachos. p. 157-182. *In*: E.P. CARAMASCHI; R. MAZZONI & P.R. PERES NETO (Eds.). **Ecologia de Peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, VI + 260p.
- ESTEVEES, K.E. & J. LOBÓN-CERVIÁ. 2001. Composition and trophic structure of a clear water Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, The Hague, **62**: 429-440.
- FERREIRA, E.J.G. 1984. A Ictiofauna da Represa Hidrelétrica de Curuá-Uma, Santarém, Pará. Alimentação e Hábitos Alimentares das Principais Espécies. **Amazoniana**, Manaus, **9**(1): 1-16.
- FOGAÇA, F.N.O.; J.M.R. ARANHA, & M.L.P. ESPER.2003. Ictiofauna do rio do Quebra (Antonina, PR, Brasil): Ocupação espacial e hábito alimentar. **Interciência**, Rio de Janeiro, **28**(3): 168-173.
- FREIRE, A.G. & A.A. AGOSTINHO. 2001. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/Brasil). **Acta Limnológica Brasiliensis**, Botucatu, **13**: 1-9.
- FUTUYMA, D.J. 1993. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto, SGB–CNPq. Segunda Edição, 631p.

- GATZ, A.J. 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Tulane Studies in Zoology and Botany**, New Orleans, **21**: 91-124.
- GORMAN, O.T. 1988. The dynamics of habitat use in a guild of Ozark minnows. **Ecological Monographs**, Tempe, **58**(1): 1–18.
- GORMAN, O.T. & J.R. KARR. 1978. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology**, Durham, **59**: 507-515.
- GRACIOLLI, G.; M.A. AZEVEDO & F.A.G. DE MELO. 2003. Comparative of the diet of Glandulocaudinae and Tetragonopterinae (Ostariophysi: Characidae) in a small Stream in Southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environmental**, Amsterdam, **38**(2): 95-103.
- HAHN, N.S.; R. FUGI; D.PERETTI; M.R. RUSSO & V.E. LOUREIRO-CRIPPA. 2004. Trophic structure of the fish fauna, p. 139-143. *In*: A.A. AGOSTINHO; L. RODRIGUES; L.C. GOMES; S.M. THOMAZ & S.M. MIRANDA (Orgs.). **Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain**. Maringá, Eduem, Nupelia, I+275p.
- HYSLOP, E.P. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, London, **29**: 411-429.

HUGUENY, B & M. POUILLY. 1999. Morphological correlates of diet in an assemblage of West African freshwater fishes. **Journal of fish Biology**, London, **54**: 1310-1325.

KEAST, A. & D. WEBB. 1966. Mouth and body form from relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario Bd. Canada. **Journal of Fisheries Resources**, London, **23**(12): 1845-1874.

KREBS, C.J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper & Row Publishers, New York, 654p.

LAMPERT, V.R.; M.A. AZEVEDO, & C.B. FIALHO. 2003. Hábito alimentar de *Mimagoniates microlepis* Steindachner, 1876 (Characidae: Glandulocaudinae) do canal de ligação entre as lagoas Emboaba e Emboabinha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS**, Porto Alegre, **16**(1): 3-16.

LOPRETO, E.C. & G. TELL. 1995. **Ecosistemas de Águas Continentales, Metodologias para su Estudio**. Ediciones Sur, La Plata, III+1401p.

LOWE-MCCONNELL, R.H. 1987. **Ecological studies in tropical fish Communities**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, XIII+382p.

LOWE-McCONNELL, R.H. 1991. Natural history of fishes in Araguaia and Xingu Amazonian tributaries, Serra do Roncador, Mato Grosso, Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwater**, München, **2**: 63-82.

LUCENA, C.A.S.; A.S. JARDIM, & E.S. VIDAL. 1994. Ocorrência, distribuição e abundância da fauna de peixes da praia de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**, Porto Alegre, **7**: 3-27.

MAZZONI, R. & R. IGLESIAS-RIOS. 2002. Distribution pattern of two fish species in a coastal stream in Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, **62**(1): 171-178.

MAZZONI, R. & C.F. RESENDE. 2003. Seasonal diet shift a tetragonopterinae (Osteichthyes, Characidae) from the Ubatiba river, RJ, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, **63**(1): 69-74.

MCCAFFERTY, W.P. 1981. **Aquatic Entomology**. Jones and Bartlett Publishers, inc. Portola Valley, Boston, 445p.

- MENEZES, N.A.; R.M.C. CASTRO & M.J. WEITZMAN. 1990. Peixes de riacho da Floresta Costeira Atlântica Brasileira: um conjunto pouco conhecido e ameaçado de vertebrados. **II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, Estrutura, Função e Manejo**. Publicações Aciesp, Águas de Lindóia, (71).
- NORTON S.F. & E. BRAINERD. 1993. Convergence in the feeding mechanics of ecomorphologically similar species in the Centrarchidae and Cichlidae. **Journal exploration of biology**, Brussels, **176**: 11-29.
- PENCZAK, T.; A.A. AGOSTINHO & E.K OKADA. 1994. Fish diversity and community structure in two small tributaries of the Paraná River, Paraná State, Brazil. **Hydrobiologia**, The Hague, **294**: 243-251.
- PERES-NETO, P. R. 1999. Alguns Métodos e Estudos em Ecomorfologia de Peixes de Riachos. p. 209-236 *In*: E.P.CARAMASCHI; R. MAZZONI & P.R. PERES NETO (Eds.). **Ecologia de Peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ., VI + 260p.
- PÉRES, G.R. 1988. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Univ. Antioquia, Facultad de Ciências Exatas y Naturales, Centro de Investigaciones, CIEN, Bogotá, Colômbia, 217p.

- PIORSKI, N.M.; J.R.L. ALVES; M.R.B. MACHADO & M.M.F. Correia. 2005. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, **35**(1): 63-70.
- PRIMACK, R.B. & E. RODRIGUES. 2001. **Biologia da Conservação**. Londrina. Editora Vida, 327p.
- REIS, S.F.; L.M PESSOA,. & R.E. STRAUSS. 1990. Application of size-free canonical discriminant analysis to studies of geographical differentiation. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, **13**: 509-520.
- RESENDE, E.K. 2000. Trophic structure of fish assemblages in the Lower Miranda River, Pantanal, Mato Grosso do Sul State, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, **60**(3): 389-403.
- RINCÓN, P.A. 1999. Uso do micro-hábitat em peixes de riachos: métodos e perspectivas. p. 23-90. *In*: E.P.CARAMASCHI; R. MAZZONI & P.R. PERES NETO (Eds.). **Ecologia de Peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, VI + 260p.
- SABINO, J. 1999. Comportamento de peixes em riachos: métodos de estudo para uma abordagem naturalística. p. 183-208. *In*: E.P.CARAMASCHI; R. MAZZONI & P.R.

- PERES NETO (Eds.). **Ecologia de Peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro, PPGE–UFRJ, VI + 260p.
- SABINO, J. & R.M.C. CASTRO. 1990. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da Floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, **50** (1): 23-36.
- SABINO, J. & J. ZUANON. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. **Ichthyological Exploration of Freshwater**, München, **8** (3): 201-210.
- SAZIMA, I. 1986. Similarities in feeding behaviour between some marine and freshwater fishes in two tropical communities. **Journal of Fish Biology**, London, **29**: 53-65.
- SCHLOSSER, I.J. 1982. Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. **Ecological Monographs**, Tempe, **52** (4): 395 – 414.
- SCHÖENER, T.W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. **Science**, Washington, **185**: 27-38.
- STEHR, F.W. 1987. **Immature Insects**. Kendall/ Hunt Publishing Company, Dubuque, **1 e 2**: 754p e 974p.

SUGUIO, K. & J. J. BIGARELLA. 1990. **Ambientes Fluviais**. Florianópolis, UFSC - UFPR, 183p.

UIEDA, V.S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **42**(4): 397- 403.

UIEDA, V.S.; P.BUZZATO & R. M. KIKUCHI. 1997. Partilha de recursos alimentares em peixes em um riacho de serra do sudeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **69** (2): 243-252.

UIEDA, V. S. & W. UIEDA. 2001. Species composition and distribution of a stream fish assemblage in the east coast of Brazil: comparison of two field study methodologies. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, 61(3): 377-388.

UIEDA, V.S. & R.M.C. CASTRO. 1999. Coleta e Fixação de peixes de riachos p. 1-22. *In*: E.P.CARAMASCHI; R. MAZZONI & P.R. PERES NETO (Eds.). **Ecologia de Peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro, PPGE–UFRJ, VI + 260p.

VAZZOLER, A.E.A.M. & N.A. MENEZES. 1992. Síntese dos conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Osthariophysi). **Revista Brasileira de biologia**, Rio de Janeiro, **52**( 4): 627- 640.

- VILELLA, F.S.; F.G. BECKER & S.M. HARTZ. 2002. Diet of *Astyanax* species( Teleostei, Characidae) in an Atlantic Forest River in Southern Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, **45** (2): 223-232.
- VITULE, J.R.S. & J.M.R. ARANHA. 2002. Ecologia alimentar do lambari, *Deuterodon langei* TRAVASSOS, 1957 (Characidae, Tetragonopterinae), de diferentes tamanhos em um riacho da Floresta Atlântica, Paraná (Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, **31** (1,2,3,4): 137-150.
- WAINWRIGHT, P.C.; D.R. BELLWOOD & M.W. WESTNEAT. 2002. Ecomorphology of locomotion in labrid fishes. **Environmental Biology of Fishes**, The Hague, 65: 47-62.
- WAINWRIGHT, P.C. & B.A. RICHARD. 1995. Predicting patterns of prey use from morphology of fishes. **Environmental Biology of Fishes**, The Hague, **44**: 97-113.
- WATSON, D.J. & E.K. BALON. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. **Journal of Fish Biology**, London, **25**: 371-384.
- WIENS, J.A. 1977. On competition and variable environments. **American Scientist**, New Haven, 65: 590-597.

WINEMILLER, K.O. 1991. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. **Ecological Monographies**, Tempe, 61(4): 343-365.

WINEMILLER, K.O & D.B. JEPSEN. 1998. Effects of sazonality and fish movement on tropical river food webs. **Journal of Fish Biology**, London, **53** (A): 267-296.

ZAVALA-CAMIN, L.A. 1996. **Introdução ao estudo sobre alimentação natural em peixes**. Maringá, Eduem, SBI, CNPq, Nupelia, 129p.

## ANEXOS

Anexo I. Relação das espécies de peixes coletados no rio Morato, Guaraqueçaba, Paraná.

---

<b>ORDEM CHARACIFORMES</b>	
<b>FAMÍLIA</b>	<b>ESPÉCIE</b>
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)
Crenuchidae	<i>Characidium lanei</i> Travassos, 1967 <i>Characidium pterostictum</i> Gomes, 1947
Curimatidae	<i>Cyphocharax santacatarinae</i> (Fernandez-Yepe, 1948)
Characidae	<i>Astyanax</i> sp. <i>Deuterodon langei</i> Travassos, 1957 <i>Hollandichthys multifasciatus</i> Eigenmann & Norris, 1900 <i>Hyphessobrycon griemi</i> Hoedeman, 1957 <i>Mimagoniates microlepis</i> (Steindachner, 1876) <i>Oligosarcus hepsetus</i> (Cuvier, 1817)
<b>ORDEM SILURIFORMES</b>	
Heptapteridae	<i>Acentronichthys leptos</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889 <i>Pimelodella pappenheimi</i> Ahl, 1921 <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824) <i>Rhamdioglanis frenatus</i> (Ihering, 1907)
Pseudopimelodidae	<i>Microglanis</i> sp.
Auchenipteridae	<i>Glanidium melanopterus</i> Ribeiro, 1918
Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i> sp.
Callichthyidae	<i>Corydoras barbatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)
Loricariidae	<i>Ancistrus multispinnis</i> Regan, 1912 <i>Hisonotus leucofrenatus</i> (Ribeiro, 1908) <i>Kronichthys subteres</i> Ribeiro, 1908 <i>Rineloricaria</i> sp. <i>Schizolecis guntheri</i> Britski & Garavello, 1984
<b>ORDEM GYMNOTIFORMES</b>	
Gymnotidae	<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758
<b>ORDEM CYPRINODONTIFORMES</b>	
Poeciliidae	<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)
<b>ORDEM SYNBRANCHIFORMES</b>	
Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795
<b>ORDEM PERCIFORMES</b>	
Cichlidae	<i>Crenicichla lacustris</i> (Castelnau, 1855) <i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824) <i>Cichlasoma facetum</i> (Jenyns, 1842)
Gobiidae	<i>Awaous tajasica</i> (Lichtenstein, 1822)

---

Anexo II: Distribuição sazonal da frequência de ocorrência dos itens alimentares de *Deuterodon langei*, *Characidium lanei*, *Hyphessobrycon griemi* e *Mimagoniates microlepis* (N: número de estômagos; %: frequência de ocorrência).

Itens alimentares	<i>D. langei</i>								<i>C. lanei</i>								<i>H. griemi</i>								<i>M. microlepis</i>							
	Verão		Outono		Inverno		Primavera		Verão		Outono		Inverno		Primavera		Verão		Outono		Inverno		Primavera		Verão		Outono		Inverno		Primavera	
	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A	J	A
Clorófitas unicelulares	80,0		80,3	60,0	80,0	53,3	100,0	20,0										6,7														
Diatomáceas	100,0	26,7	100,0	80,0	100,0	80,0	100,0	46,7																								6,7
Clorófitas filamentosas	80,0	40,0	100,0	46,7	100,0	93,3	100,0	66,7											53,3	27,3	22,2		6,7							7,1		
Cianófitas	100,0	6,7	75,0	40,0	86,7	40,0	100,0	26,7											13,3													
Briófitas						6,7	20,0																									
Raiz		6,7						6,7																								
Caulo	20,0	20,0	8,3	13,3		33,3	26,7													9,1	11,1											
Folha		20,0		60,0		26,7	60,0																									
Flor		13,3		6,7		13,3	20,0																									
Fruto		33,3		33,3		13,3	33,3											6,7													13,3	
Semente		13,3		6,7			26,7																									
Vegetal não identificado		20,0					6,7			13,3		12,5	6,7		7,1			6,7	20,0	27,3	11,1	7,7							7,1	6,7	6,7	6,7
Nematoda										13,3																						
Oligochaeta			8,3							13,3																						
Bivalvia																																
Araneae		6,7		6,7		6,7	13,3																									
Acarina										13,3		9,1		12,5	33,3	50,0	33,3															
Isopoda																																
Amphipoda																																
Cladocera										13,3																						
Crustacea																																
Chilopoda						6,7																										
Pupa de Ephemeroptera																																
Naiade de Ephemeroptera																																
Orthoptera		13,3					6,7	20,0	86,7	53,3	18,2	25,0	25,0	33,3	64,3	66,7	6,7															
Pupa de Plecoptera																																
Larva de Plecoptera																																
Naiade Odonata Anisoptera																																
Naiade de Odonata																																
Larva de Coleoptera																																
Thysanoptera																																
Ninfa de Hemiptera terrestre																																
Hemiptera Gerridae																																
Hemiptera Corixidae																																
Hemiptera terrestre																																
Larva de Homoptera																																
Ninfa de Homop. terrestre																																
Homoptera																																
Coleoptera terrestre																																
Larva de Trichoptera																																
Larva de Lepid. Pyralidae																																
Larva de Lepid. Noctuidae																																
Pupa de Lepidoptera																																
Larva de Lepid. terrestre																																
Lepidoptera																																
Larva de Diptera																																
Pupa de Dip. Chironomidae																																
Larva de Diptera Tipulidae																																
Pupa de Diptera																																
Diptera terrestre																																
Larva de Neuroptera																																
Hymenoptera																																
Formicidae																																
Ovos de insetos																																
Fragmentos de Artropodes																																
Detritos																																
Escama																																
Mat.Orgânica não identif.																																
Total de estômagos	5	15	12	15	15	15	15	15	15	15	11	8	8	15	14	12	15	15	11	9	13	15	15	15	15	15	14	15	15	15	15	