



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DÉBORA FERNANDES SILVA BERNARDINO

**CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA TRÓFICA EM UM RIACHO
ÍNTEGRO DE MATA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL**

Londrina
2009

DÉBORA FERNANDES SILVA BERNARDINO

**CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA TRÓFICA EM UM RIACHO
ÍNTEGRO DE MATA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia.

Orientadora: Dra. Sirlei T. Bennemann

Londrina
2009

DÉBORA FERNANDES SILVA BERNARDINO

**CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA TRÓFICA EM UM RIACHO
ÍNTEGRO DE MATA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL**

BANCA EXAMINADORA

Dra. Sirlei Terezinha Bennemann - Orientadora
Universidade Estadual de Londrina
Departamento de Biologia Animal e Vegetal
Londrina, PR.

Dra. Norma Segatti Hahn
Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Biologia Maringá, PR.

Dr. Oscar Akio Shibatta
Universidade Estadual de Londrina
Departamento de Biologia Animal e Vegetal
Londrina, PR.

SUPLENTES

Dr. Lilian Casatti
Universidade Estadual Paulista –
São José do Rio Preto

Dr. Cláudia Bueno dos Reis Martinez
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 25 de fevereiro de 2009.

"Todo este universo é um livro em que cada um de nós é uma frase. Nenhum de nós, por si mesmo, faz mais que um pequeno sentido, ou uma parte de sentido; só no conjunto do que se diz se percebe o que cada um verdadeiramente quer dizer "

(Fernando Pessoa).

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina pelo suporte e estrutura fornecidos.

À CAPES pela bolsa concedida e pelos recursos fornecidos.

À Indústria Klabin Papel e Celulose pelo suporte financeiro e por viabilizar o estudo do ribeirão Varanal, possibilitando o enriquecimento dos conhecimentos sobre ambientes íntegros.

À minha orientadora Sirlei Terezinha Bennemann pela orientação, atenção, pelos conselhos e, especialmente, por sua amizade.

Aos membros da banca examinadora Dra Norma Segatti Hahn e Dr. Oscar Akio Shibatta.

Ao meu marido Maikon, pelo seu amor, ajuda, compreensão e constante presença.

Aos meus pais e minhas irmãs, pelo apoio e incentivo em todos os momentos de que eu precisei.

BERNARDINO, Débora F. S. **Caracterização e dinâmica trófica em um riacho íntegro de Mata Atlântica do Sul do Brasil**. 2009. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

Esta pesquisa foi desenvolvida no ribeirão Varanal, ambiente íntegro, afluente do rio Tibagi, em Telêmaco Borba, PR. A fim de se conhecer a dinâmica trófica deste ecossistema, os objetivos do trabalho foram: descrever alguns atributos físicos que caracterizam um riacho em condições naturais, verificar os itens alimentares consumidos pelas espécies de peixes e correlacioná-los com a disponibilidade no ambiente, analisar se há variação sazonal na utilização dos alimentos por *Trichomycterus* sp. e estabelecer uma teia trófica para o trecho médio do ribeirão Varanal. Foram realizadas quatro coletas sazonais em três trechos denominados nascente, médio e foz, durante o ano de 2005. Foram coletados 319 exemplares correspondendo a 12 espécies de peixes e *Trichomycterus* sp. Como resultados, foram identificados 43 itens alimentares nos tratos digestórios dos exemplares analisados. Os itens de origem animal, especialmente insetos aquáticos, apresentaram maior ocorrência e dominância. Com relação aos insetos, foram coletadas oito ordens incluídas em 46 famílias. Os crustáceos também foram capturados e apresentaram maior abundância no trecho médio do riacho. O confronto entre os dados obtidos sobre a disponibilidade de itens alimentares no ambiente e a dieta das espécies de peixes demonstrou que a análise do conteúdo gástrico da ictiofauna é, por vezes, mais eficaz para amostrar o ambiente do que apenas a coleta dos invertebrados, podendo ser utilizada como ferramenta adicional para estimar a diversidade bentônica no ambiente. A teia alimentar no trecho médio do ribeirão Varanal caracterizou-se como detritívora, em função de sua dependência do material alóctone proveniente da vegetação marginal e que sustenta grande parte da fauna do riacho, consistindo na base da teia alimentar estabelecida.

Palavras-chave: Fauna do rio. Peixe - controle biológico. Ecossistemas aquáticos.

BERNARDINO, Débora F. S. **Caracterização e dinâmica trófica em um riacho íntegro de Mata Atlântica do Sul do Brasil.** 2009. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

This research was performed in the stream Varanal, pristine environment, a tributary of the river Tibagi in Telêmaco Borba, PR. In order to understand the trophic dynamics of this ecosystem, the objectives of the study were: describe some physical attributes that characterize a stream in natural conditions; check the food items consumed by fish species and to correlate them with the availability in the environment; considering if there is seasonal variation in the use of food by *Trichomycterus* sp. and establish a food web for the middle stretch of stream Varanal. Four seasonal samplings were performed in three stretches, called rising, middle and mouth, during the year of 2005. 319 specimens were collected corresponding to 12 fish species and *Trichomycterus* sp.. As results, we identified 43 food items in the gastric contents of the specimens examined. The items of animal origin, especially aquatic insects, had higher occurrence and dominance. With regard to insects, eight orders were collected included in 46 families. Crustaceans were also captured and presented higher abundance in the middle stretch of the stream. The comparison between availability of food items in the environment and the diet of fish species showed that the analysis of gastric contents of the ichthyofauna is sometimes better to sampling the environment than just the sampling of invertebrates, and may be used as additional tool to estimate the benthic diversity in the environment. The food web in the middle stretch of Varanal stream was based in detritus, because of its dependence on allochthonous material from marginal crop and that supports much of the fauna of the stream, being the base of the food web established.

Keywords: River fauna. Fish - biological control. Aquatic ecosystem.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Localização do Ribeirão Varanal na Fazenda Monte Alegre, PR. Trechos de coletas (Ilustração: acervo Klabin). 1- Nascente, 2- Trecho Médio, 3- Foz. Fonte: Azevedo *et al.* (2008, p.8)24
- Figura 2** – Vista do trecho da nascente do ribeirão Varanal25
- Figura 3** – Vista do trecho médio do ribeirão Varanal26
- Figura 4** – Vista de trecho da foz do ribeirão Varanal27
- Figura 5** – Composição percentual de ocorrência dos recursos alimentares (em categorias) consumidos pelas espécies de peixes do ribeirão Varanal35
- Figura 6** – Distribuição dos percentuais de ocorrência e dominância dos itens alimentares consumidos pelos indivíduos de *Trichomycterus* sp., nos diferentes trechos do ribeirão Varanal (conjugados segundo o método de Costello, 1990). 1- Chironomidae, 2- Restos de insetos aquáticos não identificados, 3- Ceratopogonidae, 4- Leptophlebiidae (imaturado), 5- Odonata, 6- Baetidae (imaturado), 7- Hydropsychidae, 8- Nematoda, 9- Detritos/Sedimentos38
- Figura 7** – Distribuição dos percentuais de ocorrência e dominância dos itens alimentares consumidos pelos indivíduos de *Trichomycterus* sp. coletados sazonalmente (conjugados segundo o método de Costello, 1990). 1- Chironomidae, 2- Baetidae (imaturado), 3- Restos de insetos aquáticos não identificados, 4- Ceratopogonidae, 5- Leptophlebiidae (imaturado), 6- Detritos/Sedimentos, 7- Nematoda.....39
- Figura 8** – Frequência de ocorrência, para a nascente, das principais famílias de insetos na alimentação dos indivíduos de *Trichomycterus* sp. e no ambiente41
- Figura 9** – Frequência de ocorrência, para o trecho médio, das principais famílias de insetos na dieta da ictiofauna, na alimentação dos indivíduos de *Trichomycterus* sp. E no ambiente.....41

Figura 10 – Frequência de ocorrência, para a foz, das principais famílias de insetos na dieta da ictiofauna, na alimentação dos indivíduos de <i>Trichomycterus</i> sp. e no ambiente	42
Figura 11 – Composição percentual do total de indivíduos de <i>Aegla castro</i> e <i>Macrobrachium iheringi</i> coletados nos trechos do ribeirão Varanal	43
Figura 12 – Representação da teia alimentar no trecho médio do ribeirão Varanal. Setas verdes: itens alimentares consumidos por <i>Trichomycterus</i> sp.. Setas vermelhas: itens alimentares consumidos por indivíduos da espécie <i>Astyanax scabripinnis</i> . Setas pretas: itens alimentares consumidos pelos outros organismos da teia trófica	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características ambientais dos trechos de coleta no ribeirão Varanal	31
Tabela 2 – Espécies de peixes e número de exemplares coletados nos diferentes trechos do ribeirão Varanal. A variação do comprimento padrão (cm) dos exemplares analisados está entre os colchetes. O número de exemplares analisados está entre parênteses.....	33
Tabela 3 – Número de ocorrência (O), freqüência de ocorrência (%FO), número de tratos digestórios em que determinado item foi dominante (d) e dominância (%D) dos recursos alimentares consumidos pelas espécies de peixes coletadas, no total. (i) imaturos, (a) adultos, (ni) não identificados	34
Tabela 4 – Insetos capturados nos diferentes trechos do ribeirão Varanal	37
Tabela 5 – Valores do Índice de Ivlev para <i>Trichomycterus</i> sp.	39
Tabela 6 – Abundância dos crustáceos decápodos coletados nos trechos do ribeirão Varanal	42
Tabela 7 – Caracterização biológica de cada trecho.....	45
Tabela 8 – Freqüência de ocorrência dos itens alimentares consumidos por indivíduos da família Leptophlebiidae (n=15), por indivíduos da família Gomphidae (n=7), por indivíduos da família Libelulidae (n=6) e indivíduos da família Aeglidae (n=40)	47
Tabela 9 – Características de locais íntegros já estudados no Brasil	50

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
LITERATURA CITADA	15
CARACTERIZAÇÃO E DINÂMICA TRÓFICA EM UM RIACHO ÍNTEGRO DE MATA ATLÂNTICA DO SUL DO BRASIL	18
ABSTRACT	19
RESUMO.....	19
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	23
ÁREA DE ESTUDO	23
AMOSTRAGENS.....	27
PROCESSAMENTO DO MATERIAL BIOLÓGICO	28
ANÁLISE DOS DADOS	29
RESULTADOS	31
CARACTERIZAÇÃO DOS TRECHOS DO RIBEIRÃO VARANAL SEGUNDO A COMPOSIÇÃO DE ORGANISMOS AQUÁTICOS	43
TEIA TRÓFICA NO TRECHO MÉDIO	46
DISCUSSÃO	49
TEIA TRÓFICA NO TRECHO MÉDIO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

INTRODUÇÃO GERAL

A América do Sul apresenta a fauna de peixes de água doce muito rica (UIEDA; CASTRO 1999), que está distribuída em três biótopos principais: riachos, rios e reservatórios. Rios e riachos são ambientes lóticos, com um fluxo de água forte e unidirecional. Mais especificamente, ao tratar-se de riachos, vários autores consideram os mesmos como rios de pequena ordem, que são canalizados durante a estação seca e possuem áreas de inundação não persistentes durante a estação chuvosa (KNÖPPEL 1970, SOARES 1979, GARUTTI 1988, SABINO; CASTRO 1990, ESTEVES; ARANHA 1999). A velocidade da corrente varia de 0,1 a 1,7 m.s⁻¹, ocorrendo gradientes que vão desde corredeiras com rochas e pedras até poções e pequenos remansos (ARAUJO-LIMA *et al.* 1995). Variações da velocidade da água, da natureza do substrato, da profundidade e da vegetação acarretam uma multiplicidade de habitats para os ecossistemas de riachos, contribuindo para maior diversidade de espécies.

Os peixes de riacho, apesar da grande diversidade, apresentam porte pequeno e utilizam, em ambientes sem elevada influência antrópica, insetos e vegetais como principais recursos alimentares. Os recursos utilizados pelos peixes podem ser classificados, quanto à origem, em autóctones ou alóctones, sendo os últimos de grande importância para a manutenção da ictiofauna de riachos (SABINO; CASTRO 1990, UIEDA; KIKUCHI 1995, CASATTI; CASTRO 1998, ESTEVES; LOBÓN-CERVIÁ 2001, MAZZONI; REZENDE 2003, REZENDE; MAZZONI 2003). O aporte de recursos alimentares de origem terrestre (frutos, sementes, insetos terrestres) aumenta a quantidade de material alóctone ingerido diretamente pelos peixes e eleva a quantidade de matéria orgânica particulada, importante para a alimentação de organismos invertebrados e peixes detritívoros (POWER *et al.* 1988).

Segundo Barrela *et al.* (2000), a influência da mata ciliar sobre os sistemas aquáticos torna-se maior quanto menor é o volume do corpo d'água, evidenciando suas importantes funções hidrológicas, ecológicas e limnológicas. Ainda dentre as funções ecológicas destacam-se proteção estrutural dos habitats, regulação do fluxo e vazão de água, abrigo aos organismos, sombreamento, manutenção da qualidade da água, filtragem de substâncias que chegam ao sistema aquático e fornecimento de matéria orgânica e substrato de algas e perífiton.

As cadeias tróficas de riachos são estruturadas com base nas características físicas do ambiente, as quais acabam por influenciar na composição dos organismos. As cadeias tróficas de riachos localizados em regiões de vegetação preservada apresentam uma menor produtividade e tendem a ser caracterizadas como cadeias de decomposição, além de não se apresentarem como longas cadeias. Particularmente em riachos sombreados, os detritos caracterizam-se como recurso alimentar primário para a maioria das espécies não-predadoras da comunidade (CLOSS; LAKE 1994). A matéria orgânica, proveniente da mata ciliar, é o recurso energético de maior importância para estes ecossistemas (THOMPSON; TOWNSEND 2005).

Segundo Araujo-Lima *et al.* (1995), os riachos brasileiros mais estudados são os das bacias do Paraná e do Amazonas, existindo, ainda, estudos em alguns riachos de bacias menores. O número e a composição das espécies de peixes são variáveis entre os tipos de riachos das bacias mencionadas.

De maneira geral, os estudos sobre riachos brasileiros concentram-se no levantamento e identificação de espécies, estrutura de comunidades, alimentação, ecologia trófica e observações naturalísticas. No entanto, o conhecimento sobre espécies que ocorrem em riachos íntegros, pouco explorados, tem significativa importância, destacando-se os trabalhos realizados por Esteves e Lobón-Cerviá (2001); Deus e Petrere-Junior (2003) e Barreto e Aranha (2005) em riachos litorâneos e os realizados por Castro e Casatti (1997); Casatti (2005) e Ferreira (2007) em riachos de planície.

Os riachos, devido ao pequeno porte e vazão limitada, são mais sensíveis às ações antropogênicas (BARRETO; ARANHA 2005). As alterações antrópicas sobre o ambiente podem influenciar a sobrevivência de muitas espécies de peixes, por diminuir os recursos diretamente disponíveis ou, indiretamente, afetando os demais elos da cadeia trófica (ESTEVES; ARANHA 1999). Muitas ordens de insetos mais sensíveis como Plecoptera, Ephemeroptera e Trichoptera que necessitam de elevadas concentrações de oxigênio dissolvido também pode ser afetadas, alterando a cadeia trófica (GOULART; CALLISTO 2003). O estudo da dinâmica trófica de riachos possibilita o entendimento da ecologia destes ambientes e da interação dos mesmos com os ecossistemas adjacentes, ou seja, com a vegetação ribeirinha.

Segundo Lyons *et al.* (1995), em riachos com boas condições de integridade, encontram-se espécies de peixes nativas com diferentes tamanhos, além de organismos mais sensíveis a ações antropogênicas, acarretando uma estrutura trófica balanceada. Ainda segundo os mesmos autores, à medida que a influência antrópica aumenta, as espécies mais sensíveis desaparecem e a estrutura trófica altera-se.

No Brasil, as informações existentes sobre a estrutura trófica e a alimentação de peixes em riachos são reduzidas, especialmente quando se analisam a existência dos mesmos tipos de trabalhos realizados em grandes rios e represas e a grande superfície de riachos existente (ESTEVEZ; ARANHA 1999). Segundo os mesmos autores, é preciso conscientizar-se das diferenças existentes entre os tipos de riachos, pois a complexidade das cadeias alimentares e a riqueza de espécies relacionam-se à diversidade de micro-habitats, que depende das características da bacia de drenagem.

Dentro disto, Uieda e Castro (1999) dividem os riachos em três tipos: de montanha, de planície e litorâneos. Segundo estes autores, os riachos de montanha são caracterizados por maiores declividade, velocidade da corrente e teores de oxigênio dissolvido, temperaturas menores, maior transparência da água e substrato mais grosseiro. Já nos riachos classificados como de planície, os valores de declividade e velocidade da correnteza são menores, o substrato é irregular e a transparência da água é menor. Os riachos litorâneos possuem a nascente na encosta das serras, o curso na planície costeira e desembocam no mar. O conjunto de características peculiares a cada tipo de riacho exerce forte influência sobre a composição e distribuição das espécies de peixes.

Não foram encontrados na literatura estudos realizados em riachos de montanha. A compreensão sobre a dinâmica de um riacho deste tipo, como o ribeirão Varanal, principalmente considerando-se suas condições de integridade, possibilita a obtenção de informações sobre a biodiversidade e estrutura destes ambientes, especialmente considerando-se o atual estado de degradação dos corpos d'água de pequeno porte no Brasil.

Sendo assim, a proposta do artigo apresentado a seguir é estabelecer uma caracterização do ribeirão Varanal, um riacho de montanha, descrevendo seus atributos físicos, biológicos e a interação entre os organismos,

megainvertebrados e peixes, e destes com o ambiente e com os recursos alimentares disponíveis.

LITERATURA CITADA

ARAUJO-LIMA, C. A. R. M., A. A. AGOSTINHO & N. N. FABRÉ. 1995. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. Pp. 105-136. In: Tundisi, J. G., C.E.M. Bicudo & T. Matsumura-Tundisi (Eds.). *Limnology in Brazil*. ABC/SBL, Rio de Janeiro, 376p.

BARREIA, W., M. PETRERE Jr., W. S. SMITH & L. F. A. MONTAG. 2000. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. Pp. 187-207. In: Rodrigues, R. R. & H. F. Leitão Filho (Eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, 320p.

BARRETO, A. P. & J. M. R. ARANHA. 2005. Assembléia de peixes de um riacho da Floresta Atlântica: composição e distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). *Acta Scientiarum*, 27(2): 153-160.

CASATTI, L. 2005. Fish Assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: Longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. *Biota Neotropica* 5 (1):1 -9.

CASATTI, L. & R. M. C. CASTRO. 1998. A fish community of the São Francisco River headwater riffles, southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 9: 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* 7(4): 337-352.

CLOSS, G. P. & P. S. LAKE. 1994. Spatial and temporal variation in the structure of an intermittent-stream food web. *Ecological Monographs*, 64 (1): 1-21.

DEUS, C. P. & M. PETRERE-JUNIOR, 2003. Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(4): 579-588.

ESTEVEZ, K. & J. LOBÓN-CERVIÁ. 2001. Composition and trophic structure of a fish community of a clear water Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 62: 429-440.

ESTEVEES, K. E. & J. M. R. ARANHA. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos. Pp: 157 -182. In:Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (Eds.). Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, VI, 260p.

FERREIRA, K. 2007. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5(3): 311-326.

GARUTTI, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, 48: 747-759.

GOULART, M. & M. CALLISTO. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista FAPAM*, 2 (2): 153-164.

KNÖPPEL, H. A. 1970. Food of Central Amazonian Fishes. Contribution to the nutrient ecology of Amazonian rainforest streams. *Amazoniana* 2 (3): 257-352.

LYONS, J., S. NAVARRO-PÉREZ, P. A. COCHRAN, C. SANTANA & M. GUZMÁN-ARROYO. 1995. Index of biotic integrity based on fish assemblages for the conservation of streams and rivers in west-central México. *Conservation Biology*, 9(3): 569-584.

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

POWER, M.E., R. STOUT, C. E. CUSHING, P. P. HARPER, F. R. HAUER, W. J. MATTHEWS, P. B. MOYLE, B. STATZNER & I. R. WAIS De BADGEN. 1988. Biotic and abiotic controls in river and stream communities. *Journal of North American Benthological Society*, 7 (4): 456-479.

REZENDE, C. F. & R. MAZZONI. 2003. Aspectos da alimentação de *Bryconamericus microcephalus* (Characiformes, Tetragonopterinae) no Córrego Andorinha, Ilha Grande-RJ. *Biota Neotropica*, 3 (1): 1-6.

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*, 50(1): 23-36.

SOARES, M. G. M. 1979. Aspectos ecológicos (alimentação e reprodução) dos peixes do igarapé do Porto Aripuanã, MT. *Acta Amazônica*, Manaus, 9: 325-352.

THOMPSON, R. M. & C. R. TOWNSEND. 2005. Energy availability, spatial heterogeneity and ecosystem size predict food-web structure in streams. *Oikos*, 108 (1):137-148.

UIEDA, V. S. & R. M. C. CASTRO. 1999. Coleta e fixação de peixes de riachos. Pp: 01-22. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, VI, 260p.

UIEDA, V. S. & R. M. KIKUCHI. 1995. Entrada de material alóctone (detritos vegetais e invertebrados terrestres) num pequeno curso de água corrente na costa de Botucatu, São Paulo. *Acta Limnologica Brasiliensia*, &: 105-114.

Caracterização e dinâmica trófica em um riacho íntegro de Mata Atlântica do Sul do Brasil

Caracterização e dinâmica trófica em um riacho íntegro de Mata Atlântica do Sul do Brasil

Débora Fernandes Silva Bernardino

ABSTRACT. This research was performed in the stream Varanal, pristine environment, a tributary of the river Tibagi in Telêmaco Borba, PR. In order to understand the trophic dynamics of this ecosystem, the objectives of the study were: describe some physical attributes that characterize a stream in natural conditions; check the food items consumed by fish species and to correlate them with the availability in the environment; considering if there is seasonal variation in the use of food by *Trichomycterus* sp. and establish a food web for the middle stretch of stream Varanal. Four seasonal samplings were performed in three stretches, called rising, middle and mouth, during the year of 2005. 319 specimens were collected corresponding to 12 fish species and *Trichomycterus* sp.. As results, we identified 43 food items in the gastric contents of the specimens examined. The items of animal origin, especially aquatic insects, had higher occurrence and dominance. With regard to insects, eight orders were collected included in 46 families. Crustaceans were also captured and presented higher abundance in the middle stretch of the stream. The comparison between availability of food items in the environment and the diet of fish species showed that the analysis of gastric contents of the ichthyofauna is sometimes better to sampling the environment than just the sampling of invertebrates, and may be used as additional tool to estimate the benthic diversity in the environment. The food web in the middle stretch of Varanal stream was based in detritus, because of its dependence on allochthonous material from marginal crop and that supports much of the fauna of the stream, being the base of the food web established.

Keywords: Stream fishes. Food items. Aquatic invertebrates. Gastric content. Food web.

RESUMO. Esta pesquisa foi desenvolvida no ribeirão Varanal, ambiente íntegro, afluente do rio Tibagi, em Telêmaco Borba, PR. A fim de se conhecer a dinâmica trófica deste ecossistema, os objetivos do trabalho foram: descrever alguns atributos físicos que caracterizam um riacho em condições naturais, verificar os itens alimentares consumidos pelas espécies de peixes e correlacioná-los com a disponibilidade no ambiente, analisar se há variação sazonal na utilização dos alimentos por *Trichomycterus* sp. e estabelecer uma teia trófica para o trecho médio do ribeirão Varanal. Foram realizadas quatro coletas sazonais em três trechos denominados nascente, médio e foz, durante o ano de 2005. Foram coletados 319 exemplares correspondendo a 12 espécies de peixes e *Trichomycterus* sp.. Como resultados, foram identificados

43 itens alimentares nos tratos digestórios dos exemplares analisados. Os itens de origem animal, especialmente insetos aquáticos, apresentaram maior ocorrência e dominância. Com relação aos insetos, foram coletadas oito ordens incluídas em 46 famílias. Os crustáceos também foram capturados e apresentaram maior abundância no trecho médio do riacho. O confronto entre os dados obtidos sobre a disponibilidade de itens alimentares no ambiente e a dieta das espécies de peixes demonstrou que a análise do conteúdo gástrico da icitiofauna é, por vezes, mais eficaz para amostrar o ambiente do que apenas a coleta dos invertebrados, podendo ser utilizada como ferramenta adicional para estimar a diversidade bentônica no ambiente. A teia alimentar no trecho médio do ribeirão Varanal caracterizou-se como detritívora, em função de sua dependência do material alóctone proveniente da vegetação marginal e que sustenta grande parte da fauna do riacho, consistindo na base da teia alimentar estabelecida.

Palavras-chave: Peixes de riacho. Itens alimentares. Invertebrados aquáticos. Conteúdo gástrico. Teia alimentar.

Introdução

A caracterização de um ecossistema aquático em categorias de integridade é bastante complexa devido à existência de diversas variáveis que podem influenciar a dinâmica dos corpos d'água, especialmente os de pequeno porte, como é o caso dos riachos. Aspectos físicos, químicos, estruturais do hábitat e biológicos devem ser considerados para classificar riachos em condições de integridade (Ferreira & Casatti 2006). A composição do substrato, a estabilidade das margens, além da estrutura e grau de preservação da vegetação ribeirinha são algumas dentre as importantes características físicas a serem analisadas. Além disso, atributos biológicos tais como riqueza de espécies, presença de organismos considerados bioindicadores e estrutura trófica, têm fornecido valiosas informações sobre os ecossistemas de riachos. As interações entre atributos físicos, químicos e biológicos possibilitam um maior entendimento sobre a dinâmica destes ambientes (Vannote *et al.* 1980).

Ambientes aquáticos em condições de integridade foram enfocados por Vannote *et al.* (1980) na proposta do Conceito de Contínuo

Fluvial, que divide um curso d'água em regiões geomorfológicas distintas. Esta divisão está associada a mudanças físicas no curso d'água, as quais acabam por influenciar na distribuição e abundância dos organismos aquáticos. O grau de sombreamento, largura e profundidade do riacho, assim como o processamento e transporte da matéria orgânica através de seu curso, são importantes fatores, pois têm influência direta sobre as comunidades biológicas.

Os macroinvertebrados são os principais componentes das cadeias tróficas de riachos, pois têm papel fundamental na trama alimentar, sendo o elo entre os recursos basais, como detritos e algas, e os peixes (Allan 1995). A incorporação da energia ao ecossistema aquático é possível através da ação de macroinvertebrados fragmentadores e capazes de decompor a matéria orgânica. Este processo de decomposição é fonte de nutrientes para muitos tipos de organismos, inclusive os peixes, contribuindo para a manutenção da diversidade local.

Sendo assim, a principal rota de ciclagem de matéria orgânica em muitas das bacias hidrográficas sul-americanas é a cadeia de detritos (Bowen 1983). Detritos são considerados como matéria orgânica morta em diferentes estados de decomposição que se acumulam nos ecossistemas aquáticos. A cadeia trófica de detritos é mantida por uma complexa mistura de restos vegetais e animais que são decompostos química e fisicamente por uma variedade de organismos (Gerking 1994).

No Brasil, ainda são raros estudos em ambientes aquáticos em bom estado de integridade, bem como dos organismos fragmentadores e os que consomem a matéria orgânica particulada. Segundo Barrela *et al.* (2000), o maior problema reside na gradativa perda da qualidade ambiental das bacias hidrográficas através da construção de barragens, destruição da vegetação ribeirinha, introdução de espécies exóticas e assoreamentos. Estas interferências antrópicas atuam de forma determinante sobre as cadeias tróficas aquáticas, podendo causar significativas mudanças na estrutura e diversidade destes ecossistemas, especialmente em ambientes mais sensíveis e pouco estudados, como os riachos, dificultando a realização de estudos

nestes locais.

Estudos em riachos íntegros possibilitam o conhecimento do funcionamento de ecossistemas e o papel dos organismos em condições naturais. Informações sobre a biodiversidade destes ambientes menos alterados, a estrutura das comunidades, os mecanismos biológicos de interação entre as espécies e as inter-relações entre a vegetação marginal e o ecossistema aquático, possibilitarão decisões para ações de restauração e conservação, já que nestes ambientes íntegros se encontram as condições naturais de substrato, dos parâmetros químicos da água e da vegetação ribeirinha.

O ribeirão Varanal é um afluente do rio Tibagi e foi estudado por Bennemann *et al.* (2008) dentro do projeto: “Ribeirão Varanal - Fazenda Monte Alegre: uma referência para comparar riachos da região média da bacia do rio Tibagi”. Ele está classificado como riacho de montanha, segundo Uieda & Castro (1999), e está totalmente inserido em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, com vegetação marginal com alto grau de preservação, sendo por isso considerado como ambiente íntegro, pois está livre de ação antrópica. Assim, em detalhamento do funcionamento de um riacho íntegro, tivemos como hipótese que os recursos alimentares mais consumidos pelos peixes correspondem aos de maior abundância no ambiente. No estudo ainda foram selecionados e descritos os principais atributos biológicos que caracterizam um ambiente aquático natural considerado de boa integridade.

Para tanto, foram identificados os itens alimentares consumidos pelo total de espécies de peixes do ribeirão Varanal, com análises refinadas a *Trichomycterus* sp., espécie encontrada em maior abundância no riacho, correlacionando a alimentação à disponibilidade de insetos aquáticos e crustáceos no ambiente. Além disso, foram verificadas as variações sazonais na utilização dos alimentos por *Trichomycterus* sp. e estabelecida a teia alimentar no trecho médio do ribeirão Varanal.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no ribeirão Varanal, um afluente do rio Tibagi. Está localizado dentro do Parque Ecológico da Indústria Klabin Papel e Celulose, no município de Telêmaco Borba, Estado do Paraná e possui uma extensão de 9,2 km (Fig. 1). O Parque Ecológico possui área de 11.196 ha, sendo 7.883 ha de florestas naturais caracterizadas como Floresta Ombrófila Mista. Devido à presença de uma vegetação ribeirinha preservada, a incidência de luz no ribeirão é reduzida. O substrato é bastante heterogêneo, composto por rochas, cascalho, folhiço, madeira e areia grossa.

O ribeirão Varanal pode ser classificado, conforme Uieda & Castro (1999), como riacho de montanha por possuir características como águas transparentes ao longo de sua extensão, grande variação na altitude da cabeceira à foz (aproximadamente 203 metros), águas com temperaturas baixas (de 7,8 a 19,5°C) e elevadas concentrações de oxigênio dissolvido (de 7,1 a 8,2 mg/l).

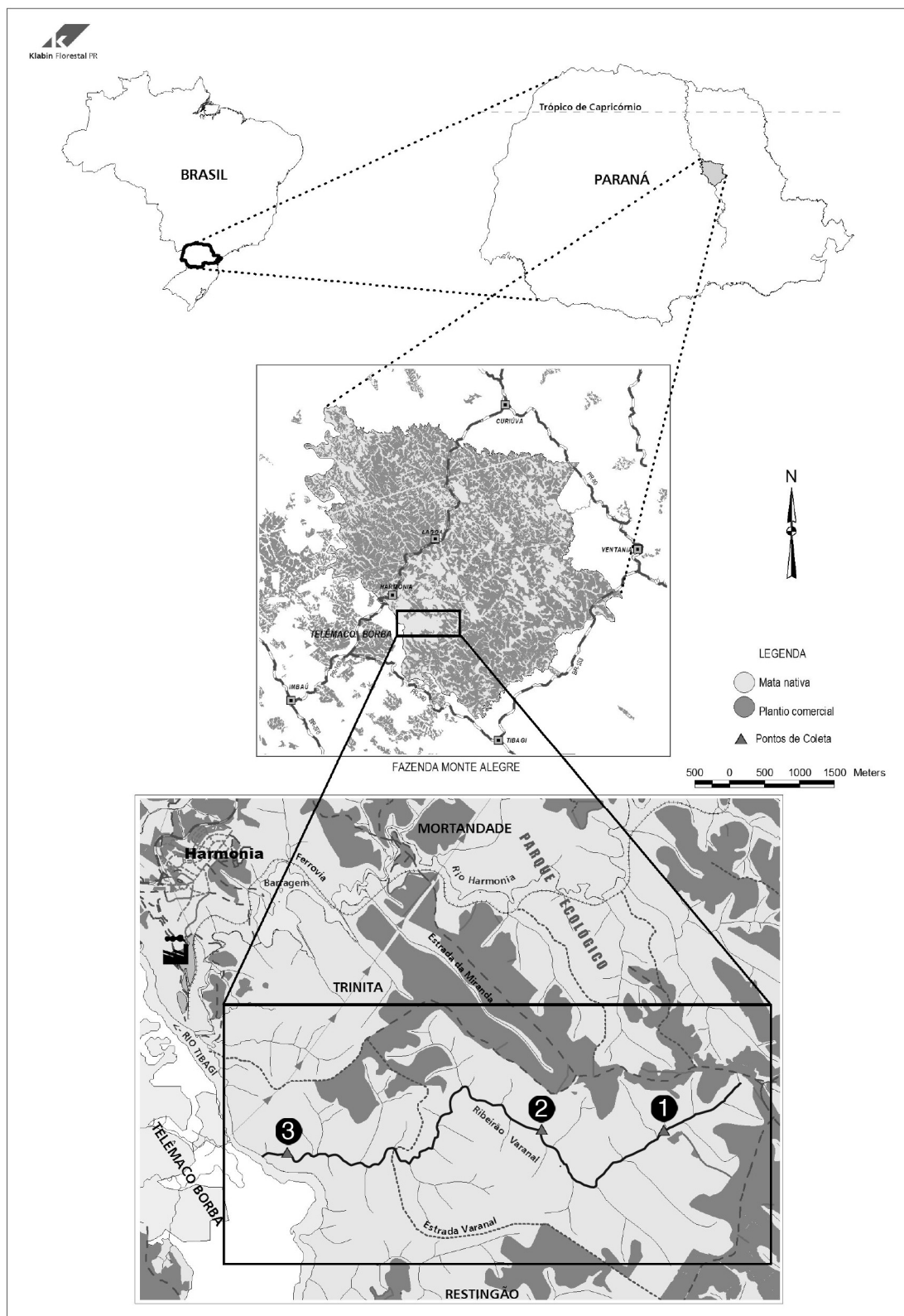


Fig. 1. Localização do Ribeirão Varanal na Fazenda Monte Alegre, PR. Trechos de coletas (Ilustração: acervo Klabin). 1- Nascente, 2- Trecho Médio, 3- Foz. Fonte: Azevedo *et al.* (2008, p.8).

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no ribeirão Varanal, um afluente do rio Tibagi. Está localizado dentro do Parque Ecológico da Indústria Klabin Papel e Celulose, no município de Telêmaco Borba, Estado do Paraná e possui uma extensão de 9,2 km (Fig. 1). O Parque Ecológico possui área de 11.196 ha, sendo 7.883 ha de florestas naturais caracterizadas como Floresta Ombrófila Mista. Devido à presença de uma vegetação ribeirinha preservada, a incidência de luz no ribeirão é reduzida. O substrato é bastante heterogêneo, composto por rochas, cascalho, folhiço, madeira e areia grossa.

O ribeirão Varanal pode ser classificado, conforme Uieda & Castro (1999), como riacho de montanha por possuir características como águas transparentes ao longo de sua extensão, grande variação na altitude da cabeceira à foz (aproximadamente 203 metros), águas com temperaturas baixas (de 7,8 a 19,5°C) e elevadas concentrações de oxigênio dissolvido (de 7,1 a 8,2 mg/l).

nestes locais.

Estudos em riachos íntegros possibilitam o conhecimento do funcionamento de ecossistemas e o papel dos organismos em condições naturais. Informações sobre a biodiversidade destes ambientes menos alterados, a estrutura das comunidades, os mecanismos biológicos de interação entre as espécies e as inter-relações entre a vegetação marginal e o ecossistema aquático, possibilitarão decisões para ações de restauração e conservação, já que nestes ambientes íntegros se encontram as condições naturais de substrato, dos parâmetros químicos da água e da vegetação ribeirinha.

O ribeirão Varanal é um afluente do rio Tibagi e foi estudado por Bennemann *et al.* (2008) dentro do projeto: “Ribeirão Varanal - Fazenda Monte Alegre: uma referência para comparar riachos da região média da bacia do rio Tibagi”. Ele está classificado como riacho de montanha, segundo Uieda & Castro (1999), e está totalmente inserido em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, com vegetação marginal com alto grau de preservação, sendo por isso considerado como ambiente íntegro, pois está livre de ação antrópica. Assim, em detalhamento do funcionamento de um riacho íntegro, tivemos como hipótese que os recursos alimentares mais consumidos pelos peixes correspondem aos de maior abundância no ambiente. No estudo ainda foram selecionados e descritos os principais atributos biológicos que caracterizam um ambiente aquático natural considerado de boa integridade.

Para tanto, foram identificados os itens alimentares consumidos pelo total de espécies de peixes do ribeirão Varanal, com análises refinadas a *Trichomycterus* sp., espécie encontrada em maior abundância no riacho, correlacionando a alimentação à disponibilidade de insetos aquáticos e crustáceos no ambiente. Além disso, foram verificadas as variações sazonais na utilização dos alimentos por *Trichomycterus* sp. e estabelecida a teia alimentar no trecho médio do ribeirão Varanal.

Fluvial, que divide um curso d'água em regiões geomorfológicas distintas. Esta divisão está associada a mudanças físicas no curso d'água, as quais acabam por influenciar na distribuição e abundância dos organismos aquáticos. O grau de sombreamento, largura e profundidade do riacho, assim como o processamento e transporte da matéria orgânica através de seu curso, são importantes fatores, pois têm influência direta sobre as comunidades biológicas.

Os macroinvertebrados são os principais componentes das cadeias tróficas de riachos, pois têm papel fundamental na trama alimentar, sendo o elo entre os recursos basais, como detritos e algas, e os peixes (Allan 1995). A incorporação da energia ao ecossistema aquático é possível através da ação de macroinvertebrados fragmentadores e capazes de decompor a matéria orgânica. Este processo de decomposição é fonte de nutrientes para muitos tipos de organismos, inclusive os peixes, contribuindo para a manutenção da diversidade local.

Sendo assim, a principal rota de ciclagem de matéria orgânica em muitas das bacias hidrográficas sul-americanas é a cadeia de detritos (Bowen 1983). Detritos são considerados como matéria orgânica morta em diferentes estados de decomposição que se acumulam nos ecossistemas aquáticos. A cadeia trófica de detritos é mantida por uma complexa mistura de restos vegetais e animais que são decompostos química e fisicamente por uma variedade de organismos (Gerking 1994).

No Brasil, ainda são raros estudos em ambientes aquáticos em bom estado de integridade, bem como dos organismos fragmentadores e os que consomem a matéria orgânica particulada. Segundo Barrela *et al.* (2000), o maior problema reside na gradativa perda da qualidade ambiental das bacias hidrográficas através da construção de barragens, destruição da vegetação ribeirinha, introdução de espécies exóticas e assoreamentos. Estas interferências antrópicas atuam de forma determinante sobre as cadeias tróficas aquáticas, podendo causar significativas mudanças na estrutura e diversidade destes ecossistemas, especialmente em ambientes mais sensíveis e pouco estudados, como os riachos, dificultando a realização de estudos

43 itens alimentares nos tratos digestórios dos exemplares analisados. Os itens de origem animal, especialmente insetos aquáticos, apresentaram maior ocorrência e dominância. Com relação aos insetos, foram coletadas oito ordens incluídas em 46 famílias. Os crustáceos também foram capturados e apresentaram maior abundância no trecho médio do riacho. O confronto entre os dados obtidos sobre a disponibilidade de itens alimentares no ambiente e a dieta das espécies de peixes demonstrou que a análise do conteúdo gástrico da icitiofauna é, por vezes, mais eficaz para amostrar o ambiente do que apenas a coleta dos invertebrados, podendo ser utilizada como ferramenta adicional para estimar a diversidade bentônica no ambiente. A teia alimentar no trecho médio do ribeirão Varanal caracterizou-se como detritívora, em função de sua dependência do material alóctone proveniente da vegetação marginal e que sustenta grande parte da fauna do riacho, consistindo na base da teia alimentar estabelecida.

Palavras-chave: Peixes de riacho. Itens alimentares. Invertebrados aquáticos. Conteúdo gástrico. Teia alimentar.

Introdução

A caracterização de um ecossistema aquático em categorias de integridade é bastante complexa devido à existência de diversas variáveis que podem influenciar a dinâmica dos corpos d'água, especialmente os de pequeno porte, como é o caso dos riachos. Aspectos físicos, químicos, estruturais do hábitat e biológicos devem ser considerados para classificar riachos em condições de integridade (Ferreira & Casatti 2006). A composição do substrato, a estabilidade das margens, além da estrutura e grau de preservação da vegetação ribeirinha são algumas dentre as importantes características físicas a serem analisadas. Além disso, atributos biológicos tais como riqueza de espécies, presença de organismos considerados bioindicadores e estrutura trófica, têm fornecido valiosas informações sobre os ecossistemas de riachos. As interações entre atributos físicos, químicos e biológicos possibilitam um maior entendimento sobre a dinâmica destes ambientes (Vannote *et al.* 1980).

Ambientes aquáticos em condições de integridade foram enfocados por Vannote *et al.* (1980) na proposta do Conceito de Contínuo

de um microscópio estereoscópico e seguindo manuais de identificação de Pérez (1998) e Costa *et al.* (2006).

Os invertebrados coletados no ambiente foram identificados em nível de família. Insetos das ordens Odonata, Megaloptera e Ephemeroptera tiveram o conteúdo do trato digestório analisado com o auxílio de micro-piças, micro-tesouras e de um microscópio estereoscópico. Para a representação dos táxons na teia trófica foi utilizada a classificação trófica encontrada na literatura. Para os indivíduos da família Ptilodactylidae foi baseada em Nalim *et al.* (1998), para indivíduos da família Helicopsychidae baseada em Wiggins (1987), para indivíduos da família Perlidae foi baseada em Hynes (1976) e indivíduos das famílias Chironomidae, Simuliidae, Ceratopogonidae e Hydropsychidae baseada em Merrit & Cummins (1996).

Os crustáceos da espécie *Aegla castro* também tiveram o trato digestório analisado.

Análise dos dados

Dos itens identificados foram calculados os percentuais de frequência de ocorrência e dominância, que é dada como a porcentagem do número de vezes em que o item ocupa a maior parte do conteúdo de cada trato digestório em função do número total de exemplares analisados que apresentaram conteúdo.

A fim de se estabelecer uma visão geral da dieta dos peixes do ribeirão Varanal, os itens alimentares foram agrupados em quatro categorias de recursos principais: insetos aquáticos, insetos terrestres, outros e detritos/sedimentos e foi calculada a composição percentual de cada categoria.

Para os insetos coletados no ambiente, foram calculadas as composições percentuais de ocorrência das ordens mais abundantes para cada trecho do ribeirão conforme Hynes (1950). A fim de caracterizar a distribuição dos vários grupos de organismos no ribeirão Varanal, foi calculado

também o percentual da abundância dos crustáceos em cada trecho.

Trichomycterus Valenciennes 1833 constituem o maior gênero dentro da família Trichomycteridae, com cerca de 173 espécies (de Pinna & Wosiacki 2003). A maioria delas, no entanto, são insuficientemente diagnosticadas e resumidamente descritas, ou mesmo ainda não foram descritas. Assim, trata-se de um gênero problemático dentro da sistemática da família Trichomycteridae. Por esta razão, os peixes não foram separados por espécie, mas considerados como *Trichomycterus* sp.. Por ser a espécie coletada em maior abundância no ribeirão Varanal, foi selecionada para a realização das análises mais refinadas.

Para a interpretação dos resultados obtidos para a dieta dos indivíduos de *Trichomycterus* sp., sazonalmente e por trecho do ribeirão, foi utilizado um método proposto por Bennemann *et al.* (2006). Este utiliza o método gráfico de Costello (1990), no qual a dominância (%) foi representada no eixo y e a frequência de ocorrência (%) no eixo x. Os recursos mais importantes foram aqueles que apresentaram maiores frequência de ocorrência e composição percentual de dominância.

Para avaliar a seleção de alimentos por *Trichomycterus* sp. foi utilizado o índice de Eletividade Ivlev (1961) em que se usa para o cálculo: $E_i = (r_i - n_i) / (r_i + n_i)$, onde (E_i) é o índice de eletividade para a presa, (r_i) percentagem da presa i na dieta e (n_i) percentagem da presa i no ambiente. Os valores de E_i podem variar entre +1 e -1, sendo que os valores entre 0 e +1 indicam preferência e entre -1 e 0 indicam rejeição. Foi realizada uma adaptação ao índice no que tange aos valores utilizados para (r_i), onde se considerou os valores do percentual de dominância dos itens na dieta, que reflete de forma eficaz a representatividade de cada um. Para estes cálculos, foram consideradas apenas as famílias de insetos com percentual de ocorrência no ambiente e percentual de dominância na dieta superiores a 1%.

As mesmas famílias de insetos utilizadas para o cálculo do índice de Eletividade Ivlev (1961) foram utilizadas para a comparação das frequências de ocorrência das mesmas na dieta da ictiofauna do ribeirão Varanal como um todo, na dieta de *Trichomycterus* sp. e nas coletas realizadas

no ambiente.

Após análise do conteúdo gástrico de insetos, crustáceos e peixes foi estabelecida uma teia trófica para o trecho médio do ribeirão Varanal, que se apresenta como o trecho mais heterogêneo.

Resultados

Os dados abióticos obtidos nos locais das coletas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características ambientais dos trechos de coleta no ribeirão Varanal.

	Nascente	Médio	Foz
Coordenadas Geográficas	24°20'12,7"S 50°32'03,2"W	24°19'59,7"S 50°33'37,2"W	24°20'13,4"S 50°35'23,1"W
Altitude média (m)	840	707	637
Largura média e desvio padrão (m)	0,90 ± 0,13	3,64 ± 0,49	3,34 ± 1,16
Profundidade média e desvio padrão (m)	0,16 ± 0,07	0,28 ± 0,07	0,46 ± 0,14
Velocidade média e desvio padrão (m.s⁻¹)	0,21 ± 0,06	0,25 ± 0,06	0,37 ± 0,15
Transparência da água	Total	Total	Total
Temperatura média do ar e desvio padrão (°C)	20,23 ± 4,06	16,30 ± 8,38	15,95 ± 7,57
Temperatura média da água e desvio padrão (°C)	17,60 ± 3,09	14,70 ± 4,66	15,28 ± 4,86
pH médio	8,13 ± 0,54	8,11 ± 0,67	8,24 ± 0,56
Oxigenação média (mg.l⁻¹)	7,45 ± 0,49	8,05 ± 0,22	7,9 ± 0,14
Condutividade média (µS.cm⁻¹)	16,76 ± 7,09	21,03 ± 8,05	20,98 ± 6,58
Hierarquia Fluvial (Strahler 1957)	1	2	2

Foram coletadas 12 espécies de peixes além de *Trichomycterus* sp., perfazendo um total de 319 exemplares, sendo 300 deles analisados quanto ao conteúdo gástrico (Tabela 2). Os indivíduos de *Trichomycterus* sp. foram os mais abundantes, correspondendo a 44,5% do número total de exemplares coletados, além de serem os únicos capturados em todos os trechos do ribeirão Varanal e em todas as estações do ano. O tamanho dos exemplares das espécies de peixes analisadas variou de 1,2 a 8,0 cm de comprimento padrão.

Tabela 2. Espécies de peixes e número de exemplares coletados nos diferentes trechos do ribeirão Varanal. A variação do comprimento padrão (cm) dos exemplares analisados está entre os colchetes. O número de exemplares analisados está entre parênteses.

Espécies	Nascente	Médio	Foz	Total
<i>Apareiodon ibitiensis</i> Campos, 1944 – [4,6 – 5,1]	-	-	02 (02)	02 (02)
<i>Apareiodon piracicabae</i> Eigenmann, 1907 – [5,8]	-	-	01 (01)	01 (01)
<i>Astyanax scabripinnis</i> (Jenyns, 1842) – [1,3 – 8,0]	-	20 (20)	39 (33)	59 (53)
<i>Bryconamericus stramineus</i> (Eigenmann, 1908) – [2,3 – 5,7]	-	-	05 (05)	05 (05)
<i>Corydoras paleatus</i> (Jenyns, 1842) [1,6]	-	-	01 (01)	01 (01)
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824) – [4,5]	-	-	01 (01)	01 (01)
<i>Hisonotus</i> sp. – [3,6]	-	-	01 (01)	01 (01)
<i>Hyphessobrycon reticulatus</i> Ellis, 1911 – [4,8]	-	-	01 (01)	01 (01)
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911) – [1,3 – 5,0]	-	-	14 (13)	14 (13)
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868) – [1,2 – 3,7]	-	-	04 (04)	04 (04)
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1866 – [1,4 – 5,7]	-	-	87 (84)	87 (84)
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824) – [4,0]	-	-	01 (01)	01 (01)
<i>Trichomycterus</i> sp. – [1,2 – 6,8]	24 (24)	79 (74)	39(35)	142 (133)
Total de exemplares coletados	24 (24)	99 (94)	196 (183)	319 (300)
Número de espécies	01	01 + <i>Trichomycterus</i> sp.	12 + <i>Trichomycterus</i> sp.	12 + <i>Trichomycterus</i> sp.

Da análise do conteúdo gástrico das espécies de peixes, foram identificados, no total, 43 itens alimentares (Tabela 3). Dentre todos os exemplares analisados, cinco estavam com o trato digestório vazio.

O item alimentar com maior frequência de ocorrência (%FO) foi “Chironomidae”, com 56,6%, e o de maior percentual de dominância (%D), considerando-se o total, foi “restos de insetos aquáticos não identificados”, com o valor de 21,3% (Tabela 3).

Tabela 3. Número de ocorrência (O), frequência de ocorrência (%FO), número de tratos digestórios em que determinado item foi dominante (d) e dominância (%D) dos recursos alimentares consumidos pelas espécies de peixes coletadas, no total. (i) imaturos, (a) adultos, (ni) não identificados.

Recursos alimentares	O	%FO	d	%D
I. Vegetais				
1) Restos vegetais	20	6,8	5	1,7
2) Gramíneas (sementes)	1	0,3	-	-
3) Algas diatomáceas	1	0,3	1	0,3
II. Insetos				
COLEOPTERA				
4) Terrestre não identificado (a)	4	1,3	-	-
5) Aquático não identificado (a)	3	1,0	1	0,3
6) Psephenidae (i)	3	1,0	1	0,3
7) Ptilodactylidae (i)	2	0,7	1	0,3
8) Não identificados (i)	2	0,7	-	-
EPHEMEROPTERA (i)				
9) Baetidae	71	24,1	37	12,5
10) Leptophlebiidae	49	16,6	26	8,8
11) Tricorythidae	4	1,3	2	0,7
12) Não identificados	4	1,3	2	0,7
TRICHOPTERA (i)				
13) Hydropsychidae	34	11,5	15	5,1
14) Helicopsychidae	3	1,0	1	0,3
15) Hydrobiosidae	2	0,7	2	0,7
16) Hydroptilidae	2	0,7	-	-
17) Leptoceridae	3	1,0	2	0,7
18) Não identificados	14	4,7	4	1,3
DIPTERA				
19) Díptera adulto	14	4,7	-	-
20) Pupa Díptera	38	12,9	5	1,7
21) Ceratopogonidae (i)	63	21,3	6	2,0
22) Chironomidae (i)	167	56,6	39	13,2
23) Simuliidae (i)	39	13,2	6	2,0
24) Outros Díptera (i)	25	8,5	5	1,7
OUTROS				
25) Hemiptera (a)	2	0,7	2	0,7
26) Hymenoptera (a)	23	7,8	2	0,7
27) Homoptera (a)	1	0,3	-	-
28) Lepidoptera (i)	14	4,7	14	4,7
29) Odonata (Náide)	13	4,4	7	2,4
30) Plecoptera – Perlidae	12	4,1	1	0,3
31) Restos de insetos aquáticos (ni)	98	33,2	63	21,3

32) Restos de insetos adultos terrestres (ni)	3	1,0	1	0,3
III. Crustáceos				
33) Amphipoda	7	2,4	1	0,3
34) Microcrustáceos (ni)	3	1,0	1	0,3
35) Decapoda – Aeglidae	6	2,0	4	1,3
IV. Diversos grupos				
36) Annelida	24	8,1	10	3,4
37) Bryozoa	1	0,3	-	-
38) Acari	2	0,7	-	-
39) Araneae	7	2,4	3	1,0
40) Nematoda	31	10,5	1	0,3
41) Gastropoda	1	0,3	-	-
42) Bivalvia	1	0,3	-	-
V. Outros				
43) Detritos/Sedimentos	33	11,2	24	8,1
TOTAL	850	-	295	100,0

Quanto às categorias de recursos consumidos pelos peixes, a alimentação foi composta predominantemente por insetos, principalmente os aquáticos (78,4%). Os insetos terrestres corresponderam a 5,5% da dieta das espécies. O recurso denominado Detritos/sedimentos correspondeu a 3,9% da dieta das espécies de peixes e o recurso denominado Outros correspondeu a 12,2% (Fig. 5).

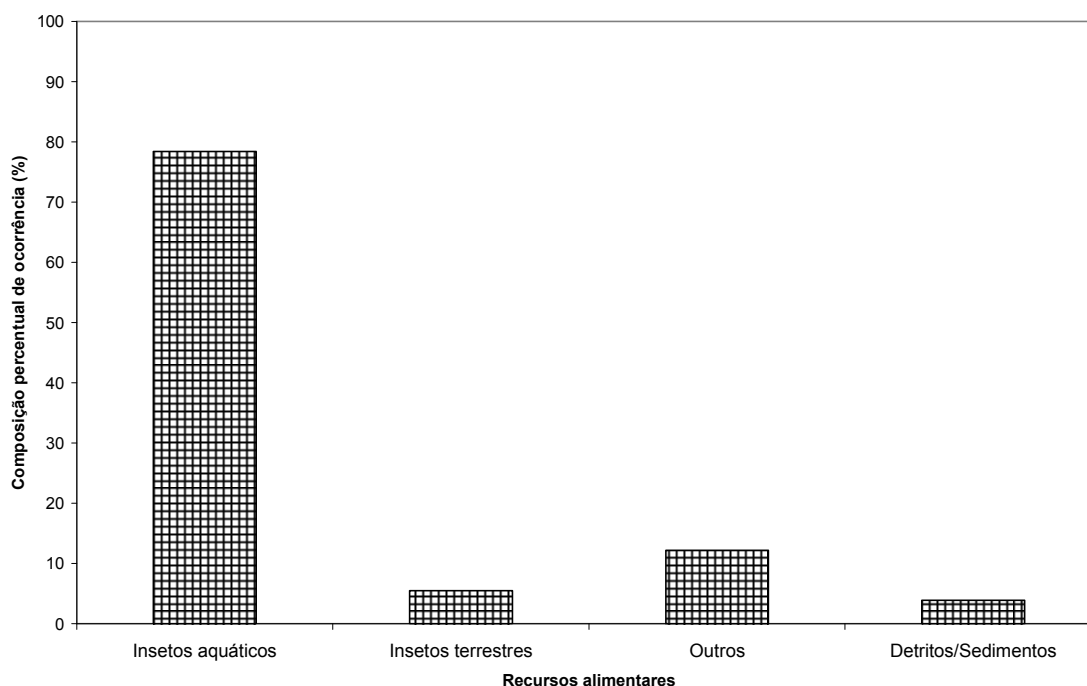


Fig. 5. Composição percentual de ocorrência dos recursos alimentares (em categorias) consumidos pelas espécies de peixes do ribeirão Varanal.

Os insetos coletados no ribeirão Varanal corresponderam a oito ordens e 46 famílias (Tabela 4). A ordem mais abundante foi Diptera com 61% dos indivíduos coletados. A família mais abundante foi Chironomidae, representando 49,9% do total de exemplares capturados. Considerando-se a composição percentual das ordens de insetos nos diferentes trechos do ribeirão Varanal, Diptera foi a ordem mais abundante nos três trechos, correspondendo a 71,6% dos indivíduos capturados na nascente, 56,1% no trecho médio e 63% na foz. No trecho da nascente a ordem Diptera foi seguida por Odonata (9%) e Trichoptera (7%). No trecho médio, as outras ordens de insetos mais abundantes foram Ephemeroptera (15,2%) e Trichoptera (10%). Na foz, excetuando-se Diptera, as ordens de maior representatividade foram Ephemeroptera (13,8%) e Coleoptera (6,7%).

O principal item da dieta dos indivíduos de *Trichomycterus* sp. foi diferente nos três trechos do ribeirão Varanal (Fig. 6). Na nascente, o item alimentar de destaque, apresentando a maior frequência de ocorrência e a maior dominância foi “restos de insetos aquáticos não identificados”. No trecho médio, o item com maior frequência de ocorrência foi “Chironomidae”, porém “Leptophlebiidae (imaturo)” foi o que apresentou maior percentual de dominância. Na foz, “Baetidae (imaturo)” foi o alimento com maior importância quantitativa, embora não seja o item com maior frequência de ocorrência, sendo este “Chironomidae”.

Tabela 4. Insetos capturados nos diferentes trechos do ribeirão Varanal.

Ordem	Família	PONTO			
		Nascente	Médio	Foz	TOTAL
Coleóptera	1.Artematopidae	1	0	0	1
	2.Curculionidae	1	0	0	1
	3.Dytiscidae	5	0	0	5
	4.Elmidae/Elminthidae	4	20	7	31
	5.Gyrinidae	2	0	6	8
	6.Hydrophilidae	1	3	2	6
	7.Lutrochidae	1	1	13	15
	8.Psephenidae	0	16	3	19
	9.Ptilodactylidae	7	4	16	27
	10.Staphylinidae	3	1	0	4
Díptera	11.Ceratopogonidae	35	22	5	62
	12.Chironomidae	459	925	400	1784
	13.Culicidae	0	0	3	3
	14.Dixidae	1	0	9	10
	15.Dolichopidae	1	1	2	4
	16.Empididae	3	5	1	9
	17.Muscidae	1	0	0	1
	18.Psychodidae	7	0	1	8
	19.Rhagionidae	1	0	0	1
	20.Simuliidae	48	197	13	258
	21.Tabanidae	0	2	2	4
	22.Tipulidae	27	2	6	35
Ephemeroptera	23.Baetidae	31	146	20	197
	24.Euthyplociidae	0	1	0	1
	25.Leptophlebiidae	3	152	76	231
	26.Polymitarcyidae	0	5	0	5
	27.Tricorythidae	0	8	1	9
Hemíptera	28.Belostomatidae	13	2	5	20
	29.Gerridae	1	61	2	64
	30.Veliidae	14	55	18	87
Megaloptera	31.Corydalidae	2	7	4	13
Odonata	32.Calopterygidae	5	12	1	18
	33.Coenagrionidae	17	1	3	21
	34.Gomphidae	41	71	6	118
	35.Lestidae	1	0	0	1
	36.Libelulidae	9	15	0	24
Plecoptera	37.Perlidae	13	117	25	155
	38.Gripopterygidae	0	0	8	8
Trichoptera	39.Glossosomatidae	1	0	1	2
	40.Helicopsychidae	1	3	1	5
	41.Hydrobiosidae	21	8	3	32
	42.Hydropitilidae	0	0	8	8
	43.Hydropsychidae	12	178	24	214
	44.Leptoceridae	17	16	7	40
	45.Odontoceridae	3	0	0	3
	46.Philopotamidae	1	0	0	1
TOTAL		814	2057	702	3573

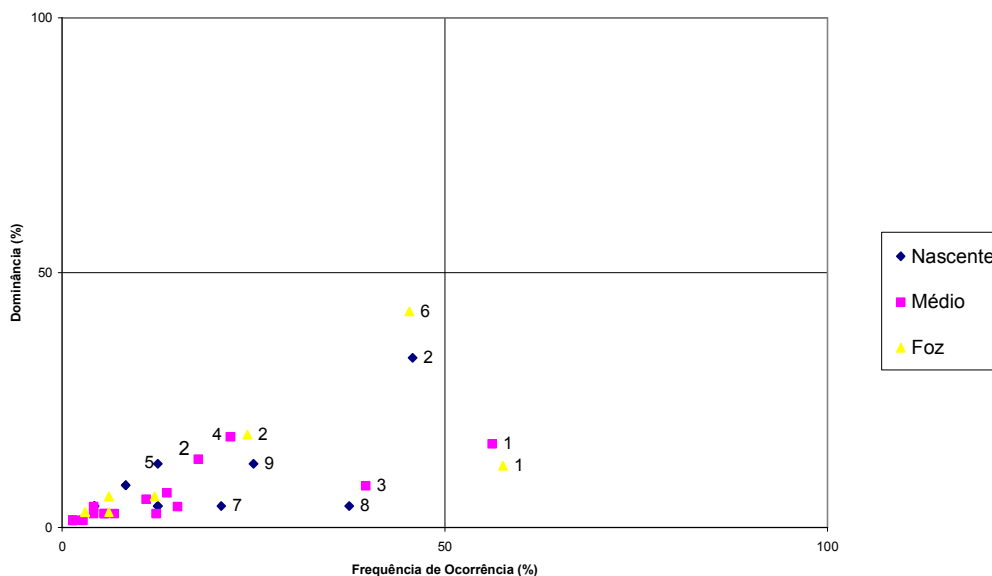


Fig. 6. Distribuição dos percentuais de ocorrência e dominância dos itens alimentares consumidos pelos indivíduos de *Trichomycterus* sp., nos diferentes trechos do ribeirão Varanal (conjugados segundo o método de Costello, 1990). 1- Chironomidae, 2- Restos de insetos aquáticos não identificados, 3- Ceratopogonidae, 4- Leptophlebiidae (imatur), 5- Odonata, 6- Baetidae (imatur), 7- Hydropsychidae, 8- Nematoda, 9- Detritos/Sedimentos.

Sazonalmente, os indivíduos de *Trichomycterus* sp. exibiram uma dieta bastante variada (Fig. 7). No verão e na primavera, Baetidae (imatur) caracterizou-se como item alimentar de destaque, com o maior percentual de dominância. Chironomidae destacou-se como item alimentar de maior frequência de ocorrência, no entanto, quantitativamente, mostrou baixa expressividade.

No outono, dois itens alimentares destacaram-se e apresentaram a mesma frequência de ocorrência e composição percentual de dominância, sendo estes os recursos denominados como restos de insetos aquáticos não identificados e Leptophlebiidae (imatur). Eles mostraram importância semelhante dentro da dieta de *Trichomycterus* sp. nesta estação. Chironomidae, novamente, obteve uma elevada frequência de ocorrência, porém, quantitativamente, não se destacou.

No inverno, diferentemente das demais estações, Chironomidae foi o recurso alimentar a apresentar maior frequência de ocorrência (superior a 50%) e maior importância quantitativa.

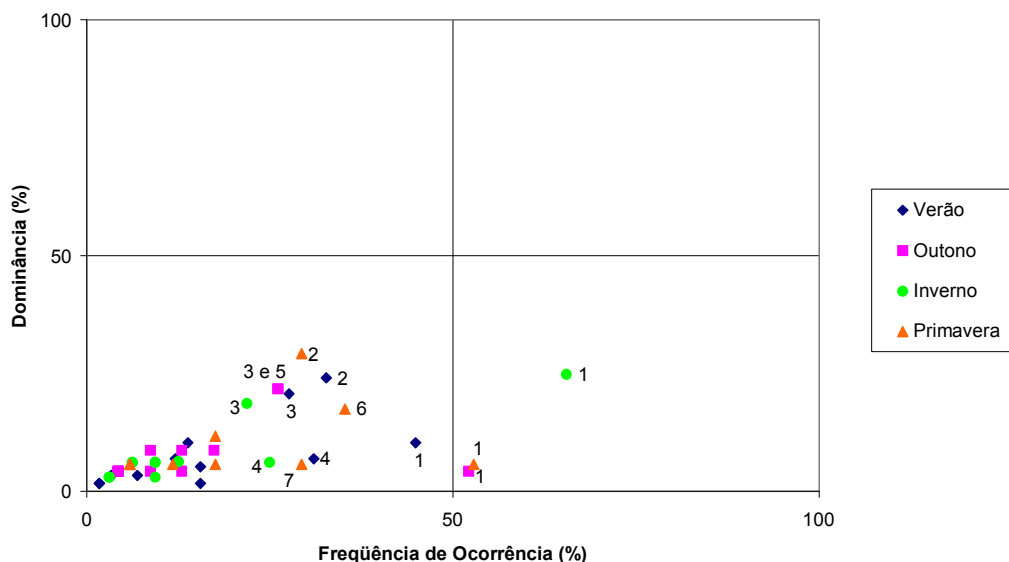


Fig. 7. Distribuição dos percentuais de ocorrência e dominância dos itens alimentares consumidos pelos indivíduos de *Trichomycterus* sp. coletados sazonalmente (conjugados segundo o método de Costello, 1990). 1- Chironomidae, 2- Baetidae (imaturo), 3- Restos de insetos aquáticos não identificados, 4- Ceratopogonidae, 5- Leptophlebiidae (imaturo), 6- Detritos/Sedimentos, 7- Nematoda.

Quanto à relação entre a disponibilidade e uso das presas por *Trichomycterus* sp., o cálculo do índice de eletividade revelou que eles possuem preferência alimentar pelas famílias Ceratopogonidae, Baetidae e Leptophlebiidae (Tabela 5).

Tabela 5. Valores do Índice de Ivlev para *Trichomycterus* sp..

Item alimentar	Índice de eletividade
Ceratopogonidae	0,45
Chironomidae	-0,60
Simuliidae	-0,40
Baetidae	0,47
Leptophlebiidae	0,25
Hydropsychidae	-0,22

A comparação entre as composições percentuais de ocorrência das famílias de insetos coletadas em maior abundância, os itens alimentares presentes na dieta das espécies de peixes coletadas e a dieta dos indivíduos de *Trichomycterus* sp. nos três trechos do ribeirão Varanal revelaram aspectos importantes.

Nos três trechos, os indivíduos da família Ceratopogonidae apresentaram maior frequência de ocorrência na alimentação dos peixes do que no ambiente. Os exemplares de Chironomidae, por sua vez, obtiveram maior frequência de ocorrência no ambiente apenas no trecho da nascente, no trecho médio a frequência de ocorrência na alimentação dos peixes foi superior e, na foz, os valores encontrados para o ambiente e a dieta dos indivíduos de *Trichomycterus* sp. foram praticamente similares. Na nascente, os indivíduos da família Simuliidae ocorreram apenas no ambiente, não sendo encontrados nos conteúdos gástricos dos peixes. No trecho médio, estes apresentaram frequências de ocorrência muito próximas, quando comparadas a dieta dos peixes e a ocorrência no ambiente e, na foz, maior ocorrência no conteúdo gástrico dos peixes. Os indivíduos da família Baetidae obtiveram especial destaque na foz, onde apresentaram frequência de ocorrência bastante superior na dieta de *Trichomycterus* sp., quando comparada ao ambiente e à dieta da ictiofauna como um todo. Quanto à família Leptophlebiidae, na nascente e no trecho médio, esta foi caracterizada com maior frequência de ocorrência no conteúdo gástrico dos peixes, apenas no trecho da foz, verificou-se que a frequência de ocorrência na alimentação da ictiofauna do ribeirão Varanal e a sua disponibilidade no ambiente praticamente equipararam-se. Para os indivíduos da família Hydropsychidae, na nascente foi constatada maior frequência de ocorrência na alimentação dos peixes do que no ambiente, contrapondo-se ao verificado para o trecho médio, no qual as frequências de ocorrência na alimentação dos peixes e no ambiente foram, praticamente, as mesmas. Na foz, Hydropsychidae não foi encontrada no trato digestório de *Trichomycterus* sp..

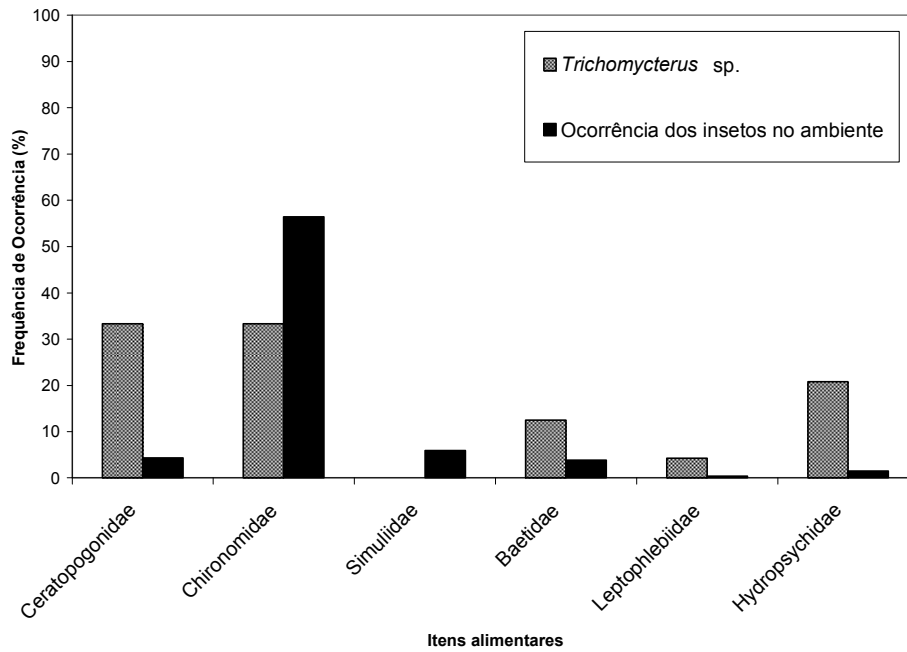


Fig. 8. Frequência de ocorrência, para a nascente, das principais famílias de insetos na alimentação dos indivíduos de *Trichomycterus* sp. e no ambiente.

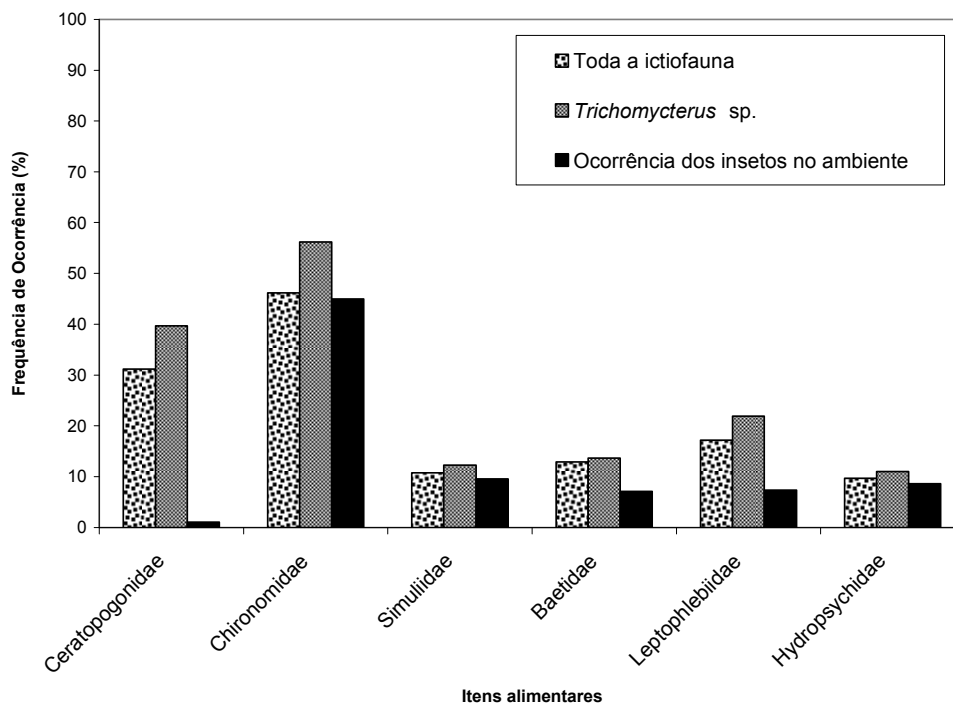


Fig. 9. Frequência de ocorrência, para o trecho médio, das principais famílias de insetos na dieta da ictiofauna, na alimentação dos indivíduos de *Trichomycterus* sp. e no ambiente.

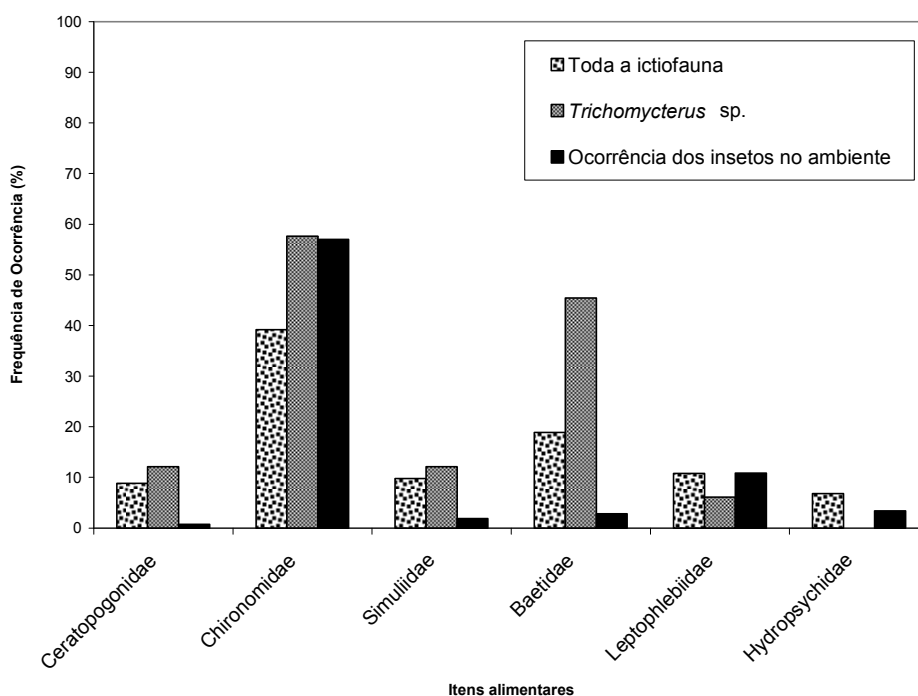


Fig. 10. Frequência de ocorrência, para a foz, das principais famílias de insetos na dieta da ictiofauna, na alimentação dos indivíduos de *Trichomycterus* sp. e no ambiente.

Os crustáceos do ribeirão Varanal foram representados pela Ordem Decapoda. As famílias coletadas foram Aeglidae, representada pelo caranguejo *Aegla castro* Schmitt, 1942, e Palaemonidae, representada pelo camarão *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897). As abundâncias dos crustáceos variaram nos três trechos do ribeirão (Tabela 6).

Tabela 6. Abundância dos crustáceos decápodos coletados nos trechos do ribeirão Varanal.

Espécie	Trecho de coleta			
	Nascente	Médio	Foz	Total
<i>Aegla castro</i>	20	228	135	383
<i>Macrobrachium iheringi</i>	0	45	33	78

Aegla castro foi a espécie mais abundante, sendo coletada principalmente no trecho médio do ribeirão Varanal (Fig. 11). Foi capturada nos poções, onde existe abundância de folhiço, nos corredores e em troncos de

samambaias submersos. *Macrobrachium iheringi* também apresentou composição percentual de ocorrência superior no trecho médio.

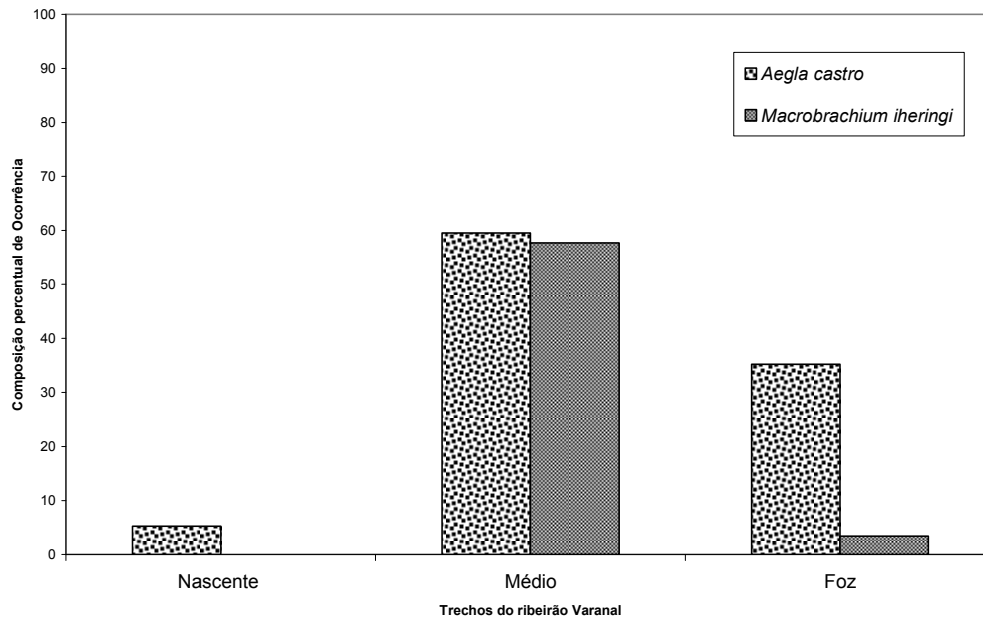


Fig. 11. Composição percentual do total de indivíduos de *Aegla castro* e *Macrobrachium iheringi* coletados nos trechos do ribeirão Varanal.

Caracterização dos trechos do ribeirão Varanal segundo a composição de organismos aquáticos

Alguns aspectos importantes caracterizaram cada trecho do ribeirão Varanal. A nascente é um trecho de primeira ordem (Strahler 1957) e apresentou apenas um tipo de hábitat: corredor. Seu substrato é mais homogêneo e foram encontrados apenas indivíduos de *Trichomycterus* sp.. Quanto aos megainvertebrados, destacaram-se a Ordem Diptera, especialmente as famílias Chironomidae, Simuliidae e Ceratopogonidae, e a Ordem Odonata, representada principalmente pela família Gomphidae (Tabela

7).

O trecho médio, caracterizado como de segunda ordem, apresentou maior diversidade de habitats (corredor, corredeira e poções) e seu substrato foi o mais heterogêneo. Foram coletados apenas indivíduos de *Trichomycterus* sp. e a espécie *Astyanax scabripinnis*, porém, os megainvertebrados foram coletados em maior abundância neste trecho (Tabela 7).

A foz, também de segunda ordem, apresentou dois tipos de habitats: corredeira e poções, e substrato composto predominantemente por argila. Foram coletadas 12 espécies de peixes e os indivíduos de *Trichomycterus* sp.. Famílias de insetos como Chironomidae e Leptophlebiidae destacaram-se em abundância.

Tabela 7. Caracterização biológica de cada trecho.

Trecho	Número de espécies de peixes	Número de itens alimentares consumidos pelas espécies de peixes	Estrutura Trófica dos peixes	Proporção de indivíduos de cada grupo trófico	Proporção dos grupos de macroinvertebrados mais frequentes
Nascente	<i>Trichomycterus</i> sp.	14 itens	Ocorrência de invertívoros – <i>Trichomycterus</i> sp.	100% invertívoros	Ordem Diptera – Famílias Chironomidae (56,4%), Simuliidae (5,9%) e Ceratopogonidae (4,3%); Ordem Odonata – Família Gomphidae (5,0%).
Médio	01 + <i>Trichomycterus</i> sp.	31 itens	Ocorrência de invertívoros – indivíduos do grupo <i>Trichomycterus</i> sp. e <i>Astyanax scabripinnis</i>	100% invertívoros	Ordem Diptera – Famílias Chironomidae (45%) e Simuliidae (9,6%); Ordem Ephemeroptera – Famílias Baetidae (7,1%) e Leptophlebiidae (7,4%); Ordem Trichoptera – Família Hydropsychidae (8,7%); Ordem Plecoptera – Família Perlidae (5,7%); Ordem Decapoda – Família Aeglidae (59,5%).
Foz	12 + <i>Trichomycterus</i> sp.	40 itens	04 espécies detritívoras 03 espécies insetívoras 02 espécies carnívoras Indivíduos do grupo <i>Trichomycterus</i> sp. + 02 espécies invertívoras 01 espécie perifívoras	10,7% espécies detritívoras 4,5% espécies insetívoras 1,1% espécies carnívoras 83,1% espécies invertívoras 0,6% espécies perifívoras	Ordem Diptera – Família Chironomidae (57%); Ordem Ephemeroptera – Família Leptophlebiidae (10,8%).

Teia trófica no trecho médio

A análise do conteúdo gástrico dos peixes, de algumas famílias de insetos, do conteúdo gástrico de *Aegla castro*, juntamente com informações extraídas da literatura possibilitou a elaboração de uma teia trófica para o trecho médio do ribeirão Varanal (Fig. 12). A base desta cadeia trófica advém da vegetação marginal, a qual fornece matéria orgânica de origem alóctone ao ribeirão, representada pelo folhiço. Este é fragmentado pela espécie de crustáceo *Aegla castro* e por insetos fragmentadores como os das famílias Leptophlebiidae e Ptilodactylidae. A análise do trato digestório de exemplares da família Leptophlebiidae revelou que, além de fragmentadores do folhiço presente no ribeirão, eles alimentaram-se também de indivíduos da família Chironomidae (Tabela 8). Os indivíduos da família Ptilodactylidae foram coletados na madeira submersa e na areia, sendo considerados herbívoros e detritívoros.

Os crustáceos da espécie *Aegla castro* apresentaram detritos vegetais, areia e alguns insetos pertencentes às famílias Helicopsychidae, Chironomidae e Leptophlebiidae no conteúdo gástrico, evidenciando a interação destes organismos com os insetos aquáticos do ribeirão Varanal (Tabela 8).

A família Helicopsychidae é caracterizada como raspadora alimentando-se do perifíton aderido ao substrato do ribeirão.

A fragmentação das partículas de matéria orgânica grossa, representadas pelo folhiço, dá origem a partículas de matéria orgânica fina, as quais serão utilizadas como alimento pelos organismos denominados coletores. Na cadeia trófica do ribeirão Varanal, eles são representados por indivíduos das famílias Chironomidae, Simuliidae, Ceratopogonidae e Hydropsychidae.

Alguns insetos predadores, capturados no ribeirão Varanal, foram representantes das ordens Megaloptera, Odonata e Plecoptera da família Perlidae. A análise do conteúdo gástrico de exemplares da ordem Megaloptera (Tabela 8) evidenciou uma dieta baseada totalmente em restos de

insetos aquáticos.

Para os indivíduos da ordem Odonata, além dos restos de insetos aquáticos não identificados, foi possível constatar a presença de fragmentos de indivíduos das famílias Chironomidae, Ceratopogonidae, Baetidae e Ptilodactylidae (Tabela 8).

Os representantes da família Perlidae são predominantemente predadores, alimentando-se de outros insetos aquáticos. Como predadores de topo da cadeia, têm-se os indivíduos de *Trichomycterus* sp. e da espécie *Astyanax scabripinnis*. Estes peixes utilizaram como alimentos, além dos insetos aquáticos e crustáceos, restos vegetais e invertebrados terrestres.

Tabela 8. Frequência de ocorrência dos itens alimentares consumidos por indivíduos da família Leptophlebiidae (n=15), por indivíduos da família Gomphidae (n=7), por indivíduos da família Libelulidae (n=6) e indivíduos da família Aeglidae (n=40).

Item alimentar	Ordem Ephemeroptera Família Leptophlebiidae	Ordem Odonata Família Gomphidae	Ordem Odonata Família Libelulidae	Ordem Decapoda Família Aeglidae
Detritos vegetais	100%	-	-	15%
Detritos – areia	100%	-	-	85%
Chironomidae	13,3%	57,1%	33,3%	17,5%
Ceratopogonidae	-	14,3%	16,7%	-
Baetidae	-	14,3%	50%	-
Leptophlebiidae	-	-	-	7,5%
Ptilodactylidae	-	-	16,7%	-
Helicopsychidae	-	-	-	2,5%
Restos de insetos aquáticos não identificados	-	28,6%	16,7%	-

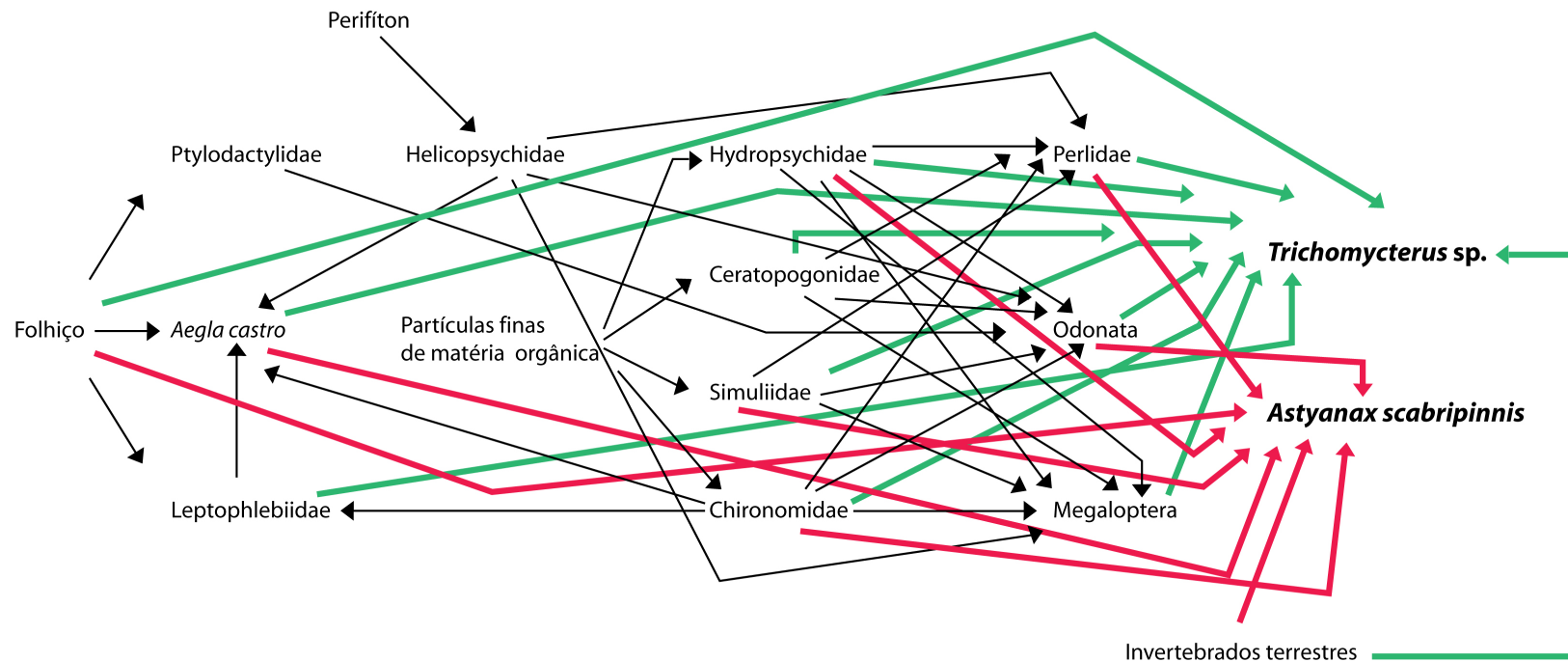


Fig. 12. Representação da teia alimentar no trecho médio do ribeirão Varanal. Setas verdes: itens alimentares consumidos por *Trichomycterus* sp.. Setas vermelhas: itens alimentares consumidos por indivíduos da espécie *Astyanax scabripinnis*. Setas pretas: itens alimentares consumidos pelos outros organismos da teia trófica.

Discussão

Para comparar a riqueza de espécies em riachos em estado natural, constatamos muitas dificuldades, por se tratar de pesquisas realizadas em diferentes regiões, heterogeneidade entre as bacias hidrográficas, diferentes classificações quanto à hierarquia fluvial, as características da vegetação ribeirinha e biomas, e entre as principais, os tipos de riachos. Soma-se a isso o fato de as condições e tipos de alterações causadas por ações antrópicas, muitas vezes, não constarem na caracterização do riacho estudado.

No Brasil, as pesquisas realizadas por Castro & Casatti (1997); Esteves & Lobón-Cerviá (2001); Deus & Petreire-Junior (2003); Casatti (2005); Barreto e Aranha (2005) e Ferreira (2007) são os raros estudos encontrados sobre riachos em condições naturais. O número de espécies de peixes encontrado no ribeirão Varanal foi menor quando comparado ao número de espécies destes estudos mencionados (Tabela 9). O que distingue o ribeirão Varanal é que este é um riacho de pequeno porte, com pouca profundidade, sendo tipicamente de primeira ordem, classificado, segundo Uieda & Castro (1999), como um riacho de montanha, diferente dos riachos analisados pelos autores supracitados.

Tabela 9. Características de locais íntegros já estudados no Brasil.

Local	Bacia	Ordem	Extensão	Tipo	Trechos analisados	Número de espécies	Fonte
Riacho afluente do Rio Pardo – sudeste do Brasil	Paraná	Não menciona	Não menciona	Planície	Médio	19	Castro & Casatti (1997)
Rio Pedra Branca – sudeste do Brasil	Não menciona	Não menciona	6 Km	Litorâneo	Médio	17	Esteves & Lobón-Cerviá (2001)
Rio Itinguçu – sudeste do Brasil	Não menciona	Trechos de 1ª a 4ª	Não menciona	Litorâneo	4 trechos baseados em características fisiográficas	38	Deus & Petrere-Junior (2003)
Córrego São Carlos – sudeste do Brasil	Pontal do Paranapanema	1ª	5 Km	Planície	Superior, médio e inferior.	18	Casatti (2005)
Rio Morato	Não menciona	3ª	10 Km	Litorâneo	Trecho de 4 Km	30	Barreto & Aranha (2005)
Córrego Paulicéia	Paraná	Trechos de 2ª e 3ª	15 Km	Planície	Superior, médio e inferior	15	Ferreira (2007)
Ribeirão Varanal	Paraná	1ª	9,2 Km	Montanha	Superior, médio e inferior	12 + <i>Trichomycterus</i> sp.	Neste estudo

O ribeirão Varanal, que não possui estudos para comparações quanto à composição de espécies com outro riacho de montanha, é caracterizado por possuir apenas indivíduos de *Trichomycterus* sp. na nascente (coletado em todas as estações), *Astyanax scabripinnis* e *Trichomycterus* sp. no trecho médio, e, na foz, 12 espécies e indivíduos de *Trichomycterus* sp.. Entretanto, o trabalho realizado por Casatti (2005) permite estabelecer inferências a respeito do número de espécies, pois, assim como no ribeirão Varanal, as coletas foram realizadas em três trechos (superior, médio e inferior) e o Córrego São Carlos também é de primeira ordem. Casatti (2005) encontrou no Córrego São Carlos uma composição de 6 espécies de peixes na nascente, nove espécies no trecho médio e 16 na foz, com um total de 18 espécies coletadas. Esta diferença no número de espécies de peixes em relação ao ribeirão Varanal pode ser devido ao tipo de riacho. O Córrego São Carlos é caracterizado como de planície e o ribeirão Varanal como de montanha.

Quanto aos alimentos, os peixes do ribeirão Varanal utilizaram uma elevada diversidade de recursos sendo identificados, no total, 43 itens.

Destes, os de origem animal apresentaram maior ocorrência e dominância, quando comparados aos de origem vegetal e a Detritos/Sedimentos. Dentro da categoria animal, destacaram-se os insetos, especialmente os aquáticos.

A alta diversidade de itens alimentares consumidos pelos peixes do ribeirão Varanal é mantida por um conjunto de fatores que favorecem os organismos utilizados como alimentos. A vegetação ribeirinha preservada, assim como nos outros riachos estudados por Castro & Casatti (1997); Esteves & Lobón-Cerviá (2001); Deus & Petrere-Junior (2003); Casatti (2005); Barreto & Aranha (2005) e Ferreira (2007) consiste na principal fonte de entrada de material alóctone nestes riachos (folhas, galhos, frutos, sementes), o que torna viável a manutenção dos animais (insetos e outros) utilizados como itens autóctones pelos peixes. Essa fonte de recursos proveniente da mata que é consumida como alimento também serve de substrato para diversos animais. O substrato, segundo Assis *et al.* (2004), é um dos principais determinantes na distribuição e abundância de insetos aquáticos os quais apresentam primariamente um modo de vida bentônico.

Não apenas o substrato determina o padrão de distribuição de organismos aquáticos, mas também fatores como velocidade da correnteza, temperatura, oxigenação da água e disponibilidade de alimento. A correnteza é um fator relevante para a manutenção de invertebrados aquáticos, uma vez que muitos deles precisam dela como uma estratégia para se alimentar, ou por exigências respiratórias (Hynes 1970). O ribeirão Varanal, por ser um riacho de montanha e possuir corredeiras, apresenta as águas bastante oxigenadas, ambiente propício para estes organismos com elevadas exigências respiratórias e considerados mais sensíveis. Segundo Goulart & Callisto (2003), estes organismos pertencem às ordens Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera. Ademais, Giller & Malmqvist (2004) consideram estas ordens de insetos mais sensíveis como parte do grupo de megainvertebrados dominantes em ecossistemas de riachos, juntamente com a ordem Diptera, esta representada especialmente pelas famílias Chironomidae e Simuliidae. Além de coletados no ambiente, insetos pertencentes a estas ordens foram identificados nos conteúdos gástricos dos exemplares de peixes analisados.

Os indivíduos de *Trichomycterus* sp. demonstram esta situação, pois sua dieta foi baseada em insetos, sendo os da ordem Ephemeroptera (Baetidae e Leptophlebiidae) e os da família Chironomidae, os principais. A quase totalidade de alimento consumido por estes indivíduos foi complementada por outras categorias de insetos aquáticos e outros invertebrados o que determinou a classificação como invertívoros. Porém, quando se considera os alimentos principais consumidos pelos indivíduos de *Trichomycterus* sp., pode-se considerar os mesmos como insetívoros. No estudo realizado em riacho íntegro por Esteves & Lobón-Cerviá (2001), os indivíduos de *Trichomycterus* sp. são classificados como insetívoros.

A relação da disponibilidade de organismos (alimentos) no ambiente e a presença destes na dieta dos indivíduos de *Trichomycterus* sp. foi eficiente para a identificação da preferência alimentar. A interpretação pela aplicação do índice de eletividade demonstrou que dentre os insetos consumidos por *Trichomycterus* sp., os indivíduos da ordem Ephemeroptera pertencentes às famílias Baetidae e Leptophlebiidae e da ordem Diptera pertencentes à família Ceratopogonidae obtiveram maior representatividade na dieta, quando comparada à ocorrência no ambiente, demonstrando uma predileção de *Trichomycterus* sp. por estes itens alimentares. Estes resultados podem ser associados à sua forma de alimentação. Segundo Casatti (2002), os peixes do gênero *Trichomycterus* capturam alimento junto ao fundo do riacho, revolvendo superficialmente o substrato à procura de presas que são abocadas através de sucção. Os indivíduos das famílias Baetidae e Leptophlebiidae ficam escondidos sob pedras, fundo lodoso ou mesmo fixas em outros tipos de substratos e os representantes da família Ceratopogonidae foram encontrados na areia, em pedras e na madeira do ribeirão Varanal, locais de forrageamento dos indivíduos de *Trichomycterus* sp..

Já as presas representadas por indivíduos da ordem Diptera pertencentes às famílias Chironomidae e Simuliidae e da ordem Trichoptera pertencente à família Hydropsychidae são consumidos por *Trichomycterus* sp., porém, não são preferencialmente selecionados por eles.

Sendo assim, um dos maiores desafios em ecologia trófica é

associar os estudos de alimentação de peixes com os recursos disponíveis no ambiente (Russo *et al.* 2002). No presente estudo, a observação e comparação da frequência de ocorrência dos itens presentes na dieta dos peixes e sua abundância no ambiente demonstrou que, por diversas vezes, os valores de frequência de ocorrência foram maiores na dieta dos peixes. Este fato corrobora com Wootton (1990) que relata que os peixes são, de modo geral, bons amostradores do ambiente e as suas dietas refletem o que está disponível no mesmo.

Segundo Dias (2005), a avaliação da disponibilidade de alimento para uma taxocenose com dietas variadas como a de peixes é uma tarefa complexa, pois requer o uso de técnicas distintas de amostragens e equipamentos com diferentes seletividades. Por isso, o estudo das comunidades de megainvertebrados bentônicos pode ser complementado por análises do conteúdo gástrico dos peixes (Deus & Petrere-Junior 2003). Um trabalho realizado por Tupinambás *et al.* (2007) em córregos de cabeceira da bacia do rio São Francisco demonstrou que a análise do conteúdo gástrico dos peixes é eficiente como uma ferramenta adicional para estimar a diversidade bentônica no ambiente. Os resultados obtidos com o ribeirão Varanal demonstram que a análise do conteúdo gástrico dos peixes reflete claramente a presença dos organismos no ambiente, principalmente aqueles de difícil captura.

Teia trófica no trecho médio

A representação da teia trófica no trecho médio do ribeirão Varanal caracteriza uma cadeia detritívora. No Brasil, vários estudos têm indicado a importância dos detritos para a dieta da maioria dos insetos aquáticos (Baptista *et al.* 1998, Motta & Uieda 2004, Motta & Uieda 2005). Estes detritos são oriundos do material de origem alóctone – folhas, flores, frutos, sementes, galhos – o qual adentra o corpo d'água e é capaz de sustentar toda a fauna ali presente. Após sua entrada em riachos de pequena

ordem, este material sofre abrasão física, degradação por microrganismos e fragmentação por invertebrados (Graça 2001, Abelho 2001).

Neste processo de fragmentação, existem diferenças entre riachos localizados em regiões tropicais e em regiões temperadas. Em um estudo realizado nos trópicos, Dobson *et al.* (2002) demonstraram uma redução de insetos fragmentadores. Segundo os mesmos autores, isto seria devido a diferenças funcionais entre riachos tropicais e temperados. Em riachos tropicais, os organismos fragmentadores podem ser menos importantes porque existem padrões alternativos de decomposição para o material alóctone, tal como um processamento por microorganismos mais rápido, devido às temperaturas serem mais elevadas (Mathuriau & Chauvet 2002). Uma outra explicação para o fato seria em relação à questão metodológica dos estudos. O foco da maioria dos estudos sobre cadeias tróficas e o processo de fragmentação em riachos tropicais está incorreto, ignorando que a categoria alimentar de fragmentadores nestes ambientes pode estar sendo ocupada por outros grupos que não necessariamente os insetos, mas os crustáceos (Uieda & Motta 2007). De fato, no ribeirão Varanal, foi registrada abundância do crustáceo *Aegla castro* que foi considerada como espécie fragmentadora e coletada nos três trechos amostrados.

Alterações no grau de sombreamento, devido a modificações da vegetação ribeirinha podem levar a alterações na cadeia trófica de um riacho. Uma maior exposição do corpo d'água à luz solar modifica suas condições de autotrofia e heterotrofia, o que acarreta mudanças na composição de organismos e na interação entre mesmos. O ribeirão Varanal, por tratar-se de um ambiente natural e íntegro, mantém e suporta uma comunidade de organismos de maneira balanceada e integrada, evidenciando diversas interações entre eles e com os recursos do ambiente. Além disso, caracteriza-se por apresentar organismos mais sensíveis à ações antrópicas, como indivíduos do gênero *Trichomycterus* e megainvertebrados, como *Aegla castro*, intolerantes a perturbações ambientais. O processo de fragmentação do folhiço realizado no ribeirão Varanal é de demasiada importância pois provê alimento para diversos organismos, que se alimentam de matéria orgânica fina, cujo

tamanho varia entre 0,5 µm e 1 mm. Estes organismos, por sua vez, foram as presas de outros insetos e das espécies de peixes representadas, completando a teia trófica deste ambiente íntegro.

No trecho médio do ribeirão Varanal, além dos indivíduos de *Trichomycterus* sp., foram coletados peixes da espécie *Astyanax scabripinnis*. O item alimentar dominante dentro da dieta de *Astyanax scabripinnis* no trecho médio foi “insetos aquáticos”, porém, foi registrada também a ocorrência de invertebrados terrestres. Na estrutura trófica do ribeirão Varanal, esta espécie foi classificada como invertívora, pois além de insetos aquáticos e terrestres, a dieta desta espécie foi composta por outros invertebrados como, por exemplo, crustáceos. Castro & Casatti (1997), estudando um ambiente também considerado íntegro, constataram que a espécie *A. scabripinnis* se comportava como onívora com tendência à insetivoria.

A caracterização física e biológica de um ambiente íntegro fornece valiosos conhecimentos acerca da dinâmica de ecossistemas aquáticos. O ribeirão Varanal possui características de integridade relacionadas a aspectos físicos e também à composição de espécies de peixes e riqueza e abundância de megainvertebrados. Sua estrutura trófica apresenta-se de forma balanceada, com presença de indivíduos de várias categorias tróficas. Além disso, os peixes consumiram uma grande diversidade de itens alimentares, com predominância de insetos aquáticos, o que reflete a presença dos mesmos no ambiente. Quanto à hipótese levantada no início do trabalho, de que os peixes consomem, principalmente, os alimentos encontrados em maior abundância no ambiente, ela somente é aceita como correta quando se considera, de forma geral, que a alimentação dos peixes foi baseada predominantemente em insetos aquáticos, coletados em abundância no ribeirão Varanal. Porém, a análise mais refinada, como o índice de eletividade para os peixes do gênero *Trichomycterus*, únicos encontrados em todos os trechos do riacho, demonstrou discordância da hipótese estabelecida, visto que alguns itens alimentares coletados em abundância no ambiente, como por exemplo, indivíduos da família Chironomidae, não foram preferencialmente consumidos pelos peixes.

O estudo feito no ribeirão Varanal trata-se do primeiro realizado em riacho de montanha em estado natural no Brasil. Estudos sobre a fauna, flora, componentes abióticos, as inter-relações entre estes elementos e a dinâmica trófica, especialmente em riachos de montanha são imprescindíveis, principalmente na região Neotropical. Sem estes levantamentos, caracterizações e estudos, talvez um completo entendimento sobre a ecologia deste tipo de riacho nunca seja possível, pois eles estão sendo alterados antes mesmo de serem conhecidos e entendidos em seu funcionamento.

Referências Bibliográficas

- Abelho, M. 2001. From litterfall to breakdown in streams: a Review. *The Scientific World*, 1: 656-680.
- Allan, J. D. 1995. *Stream ecology: structure and function of running waters*. Chapman & Hall, London, 388p.
- Assis, J. C. F., A. L. Carvalho & J. L. Nessimian. 2004. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48(2): 273-282.
- Azevedo, T. I. N., M. L. Sekiama, A. O. S. Vieira & S. T. Bennemann. 2008. Descrição física da micro bacia do Ribeirão Varanal e caracterização dos trechos. Pp: 6-14. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. S. Vieira (Orgs). *A flora e a fauna do ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. EDUEL, Londrina, 158p.
- Baptista, D. F., D. F. Buss, L. F. M. Dorvilé & J. L. Nessimian. 1998. O conceito de continuidade de rios é válido para rios de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil? Pp. 209-222. In: Nessimian, J. L. & E. Carvalho (Eds.). *Ecologia de insetos aquáticos. Série Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro*, V, 309p.
- Barrela, W., M. Petrere Jr., W. S. Smith & L. F. A. Montag. 2000. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. Pp. 187-207. In: Rodrigues, R. R. & H. F. Leitão Filho (Eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, 320p.
- Barreto, A. P. & J. M. R. Aranha. 2005. Assembléia de peixes de um riacho da Floresta Atlântica: composição e distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). *Acta Scientiarum*, 27(2): 153-160.
- Bennemann, S. T., L. Casatti & D. C. Oliveira. 2006. Alimentação de peixes: proposta para análise de itens registrados em conteúdos gástricos. *Biota Neotropica*, 6(2): 1-8.
- Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. S. Vieira (Orgs). 2008. *A flora e a fauna do ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. EDUEL, Londrina, 158p.
- Bennemann, S. T. & W. Galves. Metodologia de amostragem da fauna aquática. Pp: 69-75. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. S. Vieira (Orgs). *A flora e a fauna do ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. EDUEL, Londrina, 158p.
- Bowen, S. H. 1983. Detritivory in neotropical fish communities. *Environmental*

Biology of Fishes, 9 (2): 137-144.

Casatti, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 2(2): 1-14.

Casatti, L. 2005. Fish Assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: Longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. *Biota Neotropica* 5 (1):1-9.

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* 7(4): 337-352.

Costa, C., S. Ide & C. E. Simonka. 2006. Insetos Imaturos - Metamorfose e Identificação. Ed. Holos, Ribeirão Preto, 249p.

Costello, M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36:261-263.

Deus, C. P. & M. Petrere-Junior, 2003. Seasonal diet shifts of seven fish species in an Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(4): 579-588.

Dias, R. M. 2005. Atributos de assembléias de peixes e disponibilidade alimentar na planície de inundação do alto rio Paraná: relações com a conectividade e efeitos sobre a seleção alimentar e a sobreposição de dieta. Unpublished Ph.D. Dissertation, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná. 53p.

Dobson, M., A. Magana, J. M. Mathooko & F. K. Ndegwa. 2002. Detritivores in Kenyan highland streams: more evidence for the paucity of shredders in the tropics? *Freshwater Biology*, 47: 909-919.

Esteves, K. & J. Lobón-Cerviá. 2001. Composition and trophic structure of a fish community of a clear water Atlantic rainforest stream in southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 62: 429-440.

Ferreira, C. P & L. Casatti. 2006. Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes. *Biota Neotropica*, 6(3): 1-25.

Ferreira, K. 2007. Biology and ecomorphology of stream fishes from the rio Mogi-Guaçu basin, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 5(3): 311-326.

Goulart, M. & M. Callisto. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista FAPAM*, 2 (2): 153-164.

Graça, M. A. S. 2001. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in stream: a Review. *International Review of Hydrobiology*, 86: 383-393.

Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press, San Diego, 416p.

Giller, P. S. & B. Malmqvist. 2004. The biology of streams and rivers. Oxford University Press, New York, VI+296p.

Hynes, H. B. N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19: 36-57.

Hynes, H.B. 1970. The ecology of running waters. University of Toronto Press, Canada, 555p.

Hynes, H.B. 1976. Biology of Plecoptera. *Annual Review of Entomology*, 21: 135-153.

Ivlev, V. S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven, 302p.

Mathuriau, C. & E. Chauvet. 2002. Breakdown of leaf litter in a neotropical stream. *Journal of the North American Benthological Society*, 21: 384-396.

Motta, R. L. & V. S. Uieda. 2004. Diet and trophic groups of an aquatic insect community in a tropical stream. *Brazilian Journal of Biology*, 64: 809-817.

Motta, R. L. & V. S. Uieda. 2005. Food Web structure in a tropical stream ecosystem. *Austral Ecology*, 30: 58-73.

Merritt, R. W. & K. W. Cummins. 1996. Trophic relations of macroinvertebrates. Pp: 453-474. In: Hauer, F. R. & G. A. Lamberti (Eds.). *Methods in stream ecology*, Academic Press, New York, 674p.

Nalim, D. M., W. Galves Junior, E. C. Mendes & D. M. Maroneze. 2008. Insetos aquáticos. Pp: 111-138. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. S. Vieira (Orgs.). *A flora e a fauna do ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. EDUEL, Londrina, 158p.

Pérez, G. R. 1998. Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos Del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia, Bogotá, Colombia, 215p.

de Pinna, M.C.C. & W. B. Wosiacki. 2003. Family Trichomycteridae (Pencil or parasitic catfishes). Pp: 270-290. In: Reis, R.E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris (Eds.), *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. EDIPUCRS, Porto Alegre, 729p.

Russo, M. R., A. Ferreira & R. M. Dias. 2002. Disponibilidade de invertebrados aquáticos para peixes bentófagos de dois riachos da bacia rio Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, 24 (2): 411 - 417.

- Strahler, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union* (38):913-920.
- Tupinambás, T. H., M. Callisto & G. B. Santos. 2007. Benthic macroinvertebrate assemblages structure in two headwater streams, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 (4): 887-897.
- Uieda, V. S. & R. L. Motta. 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnológica Brasileira*, 19 (1): 15-30.
- Uieda, V. S. & R. M. C. Castro. 1999. Coleta e fixação de peixes de riachos. Pp: 1-22. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzone & P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, VI, 260p.*
- Vannote, R.L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell & C. E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal. Fisheries & Aquatic Sciences*, 37: 130-137.
- Wiggins, G. B. 1987. Order Trichoptera. Pp: 253-287. In: Sther, F. W. (Ed.). *Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa. 754 p.*
- Wootton, R.J. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall, London, 404p.