



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CIBELE BENDER RAIIO

**RIACHO DE MONTANHA, MATA ATLÂNTICA, PARANÁ,
BRASIL: CARACTERIZAÇÃO E ESTRUTURA TRÓFICA**

Londrina
2010

CIBELE BENDER RAIO

**RIACHO DE MONTANHA, MATA ATLÂNTICA, PARANÁ,
BRASIL: CARACTERIZAÇÃO E ESTRUTURA TRÓFICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (zoologia) da Universidade Estadual de Londrina como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Sirlei Terezinha
Bennemann

Londrina
2010

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R159r Raio, Cibele Bender.

Riacho de montanha, Mata Atlântica, Paraná, Brasil: caracterização e estrutura trófica / Cibele bender Raio. – Londrina, 2010.
68 f. : il.

Orientador: Sirlei Terezinha Bennemann.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Fauna do rio – Teses. 2. Ecossistemas aquáticos. – Teses. 3. Decapode (Crustáceo) – Teses. 4. Inseto aquático – Teses. I. Bennemann, Sirlei Teresinha. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 591.5

CIBELE BENDER RAIO

**RIACHO DE MONTANHA, MATA ATLÂNTICA, PARANÁ, BRASIL:
CARACTERIZAÇÃO E ESTRUTURA TRÓFICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (zoologia) da Universidade Estadual de Londrina como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sirlei Terezinha Bennemann
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Oscar Akio Shibatta
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Ricardo Cardoso Benine
UNESP – São Paulo - SP

Londrina, 01 de março de 2010.

Aos que se dedicam
à conservação dos ambientes naturais.

AGRADECIMENTOS

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

À CAPES pela bolsa concedida e pelos recursos fornecidos.

À empresa Klabin S.A. pelo financiamento do projeto e disponibilização de funcionários. Agradecimentos especiais à Ivone Namikawa e Sérgio Adão Filipaki.

À minha orientadora, Profa. Dra. Sirlei T. Bennemann, pelas oportunidades e por me transmitir conhecimentos sobre ecologia de riachos e sobre a vida.

Ao Prof. Dr. Oscar A. Shibatta pela identificação dos peixes, pelas sugestões, acessibilidade, disponibilização de material e participação na banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Ricardo C. Benine por compor a banca examinadora e pelas oportunidades que virão.

Ao Prof. Dr. Carlos E. A. Julio pelo auxílio na identificação dos invertebrados, pelos esclarecimentos de dúvidas e pelo incentivo.

Ao Dr. Heitor Frossard por me ensinar a trabalhar com amostragem e interpretação de dados físicos e químicos.

Ao fotógrafo e biólogo Ronaldo R. Rufino por maravilhosas imagens.

Ao Msc. Wanner Galves e ao técnico de laboratório Édison Santana da Silva pelas coletas, pelo aprendizado em campo e pela prontidão em ajudar.

Às estagiárias, Andréia A. Espinoza, Carolina Honda e Mariana B. Ebert pelo auxílio, pela dedicação e pelas discussões.

E aos que sempre me incentivaram: minha família, especialmente meus pais, Walter e Ula, que são a minha inspiração de vida; e meus amigos biólogos Esther do L. e Pretti, Nelson Menolli Junior e Bruno Brunetta, pessoas que muito admiro.

RAIO, Cibele. Bender. **Riacho de montanha, Mata Atlântica, Paraná, Brasil: caracterização e estrutura trófica.** 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

RESUMO

Um riacho modificado (João Pinheiro – JP) foi comparado com um riacho referência (Ribeirão Varanal - RV) com o objetivo de responder a seguinte questão: quais as alterações nos atributos físicos e biológicos que as atividades humanas provocam num riacho de montanha? Os trechos do riacho modificado foram caracterizados através da comparação da qualidade ambiental com resultados publicados para trechos equivalentes do riacho referência. Foi aplicado um protocolo de avaliação rápida, analisadas as características físicas do riacho, calculados valores para a diversidade, riqueza e verificada a distribuição dos peixes, insetos e crustáceos. Além disso, o índice EPT (Ephemeroptera + Plecoptera + Trichoptera/Chironomidae) foi calculado para cada trecho amostrado e definida a estrutura trófica das espécies de peixes. No riacho JP foram encontrados menores valores de pH e maiores valores de temperatura da água e do ar em relação ao riacho referência, o que mostra uma influência da condição da mata sobre o ambiente aquático. A foz do riacho foi considerado o trecho de mais baixa qualidade ambiental e de menor heterogeneidade de habitats. Os resultados encontrados para a riqueza e diversidade dos táxons não diferiram significativamente e a similaridade entre os grupos peixes, insetos e crustáceos dos dois riachos foi alta (>50%). Por outro lado, a partir da relação entre organismos bioindicadores, encontrou-se um maior valor de abundância de organismos tolerantes às ações antrópicas e menor abundância de organismos mais sensíveis. Diferentemente do riacho referência, não foi encontrado um aumento gradual no sentido montante-jusante da disponibilidade de itens que compõem a dieta dos peixes. Nos trechos a jusante deste riacho foi encontrada uma maior abundância de espécies de peixes perfitívoras e onívoras, a quantidade de espécies e número de indivíduos de peixes invertívoros foi menor na foz do riacho JP, o que foi associado à menor heterogeneidade do ambiente, piores condições da vegetação ripária e menor disponibilidade de itens alimentares. A partir desses resultados, recomendou-se que, em estudos de avaliação da qualidade ambiental, utilizem-se metodologias que comparem os atributos físicos, diversidade dos táxons bioindicadores, por exemplo, a aplicação do índice EPT e que a estrutura trófica dos peixes seja definida. Neste estudo foi verificado que as atividades antrópicas nos riachos de montanha da Mata Atlântica provocam a diminuição da heterogeneidade dos habitat, diminuem a proporção entre espécies indicadoras da boa qualidade ambiental em relação às espécies tolerantes e influenciam a composição de espécies de peixes relacionada à disponibilidade de itens alimentares. Estes resultados estão apresentados em dois capítulos na forma de artigos, que serão submetidos à revista *Neotropical Ichthyology*.

Palavras – chave: Fauna do rio. Ecossistemas aquáticos. Decapode (Crustáceo). Inseto aquático.

RAIO, Cibele Bender. **Mountain stream, Paraná, Brazil**: characterization and trophic structure. 2010. 68 f. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Londrina, 2010.

ABSTRACT

A modified stream (João Pinheiro - JP) was compared with a reference stream (Ribeirão Varanal - RV) with the aim to answer the following question: what changes in the physical and biological processes caused by human activities in a mountain stream? The stretches of the modified stream were characterized by comparing the environmental quality with published results for equivalent reference stream stretches. It was applied a rapid assessment protocol, analyzed the physical characteristics of the stream, calculated values for the diversity, richness and distribution of fish, insects and crustaceans. In addition, the EPT index (Ephemeroptera + Plecoptera + Trichoptera /Chironomidae) was calculated for each sample and trophic structure of fish had been defined. In the JP stream were found lower pH and higher water and air temperature comparing to the reference stream, what shows a influence of the forest structure on the aquatic system. The mouth was considered the stretch of lower environmental quality and with less habitats heterogeneity. The results for the richness and diversity of taxa did not differ significantly and the similarity of the groups fish, insects and crustaceans of two streams was high (> 50%). Moreover, from the relationship between bioindicators was found a higher value of abundance of organisms tolerant to human actions and less abundance of sensitive organisms. Unlike the reference stream, it was not found a gradual increase towards downstream of the amount of availability items that are present at the diet of fish. In the downstream samples it was found higher abundance of periphitivores fish species and also omnivores, the number of species and of individuals of invertivores fish was smaller in mouth, which was associated with the lower heterogeneity of the environment, the worst conditions of riparian vegetation and with a reduced availability of resources. From these results, it was recommended that studies assessing the environmental quality should also use methodologies to compare the physical attributes, diversity of taxa of bioindicators, such as the implementation of the EPT index and definition of the trophic structure of fish on the stream. In this study it was shown that human activities in Mata Atlântica mountain stream cause a decline in the heterogeneity of habitat decrease the ratio of indicator species of environmental quality in comparison with tolerant species and influence the composition of fish species through availability of food resources. These results are presented on two chapters in paper format, which will be submitted to the journal *Neotropical Ichthyology*.

Keywords: River fauna. Decapoda (Crustacea). Aquatic ecosystem. Aquatic insects.

LISTAS DE TABELAS

- Tabela 1** – Atributos físicos e químicos dos trechos do riacho João Pinheiro (JP) e do Ribeirão Varanal (RV), Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. P1= nascente, P2= trecho médio a montante da represa artificial, P3= trecho médio a jusante da represa artificial, P4= foz do riacho JP, N= nascente, M= trecho médio e F= foz do RV. Os resultados referentes ao Ribeirão Varanal foram obtidos de Azevedo (2009) 32
- Tabela 2** – Caracterização dos quatro trechos amostrados do riacho João Pinheiro, seguindo o protocolo de simplificado de avaliação rápida, segundo Callisto et al. (2001a) 33
- Tabela 3** – Valores obtidos pelos índices de diversidade de Shannon, Simpson e de riqueza de Margalef dos táxons de peixes, insetos e crustáceos capturados nos riachos João Pinheiro (JP) e dos resultados disponíveis para o Ribeirão Varanal (RV) (Guerrero-Ocampo & Kishino, 2008; Nalim et al., 2008; Shibatta et al., 2008)..... 33
- Tabela 4** – Abundância (Ab) de indivíduos para cada espécie de peixe e distribuição nos quatro trechos do riacho João Pinheiro (JP) e nos três trechos do Ribeirão Varanal (JP), Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. Os resultados referentes ao Ribeirão Varanal foram obtidos de Shibatta et al. (2008) 34
- Tabela 5** – Riqueza, abundância e porcentagem (%) de insetos aquáticos capturados nos quatro trechos do riacho João Pinheiro. Os resultados referentes ao Ribeirão Varanal foram obtidos de Nalim et al. (2008)..... 35
- Tabela 6** – Relação de abundância entre formas imaturas de EPT e Chironomidae para cada trecho do riacho João Pinheiro e do Ribeirão Varanal. Os resultados referentes ao Ribeirão Varanal foram modificados de Nalim et al. (2009) 36
- Tabela 7** – Abundância, distribuição e porcentual de ocorrência (%) de crustáceos nos trechos do riacho João Pinheiro (JP) e do Ribeirão Varanal (RV). Os resultados referentes ao Ribeirão Varanal foram obtidos de Guerrero-Ocampo & Kishino (2008)..... 37

| | |
|---|----|
| Tabela 8 – Caracterização biológica de cada trecho dos riachos João Pinheiro (JP) e Ribeirão Varanal (RV). Os dados referentes ao riacho RV foram obtidos de Bernardino (2009) e os resultados sobre a dieta dos peixes do riacho JP foram obtidos de Raio (segundo artigo desta dissertação) | 38 |
| Tabela 9 – Caracterização dos trechos amostrados no riacho João Pinheiro | 55 |
| Tabela 10 – Características físicas e químicas dos ambientes onde foram realizadas as amostragens no Riacho João Pinheiro, são apresentados a média e o desvio padrão para cada variável | 56 |
| Tabela 11 – Espécies de peixes capturados nos quatro trechos do riacho João Pinheiro, total de indivíduos para cada espécie, para cada trecho. A variação do comprimento padrão dos indivíduos analisados está apresentada em colchetes. Os números entre parênteses representam a quantidade de indivíduos que tiveram o conteúdo estomacal analisado | 57 |
| Tabela 12 – Ocorrência (O), frequência de ocorrência (%FO), dominância (d) e percentagem de dominância (%d) dos itens alimentares encontrados em conteúdo estomacal das 12 espécies de peixes coletados no riacho João Pinheiro | 59 |
| Tabela 13 – Percentagem de insetos capturados no riacho João Pinheiro, percentagem de dominancia (%D) do ítem nos conteúdos estomacais de <i>Trichomycterus</i> sp. Analisados e valor do Índice de Eletividade (Ivlev, 1961)..... | 61 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Áreas da Mata Atlântica prioritárias para a conservação. As áreas identificadas em vermelho são áreas classificadas como “Extrema importância Biológica”. A área Ma 160 engloba o Parque ecológico da empresa Klabin (MMA/SBF, 2007)..... 16
- Figura 2** – Localização do riacho João Pinheiro, Fazenda Monte Alegre, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. Trechos amostrados: P1. Nascente, P2. Trecho médio a montante da represa, P3. Trecho médio a jusante da represa e P4. Foz. Ilustrações gentilmente cedidas pela empresa Klabin..... 26
- Figura 3** – Vista de cada trecho de coleta no riacho João Pinheiro, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. a. P1, b. P2, c. P3 e d.P4 (Fotos: R. R. Rufino) 27
- Figura 4** – Localização do riacho João Pinheiro, Fazenda Monte Alegre, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. Trechos amostrados: P1. Nascente, P2. Trecho médio a montante da represa, P3. Trecho médio a jusante da represa e P4. Foz. Ilustrações gentilmente cedidas pela empresa Klabin..... 58
- Figura 5** – Composição porcentual de ocorrência das categorias de itens alimentares identificados nos tratos digestórios dos peixes do riacho João Pinheiro 58
- Figura 6** – Dispersão dos valores de Frequência de Ocorrência (%) e de Dominância dos itens alimentares identificados nos conteúdos estomacais de *Trichomycterus* sp. nos quatro trechos do riacho João Pinheiro (conjugado segundo Costello,1990 adaptado por Bennemann et al., 2006). 1- Chironomidae (Diptera); 2- Simuliidae (Diptera); 3- Ceratopogonidae (Diptera) 4– Restos de insetos aquáticos; 5– Trichoptera; 6– Ephemeroptera; 7- Nematoda, 8– Detrito..... 60
- Figura 7** – Frequência de ocorrência, em P1, das principais famílias de insetos no ambiente e na alimentação de *Trichomycterus* sp..... 61
- Figura 8** – Frequência de ocorrência, em P2, das principais famílias de insetos no ambiente e na alimentação de *Trichomycterus* sp..... 62
- Figura 9** – Frequência de ocorrência, em P3, das principais famílias de insetos no ambiente e na alimentação de *Trichomycterus* sp..... 62

Figura 10 – Frequência de ocorrência, em P4, das principais famílias de insetos no ambiente e na alimentação de *Trichomycterus* sp..... 63

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO GERAL | 13 |
| REFERÊNCIAS | 19 |
| | |
| CAPÍTULO I – COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS DE UM RIACHO DE MONTANHA MODIFICADO COM UM RIACHO REFERÊNCIA, MATA ATLÂNTICA, PARANÁ, BRASIL | 22 |
| Resumo | 23 |
| Abstract | 23 |
| Introdução | 24 |
| Material e métodos | 25 |
| Resultados | 30 |
| Discussão | 39 |
| Agradecimentos | 44 |
| Referências | 45 |
| | |
| CAPÍTULO II – DIETA, DISPONIBILIDADE E ELETIVIDADE DE ALIMENTOS POR PEIXES DE UM RIACHO DE MONTANHA NA MATA ATLÂNTICA, PARANÁ, BRASIL | 49 |
| Resumo | 50 |
| Abstract | 50 |
| Introdução | 51 |
| Material e métodos | 51 |
| Resultados | 54 |
| Discussão | 63 |
| Agradecimentos | 65 |
| Referências | 66 |

INTRODUÇÃO GERAL

A destruição dos ambientes naturais, visando o que é denominado “benefícios humanos”, afeta o funcionamento normal dos ecossistemas de diferentes formas. Entre os recursos mais afetados, a água tornou-se um dos principais alvos da indiferença do homem. Nesse contexto, as atividades conservacionistas para os ambientes de água doce em seu estado de integridade são essenciais para a manutenção da vida e, indiscutivelmente, urgentes no período de destruição em que vivemos.

Para Strahler (1957), a definição da ordem do riacho é o primeiro passo que os pesquisadores devem dar ao estudar riachos. Segundo a classificação hidrológica utilizada pelo autor, de acordo com a posição em que um curso d'água ocupa num sistema, ou seja, conforme recebe afluente e subafluente, os ambientes lóticos são classificados quanto à ordem. Um riacho que não recebe afluente é classificado como de primeira ordem. O riacho que recebe o afluente de primeira ordem é considerado um riacho de segunda ordem. O riacho de terceira, recebe afluentes de segunda ordem, podendo também receber afluente de primeira ordem e, assim, sucessivamente. O autor destaca que drenagens com ordens similares podem ser comparadas em seus trechos equivalentes.

Além da ordem fluvial, outras características naturais distinguem os riachos e influenciam a composição e distribuição das espécies. A fim de agrupar riachos com características semelhantes, Uieda & Castro (1999) propuseram a classificação de três tipos: de planície, litorâneos e de montanha. Essa classificação está fundamentada nas características geográficas, localização e topografia, e atributos físicos e químicos dos cursos d'água.

Os riachos de planícies, por apresentarem mínima declividade, possuem pequena quantidade de corredeiras e baixa oxigenação. Atualmente, muitos desses riachos não apresentam bons valores de integridade, uma vez que estão localizados em topografias propícias a pecuária e agricultura (Uieda & Castro, 1999). De acordo com Ferreira & Casatti (2006), os valores de integridade desses riachos são afetados porque a substituição da vegetação ripária por áreas de pastagem provoca mudanças na estrutura do hábitat interno, na qualidade da água e na estrutura das ictiocenoses.

Os riachos litorâneos formam bacias que nascem nas encostas das serras, percorrem a planície costeira e deságuam no oceano Atlântico. As características que separa esses riachos dos de outras classes estão relacionadas com a distribuição da fauna aquática (Uieda & Castro, 1999).

Segundo os autores, os riachos de montanha são riachos localizados em ambientes com elevada declividade e alta velocidade da água, o que colabora com a quantidade de oxigênio dissolvido. As baixas temperaturas das águas observadas nesse tipo de riacho são associadas, diretamente, ao sombreamento provocado pela vegetação ripária. Nesses ambientes, é destaque também a presença de cachoeiras ou pequenas quedas d'água, responsáveis por isolar comunidades.

Em todos os tipos de riachos brasileiros é verificado um aumento na riqueza de peixes (Araujo-Lima *et al.*, 1999; Casatti, 2005; Shibatta *et al.*, 2008), de invertebrados (Kikuchi & Uieda, 2005) e na complexidade da teia trófica (Casatti, 2002; Bernardino, 2009), conforme o acréscimo da heterogeneidade do riacho. Ou seja, a maior quantidade de substratos possibilita um incremento de espécies.

Para riachos de montanha com declividade suave, como o riacho JP e o riacho referência, Uieda & Barreto (1999) descreveram um acréscimo no número de espécies de peixes no sentido montante-jusante. Em trechos impactados essa relação não é verificada, onde é associada uma menor riqueza de macroinvertebrados e de peixes (Cortezzi *et al.*, 2009; Galves *et al.*, 2007).

A íntima relação entre os integrantes da ictiofauna com a fauna dos invertebrados aquáticos e com o ambiente pode ser verificada nos estudos de ecologia trófica. Tipicamente, os estudos de alimentação de peixes obtêm dados que permitem definir os principais itens na alimentação dos peixes (Costello, 1990) e os hábitos alimentares de uma espécie (Bennemann *et al.*, 2006).

A origem do item alimentar utilizado pelos peixes pode ser autóctone ou alóctone. Segundo Castro (1999), os riachos são mais dependentes da matéria alóctone do que os rios por terem menor volume e profundidade. Devido ao sombreamento provocado pela vegetação do entorno dos trechos de baixa ordem, os riachos possuem menor disponibilidade de algas e macrófitas, seres fotossintetizantes dependentes da luminosidade local (Vannote, 1980).

Entre os itens alimentares autóctones, as formas imaturas de insetos aquáticos são consideradas a principal fonte de energia para os peixes. As comunidades de insetos aquáticos variam entre os substratos (Henriques-Oliveira *et al.*, 2003; Kikuchi & Uieda, 2005), conforme a velocidade da correnteza (Ribeiro & Uieda, 2005), a sazonalidade (Bispo & Oliveira, 1998) e entre riachos com diferentes condições da integridade da vegetação ripária (Bueno *et al.*, 2003; Galves *et al.*, 2007). Segundo os últimos autores, riachos inseridos em áreas mais preservadas, apresentam maiores valores de diversidade de invertebrados aquáticos.

Diversas ações humanas estão relacionadas com a perda de diversidade da fauna aquática nesses ambientes (Ferreira & Casatti, 2006; Galves *et al.*, 2007; Cortezzi *et al.*, 2009). Alguns organismos, como insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera são mais sensíveis e desaparecem com as primeiras alterações. Já, Chironomidae (Diptera) são organismos mais tolerantes a qualquer modificação que ocorre no ambiente (Golçalves, 2007).

Nos riachos íntegros, ou com pequena alteração por ações humanas, estudados por Casatti (2002), Galves *et al.* (2007) e Bernardino (2009) foi encontrada elevada abundância de peixes bentófagos, especialmente *Trichomycterus* (Siluriformes, Trichomycteridae). Conforme Russo *et al.* (2002), a distribuição desses peixes, provavelmente, está relacionada com a riqueza de invertebrados nesses ambientes.

Conforme o relevo dos biomas brasileiros, a maioria dos riachos de montanha está localizada na Mata Atlântica, um dos biomas mais ameaçados do mundo pelas atividades humanas. Atualmente a Mata Atlântica conta com apenas 7% de remanescentes bem conservados (MMA/SBF, 2007).

Estudos em riachos íntegros nesse bioma possibilitam conhecer as funções ecológicas das espécies, servem de referência para diagnosticar as alterações das atividades antrópicas sobre o ambiente e são importante fonte de informação para a definição de áreas prioritárias de conservação e para a identificação de espécies-chave a serem preservadas. Contudo, Bernardino (2009) alerta que os estudos nesses ambientes ainda são raros, e muitas espécies que habitam esses riachos estão desaparecendo antes mesmo de serem conhecidas pela ciência.

Visando conservar as áreas remanescentes do bioma com o mais alto valor de biodiversidade, o Ministério do Meio Ambiente definiu áreas prioritárias para a conservação. Para o estado do Paraná, uma região de 799km² classificada como “Importância Biológica Extremamente Alta” de “Alta Prioridade para a Conservação” abrange áreas da empresa Klabin de papel e celulose (identificada no mapa como Ma 160), onde está localizado o Parque Ecológico Fazenda Monte Alegre (Fig. 1).



Figura 1 – Áreas da Mata Atlântica prioritárias para a conservação. As áreas identificadas em vermelho são áreas classificadas como “Extrema importância Biológica”. A área Ma 160 engloba o Parque ecológico da empresa Klabin (MMA/SBF, 2007).

Em 1934, a Fazenda Monte Alegre foi adquirida pela família Klabin. Em meados dos anos 1946, a fábrica de papel começou a operar no local. Na mesma década, a empresa estabeleceu uma área florestal para a exploração da espécie nativa *Araucaria angustifolia* (Bertol.) e das exóticas *Eucalyptus* spp. Na década seguinte, introduziu as espécies exóticas *Pinnus* spp.

A Klabin é hoje a maior produtora, recicladora e exportadora de papel do Brasil e referência internacional pelo desenvolvimento de seu trabalho com os mais altos padrões sócio ambientais. Em dezembro de 2008, contava com uma área total de 277.027 ha, sendo 110.520 ha de áreas para a conservação e 142.431 ha de plantação comercial.

No Paraná, a empresa identificou quatro áreas de alto valor para conservação em suas propriedades: Varanal, Taboal Mauá, Parque Ecológico e a Reserva Particular do Patrimônio Natural Monte Alegre. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas nessas regiões com a finalidade de levantamento e conservação da biodiversidade. Entre os vertebrados estudados, o grupo “peixes” é ainda o menos conhecido na fazenda (Klabin, 2009). A Fazenda Monte Alegre possui uma área com inúmeros riachos, os quais pertencem à bacia do rio Tibagi, ainda em estado natural ou em boas condições de integridade (Bennemann & Galves, 2008).

O rio Tibagi vem sendo investigado intensamente desde as últimas duas décadas (Bennemann *et al.*, 1995; Bennemann *et al.*, 2000; Shibatta 2002; Bennemann *et al.*, 2006; Shibatta *et al.*, 2007). Porém, os tributários desse rio começaram a ser estudados somente nos últimos anos (Cheida & Shibatta 2003; Oliveira & Bennemann *et al.*, 2005; Oricolli & Bennemann 2006; Galves *et al.*, 2007; Raio, 2007; Bennemann *et al.*, 2008; Shibatta *et al.*, 2008; Bernardino 2009).

Tais cursos de menor ordem da bacia do rio Tibaggi apresentam uma elevada riqueza de espécies de pequeno porte (Cheida & Shibatta, 2003). As espécies de pequeno porte (com até 15 cm) representam uma grande porcentagem da fauna neotropical, mesmo assim, são pouco estudadas, portanto, faz-se urgente o seu conhecimento taxonômico e biológico (Castro, 1999).

Azevedo *et al.* (2008), Guerrero-Ocampo & Kishino (2008), Nalim *et al.* (2008), Shibatta *et al.* (2008) e Bernardino (2009) caracterizaram um dos cursos d'água da Fazenda Monte Alegre, o ribeirão Varanal. Foram descritos, respectivamente, as características físicas do riacho, riqueza biológica e ecológica dos crustáceos, dos insetos e dos peixes e a caracterização e dinâmica trófica do riacho. O Ribeirão Varanal foi definido como um riacho de montanha referência para a comparação com outros da Fazenda Monte Alegre, sendo o presente estudo o primeiro desta comparação.

Com este trabalho esperamos contribuir com o conhecimento de ecologia de riachos de montanha da Mata Atlântica da bacia do rio Tibagi, descrevendo quais são as conseqüências para a fauna que as atividades antrópicas causam nesses ambientes. Além disso, buscamos aprimorar os conhecimentos sobre a dinâmica de comunidades de insetos, crustáceos e peixes e a interações desses com o meio abiótico.

Com os resultados deste estudo dois artigos foram elaborados e serão apresentados a seguir. Os artigos seguem as normas da revista *Neotropical Ichthyology* (www.ufrgs.br/ni).

CAPÍTULO I

COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS DE UM RIACHO DE MONTANHA MODIFICADO COM UM RIACHO REFERÊNCIA, MATA ATLÂNTICA, PARANÁ, BRASIL.

Neste artigo um riacho de montanha modificado, o riacho João Pinheiro, foi caracterizado quanto à diversidade, abundância e distribuição dos grupos insetos, crustáceos e peixes. Os atributos físicos e biológicos foram comparados com os resultados publicados para um riacho cenário referência para o riacho João Pinheiro, o Ribeirão Varanal, estudado por Azevedo *et al.* (2008), Guerrero-Ocampo & Kishino (2008), Nalim *et al.* (2008), Shibatta *et al.* (2008) e Bernardino (2009).

CAPÍTULO II

DIETA, DISPONIBILIDADE E ELETIVIDADE DE ALIMENTOS POR PEIXES DE UM RIACHO DE MONTANHA NA MATA ATLÂNTICA, PARANÁ, BRASIL.

A partir do conhecimento da dieta, os peixes do riacho João Pinheiro foram separados em diferentes grupos tróficos. Foi verificada a disponibilidade dos itens alimentares no ambiente e definida a preferência alimentar de *Trichomycterus* sp. Além disso, a distribuição destes grupos foi relacionada com os atributos físicos e biológicos do riacho. Tal distribuição foi comparada com os resultados publicados para o riacho referência, o Ribeirão Varanal, por Shibatta *et al.* (2008) e Bernardino (2009).

REFERÊNCIAS

- Araujo-Lima, C. A. R. M., L. F. Jiménez, R. S. Oliveira, P. C. Eterovick, U. Mendoza & A. Jerzolimnki. 1999. Relação entre o número de espécies de peixes, complexidade do hábitat e ordem do riacho nas cabeceiras de um tributário do rio Urubu, Amazônia Central. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 11(2): 127-135.
- Azevedo, T. I. N. 2008. Descrição física da micro bacia do Ribeirão Varanal e caracterização dos trechos. Pp. 05-14. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Bennemann, S. T. & W. Galves. 2008. Metodologia de amostragem da fauna aquática. Pp. 69-75. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Bennemann, S. T., Â. T. Silva-Souza & G. R. A. Rocha. 1995. Composición ictiofaunística em cinco localidades de la cuenca del rio Tibagi, PR – Brasil. *Interciencia*, 20(1): 7-13.
- Bennemann, S. T., Casatti, L. & 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. Vieira (Eds.). 2008. *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & J. C. Garavello. 2000. *Peixes do Rio Tibagi: uma abordagem ecológica*. Londrina, Eduel, 62p.
- Bernardino, D. F. S. 2009. Caracterização e Dinâmica Trófica de um riacho Íntegro em Mata Atlântica no sul do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 49 p.
- Bispo, P. C. & L. G. Oliveira. 1998. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. Pp. 175-189. In: Nessimian, J. L. & A. L. E. Carvalho (Eds.). *Ecologia de Insetos Aquáticos*. *Oecologia Brasiliensis V*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 309p.
- Bueno, A. A. P., G. Bond-Buckup & B. D. P. Ferreira. 2003. Estrutura de Comunidade de Invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1): 115-125.
- 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. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processo causais. Pp. 139-155. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de Peixes de Riachos*. *Oecologia Brasiliensis*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 260p.

- Cheida, C & O. A. Shibatta. 2003. Composição em tamanho dos peixes (Actinopterygii, Teleostei) de ribeirões da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 469-473.
- Cortezzi, S. S., P. C. Bispo, G. P. Paciencia & Leite, R. C. 2009. Influência da ação antrópica sobre a fauna de macroinvertebrados aquáticos em riachos de uma região de cerrado do sudeste do Estado de São Paulo. *Iheringia*, 99(1): 36-43.
- Costello, M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: A new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36(2): 261-263.
- Ferreira, C. de P., L. Casatti. 2006. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira Zoologia*, 23(3): 642-651.
- Galves, W., F. C. Jerep & O. A. Shibatta. 2007. Estudo da condição ambiental pelo levantamento da fauna de três riachos na região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Londrina, PR, Brasil. *Pan American Journal of Aquatic Sciences*, 2(1): 55-65.
- Gonçalves, F. B. 2007. Análise comparativa de índices bióticos de avaliação de qualidade de água, utilizando macroinvertebrados, em um rio litorâneo do estado do Paraná. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 52 p.
- Guerrero-Ocampo, C. M. & N. Kichino. 2008. Crustacea. Pp. 99-109. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Henriques-Oliveira, A. L., J. L. Nessimian & L. F. M. Dorvillé, 2003. Feeding habitats of Chironomidae larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2): 269-281.
- Kikuchi, R. M. & V. S. Uieda. 2005. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no Município de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Entomologia Vectores*, 12(2): 613-618.
- Klabin. 2009. Plano de manejo florestal: resumo público. Telêmaco Borba, Klabin. 12p.
- MMA/SBF - Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 2007. Biodiversidade Brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. MMA/SBF, Brasília, 404p.
- Nalim, D. M., W. Galves Jr, E. C., E. C. Mendes & D. M. Maroneze. 2008. Insetos aquáticos. Pp. 112-138. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Oliveira, D. C. & S. T. Bennemann. 2005. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 5(1): 1-13.
- Oriccolli, M. C. G. & S. T. Bennemann. 2006. Dieta de *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) em riachos da bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 28(1): 59-63.

- Raio, C. B. 2007. A ictiofauna da bacia do rio Tibagi e o caso do projeto de construção da UHE de Mauá, Paraná, Brasil. Monografia de conclusão de curso. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 21 p.
- Ribeiro, L. O. & V. S. Uieda. 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(3): 613-618.
- 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.
- Shibatta, O. A., A. M. Gealh & S. T. Bennemann. 2007. Ictiofauna dos trechos alto e médio da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*, 7(2): 126-134.
- Shibatta, O. A., M. L. Orsi, S. T. Bennemann & Â. T. Silva-Souza. 2002. Diversidade e distribuição de Peixes na bacia do rio Tibagi. Pp. 399-419. In: Medri, M. E., E. Bianchini; O. A. Shibatta & J. A. Pimenta (Eds.). *A bacia do rio Tibagi*. Londrina, M. E. Medri, 595p.
- Shibatta, O. A., S. T. Bennemann, H. Mori & D. F. Silva. 2008. Riqueza e ecologia dos peixes do Ribeirão Varanal. Pp. 77-97. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Strahler, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*, (38): 913-920.
- Uieda, V. S. & R. M. C. Castro. 1999. Coleta e fixação de peixes de riachos. Pp. 1-22. In: *Ecologia de peixes de riachos: estado atual e perspectivas*. Caramaschi, E. P., R. Mazzoni, C. R. S. F. Bizerril & P.R. Peres-Neto (Eds.). *Oecologia Brasiliensis V*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.
- Uieda, V. S. & M. G. Barreto. 199. Composição da Ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, Bacia do Tiête, Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 1 (1): 55-67.
- Vannote, R. L., G. W. Mishall, K. W. Cummins, J. R. Sedell & C. E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal. Fisheries & Aquatic Sciences*, 37: 130-137.

CAPÍTULO I

COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS DE UM RIACHO DE MONTANHA MODIFICADO COM UM RIACHO REFERÊNCIA, MATA ATLÂNTICA, PARANÁ, BRASIL

(Artigo a ser submetido à revista *Neotropical Ichthyology*)

COMPARAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS DE UM RIACHO DE MONTANHA MODIFICADO COM UM RIACHO REFERÊNCIA, MATA ATLÂNTICA, PARANÁ, BRASIL

Resumo

Um riacho modificado (João Pinheiro - JP) foi comparado com um riacho referência (Ribeirão Varanal – RV) com o objetivo de identificar quais são as alterações causadas por atividades humanas nos atributos físicos e biológicos de riachos de montanha. Os riachos pertencem à bacia do rio Tibagi, são de baixa ordem e se distanciam em 6 km. Em JP, peixes, insetos e crustáceos foram coletados sazonalmente. Valores de diversidade e riqueza foram comparados com dados publicados para o riacho referência e a similaridade entre os dois riachos foi calculada. A condição ambiental foi avaliada através de aplicação de um protocolo de avaliação ambiental, por cálculo do índice EPT e pela análise da estrutura trófica dos peixes. Os resultados evidenciaram uma menor transparência da água e de valores de pH, maiores valores de temperatura da água e do ar em JP os quais, provavelmente, estão relacionados às condições da vegetação ripária. A foz foi avaliada como o trecho de menor qualidade ambiental. Para os atributos biológicos, no riacho JP foram verificados menores valores de diversidade e riqueza dos táxons, no entanto, não houve diferença significativa entre os grupos peixes, insetos e crustáceos dos dois riachos e a similaridade foi alta (>50%). Por outro lado, em JP foram encontrados menores valores para índice EPT. Também não foi verificado um aumento de itens alimentares ingeridos pelos peixes no sentido montante-jusante. Os resultados das avaliações ambientais por atributos biológicos coincidiram com os resultados das análises físicas. Portanto, recomenda-se a associação de análises físicas do ambiente, a utilização do índice EPT e a análise de grupos tróficos dos peixes em estudos de avaliação ambiental de riachos.

Palavras-chave: Decapoda. Entomofauna aquática. Estrutura trófica. Índice EPT. Ictiofauna.

Abstract

A modified stream (João Pinheiro - JP) was compared with a reference stream (Ribeirão Varanal - RV) with the aim to identify what changes are caused by human activities in physical and biological attributes of a Mata Atlântica mountain stream. Both streams are in Tibagi river basin, are of low order and are 6 km far from each other. In JP fish, insects and crustaceans were collected seasonally, values of diversity and richness were obtained and compared with published data for the reference stream and also the similarity between the two was calculated. The environmental conditions were evaluated by using a protocol for environmental assessment, by calculating the EPT index and with the analysis of trophic structure of fish. The results at JP stream showed a lower water transparency and pH values, and higher water and air temperature, probably related to the conditions of the riparian vegetation. The mouth was graded as the lower stretch of environmental quality. For the biological attributes, in JP were found lower values of diversity and richness of taxa, but no significant difference, the similarity of fish, insects and crustaceans between both streams was high (> 50%). Furthermore, in JP were found lower values for EPT index and it was not shown an increase in food items eaten by fish in the downstream direction. The results of environmental assessments for biological attributes coincided with the results of physical analysis. Therefore, it is recommended the combination of physical analysis of the environment, using the EPT index with analysis of trophic groups of fish in environmental assessment of streams.

Introdução

As atividades humanas, especialmente das últimas três décadas, colocaram a Mata Atlântica entre os biomas mais ameaçados do mundo (MMA/SBF, 2007). Para os riachos, a alteração da vegetação ripária, a introdução de espécies alóctones e exóticas e as alterações físicas do sistema são as principais causas da perda de diversidade (Barrela *et al.*, 2000). Bernardino (2009) destaca a escassez de estudos de ambientes aquáticos em condições naturais nesse bioma, sem este conhecimento não é possível a definição de área prioritária para a conservação, nem a identificação de espécies-chave para a conservação.

Para o estado do Paraná, a bacia do rio Tibagi é um importante sistema de drenagem, tanto para a diversidade da Mata Atlântica quanto para o abastecimento humano.

A composição das espécies de peixes do rio Tibagi vem sendo levantada desde as últimas duas décadas (Bennemann *et al.*, 1995; Bennemann *et al.*, 2000; Shibatta, *et al.*, 2002; Bennemann *et al.*, 2006; Shibatta *et al.*, 2007), porém os tributários deste rio começaram a ser investigados somente na última década (Cheida & Shibatta, 2003; Oliveira & Bennemann, 2005; Oricolli & Bennemann, 2006; Galves *et al.*, 2007; Raio, 2007; Shibatta *et al.*, 2008; Bernardino, 2009).

Os tributários do rio Tibagi apresentam uma elevada riqueza de espécies de peixes de pequeno porte (Cheida & Shibatta, 2003). Os peixes de pequeno porte da região neotropical representam uma grande porcentagem da fauna pouco estudada, com urgente necessidade de conhecimento taxonômico e biológico (Castro, 1999).

O Ribeirão Varanal, afluente do rio Tibagi, inserido no bioma Mata Atlântica, foi estudado por Bennemann *et al.* (2008) sendo considerado um riacho referência para a região média da bacia por apresentar condições de integridade próximas às condições naturais. A partir da comparação dos resultados para este riacho com outros de características semelhantes, é possível conhecer a qualidade ambiental e inferir as conseqüências das atividades humanas nos ambientes aquáticos.

Assim, neste trabalho são comparados os atributos físicos e biológicos de um riacho modificado por ações antrópicas, o riacho João Pinheiro, com o Ribeirão Varanal, considerado aqui, o cenário referencial. Buscamos responder a seguinte questão: quais alterações que as atividades humanas provocam nos atributos físicos e na composição de peixes, insetos e crustáceos em um riacho de montanha inserido no bioma Mata Atlântica?

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Monte Alegre, pertencente à empresa Klabin S.A. de papel e celulose. A fazenda é constituída por Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e Reserva Particular do Patrimônio Natural. No Paraná a empresa somava, em dezembro de 2008, 277.027 hectares, sendo 110.520 ha de áreas para conservação e 142.431ha de áreas para o plantio comercial (Azevedo *et al.*, 2008).

A fazenda está localizada no segundo planalto paranaense, no município de Telêmaco Borba (24°12'42" S; 50°33'26" W) (Fig. 2). A altitude média do local é de 885 m e o clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é subtropical transicional para o temperado, úmido, mesotérmico, sem estação seca definida (Cfa/Cfb). Os verões são quentes e tendem à concentração de chuvas. No inverno, as geadas ocorrem com pouca frequência (Azevedo *et al.*, 2008).

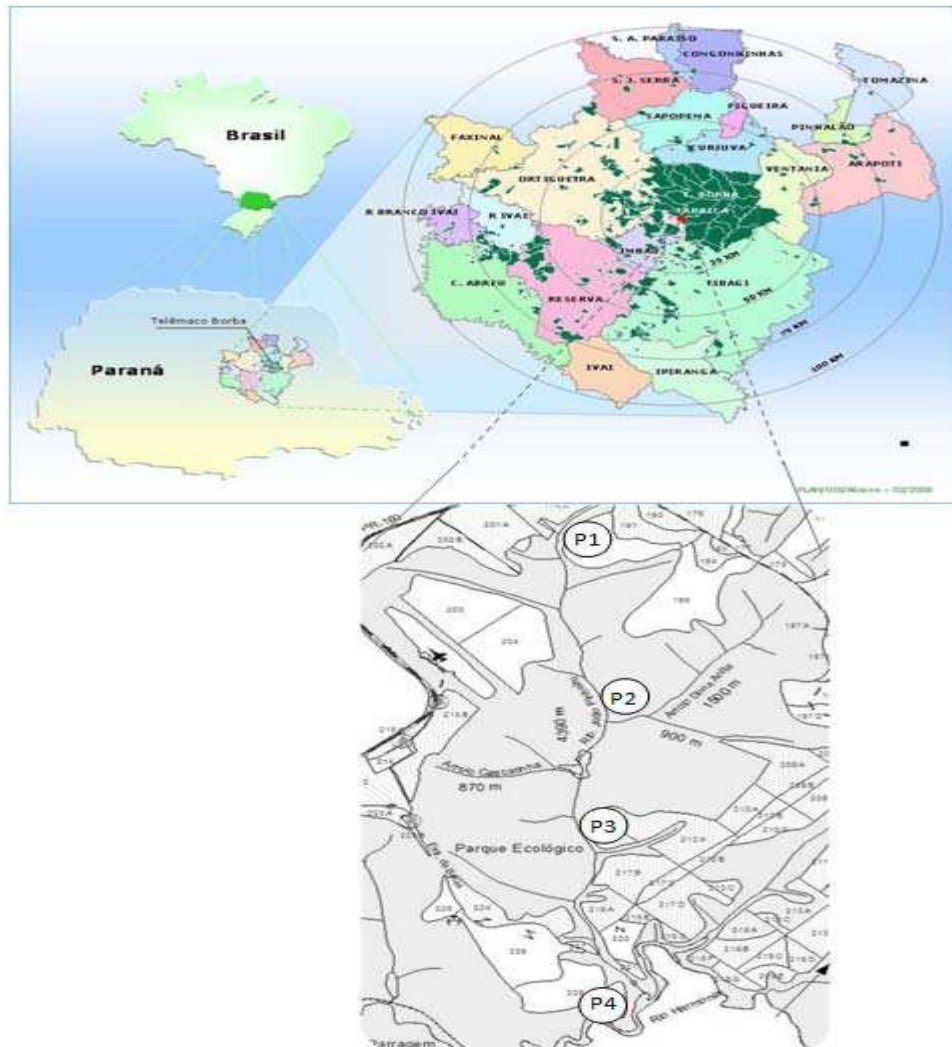


Figura 2 – Localização do riacho João Pinheiro, Fazenda Monte Alegre, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. Trechos amostrados: P1. Nascente, P2. Trecho médio a montante da represa, P3. Trecho médio a jusante da represa e P4. Foz. Ilustrações gentilmente cedidas pela empresa Klabin.

A cobertura vegetal predominante está classificada como Floresta Ombrófila Mista, complementada por florestas estacional semi-decidual e campos naturais, uma das áreas mais importantes do Paraná em termos de biodiversidade (Azevedo *et al.*, 2008).

O riacho João Pinheiro (JP), possui 4.390 m de extensão e é afluente do rio Harmonia e subafluente do rio Tibagi, formador de uma importante micro-bacia no Parque Ecológico da Fazenda Monte Alegre. Possui trechos de primeira, segunda e terceira ordem. No trecho médio há uma represa artificial criada há mais de quarenta anos, quando foram introduzidas espécies exóticas para a pesca esportiva de black-bass, *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802), e carpas, *Cyprinus carpio* Lineu, 1758. A presença da represa foi utilizada como critério para a escolha de dois trechos de amostragem no trecho médio do riacho.

O termo “riacho” utilizado para o João Pinheiro foi escolhido por se encaixar na classificação de riacho de montanha (segundo Uieda & Castro, 1999). No entanto, essa designação técnica é pouco utilizada para os tributários do rio Tibagi.

A nascente (P1), trecho de primeira ordem, está localizada próxima a uma área de plantio comercial (Fig. 3a). O trecho médio, de segunda ordem, localizado a montante da represa artificial (P2) apresenta poucas modificações por ações antrópicas evidentes (Fig. 3b). O trecho médio, de terceira ordem, localizado a jusante da represa (P3) (Fig. 3c) e a foz (P4), também de terceira ordem, (Fig. 3d) possui alterações evidentes.

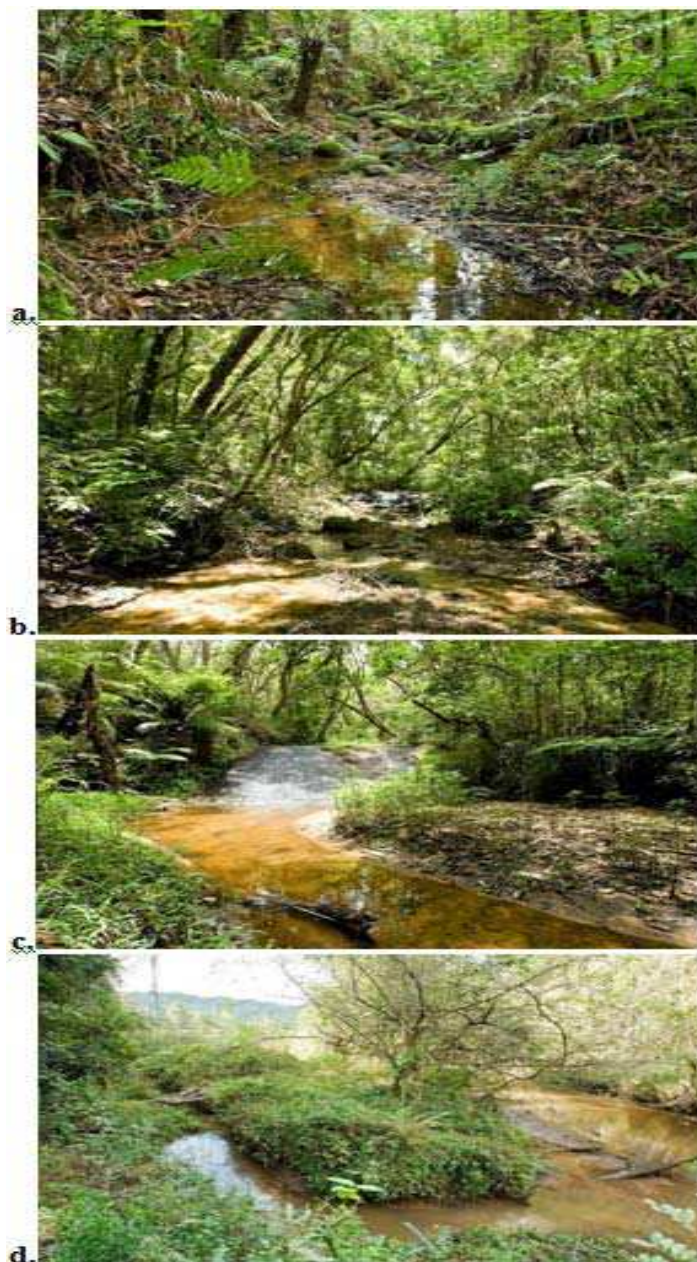


Figura 3 – Vista de cada trecho de coleta no riacho João Pinheiro, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. a. P1, b. P2, c. P3 e d. P4 (Fotos: R. R. Rufino).

Em cada trecho, foram amostrados 75 m (P1, P2 e P3) e 55 m na foz (P4). A amostragem no último trecho foi menor, pois as condições físicas do rio, uma lagoa circundada por um banhado largo e profundo, não permitiam avançar 75 m desde o encontro do riacho com o rio Harmonia, porém, o esforço amostral neste trecho foi o mesmo que nos outros trechos.

As coletas sazonais foram realizadas entre os meses de julho de 2008 a maio de 2009. Com auxílio de aparelhos digitais portáteis, foram obtidos valores de pH, condutividade elétrica, temperatura do ar e da água e quantidade de oxigênio dissolvido.

A velocidade superficial da água foi obtida através do tempo que um flutuador percorria uma distância pré-determinada. A largura e profundidade de cada trecho foram obtidas com auxílio de fita métrica (precisão 1 mm). Essas três últimas medidas foram determinadas a partir da média de 10 mensurações. A vazão foi obtida pelo produto da largura, profundidade e velocidade da água.

Os mesmos métodos descritos por Bennemann & Galves (2008) utilizados no riacho referência para as coletas dos peixes foram aplicados nas coletas no riacho JP. Os peixes foram coletados com peneiras (malha 2 mm) em áreas de folhiço e áreas marginais. No habitat “corredor”, os peixes foram capturados com rede de arrasto, com o mesmo tamanho de malha que a peneira. O substrato do fundo era rastelado, no sentido da corrente de água, em direção a rede disposta de forma perpendicular. Esse procedimento foi repetido diversas vezes durante o período de uma hora em cada trecho.

Os invertebrados, insetos e crustáceos, foram amostrados nos mesmos trechos em que foram capturados os peixes. O fundo (areia, lodo ou folhiço) foi peneirado (malha 2 mm) em dez esforços amostrais para cada trecho, e os organismos foram retirados manualmente com auxílio de pinças e fixados em etanol 90%. Para coleta de organismos que habitam o substrato arenoso, uma rede D (malha 500 μ m) foi disposta perpendicularmente ao substrato enquanto o mesmo era remexido à sua frente com um rastelo por cinco minutos. Na captura de invertebrados associados aos substratos madeira, cinco pedaços de galhos ou troncos em decomposição dentro do riacho (com diâmetro aproximado de 15 cm e comprimento aproximado de 30 cm) foram lavados com etanol 90% em bandeja plástica. O líquido da lavagem foi armazenado para posterior triagem em laboratório. O mesmo procedimento foi realizado para a captura de invertebrados associados aos seixos.

A triagem, identificação e análise das amostras foram realizadas no laboratório de ecologia trófica (LAETRO) da UEL, com uso de microscópio estereoscópico e de manuais de identificação: Costa (1988), Pérez (1988), Costa *et al.* (2006), Salles (2006),

Nalim *et al.* (2008), Mugnai *et al.* (2010), para invertebrados e Shibatta *et al.* (2008), para peixes. Representantes de cada táxon foram identificados e depositados no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL).

As espécies de peixes, as ordens e famílias de insetos e os crustáceos foram caracterizadas quanto à distribuição pela abundância e percentuais de ocorrência. Para interpretação dos resultados, calcularam-se a diversidade biológica, riqueza e similaridade dos grupos entre os trechos e entre os riachos pelos índices de Shannon-Wiener, Simpson, Margalef e Jaccard, utilizando-se o programa estatístico Palentological Statistic (PAST versão 1.80).

A caracterização de cada trecho do riacho JP foi realizada pela descrição física do local, onde foram atribuídos pontos através do protocolo desenvolvido por Callisto *et al.* (2001a) para conhecer a qualidade ambiental. Para o riacho referência, foram considerados que todos os trechos apresentaram condições ótimas de integridade.

Para complementar a caracterização das condições de integridade biológicas do riacho João Pinheiro, foi utilizado o índice EPT. Esse índice é obtido através da razão entre a abundância das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em relação ao de indivíduos da família mais abundante, que geralmente é Chironomidae (Diptera). Quanto maior o valor desta razão ($E+P+T/Chironomidae$), uma melhor qualidade ambiental pode ser relacionada ao trecho, uma vez que indivíduos pertencentes às ordens EPT são sensíveis a alterações ambientais e Chironomidae são indivíduos mais tolerantes (Campello *et al.*, 2005; Kleine & Trivinho-Strixino, 2005; Imbimbo, 2006).

O riacho referência, o Ribeirão Varanal (RV), está 6 km distante do riacho JP, possui 9.220 m de extensão e é afluente direto do rio Tibagi. Segundo Azevedo *et al.* (2008), por possuir águas de temperatura baixa (de 7,8 a 19,5°C), corredeiras ao longo de toda sua extensão (203 m de desnível da nascente à foz) e altas concentrações de oxigênio (de 7,1 a 8,2 mg/L), pode ser classificado como riacho de montanha (segundo a classificação de Uieda & Castro, 1999).

As características físicas do riacho, a composição da fauna de peixes, insetos e crustáceos e a caracterização do riacho, comparados neste estudo, são resultados dos trabalhos realizados, respectivamente, por Azevedo *et al.* (2008), Shibatta *et al.* (2008), Nalim *et al.* (2008), Guerrero-Ocampo & Kishino (2008) e Bernardino (2009). As amostragens para todos estes trabalhos foram sazonais, realizadas durante fevereiro a novembro de 2005, em três trechos de amostragem: nascente (N), trecho médio (M) e a foz (F).

Resultados

As características físicas e químicas do riacho JP e do riacho referência constam na Tabela 1. Verificou-se uma menor transparência da água, maiores valores de temperatura do ar e da água e menores valores de pH para o riacho JP em relação ao riacho referência. O riacho referência, com trechos de primeira e segunda ordem é mais largo, profundo e possui uma maior vazão que o riacho JP, que possui trechos de primeira, segunda e terceira ordem (Tabela 1).

Pela pontuação do protocolo de avaliação ambiental Callisto *et al.* (2001a), os três primeiros trechos analisados (P1, P2 e P3) foram classificados como ambientes com condições ótimas de integridade ambiental. A foz (P4) foi considerada como condição mediana de integridade. As características ambientais avaliadas e a pontuação de cada trecho do riacho JP constam na Tabela 2.

No total foram capturados 375 peixes pertencentes a 12 espécies, sendo que seis delas foram encontradas exclusivamente no riacho JP. A diversidade e riqueza encontrada no riacho JP foi superior a encontrada no riacho referência, porém, essa diferença não foi significativa (Tabela 3).

Houve um aumento longitudinal da riqueza no sentido montante-jusante, sendo que todas as espécies registradas para o riacho foram encontradas na foz (Tabela 4).

Os indivíduos identificados como *Trichomycterus* sp., considerados como uma única espécie, foi a única espécie capturada em todos os trechos de amostragem e a única espécie encontrada na nascente e em um dos trechos médios (P2), sendo a mesma situação verificada no riacho referência, onde a espécie foi constante em todos os trechos, e a única espécie encontrada na nascente (Tabela 4).

Os insetos capturados no riacho JP somaram 5.637 indivíduos e 44 famílias, pertencentes a oito ordens. Os valores de diversidade e riqueza foram menores que os encontrados no riacho referência. A abundância e a porcentagem de cada família pode ser verificada na Tabela 5.

A ordem de inseto com maior valor de abundância encontrada foi a Diptera (64,7%), sendo que 63,0% do total das amostras dos indivíduos capturados pertenciam à Chironomidae, seguida por Odonata (13,4%), Coleoptera (7,3%), Ephemeroptera (6,1%), Trichoptera (2,2%), Hemiptera (1,6%), Plecoptera (1,3%) e Megaloptera (0,4%).

No riacho referência, formas imaturas de Chironomidae (Diptera) também foram os de maior abundância nas amostragens (49,9%), seguido pelas ordens Ephemeroptera

(12,4%), Trichoptera (8,5%), Odonata (5,1%), Hemiptera (4,8%), Plecoptera (4,6%), Coleoptera (3,3%) e Megaloptera (0,4%).

A porcentagem de indivíduos pertencentes às ordens indicadoras da qualidade ambiental, Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera (EPT), foi baixa no riacho JP (9,6%), quando comparado ao riacho referência (25,5%). Segundo esta relação, o riacho JP apresenta menor qualidade ambiental (Tabela 6).

Quanto aos crustáceos, no riacho JP foram capturados somente *Aegla castro* Schmitt, 1942 (Aeglidae). No riacho referência, além dos caranguejos, Guerrero-Ocampo & Kishino (2008) capturaram representantes do camarão pitú, *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Palemonidae) (Tabela 7).

Na comparação das características biológicas entre os dois riachos verificou-se que, na maioria dos atributos, os trechos P1 e P2 do riacho JP se assemelharam com os resultados referentes à nascente do riacho referência, os resultados para o trecho P3 foram semelhantes aos do trecho médio do riacho referência e foz (P4) foi o trecho que mais se diferenciou do trecho equivalente do riacho referência. No riacho JP verificou-se as seguintes diferenças: maior abundância de Chironomida nos trechos mais a montante; peixes com diferentes hábitos alimentares; poucas famílias de insetos abundantes; menor quantidade de itens alimentares consumidos pelos peixes e uma menor abundância de insetos sensíveis as alterações ambientais e maior abundância de insetos tolerantes, por exemplo, Coleoptera (Tabela 8).

Tabela 1 – Atributos físicos e químicos dos trechos do riacho João Pinheiro (JP) e do Ribeirão Varanal (RV), Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. P1= nascente, P2= trecho médio a montante da represa artificial, P3= trecho médio a jusante da represa artificial, P4= foz do riacho JP, N= nascente, M= trecho médio e F= foz do RV. Os resultados referentes ao Ribeirão Varanal foram obtidos de Azevedo (2009).

| | JP | | | | | | RV |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | Nascente | Trecho Médio | Foz |
| Coordenadas | 24°15'55.8''S 50°35'04.6''W | 24°16'49.7''S 50°34'56.1''W | 24°17'22.8''S 50°34'56.9''W | 24°18'55.8''S 50°34'48.4''W | 24°20'12''S 50°32'03''W | 24°19'59''S 50°33'37''W | 24°20'13''S 50°35'23''W |
| Altitude (m) | 812 | 712 | 691 | 711 | 840 | 707 | 637 |
| Habitat predominante (conforme Casatti, 2006) | Corredor | Corredeiras e poções | Corredeiras e poções | Corredor | Corredor | Corredeiras e poções | Corredeiras e poções |
| Largura (m) | 0,79±0,18 | 2,47±0,26 | 1,92±0,92 | 1,46±0,36 | 0,9±0,13 | 3,64±0,49 | 3,34±1,16 |
| Profundidade (m) | 0,07±0,01 | 0,13±0,02 | 0,16±0,1 | 0,33±0,05 | 0,16±0,07 | 0,28±0,07 | 0,46±0,14 |
| Velocidade da água (m/s) | 0,14±0,02 | 0,31±0,02 | 0,23±0,01 | 0,27±0,04 | 0,21±0,06 | 0,25±0,06 | 0,37±0,15 |
| Vazão (m ³ /s) | 0,01 | 0,1 | 0,07 | 0,13 | 0,03 | 0,25 | 0,57 |
| Transparência da água | Alta | Alta | Alta | Baixa | Alta | Alta | Alta |
| Temperatura do ar (°C) | 19,1±5,47 | 24,5±9,33 | 26,4±10,15 | 23,3±3,56 | 20,23±4,06 | 16,30±8,38 | 15,95±7,57 |
| Temperatura da água (°C) | 17,7±2,77 | 18,45±4,03 | 20,5±2,7 | 22,5±2,25 | 17,6±3,09 | 14,7±4,66 | 15,28±4,86 |
| pH | 6,64±0,23 | 6,78±0,39 | 6,67±1,3 | 6,42±0,27 | 8,13±0,54 | 8,11±0,67 | 8,24±0,56 |
| Oxigênio dissolvido (mg/L) | 9,35±1,07 | 8,7±1,37 | 11,4±0,87 | 10,3±1,28 | 7,45±0,49 | 8,05±0,22 | 7,9±0,14 |
| Condutividade (µS/cm à 25°C) | 32,04±7,3 | 47,25±8,36 | 49,9±11,03 | 47,7±2,46 | 16,76±7,09 | 21,03±8,05 | 20,98±6,58 |
| Hierarquia fluvial ¹² (conforme Strahler, 1957) | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 |

Tabela 4 – Abundância (Ab) de indivíduos para cada espécie de peixe e distribuição nos quatro trechos do riacho João Pinheiro (JP) e nos três trechos do Ribeirão Varanal (JP), Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. Os resultados referentes ao Ribeirão Varanal foram obtidos de Shibatta *et al.* (2008).

| | Trecho | JP Ab | (%) | Trecho | RV Ab | (%) |
|---|-------------|----------|------|--------|----------|------|
| Ordem Characiformes | | | | | | |
| Familia Characidae | | | | | | |
| <i>Astyanax aff. paranae</i> Eigenmann, 1914 | P3 | 09 | 2,4 | M/F | 107 | 22,2 |
| <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000 | P3/P4 | 06 | 1,6 | | | |
| <i>Bryconamericus aff. iheringii</i> (Boulenger, 1887) | P4 | 10 | 1,6 | | | |
| <i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908 | | | | F | 5 | 1,0 |
| <i>Hyphessobrycon boulengeri</i> Eigenmann, 1907 | | | | F | 1 | 0,2 |
| <i>Piabina argenta</i> Reinhardt, 1866 | P3 | 01 | 0,3 | F | 87 | 18,1 |
| Familia Erythrinidae | | | | | | |
| <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794) | P4 | 05 | 1,3 | | | |
| Familia Paradontidae | | | | | | |
| <i>Apareidon ibitiensis</i> Campos 1944 | | | | F | 2 | 0,4 |
| <i>Apareidon piracicabae</i> Eigenmann, 1907 | | | | F | 1 | 0,2 |
| Ordem Siluriformes | | | | | | |
| Familia Callichthyidae | | | | | | |
| <i>Corydoras ehrhardti</i> Steindachner, 1910 | P3/P4 | 112 | 2,7 | | | |
| <i>Corydoras paleatus</i> (Jenyns, 1842) | | | | F | 1 | 0,2 |
| Familia Loricariidae | | | | | | |
| <i>Hisonotus francirochai</i> (Ihering, 1928) | P3/P4 | 02 | 0,5 | F | 1 | 0,2 |
| <i>Hisonotus</i> sp. | P3/P4 | 05 | 1,3 | F | 1 | 0,2 |
| <i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911) | | | | F | 23 | 4,8 |
| <i>Neoplecostomus yapo</i> Zawadzki, Pavanelli & Langeani, 2008 | | | | M | 4 | 0,8 |
| Familia Heptapteridae | | | | | | |
| <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824) | | | | F | 1 | 0,2 |
| Familia Tricomomycteridae | | | | | | |
| <i>Trichomycterus</i> sp. | P1/P2/P3/P4 | 97 | 25,9 | N/M/F | 242 | 50,3 |
| Ordem Cyprinodontiformes | | | | | | |
| Familia Poeciliidae | | | | | | |
| <i>Phalloceros harpagus</i> Lucinda, 2008 | P3/P4 | 110 | 29,3 | F | 4 | 0,8 |
| Ordem Perciformes | | | | | | |
| Familia Ciclidae | | | | | | |
| <i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824) | P4 | 17 | 4,5 | F | 1 | 0,2 |
| Ordem Gymnotiformes | | | | | | |
| Familia Gymnotidae | | | | | | |
| <i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999 | P4 | 01 | 0,3 | | | |

Tabela 5 – Riqueza, abundância e porcentagem (%) de insetos aquáticos capturados nos quatro trechos do riacho João Pinheiro. Os resultados referentes as Ribeirão Varanal foram obtidos de Nalim *et al.* (2008).

| | JP | | | RV | | |
|----------------------------|-------------|------------|-------|---------|------------|-------|
| | Trechos | Abundância | (%) | Trechos | Abundância | (%) |
| Ordem Coleoptera | | | | | | |
| Artematopidae | | | | N | 1 | 0,03 |
| Curculionidae | | | | N | 1 | 0,03 |
| Dystiscidae | P1/P2/P3/P4 | 111 | 1,97 | N | 5 | 0,14 |
| Elmidae/Elminthidae | P1/P2/P3/P4 | 45 | 0,8 | N/M/F | 31 | 0,85 |
| Gymnidae | P1/P2/P3/P4 | 237 | 4,2 | N/F | 8 | 0,22 |
| Hydrophilidae | P1/P2/P3 | 5 | 0,09 | N/M/F | 6 | 0,17 |
| Lutrochidae | | | | N/M/F | 15 | 0,41 |
| Psephenidae | P3/P4 | 5 | 0,09 | M/F | 19 | 0,52 |
| Ptilodactilidae | P1/P2 | 4 | 0,07 | N/M/F | 27 | 0,74 |
| Scarabeidae | P4 | 1 | 0,02 | | | |
| Staphylinidae | P2/P4 | 3 | 0,05 | N/M | 4 | 0,11 |
| Limnycitidae | P1 | 3 | 0,05 | | | |
| Ordem Diptera | | | | | | |
| Ceratopogonidae | P1/P2/P3/P4 | 170 | 3,01 | N/M/F | 62 | 0,17 |
| Chironomidae | P1/P2/P3/P4 | 3550 | 62,98 | N/M/F | 1784 | 49,35 |
| Culicidae | P4 | 1 | 0,02 | F | 3 | 0,08 |
| Dixidae | | | | N/F | 10 | 0,28 |
| Dolichopidae | | | | N/M/F | 4 | 0,11 |
| Empididae | P2 | 1 | 0,02 | N/M/F | 9 | 0,25 |
| Muscidae | | | | N | 1 | 0,03 |
| Psychodidae | | | | N/F | 8 | 0,22 |
| Rhagionidae | | | | N | 1 | 0,03 |
| Simuliidae | P1/P2/P3/P4 | 65 | 1,15 | N/M/F | 258 | 7,14 |
| Tabanidae | P2/P3/P4 | 4 | 0,07 | M/F | 4 | 0,11 |
| Tipulidae | P1/P2/P3/P4 | 27 | 0,48 | N/M/F | 35 | 0,97 |
| Ordem Ephemeroptera | | | | | | |
| Baetidae | P1/P2/P3/P4 | 75 | 1,33 | N/M/F | 197 | 5,45 |
| Caenidae | P1/P3/P4 | 49 | 0,87 | | | |
| Euthyplocidae | P1/P4 | 4 | 0,07 | M | 1 | 0,03 |

Cont.

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|------------|-------|-------------|------------|--|--|--|
| Leptoceniidae | P2/P4 | 7 | 0,12 | | | | | | |
| Leptophlebiidae | P1/P2/P3/P4 | 191 | 3,39 | N/M/F | 231 | 6,39 | | | |
| Leptohyphidae | P4 | 20 | 0,35 | M/F | 9 | 0,25 | | | |
| Polymitarcyidae | | | | M/F | 5 | 0,14 | | | |
| Ordem Hemiptera | | | | | | | | | |
| Cicodellidae | P1 | 1 | 0,02 | | | | | | |
| Belostomatidae | P2/P3/P4 | 18 | 0,32 | N/M/F | 20 | 0,55 | | | |
| Gemidae | P4 | 1 | 0,02 | N/M/F | 64 | 1,77 | | | |
| Hydromertidae | P4 | 2 | 0,04 | | | | | | |
| Notonectidae | P1/P4 | 14 | 0,25 | | | | | | |
| Velidae | P1/P2/P4 | 58 | 1,03 | N/M/F | 87 | 2,41 | | | |
| Ordem Megaloptera | | | | | | | | | |
| Corydalidae | P1/P2/P4 | 14 | 0,25 | N/M/F | 13 | 0,36 | | | |
| Ordem Odonata | | | | | | | | | |
| Ashnidae | P1/P2/P3/P4 | 41 | 0,72 | | | | | | |
| Calopterygidae | P1/P2/P3/P4 | 121 | 2,15 | N/M/F | 18 | 0,5 | | | |
| Coenagrionidae | P1/P2/P3/P4 | 26 | 0,46 | N/M/F | 21 | 0,58 | | | |
| Gomphidae | P1/P2/P3/P4 | 500 | 8,87 | N/M/F | 118 | 3,26 | | | |
| Lestidae | | | | N | 1 | 0,03 | | | |
| Libellulidae | P1/P2/P3/P4 | 66 | 1,17 | N/M/F | 66 | 1,83 | | | |
| Megapodagrionidae | P2 | 1 | 0,02 | | | | | | |
| Ordem Plecoptera | | | | | | | | | |
| Perlidae | P1/P2/P3/P4 | 70 | 1,24 | N/M/F | 155 | 4,29 | | | |
| Gripopterygidae | P1/P2/P3 | 5 | 0,09 | F | 8 | 0,22 | | | |
| Ordem Trichoptera | | | | | | | | | |
| Calamoceratidae | P3/P4 | 5 | 0,09 | | | | | | |
| Glossosomatidae | P3 | 1 | 0,02 | N/F | 2 | 0,05 | | | |
| Helicopsychidae | P1/P3/P4 | 6 | 0,11 | N/M/F | 5 | 0,14 | | | |
| Hydrobiosidae | P1/P3/P4 | 12 | 0,21 | N/M/F | 32 | 0,89 | | | |
| Hydroptilidae | | | | F | 8 | 0,22 | | | |
| Hydropsychidae | P1/P2/P3/P4 | 28 | 0,5 | N/M/F | 214 | 5,92 | | | |
| Leptoceniidae | P1/P2/P3/P4 | 68 | 1,21 | N/M/F | 40 | 1,11 | | | |
| Odontoceniidae | | | | N | 3 | 0,08 | | | |
| Philopotamidae | | | | N | 1 | 0,03 | | | |
| Policentropodidae | P3 | 1 | 0,02 | | | | | | |
| TOTAL | | 5637 | 100 | | 3615 | 100 | | | |

Tabela 6 – Relação de abundância entre formas imaturas de EPT e Chironomidae para cada trecho do riacho João Pinheiro e do Ribeirão Varanal. Os resultados referentes ao Ribeirão Varanal foram adaptados de Nalim *et al.* (2009).

| | João Pinheiro | | | | | Ribeirão Varanal | | | |
|------------------|---------------|------|------|------|--------------|------------------|------|------|--------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | Total (%) | N | M | F | Total (%) |
| EPT | 184 | 221 | 114 | 23 | 542 (9,62) | 103 | 634 | 174 | 911 (25,5) |
| Chironomidae | 1431 | 1130 | 677 | 312 | 3550 (62,98) | 429 | 925 | 400 | 1754 (49,09) |
| EPT/Chironomidae | 0,13 | 0,2 | 0,37 | 0,07 | 0,15 | 0,24 | 0,69 | 0,44 | 0,52 |

Tabela 7 – Abundância, distribuição e porcentual de ocorrência (%) de crustáceos nos trechos do riacho João Pinheiro (JP) e do Ribeirão Varanal (RV). Os resultados referentes ao Ribeirão Varanal foram obtidos de Guerrero-Ocampo & Kishino (2008).

| | JP | | | | | RV | | | |
|-------------------------------|----|-----|-----|----|-----------|----|-----|-----|-------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | TOTAL | N | M | F | TOTAL |
| <i>Aegla castro</i> | 18 | 208 | 145 | 19 | 390 (100) | 20 | 228 | 135 | 383 (83,08) |
| <i>Macrobrachium iheringi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 33 | 78 (16,92) |

Tabela 8 – Caracterização biológica de cada trecho dos riachos João Pinheiro (JP) e Ribeirão Varanal (RV). Os dados referentes ao riacho RV foram obtidos de Bernardino (2009) e os resultados sobre a dieta dos peixes do riacho JP foram obtidos de Raio (segundo artigo desta dissertação).

| | JP | | | | RV | | |
|--|--|---|--|---|---|--|---|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | N | M | F |
| Espécies de peixes | 01 | 01 | 08 | 10 | 01 | 02 | 14 |
| Ítems consumidos por peixes | 15 ítems | 16 ítems | 31 ítems | 28 ítems | 14 ítems | 31 ítems | 40 ítems |
| Grupo trófico dos peixes (número de espécies) | Invertívoro (01) | Invertívoro (01) | Invertívoro (01) Detrito/insetívoro (02) Onívoro (03) Perifitívoro (02) | Invertívoro (01) Detrito/insetívoro (02) Onívoro (04) Perifitívoro (02) Camívoro (01) | Invertívoro (01) | Invertívoro (02) | Invertívoro (03) Detritívoro (04) Perifitívoro (01) Camívoro (02) Insetívoro (03) |
| Proporção de cada grupo trófico (% de indivíduos) | Invertívoro (100%) | Invertívoro (100%) | Invertívoro (25,9%) Detrito/insetívoro (1,9%) Onívoro (4,3%) Perifitívoro (67,9%) | Invertívoro (8,13%) Detrito/insetívoro (2,5%) Onívoro (19,2%) Perifitívoro (68,8%) Camívoro (1,25%) | Invertívoro (100%) | Invertívoro (100%) | Invertívoro (83,1%) Detritívoro (10,7%) Perifitívoro (0,6%) Camívoro (1,1%) Insetívoro (4,5%) |
| Famílias de insetos mais frequentes (≥5%) | Chironomidae (78,4%) Ceratopogonidae (5,1%) | Chironomidae (61,9%) Gomphidae (10,8%) Leptophlebiidae (5,6%) | Chironomidae (41,6%) Ceratopogonidae (18%) Gomphidae (19,6%) | Chironomidae (44,7%) Gyrinidae (25,2%) Dysticidae (5,1%) | Chironomidae (56,4%) Ceratopogonidae (4,3%) Simuliidae (5,9%) Gomphidae (5%) | Chironomidae (45%) Simuliidae (9,6%) Baetidae (7,1%) Leptophlebiidae (7,4%) Hydropsychidae (8,7%) Perlidae (5,7%) | Chironomidae (57%) Leptophlebiidae (10,8%) |

Discussão

A variação na altitude dos trechos do riacho JP e as baixas temperaturas da água são características de riachos de montanha (Uieda & Castro, 1999). Os baixos valores registrados para a condutividade para ambos os riachos é uma característica verificada em riachos de cabeceira da Mata Atlântica (Cetra *et al.*, 2009).

A transparência da água, fator citado por Uieda & Castro (1999) como associado com a distribuição dos organismos no riacho, é influenciada pela quantidade de partículas em suspensão na água, assim como a temperatura do ar e da água está relacionada com as condições da vegetação ripária que, por sua vez, controla a entrada de luminosidade no trecho. Nos resultados encontrados para o riacho JP verifica-se uma menor transparência da água e maiores valores de temperatura, do ar e da água, portanto, parece haver influência negativa da condição da mata na área de estudo.

Riachos localizados em áreas de reflorestamento de *Eucalyptus* spp. podem apresentar valores ácidos de pH, como verificado para o riacho JP, esta acidificação se dá, possivelmente, como consequência da entrada da matéria orgânica que contém substâncias ácidas hidrossolúveis que tem menor ação de fungos na decomposição do que a matéria proveniente da mata nativa (Wellbaum *et al.*, 1999). No riacho referência foram encontrados valores básicos de pH.

Ainda assim, os valores encontrados para os parâmetros pH (entre 6,0 - 9,0), bem como de oxigênio dissolvido na água ($\geq 6,0$ mg/L), estão dentro dos valores apontados como adequados para os riachos classificados como “especial”, ou seja, aqueles destinados à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral (CONAMA, 2005).

A análise da morfologia dos riachos permitiu verificar que as nascentes e os trechos médios dos dois riachos são muito semelhantes, no entanto, a foz do riacho JP e do riacho referência possuem diferenças físicas naturais e por interferência humana. O riacho referência deságua diretamente num rio de grande porte, o rio Tibagi, é caracterizado pela presença de diversos tipos de substratos, corredeira e poções (Bernardino, 2009). Já a foz do riacho JP é um estreito corredor, com baixa heterogeneidade de substratos, entre uma área de banhado e o rio Harmonia, subafluente do rio Tibagi, além disso, é o trecho onde a presença humana é mais freqüente.

A partir da aplicação do protocolo de avaliação ambiental desenvolvido por Callisto *et al.* (2001a), verificou-se que as modificações do curso do riacho não influenciaram,

fisicamente, a qualidade ambiental dos trechos P1, P2 e P3. Enquanto isso, P4 foi considerado o trecho com menor qualidade ambiental. A baixa pontuação deste trecho se deu por possuir menor quantidade de habitats estáveis, por exemplo, não foram encontrados seixos e a quantidade de folhiço era reduzida neste trecho, a área é desflorestada e há presença de pescadores que depositam lixo na margem do riacho.

Entre as 12 espécies de peixes capturadas no riacho JP, cinco não foram capturadas no riacho referência: *Astyanax altiparanae*, *Bryconamericus aff. iheringii*, *Corydoras ehrhardti*, *Gymnotus sylvius* e *Hoplias malabaricus*. Estas ocorrências podem estar associadas às características físicas ou às condições de integridade dos trechos.

A espécie *Astyanax altiparanae* foi capturada nos dois trechos mais a jusante do riacho JP. Orsi *et al.* (2004), caracterizou a espécie como de uma grande capacidade adaptativa exploratória. Os autores verificaram uma influência direta da qualidade da água com a presença da espécie, no entanto destacam que, devido à estrutura e à densidade populacional na comunidade, a espécie apresenta uma grande capacidade de ajuste a condições diferenciadas do ambiente.

A presença exclusiva de algumas espécies de peixes no riacho JP pode estar relacionada com a ecomorfologia. *Bryconamericus iheringii*, com boca pouco alongada e mais terminal, explora recursos em diferentes ambientes (Cheida & Shibatta, 2003). *Corydoras ehrhardti*, possui boca inferior, o que faz com que esta espécie se alimente, especialmente, de algas incrustadas em substratos. A proliferação destas algas é beneficiada pela entrada de luz no ecossistema, ou seja, ambientes com menor vegetação riparia são propícios a estas condições.

Ferreira & Casatti (2006) associaram a presença da espécie *Gymnotus carapo* com trechos margeados por gramíneas, essa relação também foi verificada neste estudo, *Gymnotus sylvius* foi capturada somente no trecho que apresenta gramíneas nas margens, não sendo verificada no trecho correspondente do riacho referência. Assim como *Hoplias malabaricus*, *G. sylvius* é uma espécie de ampla distribuição, relacionada com ambientes de água mais lenta (Oyakawa *et al.*, 2006). Estas espécies foram, exclusivamente, encontradas no trecho P4, um ambiente associado a uma lagoa cercada por um banhado natural.

No riacho JP foram verificados baixos valores de riqueza de espécies de peixes, conforme mencionaram Sarmiento-Soares *et al.* (2008) e Cetra *et al.* (2009). Os autores destacaram que em riachos da Mata Atlântica localizados no sul da Bahia, as

nascentes abrigam uma maior riqueza de espécies do que os trechos equivalentes de riachos da Mata Atlântica de regiões de montanha.

No riacho JP foi verificada uma adição de espécies no sentido montante-jusante do riacho JP. Casatti (2005) e Shibatta *et al.* (2008), ao encontrar essa distribuição, associaram, em seus estudos, o aumento longitudinal da riqueza com o aumento gradual da heterogeneidade de substratos. Esse incremento de espécies parece ser uma característica dos riachos de montanha, da Mata Atlântica, com declividade suave (Uieda & Barreto, 1999), como o riacho JP e o referência.

No entanto, o trecho do riacho JP onde foi encontrada maior riqueza, a foz (P4), não foi o de maior heterogeneidade. Assim, esta maior riqueza foi associada à utilização do riacho por espécies provenientes do rio Harmonia que, possivelmente, entram para utilizar os recursos do riacho JP. A pequena quantidade de espécies (33%) que ocorreram em mais de duas coletas na foz e a baixa abundância de indivíduos que foram coletados evidenciaram o uso de riachos de menor porte por espécies visitantes, assim como foi descrito por Miranda & Mazzoni (2003).

Além disso, a maior riqueza da foz pode ser associada ao isolamento dos outros trechos. Barreiras naturais e artificiais, como pequenas cascatas e a lagoa na porção média do riacho JP, impedem que a maioria das espécies transite longitudinalmente. Somente *Trichomycterus* sp. foi considerado residente dos trechos P1 e P2 no riacho JP, provavelmente pelo fato de que peixes Tricomycetidae possuem espinhos operculares, os quais os possibilitam se fixarem em rochas e subir cachoeiras. Dessa forma, colonizaram trechos a montante do riacho. Esta espécie é característica de trechos de cabeceiras (Buckup, 1999). *Trichomycterus* também foi o único gênero encontrado por Uieda & Barreto (1999) em trechos de cabeceira de riacho com diferença de altitude entre a nascente e a foz.

Assim como no riacho referência, diferentes padrões de colorido podem ser observados nos exemplares coletados no riacho JP. Por ser esse o único caráter que diferencia os exemplares de *Trichomycterus* sp. amostrados uns dos outros, é possível que represente polimorfismo cromático da mesma espécie (Shibatta *et al.*, 2008). Por isso, neste trabalho, os indivíduos identificados como *Trichomycterus* sp., ainda que com padrões distintos de colorido, foram considerados pertencentes a uma única espécie.

Quanto à diversidade e riqueza das famílias de insetos, não foi observada diferenças significativas por meio da comparação entre o riacho JP e o riacho referência. Por outro lado, foi constada uma menor abundância de formas imaturas de insetos das ordens EPT

e um aumento de indivíduos de ordens Diptera, Coleoptera e Odonata, notadamente no trecho P4.

Segundo Silveira (2004), a abundância de insetos representantes das ordens EPT decresce com o aumento da poluição aquática e representantes da ordem Odonata são tolerantes à ambientes com condições moderadas de poluição. Os besouros aquáticos (ordem Coleoptera) e as formas imaturas da ordem Diptera, especialmente Chironomidae, são capazes de habitar locais extremamente impactados. Devido a isso, se pode dizer que houve uma perda da qualidade deste trecho influenciada por atividades antrópicas, principalmente no trecho mais afetado por atividades humanas (P4).

A matéria orgânica que entra no riacho, proveniente da vegetação em uma ampla área, provavelmente, influenciou negativamente a sua qualidade, pois a vegetação ripária influencia a estrutura das comunidades de insetos aquáticos (Callisto *et al.*, 2001a; Galves *et al.*, 2007).

A baixa abundância de representantes das ordens EPT no riacho JP pode estar relacionada a alguma influência atual no riacho, já que as alterações aconteceram há vários anos e as comunidades teriam tempo para se recompor. Isso já foi constatado em ensaios experimentais, quando as comunidades de insetos aquáticos mostraram-se altamente resilientes. Indivíduos ágeis, como representantes de Ephemeroptera e Plecoptera, recolonizam rapidamente um ambiente após uma perturbação (Ribeiro, 2007).

A distribuição dos crustáceos *Aegla castro* no riacho JP seguiu a mesma distribuição que foi verificada por Guerrero-Ocampo & Kichino (2008) para o riacho referência. A maior abundância foi verificada nos trechos médios e os espécimes foram, especialmente, capturados em áreas de folhicho.

No riacho JP não foram capturados camarões pitús (*Macrobrachium iheringi*). A distribuição desses crustáceos no riacho referência esteve limitada ao trecho médio e à foz. Uma hipótese a ser testada, é a migração desses camarões para a represa e para o banhado no riacho JP, uma vez que exemplares já foram coletados (em trabalhos não publicados) na represa.

Pelos atributos comparados entre o riacho JP e o riacho referência foi possível verificar que os trechos considerados em condições ótimas de integridade, pelas características físicas do protocolo de avaliação ambiental (Callisto *et al.*, 2001a), são também os trechos que mais se assemelharam com o riacho referência. Foram verificadas algumas características biológicas esperadas para ambientes modificados, como por exemplo, a maior abundância de Chironomidae na nascente (P1) e no trecho médio (P2) em relação a nascente

do riacho referência, uma vez que esses indivíduos são mais tolerantes às alterações ambientais (Campello *et al.*, 2005; Kleine & Trivinho-Strixino, 2005; Imbimbo, 2006).

Em P3 foi verificada a presença de um maior número de peixes peritívoros, esses peixes estão associados a ambientes com maior entrada de luz (Casatti, 2002). Também foi observada uma menor quantidade de famílias de insetos com abundância maior que 5% em comparação com o cenário referência. A baixa abundância de peixes invertívoros capturados no trecho P4 foi relacionada com a menor abundância de insetos, principal fonte de alimento, encontrada para este trecho. Este resultado ressalta que os itens encontrados na alimentação dos peixes refletem a disponibilidade desses no ambiente, como destacou Russo *et al.*, 2002. A presença de uma alta abundância de indivíduos da família Coleoptera também pode ser relacionada com a menor qualidade ambiental do trecho.

A utilização de um cenário referência foi eficiente para a avaliação da qualidade ambiental do riacho JP, que foi considerado de boa qualidade ambiental, embora a pontuação dos trechos com interferências antrópicas foram menores, segundo o cálculo realizado pelo protocolo de Callisto *et al.* (2001a).

A distribuição dos peixes, dos insetos e dos invertebrados variou longitudinalmente de forma diferente entre os dois cursos d'água. No riacho João Pinheiro as consequências das alterações por atividades humanas foram diagnosticadas nas características físicas do riacho. Os resultados encontrados a partir da aplicação do protocolo de avaliação ambiental, do índice EPT mais as análises dos recursos alimentares dos peixes reforçam as sugestões apontadas por Callisto *et al.* (2001b) e Tupinambás *et al.* (2007) em associar análises físicas com estudos tróficos.

Pesquisas em que comparem um riacho com um cenário referencial são raras, a maioria das descrições desses ambientes se restringe às análises físicas e químicas, ou levantamentos com apenas um único grupo taxonômico. Ainda mais, as poucas áreas com essas condições estão em locais onde o acesso é restrito e há dificuldade em aplicar diversos métodos que abranjam diferentes áreas do conhecimento.

Deste modo, a continuidade de estudos de riachos na Fazenda Monte Alegre, incluindo trechos na foz semelhantes ao do riacho referência, com diferentes graus de heterogeneidade de habitat, possibilitará a definição de um protocolo de avaliação rápida para os ambientes aquáticos da região.

Os resultados publicados para o Ribeirão Varanal foram importantes referências para a comparação dos atributos abióticos e bióticos no presente trabalho e possibilitaram a construção de um quadro comparativo entre os dois riachos, traçando as

diferenças na composição das espécies de peixes, famílias de insetos e crustáceos de um riacho com alterações antrópicas.

Finalmente, destaca-se que a comparação entre dois riachos semelhantes, localizados em áreas próximas, é apenas uma tentativa de suprir a falta de um conhecimento histórico da dinâmica ecológica do riacho. As características de um riacho referência não mostram, necessariamente, as mesmas condições que outro riacho apresentava antes de ser modificado, mas é o cenário mais próximo para uma possível comparação. Ainda que, algumas diferenças apresentadas no presente estudo sugiram modificações como consequência de ações antrópicas no riacho amostrado, é necessário considerar a possibilidade de que essas diferenças sejam naturais, pois podem estar relacionadas às características ímpares dos riachos, como heterogeneidade física e diferentes habitats.

Agradecimentos

À empresa Klabin de Papel e Celulose pelo apoio e financiamento do projeto, ao Programa de Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, à CAPES pelos recursos e bolsa de mestrado concedida, ao Prof. Dr. Oscar Akio Shibatta pela identificação dos peixes e sugestões, ao Prof. Dr. Ricardo Cardoso Benine pela leitura crítica do manuscrito, ao Prof. Dr. Carlos Eduardo de Alvarenga Julio pelo auxílio nas identificações de insetos e às estagiárias Mariana Ebert e Andréia Espinoza por auxiliar nas coletas e na triagem dos invertebrados.

REFERÊNCIAS

- Azevedo, T. I. N. 2008. Descrição física da microbacia do Ribeirão Varanal e caracterização dos trechos. Pp. 05-14. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná. Londrina, Eduel, 158p.
- Barrela, W., M. Petreire Jr., W. S. Shimith & 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 distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). Acta Scientiarum, Edusp, 320p.
- Bennemann, S. T. & W. Galves. 2008. Metodologia de amostragem da fauna aquática. Pp. 69-75. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná. Londrina, Eduel, 158p.
- Bennemann, S. T., Â. T. Silva-Souza & G. R. A. Rocha. 1995. Composición ictiofaunística em cinco localidades de la cuenca del rio Tibagi, PR – Brasil. *Interciencia*, 20(1): 7-13.
- 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. Vieira (Eds.). 2008. A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná. Londrina, Eduel, 158p.
- Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & J. C. Garavello. 2000. Peixes do Rio Tibagi: uma abordagem ecológica. Eduel, Londrina, 62p.
- Bernardino, D. F. S. 2009. Caracterização e Dinâmica Trófica de um riacho Íntegro em Mata Atlântica no sul do Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 49 p.
- Buckup, P. A. 1999. Sistemática e biogeografia de peixes de riachos. Pp. 91-138. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres, (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos. Oecologia Brasiliensis VI*, Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.
- Callisto, M., M. Moretti & M. Goulart. 2001a. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6:71-82.
- Callisto, M., P. Moreno & F. A. R. Barbosa. 2001b. Habitat Diversity and bentic functional trophic groups at Sera do Cipó, southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2): 259-266.
- Campello, F. D., C. F. Braga, C. Gonçalves, C. S. Gonçalves, D. Fuhro, J. E. dos Santos Júnior, G. G. Rodrigues, T. Guerra & S. M. Hartz. 2005. Avaliação preliminar da qualidade das águas da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. Porto Alegre, *Revista Brasileira de Biociências/Brazilian Journal of Biosciences*, 3(1): 09-46.
- 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. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processo causais. Pp. 139-155. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de Peixes de Riachos. Oecologia Brasiliensis IV*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 260p.
- Cetra, M., F. C. Ferreira & A. L. Carmassi. 2009. Caracterização das assembléias de peixes de riachos de cabeceira no período chuvoso na bacia do rio Cachoeira (SE da Bahia, NE do Brasil). *Biota Neotropica*, 9(2): 107-115.
- Cheida, C & O. A. Shibatta. 2003. Composição em tamanho dos peixes (Actinopterygii, Teleostei) de ribeirões da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 469-473.
- CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). 2005. Resolução nº357 de 17 de março de 2005. *Diário Oficial da União*. Brasília, Brasil.
- Costa, C., S. A. Vanin & S. A. Casari-Chen. 1988. *Larvas de Coleoptera do Brasil*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 282p.
- Costa, C., S. Ide & C. E. Simonka. 2006. *Insetos Imaturos – Metamorfose e identificação*. Holos, Ribeirão Preto, 249p.
- Ferreira, C. de P. & L. Casatti. 2006. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira Zoologia*, Curitiba, 23(3): 642-651.
- Galves, W., F. C. Jerep & O. A. Shibatta. 2007. Estudo da condição ambiental pelo levantamento da fauna de três riachos na região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Londrina, PR, Brasil. *Pan American Journal of Aquatic Sciences*, 2(1): 55-65.
- Guerrero-Ocampo, C. M. & N. Kichino. 2008. Crustacea. Pp. 99-109. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Imbimbo, H. R. V. 2006. Avaliação da qualidade ambiental, utilizando invertebrados bentônicos, nos rios Atibaia, Atibainha e Cachoeira, SP. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 75 p.
- Kleine, P. & S. Trivinho-Strixino. 2005. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 17(1): 81-90.
- Miranda, J. C. & R. Mazzoni. 2003. Composição de três riachos do alto rio Tocantins – GO. *Biota Neotropica*, 3(1): 1-11.
- MMA/SBF - Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 2007. *Biodiversidade Brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira*. MMA/SBF, Brasília, 404p.
- Mugnai, R., J. L. Nessimian & D. F. Baptista. 2010. *Manual de identificação de invertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Technical Books, 176p.

- Nalim, D. M., W. Galves Jr, E. C. Mendes & D. M. Maroneze. 2008. Insetos aquáticos. Pp. 112-138. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná. Londrina, Eduel, 158p.
- Oliveira, D. C. & S. T. Bennemann. 2005. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 5(1): 1-13.
- Oriccolli, M. C. G., S. T. Bennemann. 2006. Dieta de *Bryconamericus iheringii* (Ostariophysi: Characidae) em riachos da bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 28(1): 59-63.
- Orsi, M. L., E. D. Carvalho & F. Foresti. 2004. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski (Teleostei, Characidae) do médio Rio Paranapanema, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* [online]. 21 (2): 207-218.
- Oyakawa, O. T., A. Akama, K. C. Mautari & J. C. Nolasco. 2006. Peixes de riachos da Mata Atlântica nas unidades de conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape e no Estado de São Paulo. São Paulo, Neotrópica, 201p.
- Pérez, G. R. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Bogotá, Colombia, Presencia, 217p.
- Raio, C. B. 2007. A ictiofauna da bacia do rio Tibagi e o caso do projeto de construção da UHE de Mauá, Paraná, Brasil. Monografia de conclusão de curso. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 21 p.
- Raio, C. B. 2010. Riacho de montanha, Mata Atlântica, Paraná, Brasil: caracterização e estrutura trófica. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 73p.
- Ribeiro, L. O. 2007. Resistência e resiliência de macroinvertebrados bentônicos em um riacho de serra no sudeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Botucatu. 86p.
- Russo, M. R., A. Ferreira & R. M. Dias. 2002. Disponibilidade de invertebrados aquáticos para peixes bentófagos de dois riachos da bacia rio Iguazu, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, 24(2): 411-417.
- Salles, F. F. 2006. A ordem Ephemeroptera no Brasil (Insecta): taxonomia e diversidade Tese de doutorado, Universidade Estadual de Viçosa, Viçosa. 300 p.
- Sarmiento-Soares L. M., R. Mazzoni & R. F. Martins-Pinheiro. 2008. A fauna de peixes dos Rios dos Portos Seguros, extremo sul da Bahia, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 24: 119-142.
- Shibatta, O. A., A. M. Gealh & S. T. Bennemann. 2007. Ictiofauna dos trechos alto e médio da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*, 7(2): 126-134.
- Shibatta, O. A., M. L. Orsi, S. T. Bennemann, Â. T. Silva-Souza. 2002. Diversidade e distribuição de Peixes na bacia do rio Tibagi. Pp. 399-419. In: Medri, M. E.; E. Bianchini; O. A. Shibatta & J. A. Pimenta (Eds.). A bacia do rio Tibagi. Londrina, M. E. Medri, 595p.

- Shibatta, O. A., S. T. Bennemann, H. Mori & D. F. Silva. 2008. Riqueza e ecologia dos peixes do Ribeirão Varanal. Pp. 77-97. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Silveira, M. P. 2004. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, documento 36, 68p.
- Tupinambás, T. H., M. Callisto & G. B. Santos. 2007. Bentic macroinvertebrate assemblages structure in two headwater streams, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(4): 887-897.
- Uieda, V. S. & M. G. Barretto. 1999. Composição da Ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, Bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 1(1): 55-67.
- Uieda, V. S. & R. M. C. Castro. 1999. Coleta e fixação de peixes de riachos. Pp. 1-22. In: *Ecologia de peixes de riachos: estado atual e perspectivas*. Caramaschi, E. P., R. Mazzoni, C. R. S. F. Bizerril & P.R. Peres-Neto (Eds.). *Oecologia Brasiliensis V*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.
- Wellbaum, C., I. H. Schoenlein-Crusius & V. B. dos Santos. Fungos filamentosos em folhas do ambiente terrestre e aquático da Ilha dos Eucaliptos, Represa do Guarapiranga, São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Botânica*, 22(1): 69-74.

CAPÍTULO II

DIETA, DISPONIBILIDADE E ELETIVIDADE DE ALIMENTOS POR PEIXES DE UM RIACHO DE MONTANHA NA MATA ATLÂNTICA, PARANÁ, BRASIL

(Artigo a ser submetido à revista *Neotropical Ichthyology*)

DIETA, DISPONIBILIDADE E ELETIVIDADE DE ALIMENTOS POR PEIXES DE UM RIACHO DE MONTANHA NA MATA ATLÂNTICA, PARANÁ, BRASIL

Resumo

A estrutura trófica de um riacho de montanha modificado (João Pinheiro - JP) foi definida e comparada com resultados publicados para um riacho referência. O objetivo deste estudo foi identificar como a ação antrópica influencia na distribuição das espécies ao longo do riacho. Peixes e invertebrados foram capturados sazonalmente em quatro trechos para verificar a disponibilidade no ambiente. Entre os 375 peixes coletados, 280 tiveram o conteúdo estomacal analisado. As 12 espécies de peixes foram incluídas em cinco grupos tróficos. A estrutura trófica no riacho JP foi relacionada com os atributos físicos e biológicos do ambiente. *Trichomycterus* sp. foi a única espécie capturada nos trechos a montante (P1 e P2) e a única espécie invertívora do riacho. Para esta espécie foi detectada uma tendência a capturar a presa de maior abundância no ambiente (forma imatura de Chironomidae). Assim como no riacho referência, Baetidae foi o item preferencial por essa espécie. O número de espécies e de indivíduos perifívoros e onívoros foi maior no riacho JP do que no riacho referência, e neste foi encontrada uma maior abundância de invertívoro em todos os trechos. As modificações no curso do riacho JP tornaram o ambiente menos heterogêneo, com uma área menor de vegetação ripária, o que proporcionou uma menor disponibilidade de itens para peixes invertívoros.

Palavras-chave: Dieta de peixes. Eletividade na captura de alimentos. Riacho de baixa ordem. *Trichomycterus* sp.

Abstract

The trophic structure of a modified mountain stream (stream João Pinheiro - JP) was defined and compared with published results for a reference stream. The aim of this study was identify how the human activities influence in the distribution of the species along the stream. Fish and invertebrates were caught seasonally at four stretches to check the availability of food items in the environment. Among the 375 fish collected, 280 had the stomach contents examined. The 12 fish species were included into five trophic groups. The distribution of the trophic groups in JP stream was related to the physical and biological condition. *Trichomycterus* sp. was the only specie caught in the upstream stretches (P1 and P2) and the only invertivores specie in the stream. For this specie, it was detected a trend toward to feeding the prey more available in the environment (Chironomidae immature stage). Similar to the reference stream, immature Baetidae was the most selected item by these fish. The number of species and individuals of periphitivores and omnivores was higher in the JP stream than in the reference stream, and in the latest it was found the greatest abundance of invertivor of all stretch. The changes in the course of the stream JP made it a less heterogeneous environment, with less riparian vegetation, which provided a lower availability of items for invertivores fish.

Introdução

A importância dos estudos de ecologia trófica está no fato de que a alimentação dos peixes reflete a disponibilidade dos itens alimentares no ambiente (Callisto *et al.*, 2001 e Russo *et al.*, 2002). Devido a isso, a análise da dieta dos peixes constitui-se num eficiente atributo na avaliação biológica da qualidade ambiental. A identificação e classificação dos peixes em grupos tróficos possibilita o entendimento da interação entre os organismos que habitam os ecossistemas aquáticos e a relação desses organismos com a estrutura do ambiente.

A inclusão dos riachos em áreas de conservação é fundamental para a preservação da biodiversidade aquática, especialmente de insetos aquáticos, principal alimento para os peixes (Paz *et al.*, 2008). Os conhecimentos da estrutura trófica dos peixes de riachos localizados nessas áreas servem como cenário referência para a comparação com outros riachos de características semelhantes. Esses estudos, que utilizam um riacho referência para a comparação com outros riachos, são raros na Mata Atlântica, exceções são os estudos desenvolvidos no estado de São Paulo por Casatti (2002, 2004).

No estado do Paraná, na Fazenda Monte Alegre, propriedade da empresa Klabin S.A. de papel e celulose, são conservados diversos riachos em condições próximas ao natural (Bennemann *et al.*, 2008). Nessa área, Bernardino (2009) descreveu a dinâmica trófica dos peixes de um riacho de montanha íntegro, o Ribeirão Varanal. Este ambiente foi identificado por Bennemann *et al.* (2008) como cenário referência para a comparação com outros riachos da região.

No presente estudo, a estrutura trófica e a preferência alimentar dos peixes de um riacho modificado, João Pinheiro, foi definida e comparada com os resultados publicados para o riacho referência, com o objetivo de verificar quais são as consequências das atividades humanas para esses atributos.

Material e Métodos

A Fazenda Monte Alegre está localizada no interior do estado do Paraná, na cidade de Telêmaco Borba (24°12'42"S; 50°33'26"W). A fazenda abrange Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e Reserva Particular do Patrimônio Natural. A altitude média da região é de 885 m e o clima predominante, conforme a classificação de Köppen, é subtropical transicional para o temperado, úmido, mesotérmico, sem estação seca

definida (Cfa/Cfb). Os verões são quentes e tendem à concentração de chuvas, no inverno, as geadas ocorrem com pouca frequência. A cobertura vegetal predominante está classificada como Floresta Ombrófila Mista, complementada por florestas estacional semi-decidual e campos naturais, uma das áreas mais importantes do Paraná em termos de biodiversidade (Azevedo *et al.*, 2008).

O riacho João Pinheiro (JP) possui 4.390 m de extensão, é afluente do rio Harmonia e subafluente do rio Tibagi, formador de uma importante micro-bacia no Parque Ecológico da Fazenda Monte Alegre. No trecho médio há uma represa artificial implantada há mais de quarenta anos, quando foram introduzidas espécies exóticas para a pesca esportiva de black-bass, *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802), e carpas, *Cyprinus carpio* Lineu, 1758.

Foram realizadas coletas sazonais entre os meses de julho de 2008 a maio de 2009 em quatro trechos de coletas, ao longo do riacho JP. Foram amostrados quatro trechos: nascente (P1), trecho médio a montante a represa (P2), trecho médio a jusante a represa (P3) e foz (P4). A presença da represa foi utilizada como critério na escolha de dois trechos de amostragem no trecho médio. Foram amostrados trechos de 75 m (P1, P2 e P3) e 55 m na foz (P4). A amostragem no último trecho foi menor, pois as condições físicas do rio, uma lagoa circundada por uma região de banhado largo e profundo não permitia avançar 75 m desde o encontro do riacho com o rio Harmonia, porém, o esforço amostral foi o mesmo para os quatro trechos.

Cada trecho do riacho foi caracterizado segundo os atributos físicos e grau de interferência humana. Com auxílio de aparelhos digitais portáteis, foram obtidos valores de pH, condutividade elétrica, temperatura do ar e da água e quantidade de oxigênio dissolvido. A velocidade superficial da água foi obtida através do tempo que um flutuador percorria uma distancia pré-determinada. A largura e profundidade de cada trecho foram obtidas com auxílio de fita métrica (precisão 1 mm). Essas três medidas foram determinadas a partir da média de 10 mensurações. A vazão foi obtida pelo produto da largura, profundidade e velocidade da água.

Os mesmos métodos utilizados por Bennemann & Galves (2008) para as coletas dos peixes no riacho referência foram aplicados nas coletas no riacho JP. Os peixes foram coletados com peneiras (malha 2 mm) em áreas de folhiço e áreas marginais. Os que habitam o “corredor” foram capturados com rede de arrasto, de mesma malha que a peneira. O substrato do fundo era rastelado, no sentido da corrente de água, em direção a rede disposta de forma perpendicular. Esse procedimento foi repetido diversas vezes durante o período de uma hora em cada trecho.

Para a análise dos conteúdos estomacais, os tratos digestórios foram retirados e os itens alimentares foram identificados e classificados quanto à sua origem em autóctone, alóctone ou descohecida. Para cada item foram calculada a frequência de ocorrência, composição percentual e dominância (Hynes, 1950).

Para a interpretação dos resultados da dieta dos peixes, foi utilizado o método de Costello (1990) adaptado por Bennemann *et al.* (2006). Esse método simplificado é indicado para estudos que avaliam a importância dos itens alimentares, no qual os valores da dominância (%) são representados no eixo *y* de um gráfico e os valores da frequência de ocorrência (%) no eixo *x*. Cada quadrante do gráfico indica a importância na dieta analisada (rara ou dominante) e a estratégia utilizada pelo predador na captura da presa (especialista ou generalista).

Para a análise da eletividade na captura de presa, foi aplicado o índice de Eletividade Ivlev (1961), que compara a ocorrência dos indivíduos no ambiente com a ocorrência desses mesmos indivíduos nos tratos digestórios dos peixes. Através da razão entre a subtração e soma das percentagens da presa (r_i) na dieta pela percentagem da presa amostrada no ambiente (n_i), obtém-se o índice de eletividade do predador por uma presa específica [$E_i = (r_i - n_i) / (r_i + n_i)$]. Os valores de E_i variam entre -1 e +1, valores negativos sugerem rejeição do predador pela presa, valores positivos, preferência, os valores próximos de zero sugerem que a presa foi consumida ao acaso.

Por ser *Trichomycterus* sp. a única espécie encontrada nos quatro trechos, a comparação dos dados de seleção de alimentos pelo índice de eletividade foi realizada somente para esta espécie. Os valores de (r_i) foram considerados os valores percentuais dos itens dominantes nos conteúdos estomacais. Essa adaptação reflete de forma eficaz a representatividade de cada item alimentar (Bernardino, 2009).

Para o levantamento dos invertebrados disponíveis no ambiente, foram realizadas amostragens nos mesmos trechos em que foram capturados os peixes. O fundo (areia, lodo ou folhiço) foi peneirado (malha 2 mm), em dez esforços amostrais para cada trecho, e os organismos foram retirados manualmente com auxílio de pinças e fixados em etanol 90%. Uma rede D (500 μ m) foi disposta em contato com o substrato enquanto o mesmo foi remexido à sua frente, com um rastelo, por cinco minutos.

Na captura de invertebrados associados aos substratos madeira, foram escolhidos, aleatoriamente, cinco pedaços de troncos ou galhos em decomposição dentro do riacho (com diâmetro aproximado de 15 cm e comprimento aproximado de 30 cm). Esses substratos foram lavados com etanol 90% em bandeja plástica e o líquido da lavagem foi

armazenado para posterior triagem em laboratório. O mesmo procedimento foi realizado para a captura de invertebrados associados aos seixos.

A triagem, identificação e análise das amostras foram realizadas no laboratório de ecologia trófica (LAETRO) da UEL, com uso de microscópio estereoscópico e de manuais de identificação de Costa (1988), Pérez (1988), Costa *et al.* (2006), Salles (2006), Nalim *et al.* (2008), Mugnai *et al.* (2010), para invertebrados e Shibatta *et al.* (2008), para peixes. Representantes de cada táxon foram identificados e depositados no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL).

O riacho referência, o Ribeirão Varanal (RV), está 6.000m distante do riacho JP. Possui 9.220 m de extensão e é afluente direto do rio Tibagi. Segundo Azevedo *et al.* (2008), por possuir águas de temperatura baixa (de 7,8 a 19,5°C), corredeiras ao longo de toda sua extensão (203 metros de desnível da nascente à foz) e altas concentrações de oxigênio (de 7,1 a 8,2 mg/L), o RV pode ser classificado como riacho de montanha (classificação de Uieda & Castro, 1999).

As coletas realizadas por Bennemann *et al.* (2008) e Bernardino (2009) ocorreram nos meses de fevereiro, abril, junho e novembro de 2005, em três trechos: nascente (N), trecho médio (M) e a foz (F).

Resultados

Nos trechos P1 e P2, foram registradas características mais próximas ao ambiente referência. Enquanto P4 foi considerado o trecho mais modificado, com maior incidência luminosa, presença de gramíneas, menor heterogeneidade de meso-habitats, substratos menos diversificados e maior grau de interferência humana. As principais características de cada trecho constam na Tabela 9.

Tabela 9 – Caracterização dos trechos amostrados no riacho João Pinheiro.

| | Vegetação do entorno | Meso-habitats | Substratos | Interferência humana |
|------|--|--|--|---|
| (P1) | <ul style="list-style-type: none"> Médio-baixa incidência luminosa; Baixa abundância de xaxins (Dicksoniaceae). Mata ciliar preservada. | <ul style="list-style-type: none"> Predomínio de corredor; Pequenas corredeiras; Poções. | <ul style="list-style-type: none"> Fundo mais arenoso que lodoso; Muitos galhos e pedaços de troncos; Muito folhiço; Muitos seixos e cascalhos. | <ul style="list-style-type: none"> Próximo a uma área de plantação comercial de <i>Pinus</i> spp. |
| (P2) | <ul style="list-style-type: none"> Médio-baixa incidência luminosa; Alta abundância de xaxins (Dicksoniaceae); Mata secundária em preservação permanente. | <ul style="list-style-type: none"> Corredeiras fortes, com queda d'água; Corredor Poções. | <ul style="list-style-type: none"> Fundo mais arenoso que lodoso; Muitos galhos, e pedaços de troncos; Média quantidade de folhiço; Grande área rochosa, com cascalho. | <ul style="list-style-type: none"> Trilha ecológica no entorno. |
| (P3) | <ul style="list-style-type: none"> Médio-alta incidência luminosa; Alta abundância de xaxins (Dicksoniaceae); Mata secundária em preservação permanente. | <ul style="list-style-type: none"> Corredeiras fortes, com queda d'água; Corredor Poções. | <ul style="list-style-type: none"> Fundo mais arenoso que lodoso; Muitos galhos, e pedaços de troncos; Quantidade média de folhiço; Grande área rochosa, porém pouco cascalho. | <p>A jusante de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Represa com espécie introduzida (<i>Micropterus salmoides</i> e <i>Cyprinus carpio</i>); Desvio do curso natural do riacho (fundo concretado); Antigo tanque de criação de peixes. |
| (P4) | <ul style="list-style-type: none"> Alta incidência luminosa; Árvores esparsas nas margens; Gramínias. | <ul style="list-style-type: none"> Corredor que se inicia após uma grande área de banhado. | <ul style="list-style-type: none"> Fundo lodoso; Ausência de seixos ou cascalhos; Pouco folhiço; Poucos troncos e galhos. | <ul style="list-style-type: none"> Alteração da mata ciliar; Pesca; Deposição de lixo por pescadores. |

Os valores dos dados abióticos obtidos nos quatro trechos de amostragem estão apresentados na Tabela 10. Em P4 foram encontrados maiores valores de temperatura (do ar e da água), ainda que este tenha sido o trecho com a maior vazão (Tabela 10).

Tabela 10 – Características físicas e químicas dos ambientes onde foram realizadas as amostragens no Riacho João Pinheiro, são apresentados a média e o desvio padrão para cada variável.

| | P1 | P2 | P3 | P4 |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Coordenadas geográficas | 24°15'55.8''S 50°35'04.6''W | 24°16'49.7''S 50°34'56.1''W | 24°17'22.8''S 50°34'56.9''W | 24°18'55.8''S 50°34'48.4''W |
| Altitude (m) | 812 | 712 | 691 | 711 |
| Largura (m) | 0,79±0,18 | 2,47±0,26 | 1,92±0,92 | 1,46±0,36 |
| Profundidade (m) | 0,07±0,01 | 0,13±0,02 | 0,16±0,1 | 0,33±0,05 |
| Velocidade da água (m.s ⁻¹) | 0,14±0,02 | 0,31±0,02 | 0,23±0,01 | 0,27±0,04 |
| Vazão (m ³ .s ⁻¹) | 0,01 | 0,1 | 0,07 | 0,13 |
| Transparência da água | Alta | Alta | Alta | Baixa |
| Temperatura do ar (°C) | 19,1±5,47 | 24,5±9,33 | 26,4±10,15 | 23,3±3,56 |
| Temperatura da água (°C) | 17,7±2,77 | 18,45±4,03 | 20,5±2,7 | 22,5±2,25 |
| pH | 6,64±0,23 | 6,78±0,39 | 6,67±1,3 | 6,42±0,27 |
| Oxigênio dissolvido (mg. L ⁻¹) | 9,35±1,07 | 8,7±1,37 | 11,4±0,87 | 10,3±1,28 |
| Condutividade (µS/cm à 25°C) | 32,04±7,3 | 47,25±8,36 | 49,9±11,03 | 47,7±2,46 |
| Hierarquia fluvial (conforme Strahler, 1957) | 1 | 2 | 3 | 3 |

Ao total foram capturados 375 peixes, representantes de 12 espécies. *Trichomycterus* sp., considerado como uma única espécie, foi a única encontrada em todos os trechos de amostragem e a única encontrada em P1 e P2.

Todos os indivíduos capturados no riacho João Pinheiro são de pequeno porte, com comprimento padrão variando de 0,9 a 13,1cm. As espécies mais abundantes foram *Trichomycterus* sp., *Corydoras ehrhardti* e *Phalloceros harpagus* (Tabela 11).

Os conteúdos gástricos de 280 peixes foram analisados e identificados 47 itens alimentares. Dos exemplares analisados, dez estavam com trato digestório vazio. Os alimentos encontrados foram agrupados conforme sua origem em três categorias: autóctones, alóctones e de origem indeterminada (Tabela 12). Entre as doze espécies que tiveram o conteúdo estomacal analisado, os itens alimentares de maior composição percentual foram os de origem autóctone (72%), especialmente insetos imaturos. Os itens alimentares provenientes do meio externo representaram 2,8% da dieta das espécies e os itens de origem indefinida, detrito e restos vegetais, representaram 24,4% da dieta dos indivíduos analisados (Fig. 5).

As espécies de peixes capturadas foram separadas em cinco grupos tróficos, sendo a maioria onívoras. Nos trechos P1 e P2 foi encontrada somente uma espécie, invertívora. A espécie considerada carnívora (piscívora) foi exclusiva da foz (Tabela 11).

Tabela 11 – Espécies de peixes capturados nos quatro trechos do riacho João Pinheiro, total de indivíduos para cada espécie, para cada trecho. A variação do comprimento padrão dos indivíduos analisados está apresentada em colchetes. Os números entre parênteses representam a quantidade de indivíduos que tiveram o conteúdo estomacal analisado.

| Espécies | P1 | P2 | P3 | P4 | TOTAL | Grupo trófico |
|--|--------|--------|---------|---------|----------|---------------|
| <i>Astyanax aff. paranae</i> [5,0 - 7,9] | - | - | 07(06) | 02(01) | 09(07) | Onívoro |
| <i>Astyanax altiparanae</i> [5,4 - 7,3] | - | - | 06(06) | - | 06(06) | Onívoro |
| <i>Bryconamericus aff. iheringii</i> [4,9 - 5,1] | - | - | - | 10(09) | 10(09) | Onívoro |
| <i>Corydoras ehrhardti</i> [1,9 - 4,8] | - | - | 08(08) | 104(55) | 112(63) | Perífitívoro |
| <i>Geophagus brasiliensis</i> [1,8 - 7,1] | - | - | - | 17(17) | 17(17) | Onívoro |
| <i>Gymnotus sylvius</i> [13,1] | - | - | - | 01(01) | 01(01) | Onívoro |
| <i>Hisonotus franciscochai</i> [3,1] | - | - | 01 | 01(01) | 02(01) | Detritívoros |
| <i>Hisonotus</i> sp. [2,3 - 3,0] | - | - | 02(02) | 03(03) | 05(05) | Detritívoros |
| <i>Hoplias malabaricus</i> [11,5 - 13,3] | - | - | - | 05(04) | 05(04) | Carnívoro |
| <i>Phalloceros harpagus</i> [0,9 - 3,7] | - | - | 108(82) | 02(02) | 110(84) | Perífitívoro |
| <i>Piabina argenta</i> [4,2] | - | - | 01(01) | - | 01(01) | Onívoro |
| <i>Trichomycterus</i> sp. [1,3 - 3,7] | 17(14) | 50(45) | 17(11) | 13(12) | 97(82) | Invertívoro |
| Total de exemplares | 17 | 50 | 150 | 158 | 375(280) | |
| Número de espécies | 01 | 01 | 08 | 10 | 12 | |

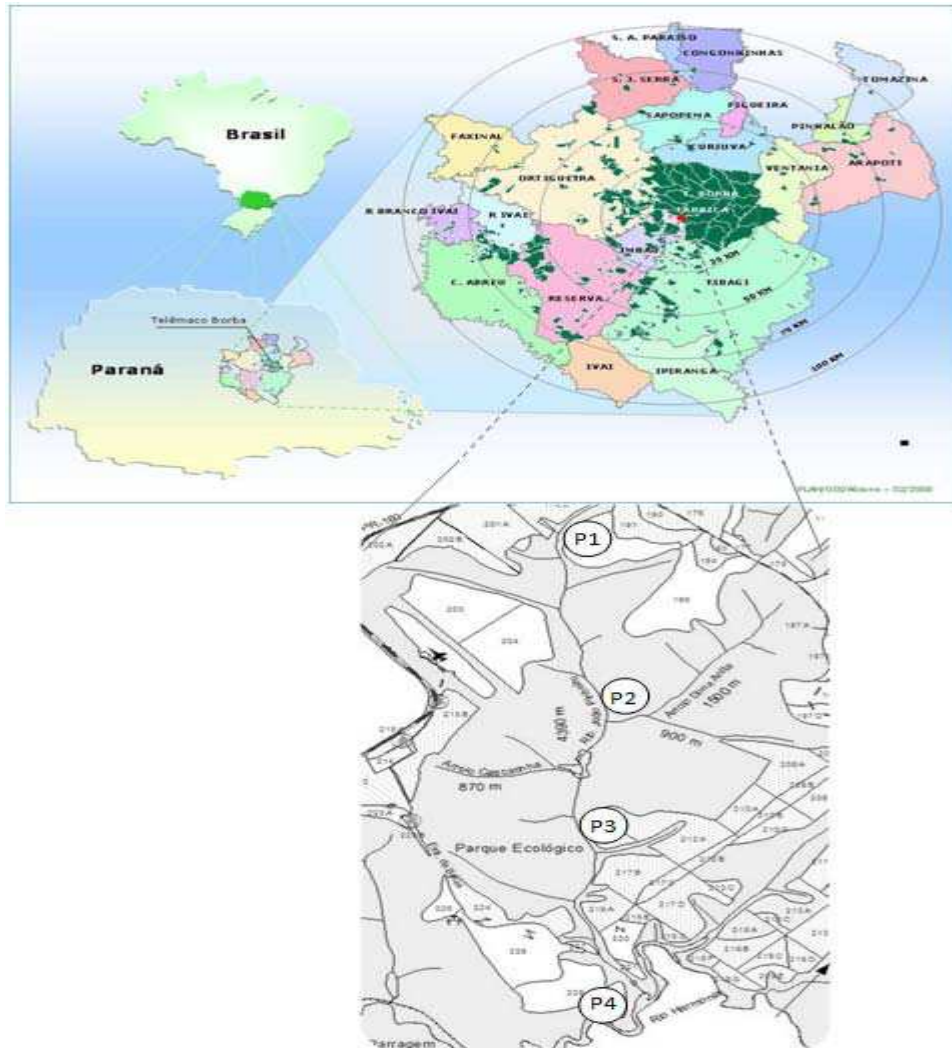


Figura 4 – Localização do riacho João Pinheiro, Fazenda Monte Alegre, Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. Trechos amostrados: P1. Nascente, P2. Trecho médio a montante da represa, P3. Trecho médio a jusante da represa e P4. Foz. Ilustrações gentilmente cedidas pela empresa Klabin.

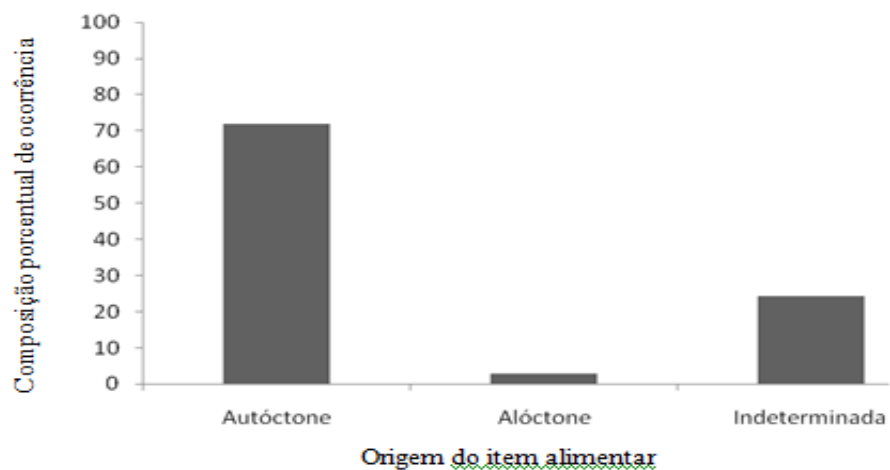


Figura 5 – Composição percentual de ocorrência das categorias de itens alimentares identificados nos tratos digestórios dos peixes do riacho João Pinheiro.

Tabela 12 – Ocorrência (O), frequência de ocorrência (%FO), dominância (d) e percentagem de dominância (%d) dos itens alimentares encontrados em conteúdo estomacal das 12 espécies de peixes coletados no riacho João Pinheiro.

| Recursos alimentar | O | %FO | D | %d |
|-------------------------|-----|-------|----|-------|
| I. Autóctone | | | | |
| <u>Inseto maturos</u> | | | | |
| Coleoptera | | | | |
| Psychodidae | 1 | 0,37 | | |
| Não identificado | 1 | 0,37 | | |
| Psychimidae | 1 | 0,37 | | |
| Diptera | | | | |
| Não identificado | 1 | 0,37 | 1 | 0,37 |
| Não identificado (pupa) | 12 | 4,44 | 1 | 0,37 |
| Ceratopogonidae | 17 | 6,29 | | 0 |
| Chironomidae | 131 | 48,52 | 50 | 18,12 |
| Simuliidae | 62 | 22,96 | 22 | 8,15 |
| Simuliidae (pupa) | 9 | 3,33 | 1 | 0,37 |
| Ephemeroptera | | | | |
| Não identificado | 16 | 5,92 | 6 | 2,22 |
| Baetidae | 13 | 4,82 | 3 | 1,11 |
| Leptophlebiidae | 4 | 1,48 | 3 | 1,11 |
| Hemiptera | | | | |
| Velidae | 1 | 0,37 | | 0 |
| Não identificado | 1 | 0,37 | | 0 |
| Hymenoptera | | | | |
| Não identificado | 3 | 1,09 | | 0 |
| Formicidae | 2 | 0,74 | | 0 |
| Lepidoptera | | | | |
| Não identificado | 11 | 4,07 | 8 | 2,96 |
| Neuroptera | | | | |
| Não identificado | 1 | 0,37 | | 0 |
| Odonata | | | | |
| Não identificado | 2 | 0,74 | | 0 |
| Coenagrionidae | 2 | 0,74 | 1 | 0,37 |
| Libellulidae | 1 | 0,37 | | 0 |
| Plecoptera | | | | |
| Perlidae | 1 | 0,37 | | 0 |
| Trichoptera | | | | |
| Não identificado | 23 | 8,51 | 6 | 2,22 |
| Hydrobiosidae | 2 | 0,74 | 2 | 0,74 |
| Restos de insetos | 82 | 30,37 | 30 | 11,11 |
| Posturas | 1 | 0,37 | 1 | 0,37 |
| Peixes | | | | |
| Peixe não identificado | 2 | 0,74 | 2 | 0,74 |
| Characiforme | 1 | 0,37 | 1 | 0,37 |
| Ovócitos | 2 | 0,74 | 1 | 0,37 |
| Escama | 3 | 1,11 | | 0 |
| Outros | | | | |
| Acart | 2 | 0,74 | | 0 |
| Algas conjugadas | 12 | 4,44 | | 0 |
| Bryophyta | 4 | 1,48 | 2 | 0,74 |

Cont.

| | | | | |
|----------------------------------|-----|-------|-----|-------|
| Bryozoa | 18 | 6,67 | | 0 |
| Cladocera | 5 | 1,85 | | 0 |
| Copepoda | 2 | 0,74 | | 0 |
| Diatomaceas | 8 | 2,9 | | 0 |
| Microcrustaceos | 1 | 0,37 | | 0 |
| Mollusca | 1 | 0,37 | | 0 |
| Nematoda | 45 | 16,67 | 9 | 3,33 |
| Ostracoda | 2 | 0,74 | | 0 |
| Tecameba | 30 | 11,11 | 2 | 0,74 |
| Areia* | 64 | 23,7 | | 0 |
| Sedimento* | 14 | 5,18 | | 0 |
| II. Aloctone | | | | |
| Coleoptera (adulto) | 3 | 1,11 | | 0 |
| Diptera (adulto) | 12 | 4,44 | 4 | 1,48 |
| Sementes | 6 | 2,22 | | 0 |
| III. Origem indeterminada | | | | |
| Detrito | 163 | 60,37 | 103 | 38,15 |
| Restos vegetais | 28 | 10,37 | 11 | 4,07 |

*Areia e sedimento não foram considerados item alimentar, porém foram contabilizados.

Nos quatro trechos, o item alimentar com maior frequência de ocorrência nos conteúdos estomacais de *Trichomycterus* sp. foi Chironomidae. Esse item dominou a maioria dos estômagos dos indivíduos coletados na nascente (P1). Em P2, o item dominante foi “restos de insetos”, seguido por Simuliidae. Em P3, o item dominante foi Simuliidae e, na foz (P4), Chironomidae ocorreu em todos os indivíduos analisados, sendo o item dominante em 75% deles (Fig. 6).

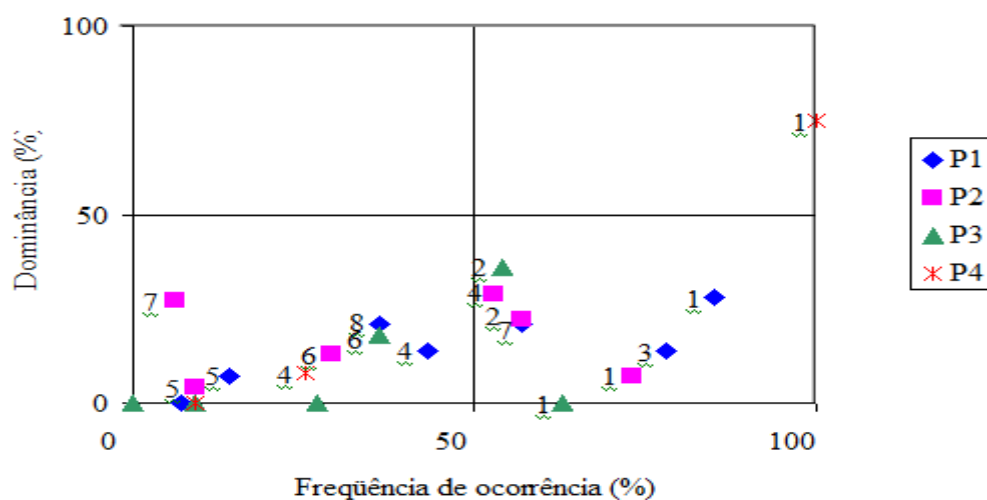


Figura 6 – Dispersão dos valores de Frequência de Ocorrência (%) e de Dominância dos itens alimentares identificados nos conteúdos estomacais de *Trichomycterus* sp. nos quatro trechos do riacho João Pinheiro (conjugado segundo Costello, 1990 adaptado por Bennemann *et al.*, 2006). 1- Chironomidae (Diptera); 2- Simuliidae (Diptera); 3- Ceratopogonidae (Diptera) 4- Restos de insetos aquáticos; 5- Trichoptera; 6- Ephemeroptera; 7- Nematoda, 8- Detrito.

Entre os invertebrados que foram capturados no ambiente com abundância maior que 1%, cinco famílias ocorreram como item alimentar para *Trichomycterus* sp., sendo Chironomidae a de maior abundância em todos os trechos.

A partir do cálculo do índice de eletividade foi possível observar que os *Trichomycterus* sp. apresentam preferência alimentar por Simuliidae e Baetidae, pois, em proporções, a porcentagem desses insetos na dieta foi maior do que o coletado no ambiente (Tabela 13). Nos quatro trechos amostrados, Baetidae teve maior frequência de ocorrência na alimentação de *Trichomycterus* do que no ambiente. Em P1, P2 e P3 os exemplares de Ceratopogonidae, Chironomidae e Leptophlebiidae tiveram maior frequência no ambiente do que nos conteúdos estomacais dos *Trichomycterus* sp. (Figs. 7-10). Em P4 a frequência de Chironomidae foi maior nos conteúdos do que no ambiente. Nesse trecho não foram encontrados os itens Simuliidae nem Baetidae nos conteúdos estomacais.

Tabela 13 – Percentagem de insetos capturados no riacho João Pinheiro, percentagem de dominância (%D) do item nos conteúdos estomacais de *Trichomycterus* sp. Analisados e valor do Índice de Eletividade (Ivlev, 1961).

| | Total (%) | %D em <i>Trichomycterus</i> sp. | Ei |
|----------------------------|-----------|---------------------------------|-------|
| Ordem Diptera | | | |
| Ceratopogonidae | 5,1 | 1,5 | -0,55 |
| Chironomidae | 63 | 19,51 | -0,53 |
| Simuliidae | 1,23 | 17,07 | 0,86 |
| Ordem Ephemeroptera | | | |
| Baetidae | 1,42 | 2,44 | 0,26 |
| Leptophlebiidae | 3,62 | 3,66 | 0,01 |

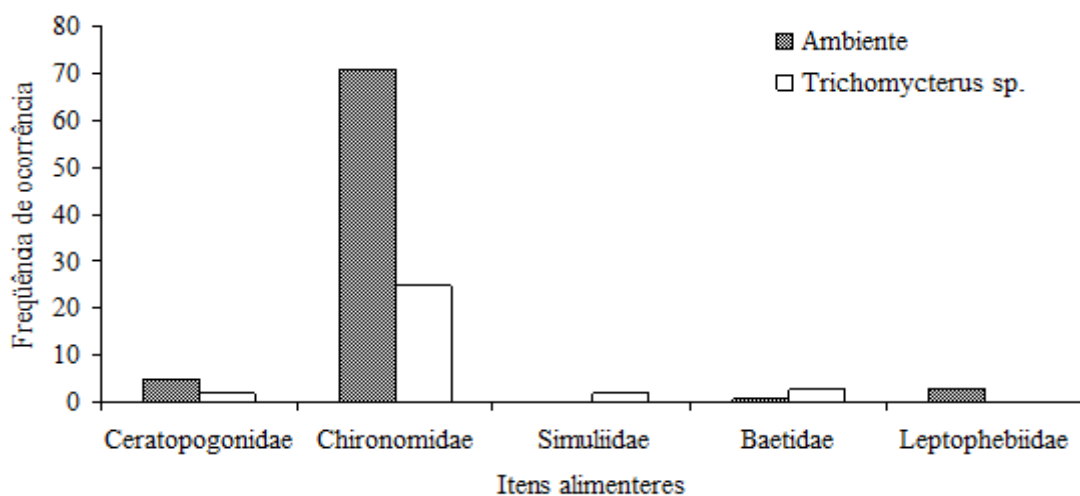


Figura 7 – Frequência de ocorrência, em P1, das principais famílias de insetos no ambiente e na alimentação de *Trichomycterus* sp.

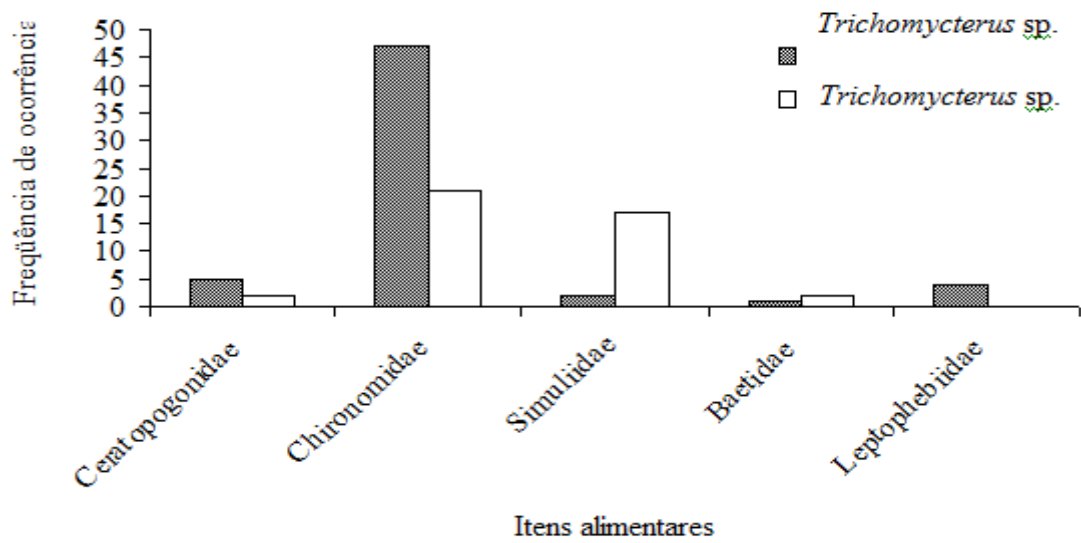


Figura 8 – Frequência de ocorrência, em P2, das principais famílias de insetos no ambiente e na alimentação de *Trichomycterus sp.*

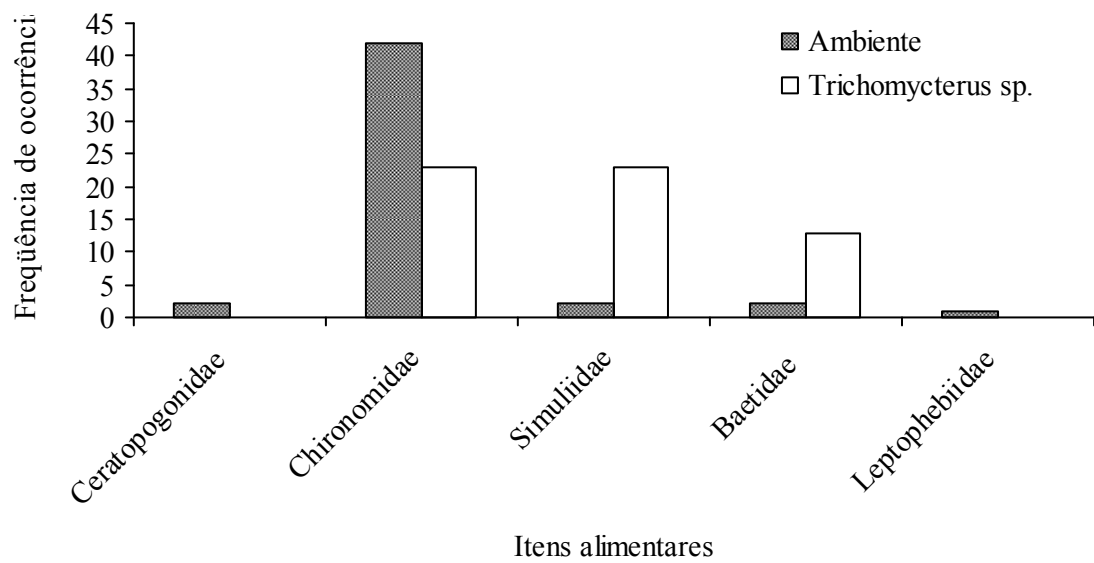


Figura 9 – Frequência de ocorrência, em P3, das principais famílias de insetos no ambiente e na alimentação de *Trichomycterus sp.*

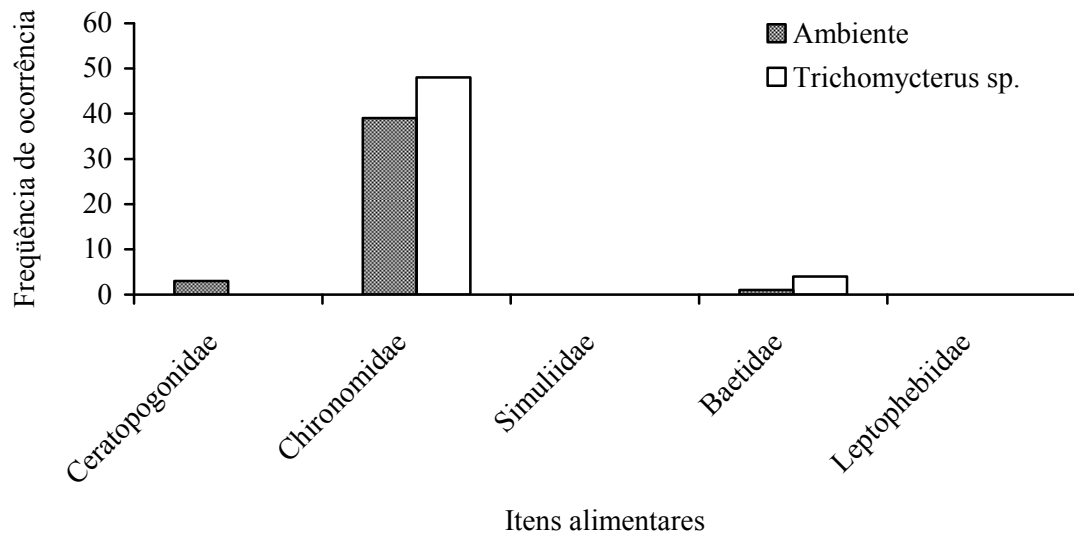


Figura 10 – Frequência de ocorrência, em P4, das principais famílias de insetos no ambiente e na alimentação de *Trichomycterus* sp.

Discussão

Devido a características, como presença de pequenas cachoeiras, poucas espécies de peixes habitam os trechos de cabeceiras desses riachos. A presença do gênero *Trichomycterus* é comum em riachos de cabeceira (Buckup, 1999), esse fato pôde ser observado no riacho estudado.

Todos as espécies de peixes capturadas no riacho JP foram considerados de “pequeno porte”. O padrão de tamanho das espécies entre 32 mm à 150 mm, assim como o observado para outros riachos do rio Tibagi (Cheida & Shibatta, 2003), é frequentemente observado em riachos neotropicais (Castro, 1999).

O aumento longitudinal do número de espécies de peixes verificado no riacho JP está, provavelmente, associado com a entrada de peixes provenientes do rio de maior porte em que deságua, o rio Harmonia. Estas espécies parecem utilizar, temporariamente, os recursos disponíveis no riacho de menor porte (Raio, primeiro artigo desta dissertação).

Quanto à alimentação dos peixes, assim como encontrado por Uieda *et al.* (1997), Casatti (2005), Bernardino (2009) e Braga & Gomiero (2009), no presente estudo foi registrada maior número de itens autóctones nos conteúdos estomacais analisados.

Em P1 e P2 foi encontradas, exclusivamente, a espécie invertívora *Trichomycterus* sp. Essa espécie é caracterizada por apresentar dieta composta por macroinvertebrados bentônicos que habitam os substratos depositados no fundo dos riachos (Russo *et al.*, 2002).

Nos trechos P3 e P4 a maior abundância foi de peixes perifitívoros (*Phalloceros harpagus* e *Corydoras ehrhardti*), que se alimentaram, principalmente, de algas conjugadas e briozoários (Filo Bryozoa). Casatti (2002), analisando estômagos de peixes agrupados como perifitívoros, encontrou algas diatomáceas bentônicas e clorofíceas como o principal recurso.

Bernardino (2009) encontrou uma abundância muito baixa de espécies perifitívoras (0,6%) no riacho que foi utilizado como referência para o riacho JP, não constatando algas como recurso alimentar, somente briozoários.

Fogaça *et al.* (2003) relaciona a grande quantidade de peixes que se alimentam de algas com a luminosidade do ambiente. Quanto maior a entrada de luz no riacho, mais propício é esse ambiente para a proliferação das algas.

No riacho referência, Bernardino (2009) encontrou *Trichomycterus* sp., espécie invertívora, na foz. No riacho JP, a baixa abundância de invertebrados, que são itens alimentares para esses peixes, e a menor heterogeneidade encontrada em P4, restringiram a ocorrência dos indivíduos invertívoros.

Bem como a presença de indivíduos perifitívoros, a presença de espécies onívoras em P4 (*Astyanax aff. paranae*, *Astyanax altiparanae*, *Bryconamericus aff. iheringii*, *Geophagus brasiliensis*, *Gymnotus sylvius* e *Piabia argenta*) pôde ser relacionada com as características físicas e biológicas do trecho. Essas espécies têm uma grande flexibilidade alimentar (Casatti, 2002), o que permite uma adequação às diferentes condições do trecho.

Assim, as características físicas do riacho João Pinheiro influenciaram na distribuição das espécies de peixes e dos organismos (utilizados como itens alimentares). Além das características físicas diferentes, P4 era o trecho mais influenciado pelas ações humanas e com menor heterogeneidade, e como consequência verificou-se uma menor abundância de itens alimentares, como Simuliidae, Ceratopogonidae, Baetidae e Leptophlebiidae, os principais alimentos registrados para os exemplares das espécies invertívoras capturadas no riacho referência (Bernardino, 2009). No riacho JP foi verificado um aumento na quantidade de itens alimentares nos três primeiros trechos, diferentemente do que foi encontrado no riacho referência, na foz (P4) foi constatado um menor número de itens.

No riacho JP foi registrada, para *Trichomycterus* sp., uma tendência à utilização de alimento de maior disponibilidade no ambiente (Chironomidae), entretanto, conforme a análise de eletividade, foi encontrada uma preferência por Simuliidae e por presas indicadoras de boa qualidade ambiental, como foi o caso de Baetidae. Para o riacho referência, Bernardino (2009) apontou uma rejeição de *Trichomycterus* sp. pela presa Simuliidae e uma preferência por Baetidae. Russo *et al.* (2002) também verificou indivíduos da ordem Ephemeroptera como o principal item alimentar utilizado por uma espécie deste gênero. Rondineli *et al.* (2009) encontrou preferência de uma espécie do mesmo gênero por formas imaturas da ordem Diptera e considerou a ingestão dos outros itens alimentares (Nematoda, Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) como ocasional.

Assim, a estrutura trófica no riacho JP mostrou-se dependente e relacionada aos atributos físicos e a disponibilidade dos organismos no ambiente. Foi constatado um aumento no número de espécies ao longo do gradiente longitudinal. Em trechos isolados por pequenas quedas d'água, a montante, foi encontrada apenas uma espécie, invertívora. A entrada de luz nos trechos a jusante favoreceu espécies de peixes perifívoros. A baixa heterogeneidade e a baixa disponibilidade de itens alimentares invertebrados favoreceu espécies com plasticidade alimentar, por exemplo as espécies onívoras encontradas em P4. O estudo da alimentação de *Tricomycetus* sp. permitiu verificar que a espécie mostra uma tendência a utilizar o recurso mais disponível no ambiente e uma preferência alimentar por Baetidae, o que sugere uma importante relação dessa espécie com insetos sensíveis às alterações ambiental.

Agradecimentos

À empresa Klabin de Papel e Celulose pelo apoio e financiamento do projeto, ao Programa de Mestrado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, à CAPES pelos recursos e bolsa de mestrado concedida, ao Prof. Dr. Oscar Akio Shibatta pela identificação dos peixes e sugestões no manuscrito, ao Prof. Dr. Carlos Eduardo de Alvarenga Julio pelo auxílio nas identificações de insetos, ao Prof. Dr. Riacardo Cardoso Benine pela leitura crítica do manuscrito e às estagiárias Mariana Ebert e Andréia Espinoza por auxiliar nas coletas e na triagem dos invertebrados e à Carolina Honda, por auxiliar nas análises de conteúdo estomacal dos peixes.

REFERÊNCIAS

- Azevedo, T. I. N. 2008. Descrição física da microbacia do Ribeirão Varanal e caracterização dos trechos. Pp. 05-14. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná. Londrina, Eduel, 158p.
- Bennemann, S. T. & W. Galves. 2008. Metodologia de amostragem da fauna aquática. Pp. 69-75. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná. Londrina, Eduel, 158p.
- 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. Vieira (Eds.). 2008. A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná. Londrina, Eduel, 158p.
- Bernardino, D. F. S. 2009. Caracterização e Dinâmica Trófica de um riacho Íntegro em Mata Atlântica no sul do Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 49 p.
- Braga, F. M. S. & L. M. Gomiero. 2009. Feeding of fishes in the Ribeirão Grande system, eastern serra da Mantiqueira, SP. *Biota Neotropica*, 9(3): 207-212.
- Buckup, P. A. 1999. Sistemática e biogeografia de peixes de riachos. Pp. 91-138. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres, (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos. Oecologia Brasiliensis VI*, Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.
- Callisto, M., P. Moreno & F. A. R. Barbosa. 2001. Habitat Diversity and bentic functional trophic groups at Sera do Cipó, southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2): 259-266.
- 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. 2004. Ichthyofauna of two streams (silted an reference) in the upper Paraná river basin, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64(4): 757-765.
- Casatti, L. 2005. Fish Assemblage structure in a fist order stream, southeastern Brazil: Longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diersity. *Biota Neotropica*, 5(1): 1-9
- Castro, R. M. C. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processo causais. Pp. 139-155. In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (Eds.). *Ecologia de Peixes de Riachos. Oecologia Brasiliensis*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 260p.
- Cheida, C & O. A. Shibatta. 2003. Composição em tamanho dos peixes (Actinopterygii, Teleostei) de ribeirões da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 469-473.
- Costa, C., S. A. Vanin & S. A. Casari-Chen. 1988. *Larvas de Coleoptera do Brasil*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 282p.

- Costa, C., S. Ide & C. E. Simonka. 2006. Insetos Imaturos – Metamorfose e identificação. Ribeirão Preto, Holos, 249p.
- Costello, M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36: 261-263.
- Fogaça, F. N. O., J. M. R. Aranha & M. L. Esper. 2003. Ictiofauna do rio do quebra (antonina, PR, Brasil): ocupação espacial e hábito alimentar. *Interciencia*, 28(3): 168-173.
- 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.
- Mugnai, R., J. L. Nessimian & D. F. Baptista. 2010. Manual de identificação de invertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Technical Books, 176p.
- Nalim, D. M., W. Galves Jr, E. C. Mendes & D. M. Maroneze. 2008. Insetos aquáticos. Pp. 112-138. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Paz, A., P. Moreno, L. Rocha & M. Callisto. 2008. Efetividade de áreas protegidas (APs) na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no rio das Velhas (MG). *Neotropical Biology and Conservation*, 3(3):149-158
- Pérez, G. R. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. Bogotá, Presencia, 217p.
- Raio, C. B. 2010. Riacho de montanha, Mata Atlântica, Paraná, Brasil: caracterização e estrutura trófica. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 73p.
- Rondineli, G. R., A. L. Carmassi & F. M. S. Braga. 2009. Population biology of *Trichomycterus* sp. (Siluriformes, Trichomycteridae) in Passa Cinco stream, Corumbataí River sub-basin, São Paulo State, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(3): 925-934.
- 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.
- Salles, F. F. 2006. A ordem Ephemeroptera no Brasil (Insecta): taxonomia e diversidade Tese de doutorado, Universidade Estadual de Viçosa, Viçosa. 300 p.
- Shibatta, O. A., S. T. Bennemann, H. Mori & D. F. Silva. 2008. Riqueza e ecologia dos peixes do Ribeirão Varanal. Pp. 77-97. In: Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & A. O. Vieira (Eds.). *A Flora e a Fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná*. Londrina, Eduel, 158p.
- Uieda, V. S. & R. M. C. Castro. 1999. Coleta e fixação de peixes de riachos. Pp. 1-22. In: *Ecologia de peixes de riachos: estado atual e perspectivas*. Caramaschi, E. P., R. Mazzone, C. R. S. F. Bizerril & P.R. Peres-Neto (Eds.). *Oecologia Brasiliensis V*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ.

Uieda, V. S., P. Buzzato & R. M. Kikuchi. 1997. Partilha de recursos alimentares em peixes em um riacho de serra no sudeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 69: 234-252.