



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CAMILA ROBERTA DA SILVA RIBEIRO

**ECOLOGIA TRÓFICA DE ASSEMBLEIAS DE PEIXES DE
TRÊS RIBEIRÕES, DA BACIA DO BAIXO RIO
PARANAPANEMA, PARANÁ, SOB INFLUÊNCIA DE
AGRICULTURA**

Londrina
2017

CAMILA ROBERTA DA SILVA RIBEIRO

**ECOLOGIA TRÓFICA DE ASSEMBLEIAS DE PEIXES DE
TRÊS RIBEIRÕES DA BACIA DO BAIXO RIO
PARANAPANEMA, PARANÁ, SOB INFLUÊNCIA DE
AGRICULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Mário Luís Orsi.
Coorientadora: Prof^a Dra. Ana Paula Vidotto
Magnon.

Londrina
2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R484e Ribeiro, Camila Roberta da Silva.

Ecologia trófica de assembleias de peixes de três ribeirões, da bacia do Baixo Rio Paranapanema, Paraná, sob influência de agricultura / Camila Roberta da Silva Ribeiro. - Londrina, 2016.

82 f.: il.

Orientador: Mário Luis Orsi.

Coorientador: Ana Paula Vidotto Magnoni.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Ictiologia - Paranapanema, Rio, Bacia (SP e PR) – Teses. 2. Peixe – Espécies - Paranapanema, Rio, Bacia (SP e PR) – Teses. 3. Peixe -Dieta – Teses. 4. Ecossistemas aquáticos - Conservação – Teses. I. Orsi, Mário Luis. II. Magnoni, Ana Paula Vidotto. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU 597(816.2)

CAMILA ROBERTA DA SILVA RIBEIRO

**ECOLOGIA TRÓFICA DE ASSEMBLEIAS DE PEIXES DE TRÊS
RIBEIRÕES DA BACIA DO BAIXO RIO PARANAPANEMA, PARANÁ,
SOB INFLUÊNCIA DE AGRICULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mário Luís Orsi
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Gustavo Monteiro Teixeira
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^a. Dra. Rosemara Fugi Nupélia
Universidade Estadual de Maringá-UEM

Prof. Dra. Ana Cláudia Swarça
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Fernando Camargo Jerep
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 05 de maio de 2017.



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS

DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Discente: Camila Roberta da Silva Ribeiro

Título: "Ecologia trófica de assembleias de peixes de três ribeirões da
bacia do baixo rio Paranapanema, Paraná".

Data da Defesa: 05 de maio de 2017 as 14:00 horas na sala CCB S/10, desta
Universidade.

Banca Examinadora

Parecer

Presidente:

Dr. Mário Luís Orsi

Aprovada

Titulares:

Dr. Gustavo Monteiro Teixeira

Aprovada

Dra. Rosemara Fugi

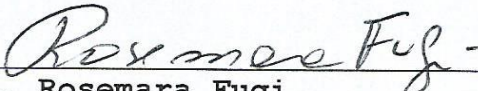
Aprovada

Parecer Final

Aprovada


Dr. Mário Luís Orsi


Dr. Gustavo Monteiro Teixeira


Dra. Rosemara Fugi

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por mais essa conquista em minha vida.

Aos meus pais e ao meu irmão, Lúcia, Roberto e Leonardo, por todo apoio, incentivo, educação e amor. Devo a eles mais essa conquista, afinal não teria chegado até aqui, se não fosse por eles. E à toda minha família, que mesmo à distância sempre torceu por mim.

Ao meu noivo Jonatã, por me dar sempre os melhores conselhos, aguentar meus dias de mau-humor, me dar forças nos momentos difíceis e trazer muita alegria em minha vida em todos esses anos, e a sua família, que é minha segunda família também, por todo o apoio e incentivo.

À minha prima irmã Priscila Donadeli, que esteve sempre me apoiando, me dando conselhos, ouvindo meus desabafos e me alegrando à distância.

Às minhas amigas de faculdade Fernanda Castanho, Jéssica Medeiros, Tarsila Checco, Bianca Penteado e Jéssica Costa, por todos estes anos de amizade e companheirismo.

Ao meu orientador Dr. Mário Luís Orsi, por abrir as portas do LEPIB para mim, pela paciência, amizade, exemplo de profissionalismo e por todo ensinamento concedido nestes dois anos.

À minha coorientadora Dra. Ana Paula Vidotto-Magnoni, pela sua coorientação, por todo ensinamento, ajuda na identificação dos itens alimentares, ajuda na organização da dissertação, pela paciência, parceria, amizade, e por tudo que me ensinou nestes dois anos.

Aos meus amigos do LEPIB, Armando Casimiro, Marcelo Hideki, Diego Garcia, Alexandro Costa, Daiana Miranda e Gean Leme por todo aprendizado, risadas e companheirismo. À Mariana Pine por me apresentar o grupo Aurora, pela amizade e aprendizado. À Marina Welter, pela amizade e auxílio nas análises de Dieta. À Ana Carolina Vizintim, pela amizade e auxílio na formatação de textos e confecção de mapas. Ao novo integrante Alan Deivid pela ajuda na interpretação de análises.

À Bruna Scapin pela amizade. À Patrícia Nakayama pela amizade e por sempre ter me auxiliado, principalmente com as análises estatísticas.

Ao Felipe Pontieri, por me ensinar a utilizar o software Pajek.

A todos que participaram das coletas do Projeto Atalla, Prof. Dr. Mário Luís Orsi, Ana Claudia Marioto, Marcelo Hideki, Felipe Casasanta, Alexandro Costa, Diego Garcia, Gean Leme e Alexander Claro e principalmente aos técnicos Edson Santana e Aparecido de Souza, sem eles o meu trabalho não seria possível.

À Professora Ana Cláudia Swarça, por disponibilizar de seu tempo para participar da minha banca de qualificação, ao Professor Gustavo Teixeira, por estar acompanhando meu trabalho desde o início e participar da minha banca de qualificação e defesa, e à Professora Rosemara Fugi, por disponibilizar de seu tempo, e se deslocar até Londrina para participar da minha banca de defesa.

À CAPES pela bolsa concedida, à Universidade Estadual de Londrina pela infraestrutura, e pela oportunidade de realizar esta Pós-Graduação.

E a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram com essa conquista, o meu MUITO OBRIGADA.

“Você pode dizer que sou um sonhador

Mas eu não sou o único

Eu espero que algum dia você junte-se a nós

E o mundo viverá como um só”

John Lennon

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1 - Estrutura trófica de Assembleias de peixes de três ribeirões da Bacia do Baixo Rio Paranapanema, Paraná, sob influência de agricultura

Figura 1. Área de estudo.....	24
Figura 2. Ribeirão Capim.....	25
Figura 3. Ribeirão Tenente.....	25
Figura 4. Ribeirão Centenário.	26
Figura 5. Classificação do uso do solo dos pontos coletados nas Bacias dos ribeirões Capim, Tenente e Centenário.	27
Figura 6. Percentual de uso do solo dos ribeirões Capim, Tenente e Centenário.....	28
Figura 7. Abundância de indivíduos por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Capim Baixo rio Paranapanema, PR.....	35
Figura 8. Número de espécies por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Capim, Baixo rio Paranapanema, PR.	35
Figura 9. Abundância de indivíduos por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Tenente, Baixo rio Paranapanema, PR.	37
Figura 10. Número de espécies por grupo trófico da porção Alta, Média, e Baixa do ribeirão Tenente, Baixo rio Paranapanema, PR.....	37
Figura 11. Abundância de indivíduos por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Centenário, Baixo rio Paranapanema, PR.	39
Figura 12. Número de espécies por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Centenário, Baixo rio Paranapanema, PR.....	39

Capítulo 2 - Redes de interações tróficas de peixes de três ribeirões afluentes do rio Paranapanema, Alto rio Paraná, PR

Figura 1. Área de estudo.....	59
Figura 2. Rede de interações tróficas da porção Alta do Ribeirão Capim.	62
Figura 3. Rede de interações tróficas da porção Média do Ribeirão Capim..	62
Figura 4. Rede de interações tróficas da porção Baixa do Ribeirão Capim..	63
Figura 5. Rede de interações tróficas da porção Alta do Ribeirão Tenente..	64
Figura 6. Rede de interações tróficas da porção Média do Ribeirão Tenente.....	65
Figura 7. Rede de interações tróficas da porção Baixa do Ribeirão Tenente.	65
Figura 8. Rede de interações tróficas da porção Alta do Ribeirão Centenário.....	67

Figura 9. Rede de interações tróficas da porção Média do Ribeirão Centenário.....67

Figura 10. Rede de interações tróficas da porção Baixa do Ribeirão Centenário.. .68

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 - Estrutura trófica de Assembleias de peixes de três ribeirões da Bacia do Baixo Rio Paranapanema, Paraná, sob influência de agricultura

Tabela 1. Caracterização dos trechos Alto, Médio e Baixo dos ribeirões Capim, Tenente e Centenário, Bacia do Baixo Paranapanema, Paraná.....	24
Tabela 2. Abundância e categoria trófica das espécies analisadas por trecho em cada ribeirão (Capim, Tenente e Centenário).....	32
Tabela 3. Teste de Kruskal Wallis sobre as categorias alimentares do ribeirão Capim.	40
Tabela 4. Teste de Kruskal Wallis sobre as categorias alimentares e do ribeirão Tenente.....	39
Tabela 5. Teste de Kruskal Wallis sobre as categorias alimentares e do ribeirão Centenário.....	41

Capítulo 2 - Redes de interações tróficas de peixes de três ribeirões afluentes do rio Paranapanema, Alto rio Paraná, PR

Tabela 1. Parâmetros das redes de interação trófica do ribeirão Capim, Baixo rio Paranapanema, PR.....	61
Tabela 2. Parâmetros das redes de interação trófica do ribeirão Tenente, Baixo rio Paranapanema, PR.....	63
Tabela 3. Parâmetros das redes de interação trófica do ribeirão Centenário, Baixo rio Paranapanema, PR.....	66

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	16
Capítulo 1 - Estrutura trófica de assembleias de peixes de três ribeirões da Bacia do Baixo Rio Paranapanema, Paraná, sob influência de agricultura.....	19
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. OBJETIVO	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
Área de estudo	23
Uso do Solo.....	26
Amostragem.....	29
Análise de dados.....	29
5. RESULTADOS	32
Estrutura trófica	32
Análise Estatística	40
6. DISCUSSÃO.....	42
7. CONCLUSÃO	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
Capítulo 2 - Redes de interações tróficas de peixes de três ribeirões afluentes do rio Paranapanema, Alto rio Paraná, PR.....	54
1. INTRODUÇÃO.....	57
2. OBJETIVO	58
3. MATERIAL E MÉTODOS	58
3.1. Área de estudo	58
3.2. Metodologia.....	59
3.3 Análise de dados.....	60
4. RESULTADOS	61
4.1.Redes de interações tróficas	61
5. DISCUSSÃO.....	68
6. CONCLUSÃO	71
7. REFERÊNCIAS	72

RESUMO

Os peixes constituem o grupo mais diversificado dentre os vertebrados e a região neotropical apresenta uma enorme biodiversidade que lhes fornece uma ampla variedade de recursos alimentares disponíveis, no entanto, em ambientes degradados os recursos alimentares, como vegetais, insetos terrestres, frutos e sementes se tornam limitados pela retirada das fontes alóctones de alimento. Assim, estudar a dieta da ictiofauna tem grande importância, pois através deste estudo obtém-se conhecimento sobre o comportamento das espécies diante de variações ambientais antrópicas e a disponibilidade de alimento presente no ambiente. Neste contexto, este trabalho objetivou caracterizar a estrutura trófica das assembleias de peixes de três trechos dos ribeirões Capim, Tenente e Centenário, afluentes diretos do rio Paranapanema, Alto rio Paraná. Foram realizadas quatro coletas sazonais, entre agosto de 2012 e setembro de 2013. Para amostragem dos peixes foram utilizadas redes de arrasto, peneiras e tarrafas e conjuntamente coletados e analisados dados abióticos. Os métodos utilizados para as análises de dieta foram frequência de ocorrência (Fo), método volumétrico (Fv), combinadas ao Índice alimentar (IAi). Foram analisados 1441 indivíduos, pertencentes a 28 espécies. Para investigar possíveis diferenças dos itens alimentares entre os trechos, foram realizados teste de Kruskal-Wallis para cada ribeirão. Foi detectado diferenças significativas para a categoria Alga entre os três trechos do ribeirão Capim, e entre os trechos do ribeirão Centenário foi encontrada diferença significativa para a categoria vegetal. Por meio deste estudo foi possível observar que houve uma redução de itens alimentares alóctones, evidenciado por apenas dois grupos tróficos predominantes, insetívoros aquáticos e detritívoros. Constatou-se também que o ponto Alto do ribeirão Capim, sofreu uma homogeneização, enquanto que os trechos do ribeirão Tenente, por ainda apresentarem insetos aquáticos indicadores de boa qualidade ambiental, podem estar menos impactados que os demais trechos. E por fim conclui-se que houve uma simplificação na composição trófica da ictiofauna, possivelmente resultante da supressão de vegetação marginal ocasionada pela agricultura presente há muitas décadas na região.

Palavras-chave: Baixo Rio Paranapanema; Dieta natural de peixes; ictiofauna; Redes de Interações tróficas.

ABSTRACT

Fish constitute the most diverse group among vertebrates, and the neotropical region has an enormous biodiversity that provides them with a wide variety of available food resources. However, in degraded environments, food resources, such as vegetables, terrestrial insects, fruit and seeds become limited by the withdrawal of allochthon sources. Thus, studying the diet of ichthyofauna is of great importance, as through such study knowledge is gained on the behavior of species in face of variations in environmental conditions and availability of food present in the environment. Therefore, this work aimed at characterizing the trophic structure of the fish assemblages of three stretches of streams: Capim, Tenente and Centenário, tributaries of the Paranapanema River, Upper Paraná River. In this context, this work aimed to characterize the trophic structure of fish assemblages from three stretches of the Capim, Tenente and Centenário streams, direct tributaries of the Paranapanema River, Upper Paraná River. Four seasonal collections were carried out between August 2012 and September 2013. For fish sampling, trawls, sieves and cast nets were used, and abiotic data were collected and analyzed. The methods used for the analysis of diet were frequency of occurrence (Fo), volumetric method (Fv), combined with food index (IAi). A total of 1441 individuals belonging to 28 species were analyzed. To investigate possible differences in food items among the stretches, a Kruskal-Wallis test was performed for each stream. Significant differences were detected for the Alga category among the three stretches of the Capim stream, and among the stretches of the Centenário stream a significant difference was found for the vegetal category. Through this study, it was possible to observe that there was a reduction of allochthonous food items, which was evident by the presence of only two predominant trophic groups, aquatic insectivores and detritivores. It was also observed that the Upper Capim stream has undergone a homogenization, whereas the stretches of the Tenente stream, as they still present aquatic insects, which are indicators of good environmental quality, may be less impacted than the other stretches. Finally, it is concluded that there has been a simplification of the trophic composition of the ichthyofauna, possibly resulting from the suppression of marginal vegetation caused by agriculture present in the region for many decades.

Keywords: Low Paranapanema River; Natural fish diet; Ichthyofauna Trophic Interaction Networks; Fishes; Food web

INTRODUÇÃO GERAL

Atividades antrópicas estão comumente associadas com alterações no ambiente aquático, e cursos de águas menores são mais sensíveis à ação humana, devido as pequenas dimensões que apresentam, quando comparadas aos sistemas aquáticos maiores (LUIZ et al.; 1998; JULIÃO, 2016). As principais alterações são devido a mudanças no uso do solo, construções de estradas, mineração (ROA-FUENTES; CASATTI, 2017), introdução de espécies não nativas (SEEBENS et al., 2017), e poluição, pelos processos de urbanização, pecuária e agricultura (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006; AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; CARVALHO et al., 2015; ROA-FUENTES; CASATTI, 2017; PELICICE et al., 2017).

A ictiofauna tem sido grandemente impactada por atividades antrópicas (BLEICH; SILVA; ROSSETE, 2009; ROA-FUENTES; CASATTI, 2017; PELICICE et al., 2017), sendo estas atividades, responsáveis por alterações nas cadeias tróficas (OLIVEIRA; BENNEMANN, 2005; TOFOLI et al., 2013; FERREIRA et al., 2012; TRINDADE et al., 2013; NIMET et al., 2015; SANTOS; FERREIRA; ESTEVES, 2015) e desaparecimento de espécies de peixes mais sensíveis (GALVES; SHIBATTA; JEREP, 2009).

Este estudo está inserido em um projeto denominado Projeto Atalla, que tinha como objetivo realizar um inventário das espécies de peixes dos três ribeirões, fornecendo subsídios ao desenvolvimento de futuros programas de ações ambientais contínuas que visassem à conservação da biodiversidade e recuperação de áreas importantes à biota aquática, em uma área com predomínio de agricultura, há mais de 40 anos.

A expansão da agricultura em ambientes tropicais tem sido realizada a custo da degradação dos recursos naturais (CASATTI et al., 2015), e impactos em ecossistemas terrestres e aquáticos estão se tornando cada vez mais intensos (LAURANCE; SAYER; CASSMAN, 2013). A agricultura pode causar a contaminação de sistemas aquáticos, devido a utilização demasiada de insumos agrícolas, ocasionando a perda de qualidade da água e do solo (VALE et al., 2015; CARVALHO et al., 2015).

A conversão de vegetação para agricultura, é outro impacto que compromete as principais características do ecossistema aquático, como a composição e estrutura das comunidades, ciclo da água, e fluxo energético (ROTH; ALLAN; ERICKSON,

1996; JOHNSON; REJMANKOVA, 2005), além de erosão e assoreamento do ambiente aquático (ARIAS et al., 2007; RIVA et al., 2017).

A presença de vegetação marginal evita a eutrofização e impede a lixiviação que afeta diretamente os rios (FERREIRA; DIAS, 2004; COELHO; BUFFON; GUERRA, 2011; DAVIS et al., 2016). É fundamental para a proteção da ictiofauna, especialmente para a manutenção de mananciais e de toda a biodiversidade (BAHIA, 2007; CETRA; SARMENTO-SOARES; MARTINS-PINHEIRO, 2010; TIBÚRCIO et al., 2016), além de ser uma importante barreira contra agrotóxicos e outros resíduos (STUTTER; CHARDON; KRONVANG, 2012; ALEXANDRE; ESTEVES; MELLO, 2010; CARVALHO et al., 2015).

A baixa ocorrência de vegetação marginal ocasiona o aumento na taxa de sedimentação, maior insolação nos corpos de água (CASATTI et al., 2012; DAVIS et al., 2016), baixa variabilidade de meso-habitat, havendo predominância de gramíneas nessas áreas (TERESA; CASATTI, 2010), que resulta em homogeneização do ambiente e da ictiofauna (CASATTI; FERREIRA; CARVALHO, 2009), conseqüentemente uma redução da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos (CASATTI et al., 2012).

Associado a redução de vegetação das margens ocorre uma diminuição de recursos alimentares alóctones, como frutos, sementes, e invertebrados terrestres, importantes componentes na alimentação da ictiofauna (LOWE-McCONNELL, 1999, ARAÚJO; PINHEIRO, 2009; BRETT et al., 2017), especialmente para peixes de cursos de água de pequeno porte (ARAÚJO-LIMA; AGOSTINHO; FABRÉ, 1995).

Os peixes são considerados importantes indicadores de poluição ambiental (KARR, 1981; ILIOPOULOU-GEORGUDAKI et al., 2003; FIERRO et al., 2017), pois influenciam na ciclagem e transporte de nutrientes (ESTEVES; ARANHA, 1999; WINEMILLER; AGOSTINHO; CARAMASCHI, 2008; SMALL et al., 2011) e podem ser utilizados para avaliar distúrbios ambientais em muitas escalas devido à mobilidade, estilo de vida que apresentam e por estarem próximo ao topo na cadeia alimentar aquática (FREITAS; SIQUEIRA-SOUZA, 2009).

Peixes neotropicais apresentam uma grande plasticidade trófica (ABELHA et al., 2001), e à medida que o ambiente é alterado suas dietas também são modificadas, pois a ictiofauna altera a sua dieta de acordo com a disponibilidade de alimento presente no ambiente (GERKING, 1994; ZATTI et al., 2012). Sendo esta avaliação, de como os peixes respondem às mudanças na disponibilidade de recursos

alimentares, importante para observar os efeitos de alterações antrópicas nas comunidades aquáticas (CARVALHO et al., 2015).

Alterações na ecologia alimentar e nas táticas alimentares podem estar relacionadas às condições ambientais, ocasionadas tanto por fenômenos naturais como por atividades antrópicas (FERREIRA et al., 2012), sendo assim o conhecimento dos recursos alimentares explorados no ambiente se torna importante pois fornece conhecimento a respeito da dinâmica populacional dos peixes e a relação com componentes bióticos e abióticos (LOPES et al., 2016).

O estudo de ecologia trófica permite a compreensão sobre os fatores que determinam o padrão de alimentação da ictiofauna (OLIVEIRA et al., 2016), fornece conhecimento a respeito do papel ecológico das espécies de peixes gerando subsídios para a conservação do ecossistema aquático (ZATTI et al., 2012).

Através da ecologia trófica é possível conhecer a respeito da estrutura trófica da ictiofauna e o grau de importância dos diversos grupos tróficos (HAHN et al., 2002; OLIVEIRA; BENNEMANN, 2005). Além de se obter conhecimento sobre a biologia das espécies e de suas diversas interações (ESTEVES; ARANHA, 1999; ABILHOA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2016), bem como a abundância relativa de grupos dominantes (UIEDA; IWAI; BURGOS, 2014).

Tendo em vista, a importância que a vegetação marginal apresenta para os ambientes aquáticos e sua sensibilidade frente aos impactos antrópicos, avaliar a maneira como a ictiofauna explora os recursos pode ser uma importante ferramenta para compreender a respeito dos recursos alimentares disponíveis e as variações nas condições ambientais proveniente de interferências antrópicas (SILVA; FERREIRA; DE DEUS, 2008; SCHNEIDER et al., 2011; LOPES et al., 2016).

CAPÍTULO 1

ESTRUTURA TRÓFICA DE TRÊS RIBEIRÕES DA BACIA DO BAIXO RIO PARANAPANEMA, PARANÁ, SOB INFLUÊNCIA DE AGRICULTURA

Capítulo 1

Estrutura trófica de assembleias de peixes de três ribeirões da bacia do Baixo rio Paranapanema, Paraná, sob influência de agricultura

RESUMO

O ambiente aquático vem sofrendo grandes interferências antrópicas ocasionando simplificação do habitat e alterações nas estruturas tróficas, conseqüentemente uma redução da biodiversidade. O objetivo deste estudo foi caracterizar a estrutura trófica da ictiofauna de três trechos de três ribeirões da bacia do baixo rio Paranapanema (Ribeirões Capim, Tenente e Centenário). A área de estudo compreende a região dos municípios de Porecatu e Centenário do Sul- PR, uma região afetada há mais de 40 anos pela cultura de cana-de-açúcar. Para amostragem dos peixes foram utilizadas redes de arrasto, peneiras e tarrafas e conjuntamente coletados e analisados dados abióticos. Os métodos utilizados para as análises de dieta foram o de frequência de ocorrência (Fo), método volumétrico (Fv), combinadas ao Índice alimentar (IAi). As espécies foram agregadas em oito grupos tróficos: insetívoro aquático, insetívoro terrestre, algívoro, herbívoro, piscívoro, invertívoro, detritívoro e onívoro. Para investigar possíveis diferenças dos itens alimentares entre os trechos, foram realizados teste de Kruscal-Wallis para cada ribeirão, diferenças significativas foram detectadas para a categoria Alga entre os três trechos do ribeirão Capim, e entre os trechos do ribeirão Centenário foi encontrada diferença significativa para a categoria vegetal. As espécies foram agregadas em oito grupos tróficos: insetívoro aquático, insetívoro terrestre, algívoro, herbívoro, piscívoro, invertívoro, detritívoro e onívoro, sendo insetívoros aquáticos e detritívoros, os grupos tróficos predominantes. A realização desse estudo possibilitou observar que devido à presença de agricultura intensa ao redor das bacias, houve uma supressão na vegetação ripária, ocasionando uma simplificação na composição da dieta, ou seja, uma redução de itens alimentares alóctones.

Palavras-chave: ictiofauna, grupos tróficos, bacia do alto rio Paraná, dieta de peixes, agricultura

Chapter 1

Trophic structure of fish assemblages from three streams basins of the Lower Paranapanema River, Paraná, under the influence of agriculture

ABSTRACT

The aquatic environment has undergone great anthropic interference, causing habitat simplification and changes in trophic structures, consequently a reduction of biodiversity. The objective of this study was to characterize the trophic structure of the ichthyofauna of three stretches of three streams of the lower Paranapanema basin (Capim, Tenente and Centenário). The study area comprises the region of the municipalities of Porecatu and Centenário do Sul-PR, a region affected for more than 40 years by sugarcane cultivation. Four seasonal collections were carried out between August 2012 and September 2013. For fish sampling, trawls, sieves and cast nets were used, and abiotic data were collected and analyzed. The methods used for the analysis of diet were frequency of occurrence (Fo), volumetric method (Fv), combined with food index (IAi). The species were aggregated into eight trophic groups: aquatic insectivore, terrestrial insectivore, algívoro, herbivore, piscivorous, invertivore, detritivorous and omnivore. To investigate possible differences in food items between the stretches, a Kruscal-Wallis test was performed for each stream, significant differences were detected for the Alga category between the three stretches of the Capim creek, and between the stretches of the Centennial creek there was a significant difference the vegetable category. The species were aggregated into eight trophic groups: aquatic insectivorous, terrestrial insectivore, algívoro, herbivorous, piscivorous, invertivorous, detritivorous, omnivorous. The aquatic insectivorous and detritivorous trophic groups were predominant in most of the stretches. It possible to observe that due to the presence of intense agriculture around the basins, there was a suppression in the riparian vegetation, causing a simplification in the composition of the diet, that is, a reduction of allochthonous food items.

Keywords: ichthyofauna, trophic groups, upper Paraná river basin, diet of fish, agriculture

1. INTRODUÇÃO

O ser humano vem modificando o ambiente há muitas décadas, dentre estas modificações está a utilização do solo para a agricultura, que causa grandes alterações no ambiente, principalmente devido a retirada de vegetação (CASATTI et al., 2015; LOBÓN-CERVIÁ; MAZZONI; REZENDE, 2016; ROA-FUENTES; CASATTI, 2017), pois o meio terrestre exerce grande influência sobre o ecossistema aquático (CASATTI et al., 2012; CROSS et al., 2013; ZANINI et al., 2017).

A remoção de vegetação ripária causa profundos impactos em rios e riachos principalmente para a ictiofauna (CASATTI et al., 2012; TERESA; CASATTI 2012; DALA-CORTE; BECKER; MELO, 2016), como alterações na composição das comunidades (TIBÚRCIO et al., 2016; CARVALHO et al., 2017) e na disponibilidade de recursos alimentares (ZATTI et al., 2012; JULIÃO, 2016; LOBÓN- CERVIÁ; MAZZONI; REZENDE, 2016; CARVALHO et al., 2017), que ocasionam a simplificação do habitat e conseqüentemente à perda de função do ecossistema (CENEVIVA-BASTOS; CASATTI; MANZOTTI, 2012).

Em corpos de água preservados ou pouco perturbados, há maior predomínio de recursos alimentares alóctones, como frutos, sementes, e invertebrados terrestres (ARAÚJO; PINHEIRO, 2009; CARVALHO; UIEDA, 2010; SCHEIDER et al., 2011; FERREIRA et al., 2012), devido à baixa produção primária que ocorre em virtude da limitação de luz proveniente da vegetação ripária (VANNOTE et al., 1980), há também heterogeneidade, devido ao fornecimento de insumos alóctones (como troncos, ramos e folhas), que criam vários tipos de microhabitats para muitas espécies de peixes (FERREIRA et al., 2015).

Em cursos de água onde há ausência de vegetação marginal, há uma menor variabilidade de recursos alimentares, havendo uma redução de insetos terrestres e um aumento na quantidade de algas, macrófitas e detritos (TRINDADE et al., 2013; LOBÓN- CERVIÁ; MAZZONI; REZENDE, 2016). Sendo assim, a composição da dieta dos peixes pode se alterar de acordo com as propriedades de cada ambiente, bem como a disponibilidade de alimentos (SCHNEIDER, et al., 2011).

Desta maneira a ictiofauna tem sido muito utilizada para avaliações ambientais (KARR, 1981; COUTO; AQUINO, 2011) e a análise de dieta de peixes é uma ferramenta importante que possibilita a compreensão das relações entre a ictiofauna

e os demais componentes do ecossistema aquático, auxiliando na compreensão do papel ecológico dos peixes e provendo informações que auxiliarão para a conservação destes ambientes (ZATTI et al., 2012; TOFOLI et al., 2013; TRINDADE et al., 2013; NIMET et al., 2015; SANTOS; FERREIRA; ESTEVES, 2015; OLIVEIRA et al., 2016).

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi caracterizar a estrutura trófica da ictiofauna de três ribeirões da bacia do baixo rio Paranapanema (Capim, Tenente e Centenário), Paraná, Brasil, em uma área envolta por agricultura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em três ribeirões na região dos Municípios de Porecatu e Centenário do Sul, denominados ribeirão Capim, Tenente e Centenário, localizados no Estado do Paraná. Para melhor compreensão das características das bacias e seus gradientes ambientais os ribeirões foram subdivididos em três pontos, alto, médio e baixo. São afluentes diretos da porção baixa do rio Paranapanema, as subdivisões dos ribeirões foram denominadas: porção Alta (nascente) (CA1, TE1, CE1), Média (CA2, TE2, CE2) e Baixa (fóz) (CA3, TE3, CE3) (Figura 1).

Coordenadas geográficas: ribeirão Capim – porção Baixa (CA3) 22° 58' 58.0" S e 51° 27' 36.2" W, porção Média (CA2) 22° 48' 45.8" S e 51° 23' 00.6" W, porção alta (CA1) 22° 42' 23.6" S e 51° 26' 42.6" W; ribeirão Tenente – porção Baixa (TE3) 22° 53' 22.9" S e 51° 28' 57.2" W, porção Média (TE2) 22° 47' 11.2" S e 51° 29' 14.6" W, porção Alta (TE1) 22° 43' 00.2" S e 51° 30' 36.0" W; ribeirão Centenário – porção Baixa (CE3) 22° 43' 00.2" S e 51° 33' 46.5" W, porção Média (CE2) 22° 53' 31.4" e 51° 33' 46.5" W, porção Alta (CE1) 22° 55' 11.6" e 51° 34' 46.8" W.

A vegetação da região é composta por Floresta Estacional Semidecidual, e o clima segundo a classificação de Köppen, é subtropical, do tipo Cfa, (BUENO, 2008), apresentando verões quentes, geadas pouco frequentes, com chuvas nos meses de verão e sem estação seca definida (IAPAR, 2015). Esta região apresenta agricultura intensiva, áreas de pastagens, campos naturais ao leste e oeste, pequenas áreas

florestadas (SEMA, 2010), com predominante monocultura canieira, presente há mais de 40 anos ao redor da região (PORECATU, 2015).

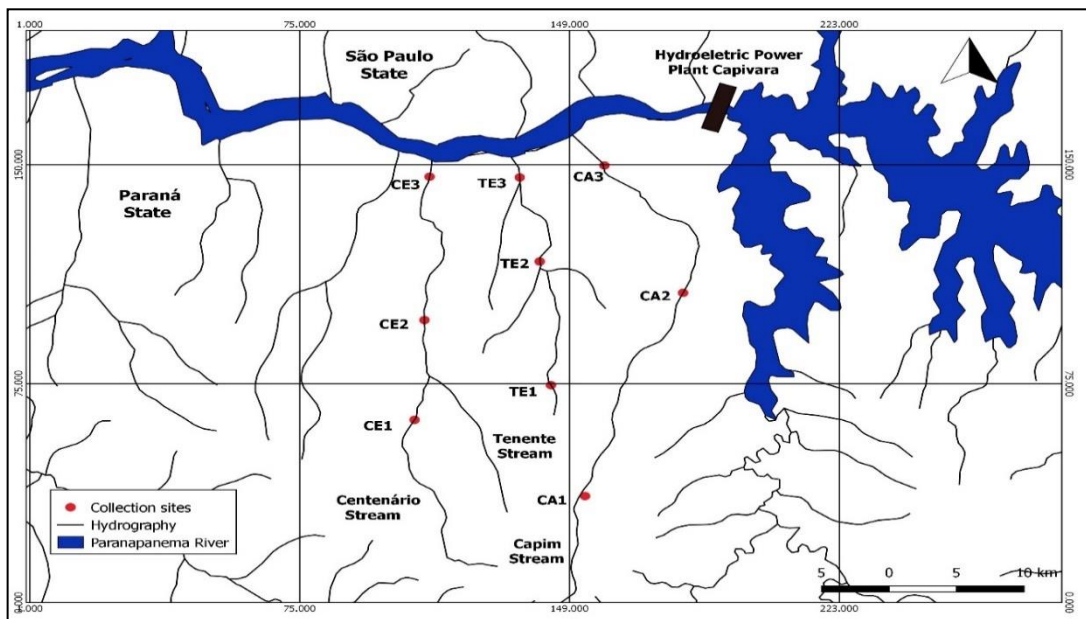


Figura 1 - Área de estudo. Porção Alta (CE1), Porção Média (CE2) e Porção Baixa (CE3) Ribeirão Centenário. Porção Alta (TE1), Porção Média (TE2) e Porção Baixa (TE3) Ribeirão Tenente. Porção Alta (CA1), Porção Média (CA2) e Porção Baixa (CA3) Ribeirão Capim.

Descrição dos pontos

Tabela 1. Caracterização dos trechos Alto, Médio e Baixo dos rios Capim, Tenente e Centenário, Bacia do Baixo Paranapanema, Paraná. Fonte: VIDOTTO-MAGNONI et al. (2015).

Ribeirão	Trecho	Largura (m)	Profundidade (m)	Velocidade da água (m/s)	Substrato predominante	Vegetação Ripária	Entorno
CA	CA1	4.15 - 6.30	0.5-1.40	0.13 - 0.85	Substrato Fino	Ausente	Agricultura
	CA2	3.80 - 19.0	0.45-2.50	0.13 - 0.91	Substrato Fino	Ausente	Agricultura
	CA3	3.35 - 25.0	0.4 - 0.90	0.18 - 0.94	Substrato Fino	Ausente	Agricultura
TE	TE1	2.47 - 3.60	0.44 0 0.80	0.11 - 0.86	Substrato Fino	Ausente	Agricultura
	TE2	9.50 - 17.50	0.25 - 1.10	0.18 - 0.41	Cascalho	Presente	Vegetação
	TE3	9.80 - 16.0	0.7 - 1.25	0.19 - 0.53	Substrato Fino	Ausente	Agricultura
CE	CE1	2.75 - 7.76	0.40 - 1.0	0.08 - 0.30	Substrato Fino	Ausente	Agricultura
	CE2	7.4 - 12.0	0.48 - 0.75	0.10 - 0.23	Substrato Fino	Ausente	Agricultura
	CE3	4.5 - 9.0	0.80 - 1.20	0.19 - 0.59	Substrato Fino	Ausente	Agricultura

Ribeirão Capim



Figura 2. Ribeirão Capim. A - Porção Alta; B - Porção Média e C - Porção Baixa. Fonte: LEPIB porção Baixa

Ribeirão Tenente



Figura 3. Ribeirão Tenente. A - Porção Alta; B - Porção Média e C - Porção Baixa. Fonte: LEPIB

Ribeirão Centenário



Figura 4. Ribeirão Centenário. A - Porção Alta; B - Porção Média e C - Porção Baixa. Fonte: LEPIB

Uso do Solo

As informações do uso do solo na área de estudo, foram obtidas por meio de imagens obtidas do satélite Resourcesat 2, sensor LISS III (Linear Imaging Self Scanner) com passagem na data 12/08/12, órbita/ponto 326/094 disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Por meio do software ArcGIS 10.3 (ESRI©) (Versão Acadêmica), foi realizada a classificação da Imagem utilizando os métodos não supervisionados. O solo da bacia foi delimitado em 3 classes: Agricultura, Mata e Solo Exposto. Delimitou-se uma área de 2 km a partir dos pontos de coleta, para uma melhor compreensão do uso do solo em cada porção das bacias.

As três bacias juntas apresentam uma área total de 85.318 hectares. A agricultura é predominante na região, seguido por solo exposto (proveniente da agricultura) e mata compondo uma pequena parte (Figura 5).

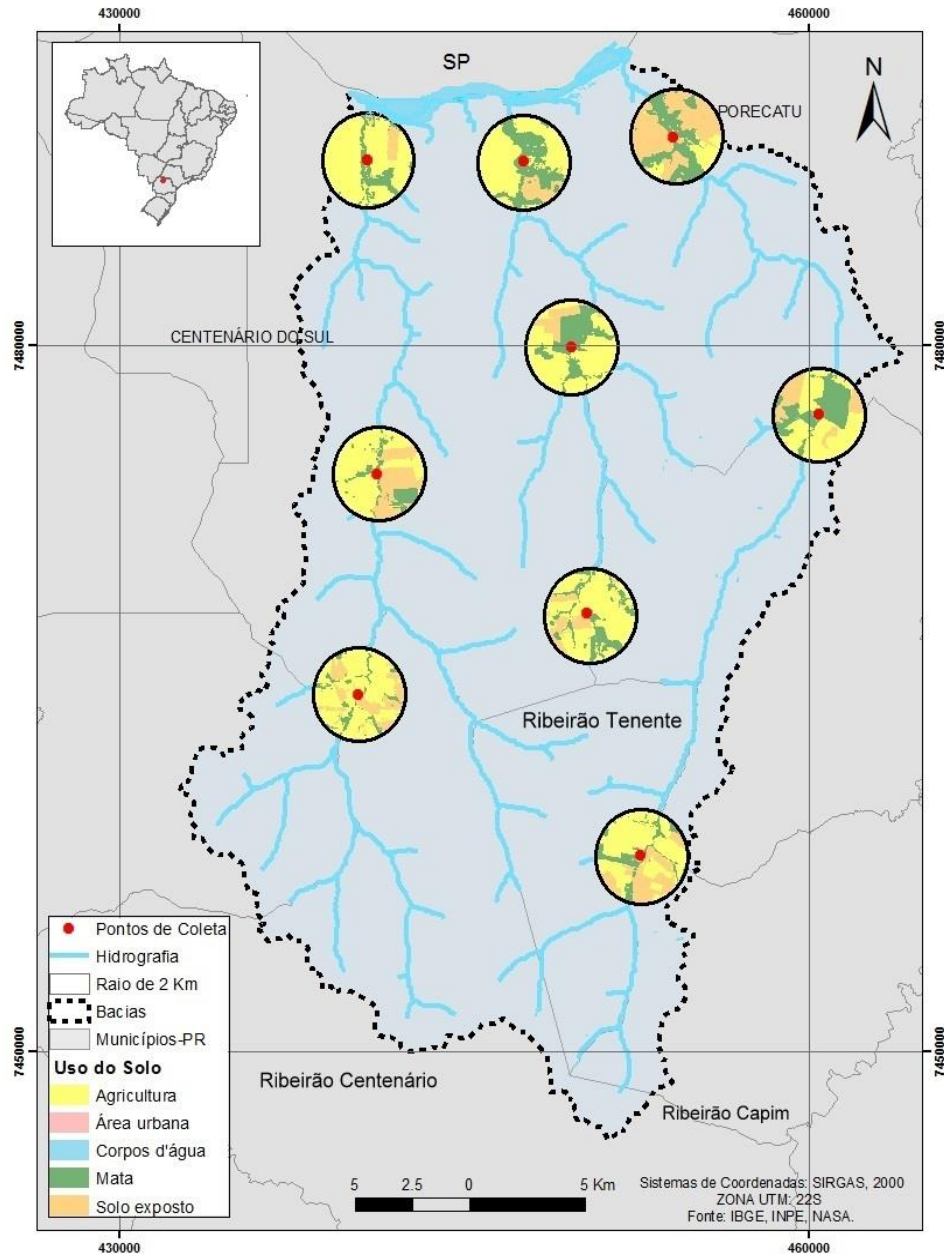


Figura 5. Classificação do uso do solo dos pontos coletados nas Bacias dos ribeirões Capim, Tenente e Centenário. Fonte: O Autor.

O ponto Alto do ribeirão Capim apresenta um elevado percentual de Agricultura (58.6%), seguido de 26.9% de Solo exposto e apenas 14.5% de Mata. O trecho Médio apresenta o dobro da área de Mata em comparação com o ponto Alto (30,0), e apresenta um percentual menor de Agricultura (52%) e de Solo Exposto (18%). O trecho Baixo apresenta o menor percentual de Agricultura dentre os três pontos (13.6%), e a maior área de Mata (31,1%) e Solo Exposto (55,3%) dentre os três trechos (Figura 6).

O trecho Alto do ribeirão Tenente mostra-se com um percentual de 66.2% de agricultura, seguido de 20.5% de Mata e 13.3% de Solo Exposto, já o trecho Médio localizado dentro da Unidade de Conservação, Parque Estadual de Ibicatu, área considerada um pouco mais preservada que as demais, apresenta 27,9% de Mata, 61.3% de Agricultura e 10.9% de Solo Exposto, enquanto que o trecho Baixo está inserido em uma área com um percentual um pouco maior de Mata, 31.0%, e menor de Agricultura (58.5%) e Solo Exposto (10.5%) (Figura 6).

O trecho Alto do ribeirão Centenário está inserido em uma área com um elevado percentual de agricultura (78.0%), o mais elevado dentre os três pontos, e dentre os três ribeirões, seguido por 15.6% de Mata e 6.0% de Solo Exposto. O trecho Médio é composto por um percentual de 60.2% de Agricultura, 12.5% de Mata e 27.5% de Solo Exposto. O trecho Baixo apresenta o maior percentual de Solo Exposto (68.5%), seguido por 22.2% de Agricultura, e o menor percentual de Mata dentre os pontos e os ribeirões, apenas 9.5% (Figura 6).

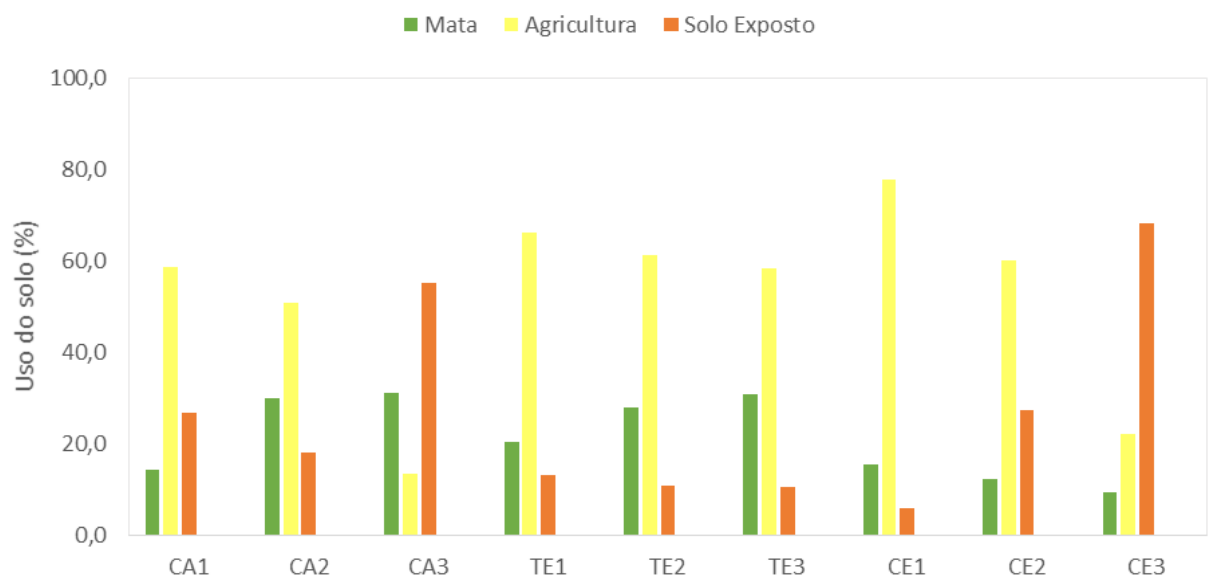


Figura 6. Percentual de uso do solo dos ribeirões Capim, Tenente e Centenário. CA1 - Alto Capim, CA2 - Médio Capim, CA3 - Baixo Capim, TE1 - Alto Tenente, TE2 - Médio Tenente, TE3 - Baixo Tenente, CE1 - Centenário Alto, CE2 - Centenário Médio, CE3 - Centenário Baixo.

Amostragem

Foram realizadas quatro coletas sazonais, entre agosto de 2012 e setembro de 2013. A pesca experimental foi padronizada nos três pontos de coleta em cada ribeirão, utilizando redes de arrasto, peneiras (malha de 2 mm) e tarrafas (malha de 2 cm), com aproximadamente 2 horas de esforço de captura.

Os espécimes coletados foram anestesiados e eutanasiados por superexposição a óleo de cravo (Eugenol) e fixados em solução de formalina 10% tamponada com carbonato de cálcio, identificados e avaliados em laboratório. O material testemunho encontra-se depositado na coleção zoológica do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL). Os peixes capturados foram medidos (comprimento total e padrão, em centímetros), pesados (biomassa total, em gramas). Após incisão ventral os estômagos foram retirados e transferidos para frascos contendo formol 10%, e posteriormente transferidos para álcool 70% até o momento das análises.

Para todos os pontos de cada ribeirão foram obtidos valores dos seguintes fatores abióticos: temperatura (C°), oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), saturação de oxigênio (%), pH, condutividade elétrica (µS.cm⁻¹), por meio de um aparelho multiparâmetro de dados limnológicos e turbidez (UTN) por meio de um turbidímetro.

Análise de dados

Análise de dieta

As análises foram realizadas com as espécies que apresentaram pelo menos cinco indivíduos em cada ponto por ribeirão. Os itens alimentares, foram identificados com o auxílio de um microscópio estereoscópico e manuais de identificação de organismos aquáticos e terrestres, de acordo com Lehmkuhl (1979), Merritt; Cummins; Berg (1996), Costa; Ide; Simonka (2006) e Mugnai; Nessimian; Baptista (2010), até o menor grupo taxonômico possível, e organizados por grupos tróficos. Os itens tiveram o volume determinado através da compressão do material com uma lâmina de vidro em uma placa milimetrada com altura conhecida (1,0 mm), sendo o resultado convertido em mililitros (1,0 mm³ = 0,001 ml), de acordo com Hellawel; Abel (1971). Posteriormente os itens foram agrupados em recursos alimentares: insetos aquáticos,

insetos terrestres, outros invertebrados aquáticos e terrestres, algas, vegetais, peixes e detrito.

Os métodos utilizados para as análises foram: frequência de ocorrência (F_o), que corresponde à frequência percentual do número de estômagos onde ocorre determinado item alimentar em relação ao número de estômagos com alimento; e o método volumétrico (F_v), que considera o volume de determinado item alimentar em relação ao volume de todos os itens alimentares presentes nos estômagos. Essas duas análises foram combinadas ao Índice alimentar (IA_i):

$$IA_i = \frac{F_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n F_i \cdot V_i}$$

Sendo: IA_i = Índice Alimentar; $i = 1, 2, \dots, n$ = itens alimentares; F_i = frequência de ocorrência (%) do determinado ítem, V_i = volume (%) do determinado ítem (KAWAKAMI; VAZZOLER, 1980).

Estrutura trófica das assembleias

O agrupamento das espécies em grupos tróficos foi realizado com base nos valores de IA_i . Assim, quando um recurso alimentar apresentou valor do $IA_i \geq 50\%$, foi considerado para a inclusão da espécie em determinado grupo trófico (BENNEMANN; GALVES; CAPRA, 2011).

Com base nesse critério as espécies foram agrupadas em oito grupos tróficos: Insetívoro Aquático, espécies que consumiram predominantemente insetos aquáticos (Larva de Diptera e pupa de Diptera, larva de Chironomidae, larva de Dixidae, Empididae, Tipulidae, Simuliidae, Chaoboridae, Ceratopogonidae, larva de Coleoptera, de Odonata, de Plecoptera, de Ephemeroptera, de Baetidae, de Leptophlebiae, de Trichoptera, Casulo de Trichoptera, Collembola e Exoesqueleto de Inseto Aquático). Insetívoro terrestre, espécies que consumiram predominantemente insetos terrestres (Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Trichoptera, e Exoesqueleto de inseto terrestre). Algívoro espécies que consumiram predominantemente algas (Diatomaceae, Cyanophyceae e Algas não identificadas). Herbívoro, espécies que consumiram predominantemente sementes, fragmento vegetal, frutos e gramíneas. Detritívoro, espécies que consumiram predominantemente detrito orgânico e sedimento inorgânico. Piscívoro, espécies que consumiram predominantemente escamas e peixes. Invertívoro, espécies que

consumiram predominantemente crustáceos e outros invertebrados (Decapoda, Amphipoda, Copepoda, Cladocera, Chidoridae, Ostracoda, Arachnida e Tecameba). Onívoro, espécies que consumiram itens de origem vegetal e animal, não obtendo um IAI maior que 50% (GERKING, 1994).

A estrutura trófica foi avaliada em cada trecho de cada ribeirão, através do número de espécies e número de indivíduos que compôs cada grupo trófico.

Análise Estatística

Para investigar possíveis diferenças dos itens alimentares entre os trechos, testes não paramétricos de Kruscal-Wallis foram realizados para cada ribeirão separadamente (ZAR, 1984).

4. RESULTADOS

Foram analisados um total de 1441 indivíduos, pertencentes a 28 espécies, 10 famílias e cinco ordens. No ribeirão Capim foram analisadas 14 espécies (357 indivíduos), no ribeirão Tenente 20 espécies (656 indivíduos) e no ribeirão Centenário, 15 espécies (428 indivíduos) (Tabela 1).

Estrutura trófica

As espécies de peixes foram classificadas em oito grupos tróficos: insetívoro aquático, insetívoro terrestre, algívoro, herbívoro, piscívoro, invertívoro, detritívoro e onívoro (Tabela 1).

Tabela 2. Abundância (N) e categoria trófica (C) das espécies analisadas por trecho em cada ribeirão (Capim, Tenente e Centenário). 1- Alto, 2- Médio, 3- Baixo. AL-Algívoro, DE-Detritívoro, IA-Insetívoro aquático, IN-invertívoro, IT-insetívoro terrestre, PI-piscívoro, HE- Herbívoro, ON-onívoro.

ESPÉCIES	CATEGORIAS TRÓFICAS									N Total
	Capim			Tenente			Centenário			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Characiformes										
Parodontidae										
<i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner, 1879)	-	IA	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Apareiodon ibitiensis</i> Campos, 1944	-	-	-	AL	-	-	-	-	-	8
Curimatidae										
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	-	DE	DE	-	DE	-	-	-	-	22
Crenuchidae										
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	-	-	IA	-	-	-	-	-	-	28
Characidae										
<i>Aphyocharax dentatus</i> Eigenmann & Kennedy, 1903	-	-	-	-	IA	-	-	-	-	31
<i>Astyanax bockmanni</i> Vari & Castro, 2007	IA		HE	IN	HE	ON	-	-	HE	140
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	-	ON	HE	-	-	-	-	-	-	20
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken 1875)	-	AL	-	HE	HE	HE	HE	-	-	86
<i>Astyanax paranae</i> Eigenmann, 1914	-	ON	HE		-	HE	-	-	IT	101
<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)	-	IA	-	IA	IA	-	-	-	-	55
<i>Piabarchus stramineus</i> (Eigenmann, 1908)	IA	IA	IA	IA	IA	-	IA	IA	IT	304
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867	-	IA	IA	IA	IA	-	-	-	-	59

<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i> (Steindachner, 1907)	-	-	-	-	-	-	-	IT	-	-	9
<i>Roebooides descalvadensis</i> Fowler, 1932	-	-	-	-	-	-	-	PI	-	-	8
Siluriformes											
Loricariidae											
<i>Hisonotus francirochai</i> (Ihering, 1928)	-	-	DE	-	-	DE	-	-	-	-	62
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	-	-	DE	DE	DE	DE	-	-	DE	-	83
<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (Schubart, 1967)	-	-	-	DE	DE	-	-	DE	-	-	87
<i>Hypostomus strigaticeps</i> (Regan, 1908)	DE	-	-	DE	DE	-	-	-	-	-	35
<i>Imparfinis schubarti</i> (Gomes, 1956)	-	-	-	-	-	DE	-	-	-	-	10
<i>Neoplecostomus yapo</i> Zawadzki, Pavanelli & Langeani, 2008	-	-	-	-	DE	-	-	-	-	-	5
Heptaperidae											
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Schubart & Gomes, 1959	-	-	-	IA	-	-	-	-	-	-	5
<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i> (Schubart, 1964)	-	-	-	IA	-	-	-	-	-	-	7
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	-	-	-	-	-	IA	-	-	-	-	32
Gymnotiformes											
Gymnotidae											
<i>Gymnotus omarorum</i> Richer-de-Forges, Crampton & Albert, 2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IA	25
Sternopygidae											
<i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello, 1966	-	-	-	-	-	-	-	IA	-	-	18
Cyprinodontiformes											
Poeciliidae											
<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	-	-	-	-	-	DE	-	IA	DE	-	102
Perciformes											
Cichlidae											
<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983	-	-	-	-	-	IA	-	-	ON	-	47
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	-	DE	-	-	-	-	-	-	IA	-	44
										Total	1441

Ribeirão Capim

Foram estabelecidos seis grupos tróficos neste ribeirão, a porção Alta apresentou apenas dois grupos tróficos, já a porção Média e Baixa, quatro grupos. Nos três pontos o grupo trófico insetívoro aquático, apresentou o maior número de indivíduos e espécies (Figura 7). No ponto Alto o grupo insetívoro aquático apresentou 92 indivíduos (93,9%), de três espécies (83,3%), sendo elas, *Apareiodon affinis*, *Astyanax bockmanni* e *Piabarchus stramineus*. O grupo trófico detritívoro, apresentou apenas sete indivíduos (7,1%) da espécie *Hypostomus strigaticeps* (16,7%). Na porção Média o grupo insetívoro aquático apresentou 252 indivíduos (76,6%) de três espécies (37,5%) *Bryconamericus iheringii*, *Piabarchus stramineus* e *Piabina argentea* (Figura 8). O grupo algívoro, foi o segundo grupo com maior número de indivíduos, 28 indivíduos (8,5%) e o grupo com o menor número de espécies, apenas *Astyanax lacustris* (12,5%). Na porção Baixa o grupo insetívoro aquático, apresentou o maior número de indivíduos (171 indivíduos, 67,3%), e o maior número de espécies, três espécies, (37,5%), *Piabarchus stramineus*, *Characidium zebra*, e *Piabina Argentea* seguido pelo grupo de detritívoros (46 indivíduos, 18,1%), duas espécies (25,0%), *Hypostomus ancistroides* e *Hisotonus francirochai*.

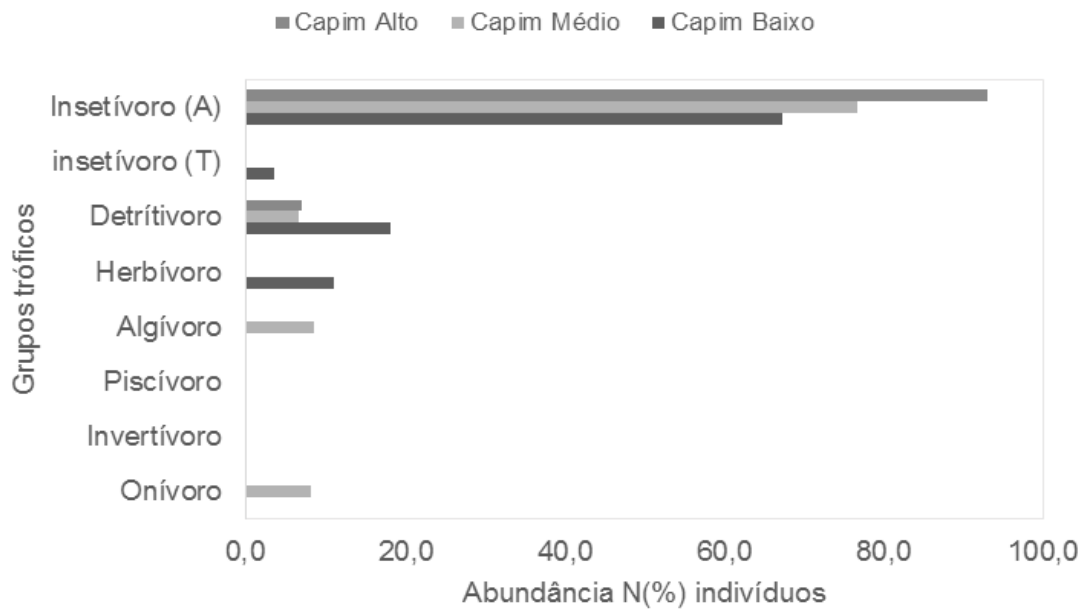


Figura 7. Abundância de indivíduos por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Capim Baixo rio Paranapanema, PR. Insetívoro (A) - insetívoro aquático, Insetívoro (T) - insetívoro terrestre.

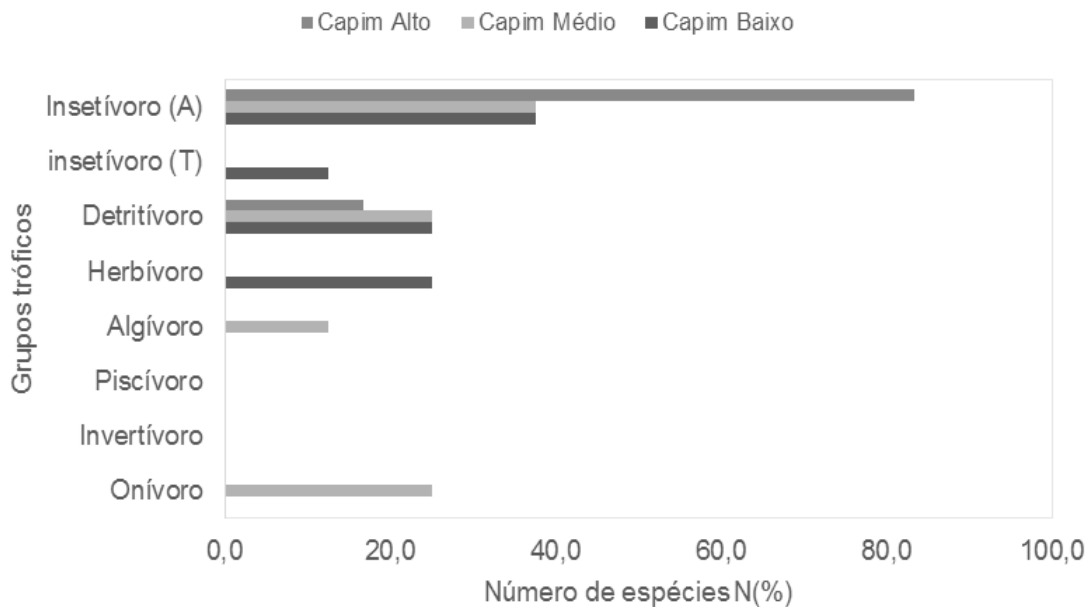


Figura 8. Número de espécies por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Capim, Baixo rio Paranapanema, PR. IA- insetívoro aquático, IT-insetívoro terrestre.

Ribeirão Tenente

Seis grupos tróficos foram registrados no total. O grupo insetívoro aquático apresentou maior número de indivíduos (Figura 9) e espécies (Figura 10) na porção Alta (226 indivíduos, 69,8%), contendo cinco espécies, (45,5%), *Bryconamericus iheringii*, *Piabarchus stramineus*, *Cetopsorhamdia iheringi*, *Phenacorhamdia tenebrosa* e *Piabina argentea*, seguido pelo grupo detritívoro, (63 indivíduos, 19,4%), com quatro espécies (36,4%), *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus nigromaculatus*, *Hypostomus strigaticeps* e *Steindachnerina insculpta*. Na porção Média, o grupo insetívoro aquático obteve o maior número de indivíduos também (186 indivíduos, 55,4%), seguido pelo grupo detritívoro (122 indivíduos, 36,2%), os dois apresentando três espécies (33,3%), sendo as espécies insetívoras aquáticas, *Bryconamericus iheringii*, *Piabarchus stramineus*, e *Piabina argentea* e as espécies detritívoras, *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus nigromaculatus* e *Hypostomus strigaticeps*. Na porção Baixa o maior número de indivíduos pertenceu ao grupo detritívoro (333 indivíduos, 61,2%), em seguida, o grupo insetívoro aquático, formado por 91 indivíduos (16,7%), os dois grupos apresentaram três espécies (33,3%), sendo os insetívoros aquáticos formados pelas espécies *Cichlasoma paranaense*, *Imparfinis schubarti* e *Rhamdia quelen*, e as espécies detritívoras, *Hypostomus ancistroides*, *Poecilia reticulata*, e *Hisotonus francirochai*.

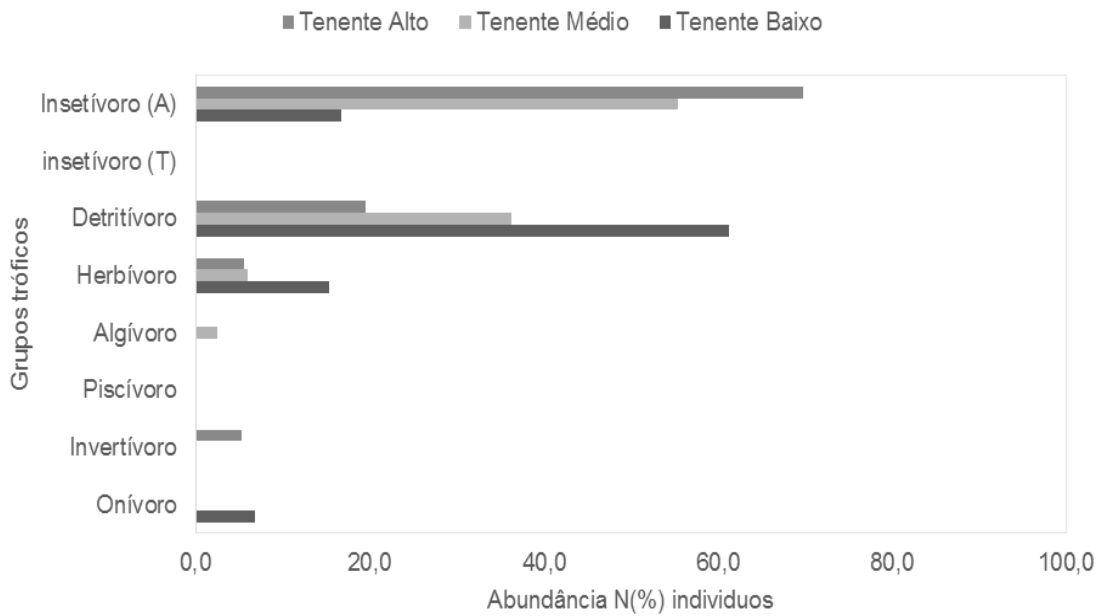


Figura 9. Abundância de indivíduos por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Tenente, Baixo rio Paranapanema, PR. IA- insetívoro aquático, IT-insetívoro terrestre.

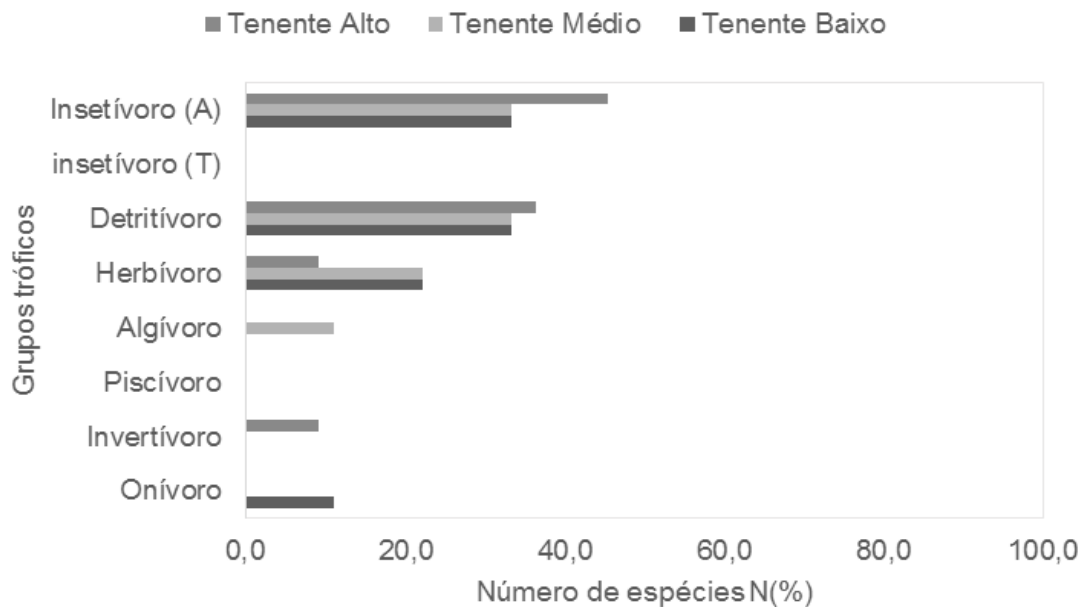


Figura 10. Número de espécies por grupo trófico da porção Alta, Média, e Baixa do ribeirão Tenente, Baixo rio Paranapanema, PR. IA- insetívoro aquático, IT-insetívoro terrestre.

Ribeirão Centenário

Um total de seis grupos tróficos foram registrados neste ribeirão. Na porção Alta o grupo insetívoro aquático, apresentou o maior número de indivíduos (60 indivíduos, 50,8%) (Figura 11), seguido pelo grupo herbívoro (30 indivíduos, 25,4%). O grupo insetívoro aquático apresentou o maior número de espécies (três espécies, 42,9%) (Figura 12), *Aphyocharax dentatus*, *Piabarchus stramineus* e *Eigenmannia trilineata*. A porção Média apresentou apenas dois grupos tróficos assim como o trecho Alto do ribeirão Capim, o grupo insetívoro aquático (303 indivíduos, 85,8%), seguido pelo grupo detritívoro (50 indivíduos, 14,2%), os dois grupos com o mesmo número de espécies (duas espécies, 50,0%), sendo estas, *Piabarchus stramineus* e *Poecilia reticulata* insetívoros aquáticos, e *Hypostomus nigromaculatus* e *Neoplecostomus yapo* detritívoros. Na porção Baixa o grupo insetívoro terrestre, obteve o maior número de indivíduos (186 indivíduos, 34,1%), em seguida o grupo insetívoro aquático, apresentando 164 indivíduos (30,0%), quanto ao número de espécies, os grupos insetívoros aquáticos, insetívoros terrestres, detritívoros, e onívoros obtiveram o mesmo número de espécies (duas espécies, 25,0%). Sendo as espécies, *Astyanax paranae* e *Piabarchus stramineus* insetívoros terrestres, *Geophagus brasiliensis* e *Gymnotus omarorum* insetívoros aquáticos, e *Hypostomus ancistroides* e *Poecilia reticulata* detritívoros.

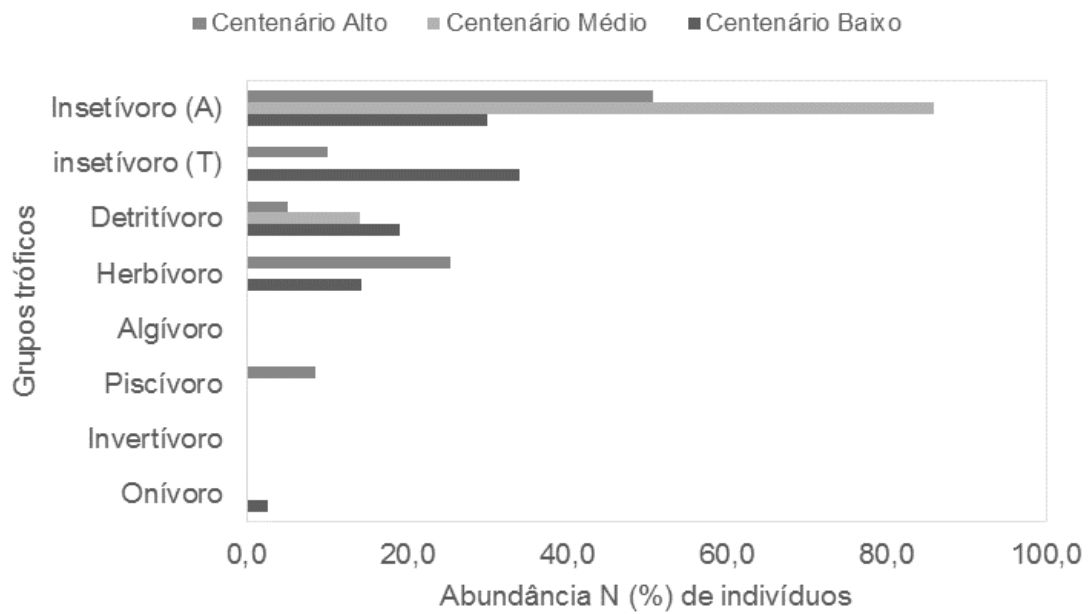


Figura 11. Abundância de indivíduos por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Centenário, Baixo rio Paranapanema, PR. IA- insetívoro aquático, IT-insetívoro terrestre.

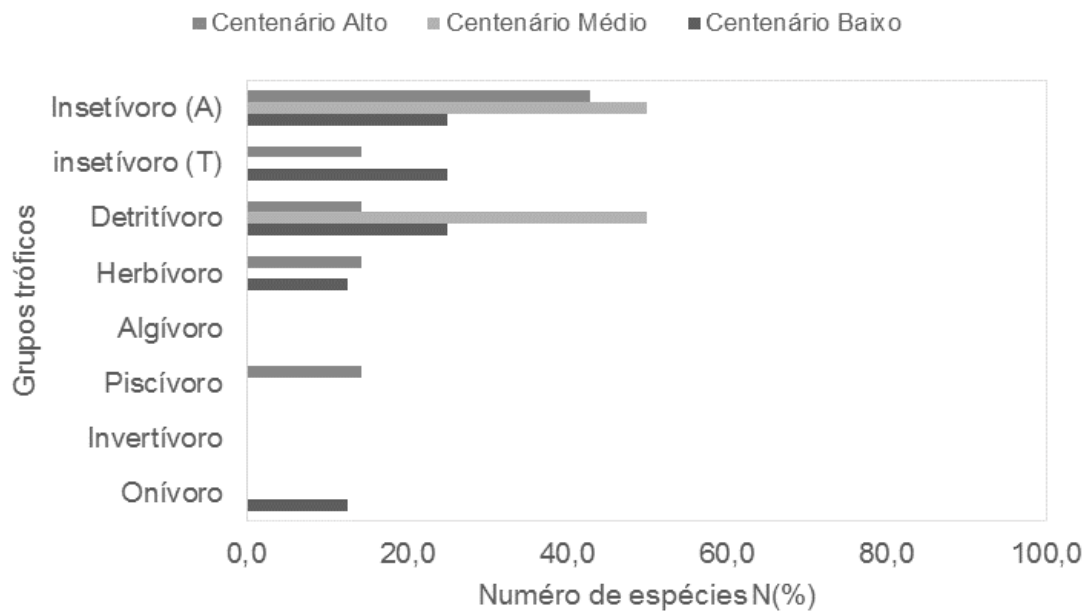


Figura 12. Número de espécies por grupo trófico da porção Alta, Média e Baixa do ribeirão Centenário, Baixo rio Paranapanema, PR. IA- insetívoro aquático, IT-insetívoro terrestre.

Análise Estatística

Ribeirão Capim

Diferenças significativas foram detectadas entre os três trechos do ribeirão Capim para a categoria Alga (Tabela 3).

Tabela 3. Teste de Kruskal Wallis sobre as categorias alimentares do ribeirão Capim.

CATEGORIAS ALIMENTARES	H	p	g.l.
Alga	7.98	0,01*	2
Detrito	2.81	0,24	2
Vegetal	5.09	0,07	2
Inseto aquático	0,03	0,98	2
Insetos terrestre	4.56	0,1	2
Trichoptera	2.15	0,34	2
Ephemeroptera	3.90	0,14	2
Chironomidae	0.36	0,86	2
Simuliidae	1.02	0,59	2

*p< 0,05 correlação significativa

Ribeirão Tenente

Não foram encontradas diferenças significativas nas categorias alimentares entre os trechos do ribeirão Tenente (Tabela 5).

Tabela 4. Teste de Kruskal Wallis sobre as categorias alimentares do ribeirão Tenente.

CATEGORIAS ALIMENTARES	H	p	g.l.
Alga	0,50	0,77	2
Detrito	3,23	0,19	2
Vegetal	4,5	0,10	2
Inseto aquático	1,19	0,55	2
Insetos terrestre	0,11	0,94	2
Trichoptera	1,19	0,55	2
Ephemeroptera	4,58	0,10	2
Chironomidae	0,96	0,62	2
Simuliidae	0,27	0,87	2

Ribeirão Centenário

Foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes trechos, somente para a categoria “vegetal” na dieta dos peixes do ribeirão Centenário (Tabela 7). No trecho Alto e Baixo houve um maior volume de vegetais na dieta das espécies, bem como uma maior quantidade de indivíduos e espécies herbívoras, comparando ao trecho Médio, que não apresentou herbívoros, e houve um baixo volume de vegetais.

Tabela 5. Teste de Kruskal Wallis sobre as categorias alimentares e do ribeirão Centenário.

	H	p	g.l.
CATEGORIAS ALIMENTARES			
Alga	4.01	0.13	2
Detrito	1.45	0.48	2
Vegetal	7.29	0.02*	2
Inseto aquático	5.11	0.07	2
Insetos terrestre	3.84	0.14	2
Trichoptera	0.11	0.94	2
Ephemeroptera	0.70	0.70	2
Chironomidae	2.96	0.22	2
Simuliidae	2.02	0.36	2

*p < 0,05 correlação significativa

5. DISCUSSÃO

As assembleias de peixes dos três pontos, nos três ribeirões foram constituídas principalmente de insetívoros aquáticos, corroborando com outras observações em riachos tropicais (WINEMILLER; AGOSTINHO; CARAMASCHI, 2008), incluindo riachos do sudeste brasileiro (UIEDA; MOTTA, 2007), da microbacia do Ribeirão Grande (BRAGA; GOMIERO, 2009), da sub-bacia do rio Corumbataí (RONDINELLI et al., 2011); ribeirão do Atalho (MOTTA; UIEDA, 2004) e também em outros riachos da bacia do Baixo rio Paranapanema (riachos do Parque Estadual Morro do Diabo, CASATTI, 2002).

Segundo UIEDA; PINTO, (2011) os insetos aquáticos são uma fonte essencial de alimento, devido à grande disponibilidade apresentada em ambientes lóticos. A importância de determinados insetos aquáticos na dieta dos peixes pode ter relação com o desmatamento de vegetação marginal (BONATO; DELARIVA; SILVA, 2012), que acaba reduzindo a quantidade de itens alóctones, desfavorecendo a ocorrência de espécies de peixes que se alimentam destes recursos (FERREIRA; CASATTI, 2006).

Detritívoros, também compuseram grande parte das assembleias de peixes. Em ecossistemas tropicais, os detritos são a base da cadeia energética aquática, e seu consumo é importante na ciclagem de nutrientes (BOWEN, 1983; GERKING et al., 1994; LOWE-McCONNELL, 1999; WANTZEN et al., 2008).

De acordo com Vannote et al. (1980), é esperado que espécies do grupo detritívoro se tornem mais diversificadas à medida que se aproximem da porção baixa da bacia, no entanto, isso não pode ser observado neste estudo.

Dentre a maioria das espécies classificadas como detritívoras neste estudo, estavam em sua maioria indivíduos da família Loricariidae, considerados importantes engenheiros de ecossistemas Neotropicais, por apresentarem diversas adaptações que permitem extrair nutrientes dos detritos (GERKING, 1999; FLECKER, 1996; DELARIVA; AGOSTINHO, 2001; VITULE et al., 2017).

No entanto, outras espécies, como *Poecilia reticulata*, não nativa (REIS; KULLANDER; FERRARIS JUNIOR, 2003), apresentou além do hábito detritívoro, o hábito insetívoro aquático, segundo TEIXEIRA et al. (2005) esta espécie é oportunista e se alimenta de itens mais abundantes no ambiente, podendo também indicar má qualidade ambiental. De acordo com Abilhoa et al. (2011) os detritos podem se

transformar em um recurso importante quando há poucos recursos alimentares disponíveis no ambiente.

Segundo Oliveira; Bennemann (2005) a abundância de detritos na dieta de peixes de riachos pode também ser resultado da baixa ocorrência de vegetação ripária, bem como no estudo de Lobón- Cerviá; Mazzoni; Rezende (2016), que em consequência do desmatamento, houve um aumento de detritos na dieta de quase todas as espécies. Neste estudo o trecho médio do ribeirão Centenário apresentou um elevado número de espécies detritívoras (trecho composto de 60.2% de agricultura e apenas 12,5% de mata).

Insetos aquáticos e detritos são importantes na dieta da ictiofauna, porém Lowe-McConnel (1999) ressalta a importância também de outros itens de origem alóctone na dieta dos peixes, como material vegetal e insetos terrestres.

Em cursos de água conservados itens alóctones são predominantes na dieta da ictiofauna (SCHEIDER et al., 2011; FERREIRA et al., 2012) porém, neste estudo foi registrado um pequeno percentual de insetívoros terrestres (apenas no trecho Baixo do ribeirão Capim e Alto e Baixo do ribeirão Centenário), isso pode estar associado à retirada ou ausência de vegetação marginal (ARAÚJO; PINHEIRO, 2009; TRINDADE et al., 2013; LOBÓN-CERVIÁ; MAZZONI; REZENDE (2016), responsável por grande parte da base alimentar dos ecossistemas de rios (GREGORY et al., 1991). Sendo registrado neste estudo apenas 12,5% de espécies insetívoras terrestres no trecho Baixo do ribeirão Capim, nenhuma no ribeirão Tenente, e 14,5% no trecho Alto e 25% no ribeirão Centenário.

O desmatamento da vegetação ripária pode ter promovido também variações encontradas na quantidade de algas nos trechos do ribeirão Capim, pois a retirada de vegetação marginal permite uma maior entrada de luz no ambiente aquático, favorecendo o desenvolvimento de algas (GRIMM; FISHER 1986; LUIZ et al., 1998; MOSISCH; BUNN; DAVIES, 2001; BURRELL et al., 2014; DAVIS et al., 2016). Bem como efluentes da usina de cana-de-açúcar que são despejados diretamente neste trecho, também pode alterar os fluxos de nitrogênio do ambiente aquático e favorecendo o crescimento de algas (MOSISCH; BUNN; DAVIES, 2001; DE CARVALHO et al., 2015).

6. CONCLUSÃO

De acordo com este estudo foi possível observar que a agricultura, presente há muitos anos ao redor das bacias, afetou a ictiofauna, devido principalmente a retirada de vegetação ripária. Fato esse observado por conta da predominância de insetos aquáticos e detritos e pela ausência de insetos terrestres na dieta da ictiofauna em quase todos os trechos. Sendo a vegetação ripária essencial para o fornecimento de recursos alimentares, e melhores condições do ambiente aquático. À baixa variabilidade de itens na dieta, pressupõe que as bacias se encontram em um estado de simplificação trófica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A. & GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, v.23, n.2, p. 425-434, 2001.
- ABILHOA, V.; BRAGA, R. R.; BORNATOWSKI, H.; VITULE, J. R. S. Fishes of the Atlantic Rain forest streams. In: Grillo, O.; Venora, G. (Eds.), **Ecological patterns and conservation**. Changing diversity in changing environment Croatia: InTech. 2011. p.259-282.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem. 2007. 501 p.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L.C.; SANTOS, A.N.C.L.; ORTEGA, J.C.G.; PELICICE, F.M. Fish assemblages in: Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. **Fisheries Research**, v.173, p.26–36, 2016.
- ALEXANDRE, C.V.; ESTEVES, K.E.; MELLO, M.A.M.M. Analysis of fish communities along a rural–urban gradient in a neotropical stream (Piracicaba River Basin, São Paulo, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 641, n.1, p.97-114, 2010.
- ARAÚJO, N. A.; PINHEIRO, C. U. B. Relações ecológicas entre a fauna ictiológica e a vegetação ciliar da região lacustre do Baixo Pindaré na Baixada Maranhense e suas implicações na sustentabilidade da pesca regional. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 22, p.55-6, 2009.
- ARAÚJO-LIMA, C.A. R. M.; AGOSTINHO, A. A.; FABRÉ, N. N. Trophic aspects of fish communities in: **Brazilian rivers and reservoirs**. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C.E.M.; MATSUMURA-TUNDISI, T.(Ed.). Limnology in Brazil. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p.105-136.
- ARIAS, A.R.L.; BUSS, D. F.; ALBURQUERQUE, C.; INÁCIO, A.F.; FREIRE, M.M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1 p. 61-72, 2007.
- BAHIA. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH. **Recomposição Florestal de Matas Ciliares**. Salvador: Gráfica Print Folhas, 3.ed. 2007. 46p
- BENNEMANN, S. T.; GALVES, W.; CAPRA, L.G. Recursos alimentares utilizados pelos peixes e estrutura trófica de quatro trechos no reservatório Capivara (Rio Paranapanema). **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 1, 2011.
- BLEICH, M. E.; SILVA, C. J.; ROSSETE, A. N. Variação temporal e espacial das características limnológicas de um ecossistema lótico no Cerrado do Mato Grosso. **Revista Biotemas**, v.22, n. 2, p. 161-171, 2009.

BONATO, K.O.; DELARIVA, R.L.; SILVA, J.C. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with diferente anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. **Zoologia**, v.29, n.1, p. 27–38, 2012.

BOWEN, S.H. Detritivory in neotropical fish communities. **Enviromental Biology of Fishes**, v.9, n.2, p. 137-144, 1983.

BRAGA, F.M.S.; GOMIERO, L. M. Alimentação de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, Serra da Mantiqueira oriental, SP. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, 2009.

BRETT, M.T.; BUNN, S.E.; CHANDRA, S.; GALLOWAY, A.W.E.; GUO, F.; KAINZ, M.J.; KANKAALA, P.; LAU, D.C.P.; MOULTON, T.P.; POWER, M.E.; RASMUSSEN, J.B.; TAIPALE, S.J.; THORP, J.H.; WEHR, J.D. How important are terrestrial organic carbon inputs for secondary production in freshwater ecosystems? **Freshwater Biology**, p.1–21.2017.

BUENO, R. **Geografia Em Escala Local: Um estudo de caso do Município de Porecatu**. Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE (Geografia), estudo de Geografia em Escala Local. 2008.

BURRELL, T. K.; O'BRIEN, J. M.; GRAHAM, S. E.; SIMON, K. S.; HARDING, J. S.; MCINTOSH, A. R. Riparian shading mitigates stream eutrophication in agricultural catchments. **Freshwater Science**, v.33, n.1, p.73-84, 2013.

CALLISTO, M.; MORETTI, E. M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6 n.1 p. 71-82, 2001.

CARVALHO, D. R., DE CASTRO, D. M. P., CALLISTO, M., MOREIRA, M. Z.; POMPEU, P. S. The trophic structure of fish communities from streams in the Brazilian Cerrado under different land uses: an approach using stable isotopes. **Hydrobiologia**, p.1-19, 2017.

CARVALHO, D. R.; CASTRO, D.; CALLISTO, M.; MOREIRA, M. Z.; POMPEU, P. S. Isotopic variation in five species of stream fishes under the influence of different land uses. **Journal of fish biology**, v. 87, n. 3, p. 559-578, 2015.

CARVALHO, E. M.; UIEDA, Virginia Sanches. Input of litter in deforested and forested areas of a tropical headstream. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 2, p. 283-288, 2010.

CASATTI, L. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto rio Paraná, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v.2, n.2, 2002.

CASATTI, L.; FERREIRA, C. P.; CARVALHO, F.R. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. **Hydrobiologia**, v. 632, p. 273–283, 2009.

CASATTI, L.; TERESA, F. B.; DE OLIVEIRA ZENI, J.; RIBEIRO, M. D.; BREJAO, G. L.; CENEVIVA-BASTOS, M. More of the same: high functional redundancy in stream

fish assemblages from tropical agroecosystems. **Environmental management**, v.55, n.6, 1300-1314, 2015.

CASATTI, L.; TERESA, F.B.; GONÇALVES-SOUZA, T.; BESSA, E.; MANZOTTI, A.R.; GONÇALVES, C.S.; ZENI, J.O From Forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish. **Neotropical Ichthyology**, v.10, n.1, p. 205-214, 2012.

CENEVIVA-BASTOS, M.; CASATTI, L.; MANZOTTI, A.R. Effects of increasing structural complexity in a tropical degraded stream: macroinvertebrate biomass, trophic guilds and detritus dynamics. **97th Ecological Society of America Annual Meeting**, Portland, Oregon, v. 4, 2012.

CETRA, M.; SARMENTO-SOARES, L. M.; MARTINS-PINHEIRO, R. F. Peixes de riachos e novas Unidades de Conservação no Sul da Bahia. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n.1, p.11-21, 2010.

COELHO, R. C. T. P.; BUFFON, I.; GUERRA, T. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. **AmbiÁgua**, v. 6, n. 1, p. 104-117, 2011.

COSTA, C.; S. IDE; C; SIMONKA. **Insetos Imaturos**. Metamorfose e identificação. Ribeirão Preto: Holos Editora. 2006. 249 p.

COUTO, T.B.A.; AQUINO, P.P.U. Structure and integrity of fish assemblages in streams associated to conservation units in Central Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v.9, n.2, p.445-454, 2011.

CROSS, W. F., BAXTER, C. V., ROSI-MARSHALL, E. J., HALL, R. O., KENNEDY, T. A., DONNER, K. C., ... & YARD, M. D. Food-web dynamics in a large river discontinuum. **Ecological Monographs**, v.83, n.3, p.311-337, 2013.

DALA-CORTE, R. B., BECKER, F.G.; MELO, A. S. Riparian integrity affects diet and intestinal length of a generalist fish species. **Marine and Freshwater Research**, 2016.

DAVIS, A. M.; PEARSON, R. G.; BRODIE, J. E.; BUTLER, B. Review and conceptual models of agricultural impacts and water quality in waterways of the Great Barrier Reef catchment area. **Marine and Freshwater Research**, v.68, n.1, p.1-19, 2016.

DELARIVA, R. L.; A. A. AGOSTINHO. Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. **Journal of Fish Biology**, v.58, n.3, p. 832-847, 2001.

ESTEVES, K. E.; ARANHA, J. M. R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos, pp. 157-182 In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES NETO, P. R. (Ed.). **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v.6, 1999.157-182 p.

FERREIRA, A.; DE PAULA, F. R.; DE BARROS FERRAZ, S. F.; GERHARD, P.; KASHIWAQUI, E. A.; CYRINO, J. E.; MARTINELLI, L. A. Riparian coverage affects diets of characids in neotropical streams. **Ecology of Freshwater Fish**, v.21, n.1, p.12-22, 2012.

- FERREIRA, C.P.; CASATTI, L. Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes. **Biota Neotropica**, v.6, n.3, 2006.
- FERREIRA, C.P.; CASATTI, L.; ZENI, J. O.; CENEVIVA-BASTOS, M. Edge-mediated effects of forest fragments on the trophic structure of stream fish. **Hydrobiologia**, v.762, n.1, p. 15-28, 2015.
- FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.28, n.4, p.617-623, 2004.
- FIERRO, P.; VALDOVINOS, C.; VARGAS-CHACOFF, L. BERTRÁN, C.; ARISMENDI, I. Macroinvertebrates and Fishes as Bioindicators of Stream Water Pollution. in: Tutu, H. (Ed.). **Water Quality**, 1 ed. Publisher: Intech, 2017. p.23-38.
- FLECKER, A. S. Ecosystem engineering by a dominant detritivore in a diverse tropical stream. **Ecology** v.77, n.6, p. 1845-1854, 1996.
- FREITAS, C. E. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K. O uso de peixes como bioindicador ambiental em áreas de várzea da Bacia Amazônica. **Revista Agrogeoambiental**, p. 39-45, 2009.
- GALVES, W.; SHIBATTA, O.A.; JEREP, F.C. Estudos sobre diversidade de peixes da bacia do alto rio Paraná: uma revisão histórica. *Semana: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 30, n. 2, p. 141-154, 2009.
- GERKING, S. D. 1994. **Feeding ecology of fish**. San Diego, Califórnia, Academic Press, 416p.
- GREGORY, S.V.; SWANSON, F.J.; McKEE, W.A.; CUMMINS, K.W. An ecosystem perspective of riparian zones: focus on links between land and water. **Bioscience**, v.41, n.8, p.540-551, 1991.
- GRIMM, N.B., S.G. FISHER. Nitrogen limitation in a Sonoran Desert stream. **Journal of the North American Benthological Society**, v.5, p. 2-15, 1986.
- GROSSMAN, G. D. Food resources partitioning in a rocky intertidal fish assemblage. 1986. **Journal of Zoology**, v.1, n. 317-355, 1986.
- HAHN, N. S.; FUGI, R.; PERETTI, D.; RUSSO, M. R.; LOURENÇO-CRIPPA, V.E. Estrutura trófica da ictiofauna da planície de inundação do alto Rio Paraná. **A Planície de Inundação do Alto rio Paraná**. Maringá: Área de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura-Nupélia, Universidade Estadual de Maringá, 2002, p. 123-126.
- HELLAWELL, J.; ABEL, R. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. **Journal Fish Biology**, v.18, n.3, p. 29-37, 1971.
- ILIOPOULOU-GEORGUDAKI, J.; KANTZARIS, V.; KATHARIOS, P.; KASPIRIS, P., GEORGIADIS, T.; MONTESANTOU, B. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). **Ecological indicators**, v.2, n.4, p.345-360, 2003.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2015. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/>>

JOHNSON, S.; REJMANKOVA, E. Impacts of land use on nutrient distribution and vegetation composition of freshwater wetlands in Northern Belize. **Wetlands**, v. 25, n. 1, p. 89–100, 2005.

JULIÃO, A. América aquática. Degradação de habitats pode ameaçar estabilidade da maior diversidade de peixes do mundo. **Revista Pesquisa Fapesp**, v.248, p.66-69, 2016.

KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries**, v.6, p.21-27, 1981.

KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in ecology & evolution**, v.29, n.2, p.107-116, 2014.

LEHMKUHL, D.M. **How to know the aquatic insects**. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Company Publishers, 1979.168 p.

LOBÓN-CERVIÁ, J., MAZZONI, R.; REZENDE, C.F. Effects of riparian forest removal on the trophic dynamics of a Neotropical stream fish assemblage. **Journal of fish biology**, v.89, n.1, p.50-64, 2016.

LOPES, E.N. ABELHA, M.C.F. BATISTA-SILVA, V.F.; KASHIWAQUI, E.A.L. BAILLY, D. Estrutura trófica de peixes em riacho de primeira ordem da bacia do rio Iguatemi, alto rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 38, n. 4, 2016.

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP, 1999. 584p.

LUIZ, E. A.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; HAHN, N. S. Ecologia trófica de peixes em dois riachos da bacia do rio Paraná. **Revista Brasileira de Biologia**, v.58, n.2, p. 273-285, 1998.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W.; BERG, M. B. **An Introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque:Kendall/Hunt Publishing Company, 3 ed. 2008, 1158 p.

MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: Aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 1. 2006.

MOSISCH, T.D.; BUNN, S.E.; DAVIES, P.M. The relative importance of shading and nutrients on algal production in subtropical streams. *Freshwater Biology*, v.46, p.1269-1278, 2001.

MOTTA, L.; UIEDA, V.S. Dieta de duas espécies de peixes do Ribeirão do Atalho, Itatinga, SP. **Revista brasileira de Zootecnia**, Juiz de Fora, v. 6 n.2. p. 191-205, 2004.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010. 174p.

NERES-LIMA, V.; MACHADO-SILVA, F.; BAPTISTA, D.F.; OLIVEIRA, R.B.S.; ANDRADE, P.M.; OLIVEIRA, A.F.; SASADA-SATO, C.Y.; SILVA-JUNIOR, E.F.; FEIJO-LIMA, R.; ANGELINI, R.; CAMARGO, P.B.; TIMOTHY P. Moulton, T.P. Allochthonous and autochthonous carbon flows in food webs of tropical forest streams. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, v.38, n.4, 429-437, 2016.

NIMET, J.; DELARIVA, R.L.; WOLF, L.L.; SILVA, J.C. Trophic structure of fish fauna along the longitudinal gradient of a first-order rural stream. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.27, n.4, p.381-393, 2015.

OLIVEIRA, D.C.; BENNEMANN, S.T. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, 2005.

OLIVEIRA, J. F.; MORAES-SEGUNDO, A. L. N.; NOVAES, J. L. C.; DA COSTA, R. S.; DE FRANÇA, J. S.; PERETTI, D. Estrutura trófica da ictiofauna em um reservatório do semiárido brasileiro. **Iheringia Série Zoologia**, v. 106, 2016.

PELICICE, F.M.; AZEVEDO-SANTOS, V.R.S.; VITULE, J.R.S.; ORSI, M.L.; LIMA-JUNIOR, D.P.; MAGALHÃES, A.L.B.; POMPEU, P.S.; PETRERE JR, M.; AGOSTINHO, A.A. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. **Fish and Fisheries**, p.1–15, 2017.

PORECATU. **Prefeitura Municipal**.

Disponível em: <http://www.porecatu.pr.gov.br/historia.html>

Acesso em: Setembro de 2015.

REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS JUNIOR, C.J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.742 p.

RIVA, C. C.; TIOZO, C. A. S.; AGUILAR, A. M. M.; LIMA, M. M. Impactos Ambientais no Córrego Velha Joana do Município de Primavera do Leste–Mato Grosso. **UNICIÊNCIAS**, v. 20, n. 2, p. 88-94, 2017.

ROA-FUENTES, C. A.; CASATTI, L. Influence of environmental features at multiple scales and spatial structure on stream fish communities in a tropical agricultural region. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 32, n. 1, p. 273-287, 2017.

RONDINELI, G., GOMIERO, L. M.; CARMASSI, A.L.; BRAGA, F.M.S. Diet of fishes in Passa Cinco stream, Corumbataí River sub-basin, São Paulo State, Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 71, n. 1, p. 157-167, 2011.

ROTH, N. E., ALLAN, J. D.; ERICKSON, D. L. Landscape influences on stream biotic integrity assessed at multiple spatial scales. **Landscape ecology**, v.11, n.3, p.141-156, 1996.

SANTOS, F. B.; FERREIRA, F. C.; ESTEVES, K. E. Assessing the importance of the riparian zone for stream fish communities in a sugarcane dominated landscape (Piracicaba River Basin, Southeast Brazil). **Environmental biology of fishes**, v. 98, n. 8, p. 1895-1912, 2015.

SCHNEIDER, M., AQUINO, P. P. U, SILVA, M. J. S.; FONSECA, C. P. Trophic structure of a fish community in Bananal Stream subbasin in Brasília National Park, Cerrado biome (Brazilian Savanna), DF. **Neotropical Ichthyology**, v.9, n.3, 579-592, 2011.

SEEBENS, H.; BLACKBURN, T. M.; DYER, E. E.; GENOVESI, P.; HULME, P. E., JESCHKE, J. M.; ... BACHER, S. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. **Nature communications**, v. 8, p. 14435, 2017.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Histórica**, Curitiba, 2010.

SILVA, C.C.; FERREIRA, E; J.G.; DEUS, C.P. Dieta de cinco espécies de Hemiodontidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Balbina, rio Uatumã, Amazonas, Brasil, **Iheringia Série Zoologia**, v.98, n. 4, p. 464-468, 2008.

SMALL, G. E.; PRINGLE, C. M.; PYRON, M.; DUFF, J. H. Role of the fish *Astyanax aeneus* (Characidae) as a keystone nutrient recycler in low-nutrient Neotropical streams. **Ecology**, v.92, p. 386–397, 2011.

STUTTER, M.I.; CHARDON, J.W.; KRONVANG, B. Riparian Buffer Strips as a Multifunctional Management Tool in Agricultural Landscapes: Introduction. **Journal of Environmental Quality**, v.41, 297-303, 2012.

TEIXEIRA, T.P.; PINTO, B. C. T.; TERRA, B.F.; ESTILIANO, E.O.; GRACIA, D.; ARAÚJO, F.G. Diversidade das assembleias de peixes nas quatro unidades geográficas do rio Paraíba do Sul. **Iheringia Série Zoologia**, v.95, n.4, p.347-357, 2005.

TERESA, F. B.; CASATTI, L. Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho **PanAmerican Journal of Aquatic Sciences**, v.5, n.3, p. 444-453, 2010.

- TERESA, F. B.; CASATTI, L. Influence of forest cover and mesohabitat types on functional and taxonomic diversity of fish communities in Neotropical lowland streams. *Ecology of Freshwater Fish*, v.21, n.3, p.433-442, 2012.
- TIBÚRCIO, G. S.; CARVALHO, C. D. S.; FERREIRA, F. C.; GOITEIN, R.; RIBEIRO, M. C. Landscape effects on the occurrence of ichthyofauna in first-order streams of southeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 28, 2016.
- TOFOLI, R.M.; ALVES, G.H.Z.; HIGUTI, J.; CUNICO, A.M.; HAHN, N.S. Diet and feeding selectivity of a benthivorous fish in streams: responses to the effects of urbanization. *Journal of Fish Biology*, v.83, p.39–51, 2013.
- TRINDADE, M.E.J.; PERESSIN, A.; PERESSIN, A.; CETRA, M.; JUCÁ-CHAGAS, R. Variation in the diet of a small characin according to the riparian zone coverage in an Atlantic Forest stream, northeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 25, no. 1, p. 34-41, 2013.
- UIEDA, V. S. PINTO; T. L. F. Feeding selectivity of ichthyofauna in a tropical stream: space-time variations in trophic plasticity. *Community Ecology*, v.12, n.1, p.31-39, 2011.
- UIEDA, V. S.; IWAI, M. L. B.; BURGOS, A. H. Peixes podem ser bons amostradores da fauna bentônica? Avaliação de sua utilidade como ferramenta complementar de amostragem em dois riachos de cabeceira, Bacia do Rio Tietê (Jaú, SP). *Boletim, Sociedade Brasileira de Ictiologia*, v. 110, p. 19 - 23, 2014.
- UIEDA, V.S.; MOTTA, R.L. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.19, n.1, p. 15-30, 2007.
- VALE, R. L.; SILVA, S. S.; ANDRADE, E. M. G.; OLIVEIRA, J. P. M.; MARACAJÁ, P. B. Diagnóstico do potencial de contaminação de águas subterrâneas por agrotóxicos aplicados na agricultura do entorno do reservatório São Gonçalo-PB. *Revista Verde*, v. 10, n.2, p.66-73, 2015.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, v. 37, n.1, p. 130-137, 1980.
- VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; GARCIA, D. A. Z.; COSTA, A. D. A.; DE SOUZA, J. G.; YABU, M. H. S.; DE ALMEIDA, F. S.; ORSI, M. L. Ichthyofauna of streams of the Lower Paranapanema River basin, state of Paraná, Brazil. *Check List*, v.11, n.5, 1756, 2015.
- VITULE, J. R.; AGOSTINHO, A. A.; AZEVEDO-SANTOS, V. M.; DAGA, V. S.; DARWALL, W. R.; FITZGERALD, D. B.;... ORSI, M. L. We need better understanding about functional diversity and vulnerability of tropical freshwater fishes. *Biodiversity and Conservation*, v.26, n.3, p.757-762, 2017.

WANTZEN, K.M.; YULE, C.M.; MATHOOKO, J.M.; PRINGLE, C.M. Organic Matter Processing in Tropical Streams. In: Dudgeon, D. Ed. **Tropical Stream Ecology**. London: Academic Press, 1 ed. 2008. 43-64 p.

WINEMILLER, K.O.; AGOSTINHO, A.A.; CARAMASCHI, E.P. Fish Ecology in Tropical Streams. In: DUDGEON, D. **Tropical stream ecology**. London: Academic Press, p. 107-146, 2008.

ZANINI, T. S.; QUEIROZ, T.M.; TROY, W.P.; NUNES, J.R.S.; DE LÁZARI, P.R. Diversidade da ictiofauna de riachos de cabeceira em paisagens antropizadas na bacia do Alto Paraguai. **Iheringia, Série Zoologia**, v.107, 2017.

ZAR, J.H. 1984. **Bioestatistical analysis**. 2.ed. Englewood: Englewood Cliffs Prentice-Hall. 718p.

ZATTI, S. A.; STICCA S. C.; SANTOS-WISNIEWSKI, M.J.; POMPEU. P.S. Alteração na alimentação de três espécies de peixes (Teleostei) relacionada ao aporte de esgoto e a retirada de mata ciliar nos córregos dos Aflitos e Ferradura, Alfenas, MG. **Revista Brasileira de Zociências**, v.14, n.1, 2, 3, p. 175-183. 2012.

CAPÍTULO 2

REDES DE INTERAÇÕES TRÓFICAS DE PEIXES EM TRÊS RIBEIRÕES AFLUENTES DO RIO PARANAPANEMA, ALTO RIO PARANÁ, PR

CAPÍTULO 2

REDES DE INTERAÇÕES TRÓFICAS DE PEIXES EM TRÊS RIBEIRÕES AFLUENTES DO RIO PARANAPANEMA, ALTO RIO PARANÁ, PR

RESUMO

As redes tróficas são definidas como um conjunto de organismos e suas relações com os demais organismos dos quais eles se alimentam. Por meio de redes tróficas é possível obter conhecimento a respeito de propriedades fundamentais do ecossistema aquático, como a disponibilidade de recursos alimentares e a dinâmica de interação entre as espécies, além de se avaliar o papel desempenhado por cada espécie na comunidade ou no ecossistema. O objetivo deste estudo foi avaliar a conectividade trófica entre as espécies de peixes de três trechos de três ribeirões da bacia do baixo rio Paranapanema (Ribeirões Capim, Tenente e Centenário). A área de estudo compreende a região dos municípios de Porecatu e Centenário do Sul- PR, uma região afetada há mais de 40 anos pela cultura de cana-de-açúcar. Para amostragem dos peixes foram utilizadas redes de arrasto, peneiras e tarrafas. Os métodos utilizados para as análises de dieta foram o de frequência de ocorrência (Fo), método volumétrico (Fv), combinadas ao Índice alimentar (IAi). Foi realizada uma matriz de conectividade, utilizando-se o software Pajek 4.10, em que as relações tróficas das espécies presentes em cada ponto dos três ribeirões são evidenciadas. Os seguintes parâmetros para as redes número de espécies tróficas (espécies de peixes), número de recursos consumidos (itens alimentares), densidade de recursos (número de recursos por espécie), número de ligações tróficas (linhas nas redes indicando as interações entre recurso-consumidor) e densidade de ligações tróficas (número de ligações por espécie). De acordo com o número de ligações, espécies e recursos, nota-se que o ponto Alto do ribeirão Capim, sofreu uma homogeneização, enquanto que os trechos do ribeirão Tenente por apresentarem insetos aquáticos das ordens Ephemeroptera e Trichoptera, podem estar menos impactados que os demais trechos.

Palavras-chave: interações espécies, ictiofauna, impacto ambiental, bacia do alto rio Paraná, dieta natural de peixes, agricultura, ecologia trófica

CHAPTER 2

FOOD WEBS OF THREE STREAMS TRIBUTARIES OF PARANAPANEMA RIVER, UPPER PARANÁ RIVER BASIN

ABSTRACT

Food webs are defined as a set of organisms and their relationships with the other organisms from which they feed. Through food webs, it is possible to obtain knowledge about fundamental properties of the aquatic ecosystem, such as the availability of food resources and the dynamics of interactions between species, in addition to evaluating the role played by each species in the community or in the ecosystem. The objective of this study was to evaluate the trophic connectivity between fish species from three stretches of three streams of the lower Paranapanema basin (Capim, Tenente and Centenário). The study area comprises the region of the municipalities of Porecatu and Centenário do Sul-PR, a region affected for more than 40 years by sugarcane cultivation. For fish sampling, trawls, sieves and cast nets were used, The methods used for the analysis of diet were frequency of occurrence (Fo), volumetric method (Fv), combined with food index (IAi). A connectivity matrix was performed using the Pajek 4.10 software. In which the trophic relationships of the species present in each point of the three streams are evidenced. The following parameters for the networks number of trophic species (fish species), number of resources consumed (food items), resource density (number of resources per species), number of trophic links (lines in networks indicating interactions between resource- consumer) and density of trophic links (number of connections per species). According to the number of links, species and resources, it is noted that the Upper Capim stream has undergone homogenization, whereas the stretches of the Tenente stream because they present aquatic insects of the orders Ephemeroptera and Trichoptera may be less impacted than the other sections.

Key words: Species interactions; ichthyofauna; environmental impact; upper Paraná river basin; natural fish diet, agriculture, trophic ecology

1. INTRODUÇÃO

As redes tróficas constituem um dos princípios centrais na ecologia (LAYMAN et al., 2015). Tornaram-se populares a partir da década de 1950 e nada mais são que grafos onde são acrescentadas informações a respeito da natureza dos pontos e das conexões (MELLO, 2010). São definidas como um conjunto de organismos e suas relações com os demais organismos dos quais eles se alimentam (COHEN; NEWMAN, 1985; LAYMAN et al., 2015).

Por meio de redes tróficas é possível obter conhecimento a respeito de propriedades fundamentais do ecossistema aquático, como a disponibilidade de recursos alimentares e a dinâmica de interação entre as espécies (COHEN; BRIAND, 1984; UIEDA; MOTTA, 2007; SCHALK et al., 2017), além de se avaliar o papel desempenhado por cada espécie na comunidade ou no ecossistema (DUNNE; WILLIAMS; MARTINEZ, 2002; LUCZKOVICH et al., 2003).

As áreas de mata influenciam diretamente as redes tróficas à jusante, regulando a produção primária e provendo recursos alimentares alóctones para ambientes aquáticos (VANNOTE et al., 1980; LORION; KENNEDY 2009; NERES-LIMA ET AL. 2017). Alterações nos ecossistemas ripários não alteram somente as redes tróficas como também causam um desequilíbrio nos corpos de água (FERREIRA et al., 2012).

Desta maneira, determinados itens encontrados na dieta dos peixes auxiliam na compreensão da qualidade do ambiente. Ambientes mais íntegros recebem um aporte maior de recursos alóctones, e são constituídos de insetos aquáticos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, grupos considerados sensíveis a mudanças ambientais, como poluição e fragmentação, sendo a presença destes organismos um indicativo de águas limpas e bem oxigenadas (ROSENBERG; RESH 1993; RUSSO; FERREIRA; DIAS, 2002; BISPO et al., 2006; KUBENDRAN; RAMESH, 2016; SANTOS; MELO, 2017).

Por outro lado, corpos de água degradados dispõem de uma grande quantidade de insetos detritívoros (CASATTI et al., 2012), a presença de algumas espécies da família Chironomidae e Simuliidae da ordem Diptera, considerados organismos resistentes (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001), indicam ambientes degradados (BENNEMANN; SHIBATTA; VIEIRA, 2008; VIANA; SÚAREZ; LIMA-

JUNIOR, 2013; TRIVINHO-STRIXINO, 2014; CIADAMIDARO; MANCINI; RIVOSECCHI, 2016).

Tendo em vista que alterações no ecossistema aquático, podem levar a homogeneização do ambiente (CASATTI ET AL., 2009; CROSS et al., 2013; SIQUEIRA; LACERDA; SAITO, 2015), e que principalmente a agricultura causa alterações em corpos hídricos (SMEETS et al., 2006; CARVALHO et. al., 2017) este estudo pretende avaliar quais espécies consomem quais recursos, e qual a diferença de itens consumidos pelas espécies em cada ribeirão tentando inferir a qualidade que o ambiente apresenta.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar a conectividade trófica entre as espécies dos três ribeirões da bacia do baixo rio Paranapanema (ribeirões Capim, Tenente e Centenário), Paraná, Brasil, em uma área com predomínio de agricultura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em três ribeirões na região dos Municípios de Porecatu e Centenário do Sul, ribeirão Capim, Tenente e Centenário, localizados no Estado do Paraná. Para melhor compreensão das características das bacias e seus gradientes ambientais os ribeirões foram subdivididos em três pontos, Alto, Médio e Baixo. Coordenadas geográficas: ribeirão Capim – porção Baixa (CA3) 22° 58' 58.0" S e 51° 27' 36.2" W, porção Média (CA2) 22° 48' 45.8" S e 51° 23' 00.6" W, porção alta (CA1) 22° 42' 23.6" S e 51° 26' 42.6" W; ribeirão Tenente – porção Baixa (TE3) 22° 53' 22.9" S e 51° 28' 57.2" W, porção Média (TE2) 22° 47' 11.2" S e 51° 29' 14.6" W, porção Alta (TE1) 22° 43' 00.2" S e 51° 30' 36.0" W; ribeirão Centenário – porção Baixa (CE3) 22° 43' 00.2" S e 51° 33' 46.5" W, porção Média (CE2) 22° 53' 31.4" e 51° 33' 46.5" W, porção Alta (CE1) 22° 55' 11.6" e 51° 34' 46.8" W. A vegetação da região é composta por Floresta Estacional Semidecidual, e o clima segundo a classificação de Köeppen, é subtropical, do tipo Cfa, (BUENO, 2008), apresentando verões quentes, geadas pouco frequentes, com chuvas nos meses de verão e sem estação seca definida (IAPAR, 2015). Esta região apresenta agricultura intensiva, áreas de pastagens,

campos naturais ao leste e oeste, pequenas áreas florestadas (SEMA, 2010), e predominante a monocultura canieira, presente há mais de 40 anos ao redor da região (PORECATU, 2015).

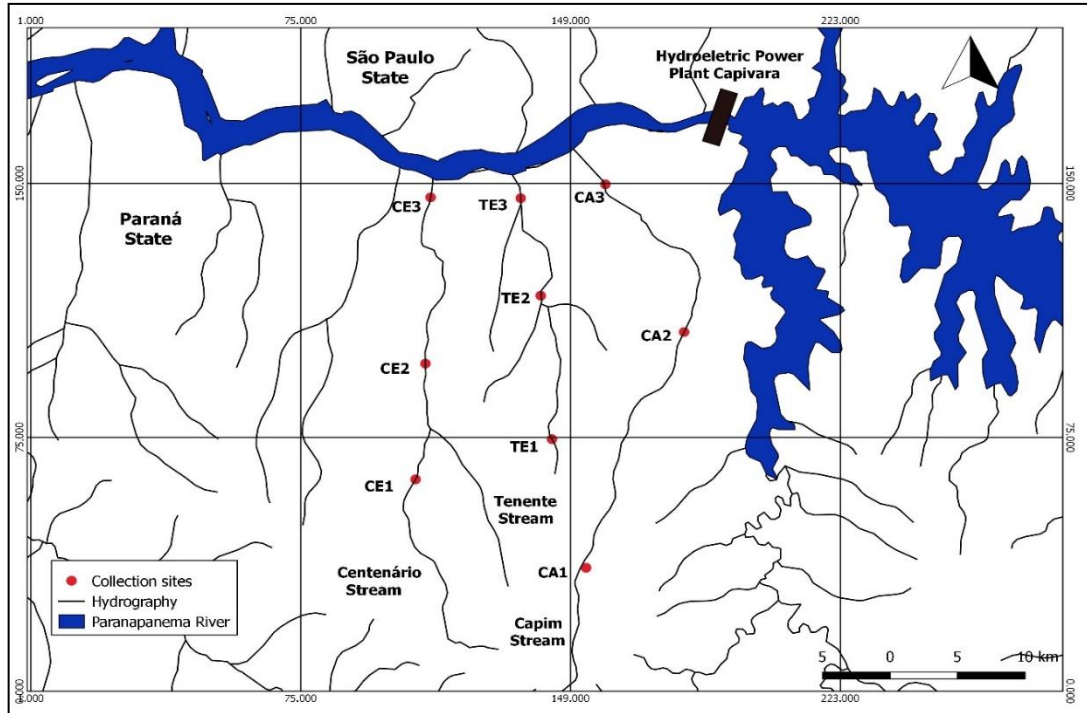


Figura 13 - Área de estudo. Porção Alta (CE1), Porção Média (CE2) e Porção Baixa (CE3) Ribeirão Centenário. Porção Alta (TE1), Porção Média (TE2) e Porção Baixa (TE3) Ribeirão Tenente. Porção Alta (CA1), Porção Média (CA2) e Porção Baixa (CA3) Ribeirão Capim.

3.2 Metodologia

Foram realizadas quatro coletas sazonais, entre agosto de 2012 e setembro de 2013. A pesca experimental foi padronizada nos três pontos de coleta em cada ribeirão, utilizando redes de arrasto, peneiras (malha de 2 mm) e tarrafas (malha de 2 cm), com aproximadamente 2 horas de esforço de captura.

Os espécimes coletados foram anestesiados e eutanasiados por superexposição a óleo de cravo (Eugenol) e fixados em solução de formalina 10% tamponada com carbonato de cálcio, identificados e avaliados em laboratório. O material testemunho encontra-se depositado na coleção zoológica do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Londrina (MZUEL). Os peixes capturados foram medidos (comprimento total e padrão, em centímetros), pesados (biomassa total, em gramas). Após incisão ventral os estômagos foram retirados e transferidos para frascos contendo formol 10%, e posteriormente transferidos para álcool 70% até o momento das análises.

Os itens alimentares, foram identificados com o auxílio de um microscópio estereoscópico e manuais de identificação de organismos aquáticos e terrestres, de acordo com Lehmkuhl (1979), Merritt; Cummins; Berg (1996), Costa; Ide; Simonka (2006) e Mugnai; Nessimian; Baptista (2010), até o menor grupo taxonômico possível, e organizados por grupos tróficos. Os itens tiveram o volume determinado através da compressão do material com uma lâmina de vidro em uma placa milimetrada com altura conhecida (1,0 mm), sendo o resultado convertido em mililitros ($1,0 \text{ mm}^3 = 0,001 \text{ ml}$), de acordo com Hellawel; Abel (1971).

3.3 Análise de dados

As análises de dieta foram realizadas com as espécies que apresentaram pelo menos cinco indivíduos em cada ponto por ribeirão. Os métodos utilizados para as análises foram: frequência de ocorrência (F_o), que corresponde à frequência percentual do número de estômagos onde ocorre determinado item alimentar em relação ao número de estômagos com alimento; e o método volumétrico (F_v), que considera o volume de determinado item alimentar em relação ao volume de todos os itens alimentares presentes nos estômagos. Essas duas análises foram combinadas ao Índice alimentar (IA_i):

$$IA_i = \frac{F_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n F_i \cdot V_i}$$

Sendo: IA_i = Índice Alimentar; $i = 1, 2, \dots, n$ = itens alimentares; F_i = frequência de ocorrência (%) do determinado Ítem, V_i = volume (%) do determinado ítem (KAWAKAMI; VAZZOLER, 1980).

Matrizes de conectividade foram realizadas, utilizando-se o software Pajek[®] 4.10, em as relações tróficas das espécies presentes em cada ponto dos três ribeirões foram evidenciadas, sendo utilizados somente recursos com o IA_i superior a 0,1.

Foram calculados os seguintes parâmetros para as redes: número de espécies tróficas (espécies de peixes), número de recursos consumidos (itens alimentares), densidade de recursos (número de recursos por espécie), número de ligações tróficas (linhas nas redes indicando as interações entre recurso-consumidor) e densidade de ligações tróficas (número de ligações por espécie) (UIEDA et al., 2014; LIMA, 2016).

4. RESULTADOS

Redes de interações tróficas

Ribeirão Capim

O ponto Alto apresentou o menor número de espécies, 6 espécies, de recursos 18, de ligações 44 e densidade de ligações 7,3 dentre todos os ribeirões e trechos. As porções Média e Baixa apresentaram 11 e 10, (respectivamente) números de espécies tróficas e 34 e 30 recursos alimentares. No entanto, a porção Média apresentou o maior número de ligações tróficas 140, dentre os três pontos e os três ribeirões (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros das redes de interação trófica do ribeirão Capim, Baixo rio Paranapanema, PR. Esp. Trófica – Espécie trófica, Rec- Recursos, Dens. Rec- Densidade de Recursos, Lig. Tróficas- Ligações trófica, Dens. Lig- Densidade de Ligações.

Trecho	Esp. Trófica	Rec.	Dens. Rec.	Lig. Tróficas	Dens. Lig.
Alto	6	18	3	44	7,3
Médio	11	34	3,09	140	12,7
Baixo	10	30	3	107	10,7

No trecho Alto, o item mais consumido e que apresentou o maior número de ligações foi larvas de Diptera da família Chironomidae, seguido por pupas de Diptera e detritos orgânicos (Figura 2). Na porção Média, detritos orgânicos, larvas de Chironomidae e algas, assim como na porção Baixa (Figura 3 e 4).

A espécie *Piabarchus. stramineus* (Eigenmann, 1908) centralizou o maior número de ligações em todos os trechos, seguida *Astyanax bockmanni* Vari & Castro, 2007 no ponto Alto, *Bryconamericus. iheringii* (Boulenger, 1887) no ponto Médio, e *Piabina argentea* Reinhardt, 1867, no ponto Baixo.

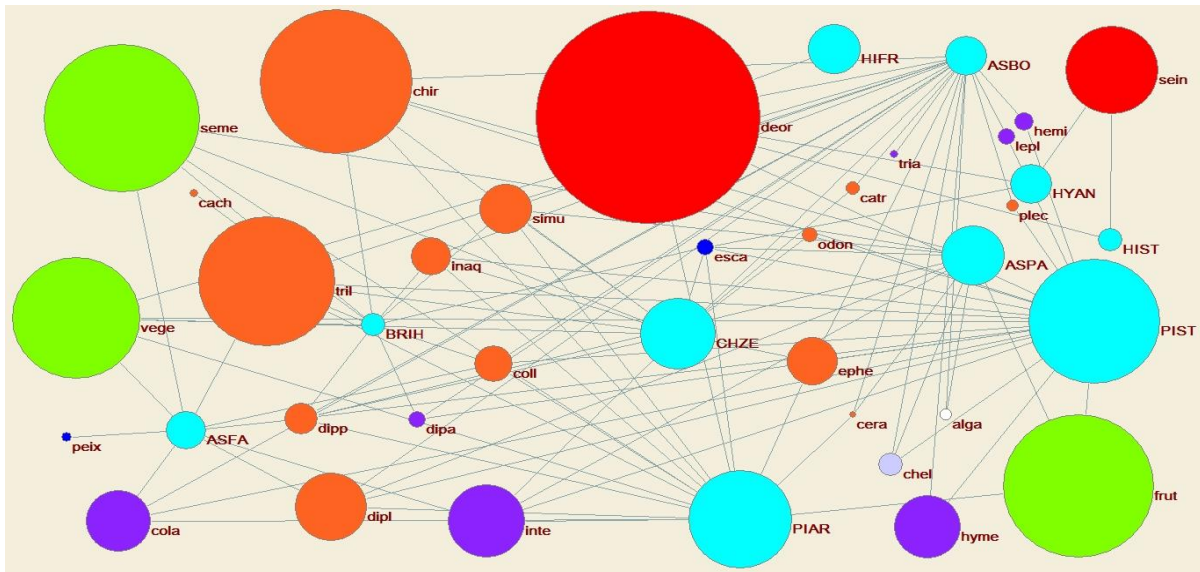


Figura 16. Rede de interações tróficas da porção Baixa do Ribeirão Capim. Círculos **azuis** representam as espécies de peixes, e os demais representam os recursos consumidos, cada grupo de recurso apresenta uma cor diferente. Círculos **verdes** representam-vegetal, **laranjas** - insetos aquáticos, **roxos**- insetos terrestres, **azuis**- peixes, **amarelos**-invertebrados, **vermelhos**-detritos, brancos – algas, **cinzas**-crustáceos. Para os recursos alimentares o tamanho do círculo representa a quantidade consumida e para as espécies o tamanho do círculo representa a abundância. (Lista de abreviações em anexo).

Ribeirão Tenente

Os trechos apresentaram semelhança quanto ao número de recursos consumidos, o ponto Médio apresentou 32 recursos, ponto Alto 33 e Baixo 34, quanto ao número de espécies, o ponto Médio assemelhou-se ao ponto Alto (15 e 14 espécies), e o ponto Baixo apresentou menor número de espécies (nove espécies), porém, foi o que apresentou o maior número de recursos (Tabela 2). O ponto Baixo do ribeirão Tenente apresentou a segunda maior densidade de recursos, 3,78 e maior densidade de ligações dos três ribeirões, 13,1.

Tabela 2. Parâmetros das redes de interação trófica do ribeirão Tenente, Baixo rio Paranapanema, PR. Esp. Trófica – Espécie trófica, Rec- Recursos, Dens. Rec- Densidade de Recursos, Lig. Tróficas- Ligações trófica, Dens. Lig- Densidade de Ligações.

Trecho	Esp. Trófica	Rec.	Dens. Rec.	Lig. Tróficas	Dens. Lig.
Alto	14	33	2,36	132	9,4
Médio	15	32	2,13	129	8,6
Baixo	9	34	3,78	118	13,1

Os itens mais consumidos na porção Alta foram: detritos orgânicos, exoesqueleto de insetos aquáticos, larvas de Trichoptera e Ephemeroptera e

Ostracoda (Figura 5). No Médio, detritos orgânicos, vegetais, larvas de Trichoptera, peixe, e larvas de Ephemeroptera (Figura 6). Na porção Baixa foram: detritos orgânicos, vegetais, exoesqueleto de insetos aquáticos e larvas de Chironomidae (Figura 7).

A espécie *Piabarchus stramineus* seguida pela espécie *Bryconamericus iheringii* consumiu maior número de recursos no ponto Alto e Médio, já no ponto Baixo, a espécie *Astyanax paranae* Eigenmann, 1914 consumiu maior número de recursos, sucedida da espécie *Astyanax bockmanni*.

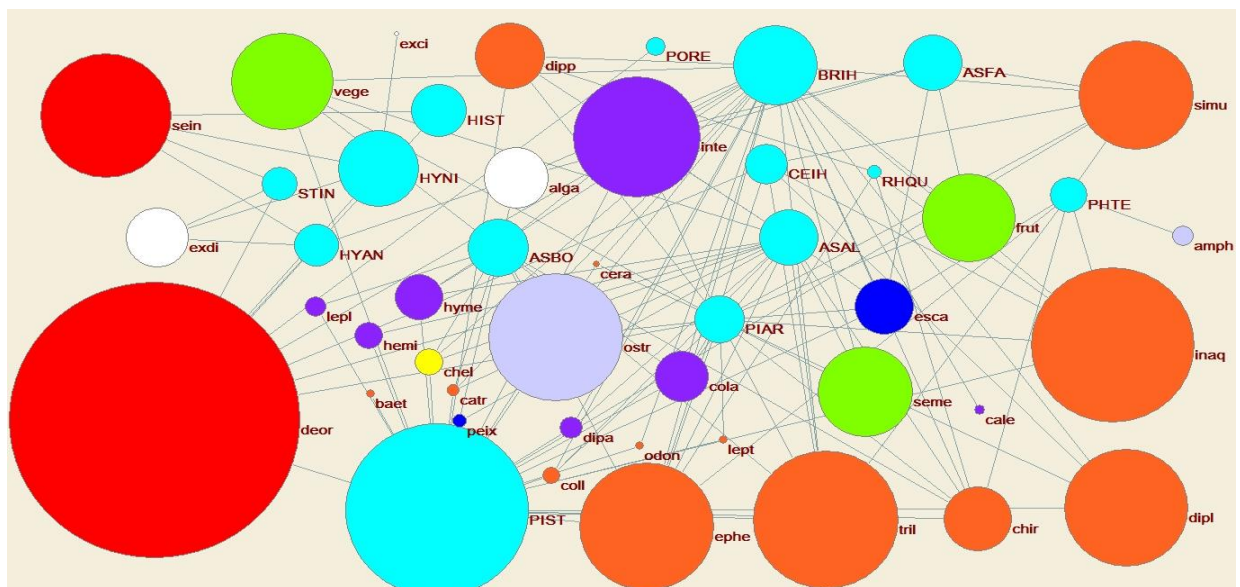


Figura 17. Rede de interações tróficas da porção Alta do Ribeirão Tenente. Círculos **azuis** representam as espécies de peixes, e os demais representam os recursos consumidos, cada grupo de recurso apresenta uma cor diferente. Círculos **verdes** representam-vegetal, **laranjas** - insetos aquáticos, **roxos**- insetos terrestres, **azuis**- peixes, **amarelos**-invertebrados, **vermelhos**-detritos, brancos – algas, **cinzas**-crustáceos. Para os recursos alimentares o tamanho do círculo representa a quantidade consumida e para as espécies o tamanho do círculo representa a abundância. (Lista de abreviações em anexo).

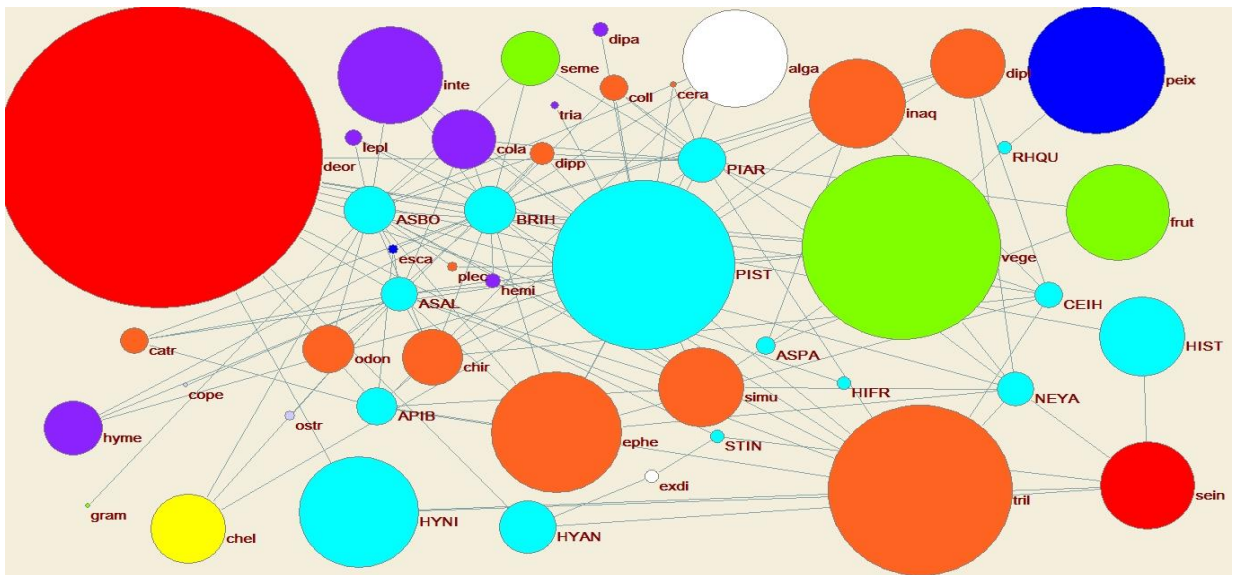


Figura 18. Rede de interações tróficas da porção Média do Ribeirão Tenente. Círculos **azuis** representam as espécies de peixes, e os demais representam os recursos consumidos, cada grupo de recurso apresenta uma cor diferente. Círculos **verdes** representam-vegetal, **laranjas** - insetos aquáticos, **roxos**- insetos terrestres, **azuis**- peixes, **amarelos**-invertebrados, **vermelhos**-detritos, brancos – algas, **cinzas**-crustáceos. Para os recursos alimentares o tamanho do círculo representa a quantidade consumida e para as espécies o tamanho do círculo representa a abundância. (Lista de abreviações em anexo).

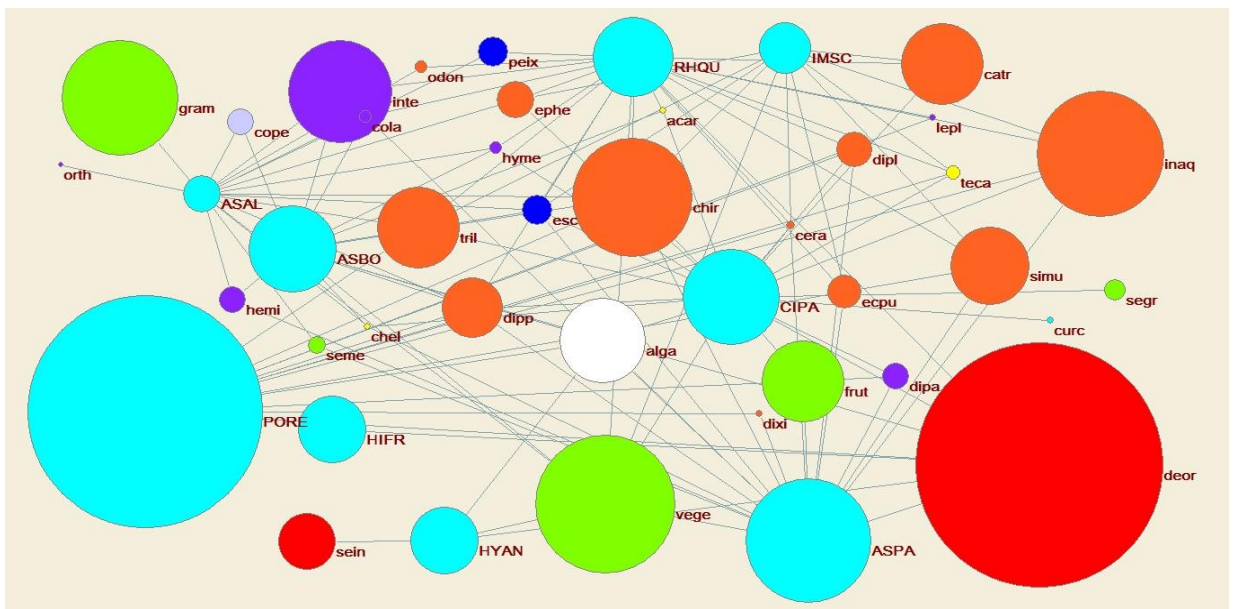


Figura 19. Rede de interações tróficas da porção Baixa do Ribeirão Tenente. Círculos **azuis** representam as espécies de peixes, e os demais representam os recursos consumidos, cada grupo de recurso apresenta uma cor diferente. Círculos **verdes** representam-vegetal, **laranjas** - insetos aquáticos, **roxos**- insetos terrestres, **azuis**- peixes, **amarelos**-invertebrados, **vermelhos**-detritos, brancos – algas, **cinzas**-crustáceos. Para os recursos alimentares o tamanho do círculo representa a quantidade consumida e para as espécies o tamanho do círculo representa a abundância. (Lista de abreviações em anexo).

Ribeirão Centenário

No ribeirão Centenário o ponto Médio apresentou o menor número de espécies tróficas e recursos consumidos, apenas oito espécies e 23 itens, o ponto Baixo obteve 9 espécies, no entanto, apresentou o maior número de itens, 35. O ponto baixo do ribeirão Centenário obteve a maior densidade de recursos dos três ribeirões, 3,89 e a segunda maior densidade de ligações, 12,9 (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros das redes de interação trófica do ribeirão Centenário, Baixo rio Paranapanema, PR. Esp. Trófica – Espécie trófica, Rec- Recursos, Dens. Rec- Densidade de Recursos, Lig. Tróficas- Ligações trófica, Dens. Lig- Densidade de Ligações.

Trecho	Esp. Trófica	Rec.	Dens. Rec.	Lig. Tróficas	Dens. Lig.
Alto	12	33	2,75	109	9,1
Médio	8	23	2,88	68	8,5
Baixo	9	35	3,89	116	12,9

O recurso mais consumido no ponto Alto do ribeirão Centenário foi detrito orgânico, seguido por exoesqueleto de inseto aquático e terrestre, escamas de peixe, Ostracoda e larvas de Ephemeroptera (Figura 8). No ponto Médio, frutos, larvas de Chironomidae e Trichoptera (Figura 9), e no ponto Baixo, detrito orgânico, seguido por exoesqueleto de inseto terrestre, e aquático (Figura 10).

No trecho Alto, as espécies centralizaram uma quantidade menor de recursos quando comparados aos outros pontos e aos outros ribeirões. No trecho Alto a espécie *P. stramineus* e *Astyanax lacustris* (Lütken 1875) centralizaram um maior número de recursos, enquanto que o trecho Médio e Baixo foi representado pelas espécies *A. bockmanni* e *P. stramineus*.

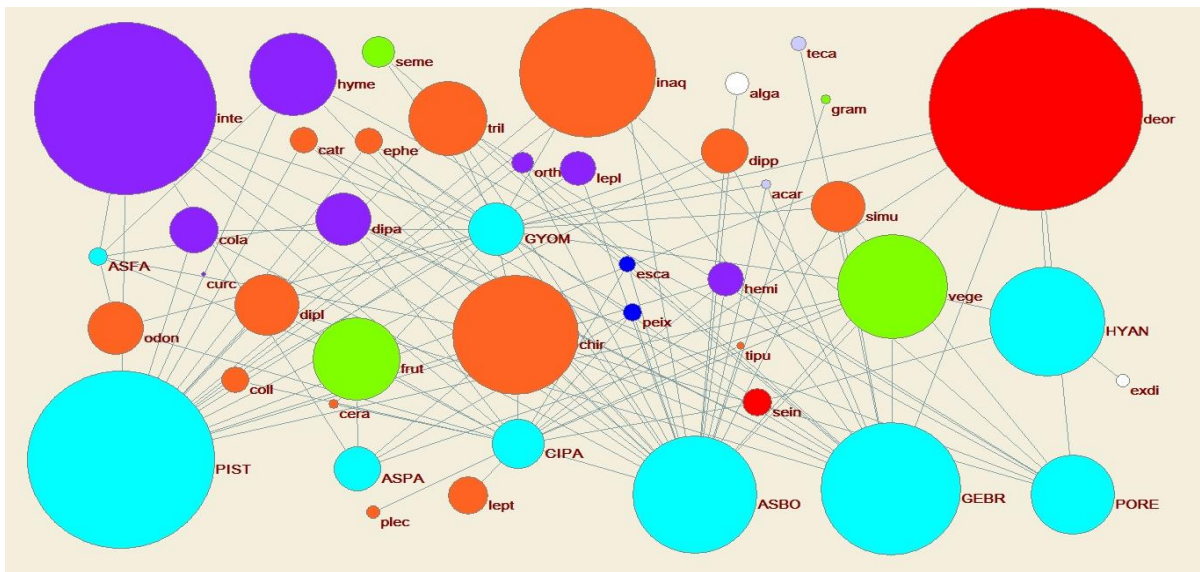


Figura 22. Rede de interações tróficas da porção Baixa do Ribeirão Centenário. Círculos **azuis** representam as espécies de peixes, e os demais representam os recursos consumidos, cada grupo de recurso apresenta uma cor diferente. Círculos **verdes** representam-vegetal, **laranjas** - insetos aquáticos, **roxos**- insetos terrestres, **azuis**- peixes, **amarelos**-invertebrados, **vermelhos**-detritos, brancos – algas, **cinzas**-crustáceos. Para os recursos alimentares o tamanho do círculo representa a quantidade consumida e para as espécies o tamanho do círculo representa a abundância. (Lista de abreviações em anexo).

5. DISCUSSÃO

A espécie *Piabarchus stramineus* foi a espécie mais abundante em todos os riberões, e foi a que centralizou o maior número de ligações em quase todos os trechos. É considerada uma espécie oportunista (CASATTI; CASTRO, 2006), favorecendo sua sobrevivência em ambientes alterados (HAHN; FUGI, 2008). A espécie consumiu preferencialmente insetos aquáticos, assim como em afluentes do rio Pirapó (BONATO; DELARIVA; SILVA, 2012). Em riachos da sub-bacia do rio Guiraí, Mato Grosso do Sul, a espécie consumiu insetos, na maior parte terrestres (BRANDÃO-GONÇALVES, 2009), bem como no Rio das Almas, São Paulo (ABILHOA; GREIN, 2010), comportamento observado neste estudo apenas no ponto Baixo do ribeirão Centenário.

Larvas de Diptera da família Chironomidae e Simuliidae foram predominantes em alguns pontos quando comparadas aos demais insetos aquáticos. Algumas espécies da família Chironomidae são consideradas indicadoras de ambientes degradados (TRIVINHO-STRIXINO, 2014), bem como algumas espécies da família Simuliidae (FELD; KIEL; LAUTENSCHLGGGER, 2002; CIADAMIDARO; MANCINI; RIVOSECCHI, 2016). Em um estudo de Corbi; Trivinho-Strixino (2017) algumas

espécies da família Simuliidae demonstraram ser tolerantes em ambientes de cultivo de cana. A abundância de espécies destas famílias na dieta dos peixes pode ser devido à ausência de vegetação ripária, além da influência do cultivo de cana predominante no entorno dos ribeirões (ver capítulo 1).

No ponto Médio do ribeirão Capim e no ponto Médio (presença do Parque Florestal de Ibicatu) e Alto do ribeirão Tenente, houve maior abundância de insetos da ordem Ephemeroptera, e Trichoptera, considerados indicadores de boa qualidade ambiental (KUBENDRAN; RAMESH, 2016), pois necessitam de ambientes bem oxigenados para sua sobrevivência (RUSSO et al., 2002; MARTINS; OLIVEIRA; SALCEDO, 2014), através da espécie oportunista, *P. stramineus*, foi possível observar um consumo menor destes insetos nos outros trechos, demonstrando haver uma menor proporção destes insetos nos demais pontos.

As redes tróficas da maioria dos ecossistemas apresentam muitas ligações (POLIS; STRONG, 1996). O número de ligações entre grupos é importante e determina a complexidade dos fluxos internos, pois estão correlacionados com a estabilidade e maturidade do ecossistema (SÁNCHEZ; OLASO, 2004). Avaliando as ligações da rede trófica é possível também medir a relação trófica entre duas espécies em uma comunidade (COHEN; NEWMAN, 1985; MARTINEZ, 1992; UIEDA; MOTTA, 2007).

Alguns estudos afirmam que a densidade de ligação aumenta à medida que aumenta o número de espécies (HALL E RAFFAELLI 1991; MARTINEZ 1992, MARTINEZ; HAVENS 1993, GOLDWASSER; ROUGHGARDEN 1993). Isso não foi observado neste estudo já que o ponto Médio e Alto do ribeirão Tenente, apresentaram o maior número de espécies (15 e 14 números de espécies, 8,6 e 9,4, densidade de ligações) dentre todos ribeirões e obtiveram densidades de ligações menores que a densidade de ligação do trecho Baixo, trecho que apresentou a maior densidade de ligações (13,1) e um baixo número de espécies (9 espécies).

Link (2002) ressalta que valores de densidade de ligação mais elevados (≥ 5) estão associados a ecossistemas tropicais, devido ao elevado número de espécies, que estes ecossistemas apresentam. Valores similares ao trecho baixo do ribeirão Tenente foram encontrados nos estudos de Martinez (1991) e Reagan et al. (1996) em lagos tropicais e florestas tropicais respectivamente.

A porção Alta do ribeirão Capim, apresentou menor número de espécies, recursos, ligações e densidade de ligações, como também observado por Uieda;

Motta (2007) na porção superior do riacho Potreirinho, São Paulo. De acordo com Vannote et al., (1980) seria esperado uma diversidade mais elevada, conseqüentemente uma maior complexidade de redes tróficas à medida que o curso de água se aproxima da foz, porém comparando às nascentes dos outros dois ribeirões em que a quantidade de ligações tróficas, recursos e espécies foram maiores, pode-se então considerá-lo o mais degradado dentre os nove trechos estudados.

6. CONCLUSÃO

Denota-se com este estudo que a maioria dos trechos sofreram intensa simplificação, e o trecho Alto ribeirão Capim, se tornou também homogeneizado, devido ao baixo número de recursos, ligações e espécies. No entanto, alguns trechos apresentaram itens alimentares que expressam maior qualidade do ambiente, indicando talvez que estejam menos impactados, possivelmente devido ao maior percentual de vegetação marginal que apresentam. Fica evidente que a agricultura ao redor das bacias, influenciou na funcionalidade ecossistêmica da área ripária, dessa forma, afetando não só o sistema aquático, como também a ictiofauna.

7. REFERÊNCIAS

- ABILHOA, V.; GREIN, R. L. Hábitos alimentares de *Bryconamericus stramineus* (Eigenmann, 1908) (Teleostei, Characidae) no Rio das Almas, São Paulo, Brasil. **Estudos de Biologia**, v.32. p.76-81, 2010.
- BENNEMANN, S.T.; SHIBATTA, O.A.; VIEIRA, A.O.S. Síntese e medidas de conservação. In **A flora e a fauna do Ribeirão Varanal: um estudo da biodiversidade no Paraná**. BENNEMANN, S.T. SHIBATTA, O.A.; VIEIRA, A.O.S. (orgs). EdUEL, Londrina, 2008. p.69-76.
- BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M.; SOUSA, K. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal Biology**, v. 66, n.2B, p. 611-622, 2006.
- BONATO, K.O.; DELARIVA, R.L.; SILVA, J.C. Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. **Zoologia**, v.29, n.1, p. 27–38, 2012.
- BRANDÃO-GONÇALVES, L.; LIMA-JUNIOR, S.E.; RONDON SUAREZ, Y.R. Hábitos alimentares de *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Characidae), em diferentes riachos da sub-bacia do Rio Guiraí, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, v.9, n.1, 135, 2009.
- BUENO, R. **Geografia Em Escala Local: Um estudo de caso do Município de Porecatu**. Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE (Geografia), estudo de Geografia em Escala Local. 2008.
- CALLISTO, M.; MORETTI E M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6 n.1 p. 71-82, 2001.
- CARVALHO, D. R., DE CASTRO, D. M. P., CALLISTO, M., MOREIRA, M. Z.; POMPEU, P. S. The trophic structure of fish communities from streams in the Brazilian Cerrado under different land uses: an approach using stable isotopes. **Hydrobiologia**, p.1-19, 2017.
- CASATTI, L.; CASTRO, R. M. C. Testing the ecomorphological hypothesis in a headwater riffles fish assemblage of the rio São Francisco, Southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v.4, n. 2, p. 203-214, 2006.
- CASATTI, L.; FERREIRA, C. P.; LANGEANI, F. A fish-based biotic integrity index for assessment of lowland streams in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 623, p. 173–189, 2009.
- CASATTI, L.; TERESA, F.B.; GONÇALVES-SOUZA, T., BESSA, E.; MANZOTTI, AR., GONÇALVES, CS. and ZENI, JO. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? **Neotropical Ichthyology**, vol. 10, no. 1, p. 205-214, 2012.

CIADAMIDARO, S.; MANCINI, L.; RIVOSECCHI, L. Simuliidae biological indicators water courses human impact environmental health Blackflies (Diptera, Simuliidae) as ecological indicators of stream ecosystem health in an urbanizing area (Rome, Italy). **Ann Ist Super Sanità**, v.52, n.2, p.269-276, 2016.

COHEN, J. E., F. BRIAND, AND C. M. NEWMAN. A stochastic theory of community food webs. III. Predicted and observed lengths of food chains. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v.228, p. 317–353, 1986.

COHEN, J.E.; BRIAND, F. Trophic links of community food webs. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 81, p. 4105-4109, 1984.

COHEN, J.E.; NEWMAN, C.M. A stochastic theory of community food webs. I. Models and aggregated data. **Proceedings of the Royal Society of London**, v.224, p.421-448, 1985.

CORBI, J.J; TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomid species are sensitive to sugarcane cultivation. **Hydrobiologia**, v.785, p.91-99, 2017.

COSTA, C.; S. IDE; C; SIMONKA. **Insetos Imaturos**. Metamorfose e identificação. Ribeirão Preto: Holos Editora. 2006. 249 p.

CROSS, W. F.; BAXTER, C. V.; ROSI-MARSHALL, E. J.; HALL, R. O.; KENNEDY, T. A.; KELLY, H.A.W.; SEEGERT, S.E.Z.; BEHN, K.E.; Donner, K. C.; Yard, M. D. Food-web dynamics in a large river discontinuum. **Ecological Monographs**, v.83, n.3, p.311-337, 2013.

DUNNE, J.A.; WILLIAMS, R.J.; MARTINEZ, N.D. Food-web structure and network theory: the role of connectance and size. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n.20, p.12917-12922, 2002.

ESTEVES, K. E.; ARANHA, J. M. R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos, pp. 157-182 In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES NETO, P. R. (Ed.). **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, v.6, 1999.157-182 p.

FELD, K. C.; KIEL, E.; LAUTENSCHLGGGER, M. The indication of morphological degradation and rivers using Simuliidae. **Limnologia** v.32, p.273-288, 2002.

FERREIRA, A.; DE PAULA, F. R.; DE BARROS FERRAZ, S. F.; GERHARD, P.; KASHIWAQUI, E. A.; CYRINO, J. E.; MARTINELLI, L. A. Riparian coverage affects diets of characids in neotropical streams. **Ecology of Freshwater Fish**, v.21, n.1, p.12-22, 2012.

GOLDWASSER, L.; ROUGHGARDEN, J. Construction and analysis of a large Caribbean food web. **Ecology**, v. 74, n. 4, p. 1216-1233, 1993.

HAHN, N.S FUGI, R. Environmental Changes, Habitat Modifications and Feeding Ecology of Freshwater Fish. In: CYRINO, J.E.P.; BUREAU, D.P.; KAPOOR, B.G. (Ed.).

Feeding and Digestive Functions of Fishes. New Hampshire: Science. 2008, p. 36-65.

HALL, S. J.; RAFFAELLI, D. G. Food web pattern: Lessons from a species rich web. **Journal of Animal Ecology**, v.60, p. 823–842, 1991.

HELLAWELL, J.; ABEL, R. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. **Journal Fish Biology**, v.18, n.3, p. 29-37, 1971.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 2015. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>

Acesso em 17 de abril de 2015.

KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980.

KUBENDRAN, T.; RAMESH, M. Composition and distribution of aquatic insect communities in relation to water quality in two freshwater streams of southern western ghats, India. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.4, n.5, p. 689-695, 2016.

KUBENDRAN, T.; RAMESH, M. Composition and distribution of aquatic insect communities in relation to water quality in two freshwater streams of southern Western Ghats, India. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 4, n. 5, p. 689-695, 2016.

LAYMAN, C.A.; GIERY, S.T.; BUHLER, S.; ROSSI, R.; PENLAND, T.; ENSON, M.N.; BOGDANOFF, A.K.; COVE, M.V.; IRIZARRY, A.D.; SCHALK, C.M.; ARCHER, S.K. A primer on the history of food web ecology: Fundamental contributions of fourteen researchers, **Food Webs**, v.4, p.14–24, 2015.

LEHMKUHL, D.M. **How to know the aquatic insects.** Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Company Publishers, 1979.168 p.

LIMA, F.P. **Organização trófica das assembleias de peixes de dois tributários do Reservatório de Jurumirim, Rio Paranapanema, SP - Brasil.** 2016. 59 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Zoologia), Universidade Estadual Paulista-UNESP, Botucatu, 2016.

LINK, J. Does food web theory work for marine ecosystems? **Marine ecology progress series**, v.230, p. 1-9, 2002.

LORION, C. M.; KENNEDY, B.P. Riparian forest buffers mitigate the effects of deforestation on fish assemblages in tropical headwater streams. **Ecological Applications**, v. 19, n. 2, p. 468-479, 2009.

LUCZKOVICH, J. J.; BORGATTI, S. P.; JOHNSON, J. C.; EVERETT, M. G. Defining and measuring trophic role similarity in food webs using regular equivalence. **Journal of Theoretical Biology**, v.220, n.3, p. 303-321, 2003.

MARTINEZ, N. D.; HAVENS, K.. Effect of scale on the food web structure. **Science**, v. 260, n. 5105, p. 242-244, 1993.

MARTINEZ, N.D. Artifacts or attributes? Effects of resolution on the Little Rock Lake food web. **Ecology Monography**, v.61, p. 367–392, 1991.

MARTINEZ, N.D. Constant connectance in community food webs. **The American Naturalist**, v.139, n.6, 1992.

MARTINS, R.T.; OLIVEIRA, V.C.; SALCEDO, A.K.M. Uso de insetos aquáticos na avaliação de impactos antrópicos em ecossistemas aquáticos. In: **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L.; QUERINO, R.B. (Eds). Manaus: Editora do INPA, 2014 p.117-128.

MELLO, M. A. R. Redes mutualistas: pequenos mundos de interações entre animais e plantas. **Ciência Hoje**, v.47, n.277, p. 32-37, 2010.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W.; BERG, M. B. **An Introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque:Kendall/ Hunt Publishing Company, 3 ed. 2008, 1158 p.

MONTEIRO, A.S.; OLIVEIRA, A. H. M.; PELICICE, F. M.; OLIVEIRA, R. J. Alterações na disponibilidade de recursos alimentares na dieta das principais espécies de peixes. In: Agostinho, C. A.; Pelicice, F. M.; Marques, E. E. (eds). **Reservatório de peixe angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna**. São Carlos, RiMa. p.77-86, 2009.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010. 174p.

NERES-LIMA, V.; MACHADO-SILVA, F.; BAPTISTA, D.F.; OLIVEIRA, R.B.S.; ANDRADE, P.M.; OLIVEIRA, A.F.; SASADA-SATO, C.Y.; SILVA-JUNIOR, E.F.; FEIJO-LIMA, R.; ANGELINI, R.; CAMARGO, P.B.; TIMOTHY P. MOULTON, T.P. Allochthonous and autochthonous carbon flows in food webs of tropical forest streams. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.38, n.4, 429-437, 2016.

OLIVEIRA, D.C.; BENNEMANN, S.T. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, 2005.

POLIS; G.A.; STRONG, D.R. Food Web Complexity and Community Dynamics. **The American Naturalist**, v. 147, N. 5. p. 813-846, 1996.

PORECATU. **Prefeitura Municipal**. Disponível em:

<http://www.porecatu.pr.gov.br/historia.html> Acesso em: Setembro de 2015.

REAGAN D.P.; CAMILO, G.R.; WAIDE, R.B. The community food web: major properties and patterns of organization. In: **The food web of a tropical rain forest**. REAGAN, D.P, WAIDE, R.B (eds). Univ of Chicago Press, Chicago, p 461–510, 1996.

- ROSENBERG D. M.; RESH V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Springer, 1993. 488 p.
- RUSSO, M. R.; FERREIRA, A.; E DIAS, R. M. Disponibilidade de invertebrados aquáticos para peixes bentófagos de dois riachos da bacia do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 411-417, 2002.
- SÁNCHEZ, F.; OLASO, I. Effects of fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem. **Ecological Modelling**, n.172, p.151–174, 2004.
- SANTOS, M.O.; MELO, S.M. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água de nascentes. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.2, n. 01, p.36-43, 2017.
- SCHALK, C.M.; MONTANA, C.G.; WINEMILLER, K.O.; FITZGERALD, L.A. Trophic plasticity, environmental gradients and food-web structure of tropical pond communities. **Freshwater Biology**, v.62, p. 519–529, 2017.
- SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Histórica**, Curitiba, 2010.
- SIQUEIRA, T.; LACERDA, C. G. L. T.; Saito, V. S. How does landscape modification induce biological homogenization in tropical stream metacommunities?. **Biotropica**, v.47, n.4, p. 509-516, 2015.
- SOARES, L.S.; SILVA-JÚNIOR, M.G.; 2 CASTRO, A.C.L.; ULRICH SAINT-PAUL, U. Comunidade de peixes como indicador de qualidade ambiental de alguns canais de Maré do estuário do Rio Paciência, São Luís – MA. **BOLETIM DO LABORATÓRIO DE HIDROBIOLOGIA**, v.24, n.1, p.01-12. 2011.
- TIBÚRCIO, G. S.; CARVALHO, C. D. S.; FERREIRA, F. C.; GOITEIN, R.; RIBEIRO, M. C. Landscape effects on the occurrence of ichthyofauna in first-order streams of southeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 28, 2016.
- TRIVINHO- STRIXINO. Ordem Diptera, Família Chironomidae, Guia de identificação de larvas. In: **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L.; QUERINO, R.B. (Eds). Manaus: Editora do INPA, 2014, p.661-676.
- UIEDA, V.S.; MOTTA, R.L. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.19, n.1, p. 15-30, 2007.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian journal of fisheries and aquatic sciences**, v. 37, n.1, p. 130-137, 1980.
- VIANA, L.F.; SÚAREZ, Y.R.; LIMA-JUNIOR, S.E. Influence of environmental integrity on the feeding biology of *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 in the Ivinhema river basin. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 35, n. 4, p. 541-548, 2013.

ANEXO

Lista de abreviações de espécies utilizados nas redes tróficas realizadas no software Pajek®.

Espécie	Sigla
<i>Apareiodon affinis</i>	APAF
<i>Apareiodon ibitiensis</i>	APIB
<i>Aphyocharax dentatus</i>	APDE
<i>Astyanax lacustris</i>	ASAL
<i>Astyanax bockmanni</i>	ASBO
<i>Astyanax fasciatus</i>	ASFA
<i>Astyanax paranae</i>	ASPA
<i>Bryconamericus iheringii</i>	BRIE
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	CEIH
<i>Characidium zebra</i>	CHZE
<i>Cichlasoma paranaense</i>	CIPA
<i>Eigenmannia trilineata</i>	EITR
<i>Geophagus brasiliensis</i>	GEBR
<i>Gymnotus omarorum</i>	GYOM
<i>Hisonotus francisrochai</i>	HIFR
<i>Hypostomus ancistroides</i>	HYAN
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	HYNI
<i>Hypostomus strigaticeps</i>	HYST
<i>Imparfinis schubarti</i>	IMSC
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	MOSA
<i>Neoplecostomus yapo</i>	NEYA
<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i>	PHTE
<i>Piabarchus stramineus</i>	PIST
<i>Piabina argentea</i>	PIAR
<i>Poecilia reticulata</i>	PORE
<i>Rhamdia quelen</i>	RHQU
<i>Roeboides descalvadensis</i>	RODE
<i>Steindachnerina insculpta</i>	STIN

Lista de abreviações de recursos utilizados nas redes tróficas realizadas no software Pajek®.

Recurso	Sigla
Alga	Alga
Exoesqueleto de Cianofíceas	exci
Exoesqueleto de Diatomáceas	exdi
Detritos Orgânicos	deor
Sedimento inorgânico	sein
Gramínea	gram
Fruto/ polpa de fruto	frut.
Fragmento vegetal	vege
Sementes	seme
Semente gramínea	segr
Escamas	esca
Restos de peixes	peix
Amphipoda	amph
Copepoda	cope
Ostracoda	ostr
Acari	acar
Chelicerata	chel
Larva de diptera	dipl
Chironomidae	chir
Casulo de chironomidae	cach
Dixidae	dixi
Tipulidae	tipu
Simuliidae	simu
Ceratopogonidae	cera
Pupas de Diptera	dipp
Ecdise pupa	ecpu
Diptera Adulto	dipa
Exoesqueleto de Inseto	inte
Terrestre	
Exoesqueleto de Inseto	inaq
Aquático	
Hemiptera	hemi
Hymenoptera	hyme

Casulo de Hymenoptera	cahy
Larva de Coleoptera	coll
Coleoptera Adulto	cola
Curculionidae	curc
Larva de lepidoptera	lepl
Casulo lepidoptera	cale
Odonata	odon
Orthoptera	orth
Plecoptera	plec
Ephemeroptera	ephe
Baetidae	baet
Leptophlebiae	lept
Larva de Trichoptera	tril
Trichoptera adulto	tria
Casulo de Trichoptera	catr
Tecameba	teca

Length–weight relationships of fish species from Lower Paranapanema River Basin, Upper Paraná River Basin, Brazil

C. R. S. Ribeiro¹ | D. A. Z. Garcia¹ | A. D. A. Costa¹ | M. H. S. Yabu¹ |
A. C. R. Casimiro² | A. P. Vidotto-Magnoni² | M. L. Orsi²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Laboratório de Ecologia de Peixes e Invasões Biológicas (LEPIB), Universidade Estadual de Londrina – (UEL), Londrina, Brazil

²Laboratório de Ecologia de Peixes e Invasões Biológicas (LEPIB), Universidade Estadual de Londrina – (UEL), Londrina, Brazil

Correspondence

Camila R. S. Ribeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Laboratório de Ecologia de Peixes e Invasões Biológicas (LEPIB), Universidade Estadual de Londrina – (UEL), Londrina, Brazil.
Email: camilarsr@yahoo.com.br

Summary

Length–weight relationships were estimated for six fish species occurring in direct tributaries of the Lower Paranapanema River Basin. Data is described for the first time for five species and new measurements are provided for one species in the FishBase database. Studies of fish diversity are critical for species management and conservation, especially in this basin, which has suffered from many anthropical impacts.

1 | INTRODUCTION

Length–weight relations are used to estimate weight based on length (Moreno-Valcarcel, Oliva-Paterna, Arribas, & Fernandez-Delgado, 2012). These measurements are critical, since they provide information about isometric or allometric fish growth, and allow the comparison of fish life histories between regions (Verdiell-Cubedo, Oliva-Paterna, & Torralva, 2006), permit the comprehension of growth estimations, age structure, population dynamics aspects (Tsoumani, Liasko, Moutsaki, Kagalou, & Leonardos, 2006) and are applicable to the evaluation of fishery stocks and ecological studies.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 | Study area

This study was performed in three direct tributaries streams of the low portion of Paranapanema River Basin, Upper Paraná River, Capim, Tenente and Centenário stream (geographic coordinates: Capim stream – 22°58'58.0"S; 51°27'36.2"W, Tenente stream – 22°53'22.9"S; 51°28'57.2"W, Centenário stream – 22°43'00.2"S; 51°33'46.5"W). Applied were gillnets and sieves (2 mm mesh size), with approximately 25 m² of fishing effort per hour. The collected specimens were anesthetized and euthanized with overexposure to clove oil (Eugenol) and fixed in 10% calcium carbonate tamponed formalin solution for further identification and analysis in the laboratory. Standard length (SL)

in cm, and weight (W) in grams were taken for the sampled individuals. The voucher specimens are stored in the zoological collection of the Zoology Museum of the Universidade Estadual de Londrina (MZUEL).

2.2 | Data analyzes

The length–weight data were established through linear regression analysis, weight (W) versus standard length (SL) (log-transformed): $W = \log(a) + b \log(SL)$, where a is the regression curve interception (coefficient related to body shape) and b the regression coefficient (exponent indicating the isometric growth) (Froese, 2006), with confidence interval equal to 95%. A logSL versus logW plot was used to detect outliers.

3 | RESULTS

We report the length–weight data for 1,602 individuals from six species in the Paranapanema River Basin (Upper Paraná River). The samples were characterized as belonging to four families: Characidae (2 species, 1,124 individuals), Loricariidae (2 species, 181 individuals), Gymnotidae (1 species, 48 individuals), and Poeciliidae (1 species, 249 individuals). The length–weight relationships are summarized in Table 1. According to FishBase data (<http://www.fishbase.org>, version 09/2016), unpublished results of standard lengths were reported for *Piabarchus stramineus*

TABLE 1 Descriptive statistics and estimated parameters of length–weight relationships for six fish species, lower Paranapanema River Basin, Brazil

Family	Species	n	SL range	Mean weight	R ²	a	CI a (95%)	b	CI b (95%)
Characidae	<i>Piabarchus stramineus</i> (Eigenmann, 1908)	1,091	1.2–7.1 ^b	0.95	.9769	0.009 ^c	0.0082–0.0093	3.08	2.89–3.26
	<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867 ^a	33	3.8–6.6	2.18	.9517	0.133	0.089–0.178	3.05	2.02–4.02
Loricariidae	<i>Hisonotus francirochai</i> (Ihering, 1928) ^b	40	1.5–3.8	0.51	.9508	0.007	0.005–0.009	3.28	2.26–4.30
	<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (Schubart, 1964) ^b	141	1.6–7.6	2.33	.9767	0.174	0.145–0.202	3.00	2.51–3.50
Gymnotidae	<i>Gymnotus omarorum</i> Richer-de-Forges, Crampton & Albert, 2009 ^a	48	6.3–20.2	3.20	.9545	0.004	0.0029–0.0052	2.57	1.85–3.30
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859 ^a	249	0.9–3.10	0.16	.9514	0.016	0.014–0.018	2.99	2.62–3.36

^aFirst report of length–weight relationship.

^bNew maximum length and weight data according to FishBase data (<http://www.fishbase.org>).

^cLWR parameter values different from Bayesian LWR predictions in FishBase.

a and b refer to equation $W = aSL^b$, in g and cm; a and b = estimated values with upper and lower limits (95% confidence limits).

(Eigenmann, 1908) (1.2–7.1 cm). Data from unregistered species will be submitted to the FishBase database: *Piabina argentea* Reinhardt, 1867 (3.8–5.6 cm), *Hisonotus francirochai* (Ihering, 1928) (1.5–3.8 cm), *Hypostomus nigromaculatus* (Schubart, 1964) (1.6–7.6 cm), *Gymnotus omarorum* Richer-de-Forges, Crampton & Albert, 2009 (6.3–20.2 cm) and *Poecilia reticulata* Peters, 1859 (0.8–3.1 cm). *Piabarchus stramineus*, *P. argentea*, *H. nigromaculatus* and *P. reticulata* showed isometric growth, indicating that small specimens apparently have the same form and condition as large specimens (Froese, 2006), while *G. omarorum* showed negative allometric growth. *Hisonotus francirochai* showed positive allometric growth, due to increased investment in axial growth rather than biomass.

4 | DISCUSSION

This research provides new data for six species from the Paranapanema River Basin and new minimal and maximum standard length for one species. Our report will have a significant impact on fish fauna conservation, knowledge of their biology, management of fishery resources (Vicentin, Costa, & Suárez, 2012), and estimations regarding their populational dynamics as well as growth conditions of fish species management (O'Connell & O'Connell, 2016).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to technicians Edson Santana da Silva and Aparecido de Souza for their assistance in the field research, to LEPIB members, the researchers from the Zoology Museum of Universidade Estadual de Londrina – (MZUEL), to CAPES

Foundation for the grant provided and to the Post-graduation Program in Biological Sciences of the Universidade Estadual de Londrina – UEL.

REFERENCES

- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight–length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 241–253.
- Moreno-Valcarcel, R., Oliva-Paterna, F. J., Arribas, C., & Fernandez-Delgado, C. (2012). Length–weight relationships for 13 fish species collected in the Doñana marshlands (Guadalquivir estuary, SW Spain). *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 663–664.
- O'Connell, M. T., & O'Connell, A. M. U. (2016). Length–length and length–weight relationships for eight drum species in southeastern Louisiana. *Journal of Applied Ichthyology*, 32, 1261–1263.
- Tsoumani, M., Liasko, R., Moutsaki, P., Kagalou, I., & Leonardos, I. (2006). Length–weight relationships of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) from 12 Greek lakes in relation to their trophic states. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 281–284.
- Verdiell-Cubedo, D., Oliva-Paterna, F. J., & Torralva, M. (2006). Length–weight relationships for 22 fish species of the Mar Menor coastal lagoon (western Mediterranean Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 293–294.
- Vicentin, W., Costa, F. E. Dos S., & Suárez, Y. R. (2012). Length–weight relationships and length at first maturity for fish species in the upper Miranda River, southern Pantanal wetland, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 143–145.

How to cite this article: Ribeiro CRS, Garcia DAZ, Costa ADA, et al. Length–weight relationships of fish species from Lower Paranapanema River Basin, Upper Paraná River Basin, Brazil. *J Appl Ichthyol*. 2017;00:1–2. <https://doi.org/10.1111/jai.13415>