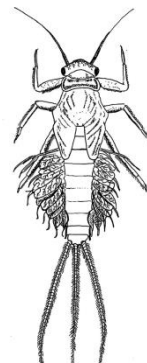
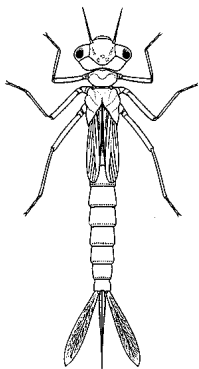


RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 23/02/2018.



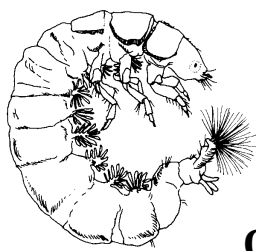
Universidade Estadual Paulista – UNESP
Instituto de Biociências
Pós-Graduação em Ciências Biológicas
Área de Concentração: Zoologia



TESE DE DOUTORADO



**Influência da cobertura vegetal sobre a estrutura da
ictiofauna de riachos da Bacia do Rio Paranapanema
(Avaré, SP)**



Fernando Portella Rodrigues de Arruda

Orientadora: Prof. Adj. Virgínia Sanches Uieda



BOTUCATU – SP

2017

Universidade Estadual Paulista – UNESP

Instituto de Biociências

Pós-Graduação em Ciências Biológicas

Área de Concentração: Zoologia

Influência da cobertura vegetal sobre a estrutura da ictiofauna de riachos da Bacia do Rio Paranapanema (Avaré, SP)

Fernando Portella Rodrigues de Arruda

Orientadora: Prof. Adj. Virgínia Sanches Uieda

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, SP, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Ciências Biológicas – Área de concentração: Zoologia.

BOTUCATU – SP

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Arruda, Fernando Portella Rodrigues de.

Influência da Cobertura Vegetal sobre a Estrutura da Ictiofauna de Riachos da Bacia do Rio Paranapanema (Avaré, SP) / Fernando Portella Rodrigues de Arruda. - Botucatu, 2017

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Virgínia Sanches Uieda

Capes: 20500009

1. Ictiofauna. 2. Rios - Conservação. 3. Integridade do habitat. 4. Paranapanema, Rio, Bacia (SP e PR). 5. Ecologia marinha.

Palavras-chave: Integridade ambiental; Mata ripária; Organização trófica; Protocolo ambiental; Riachos de cabeceira.

Dedico este trabalho a meus pais:

Mãe... quando você partiu um pedaço de mim foi contigo

No entanto, em cada passo dado carrego muito de ti comigo

Estará sempre aqui ao meu lado

Em minha memória, em meus pensamentos, em meu coração, em minhas ações...

Enfim, em minha alma!

Saudades infindáveis dos momentos mais simples que compartilhamos

Dos cafés intermináveis, dos jogos de baralho, tabuleiro e videogame

Das horas e horas de artesanato nas datas comemorativas

E principalmente, dos Natais que passamos juntos

Momentos únicos e inesquecíveis

Obrigado por tudo que me ensinou, até mesmo quando ausente

Te amo muito!

Pai... exemplo de perseverança, inteligência, força e alegria de viver

Mesmo perante tantos obstáculos, sofrimentos e dificuldades que a vida lhe proporcionou

Sempre se mostrou incansável, insuperável, invencível

Houve batalhas que não puderam ser vencidas, mas nunca deixaram de ser lutadas por ti Sua

força é inigualável

Espero ter herdado ao menos uma pequena parcela dela

Para poder encarar a vida de frente, sem receios ou temores, como você sempre o fez

E acima de tudo, poder herdar de ti esta impressionante capacidade

De levar alegria e desencadear sorrisos, risadas e gargalhadas por onde passa

Distribuindo alegria gratuitamente, de forma tão descontraída e "irresponsável"

Como se estivesse na vida a passeio

Te admiro demais

Você é, você já foi, e você sempre será meu grande herói

Afinal, lembra do meu primeiro bilhetinho?

"...Pai... Nunca tive um pai, e jamais terei um pai igual a você"

Te amo!

A vocês, o meu MUITO, MAS MUITO OBRIGADO MESMO!!!

Se estou aqui, em todos os sentidos, é por causa de vocês.

Trem Bala

Ana Vilela

"Não é sobre ter
Todas as pessoas do mundo pra si
É sobre saber que em algum lugar
Alguém zela por ti
É sobre cantar e poder escutar
Mais do que a própria voz
É sobre dançar na chuva de vida
Que cai sobre nós

É saber se sentir infinito
Num universo tão vasto e bonito
É saber sonhar
E, então, fazer valer a pena cada verso
Daquele poema sobre acreditar

Não é sobre chegar no topo do mundo
E saber que venceu
É sobre escalar e sentir
Que o caminho te fortaleceu
É sobre ser abrigo
E também ter morada em outros corações
E assim ter amigos contigo
Em todas as situações

A gente não pode ter tudo
Qual seria a graça do mundo se fosse assim?
Por isso, eu prefiro sorrisos
E os presentes que a vida trouxe
Pra perto de mim

Não é sobre tudo que o seu dinheiro
É capaz de comprar
E sim sobre cada momento
Sorriso a se compartilhar
Também não é sobre correr
Contra o tempo pra ter sempre mais
Porque quando menos se espera
A vida já ficou pra trás

Segura teu filho no colo
Sorria e abrace seus pais
Enquanto estão aqui
Que a vida é trem-bala, parceiro
E a gente é só passageiro prestes a partir

Segura teu filho no colo
Sorria e abrace teus pais
Enquanto estão aqui
Que a vida é trem-bala, parceiro
E a gente é só passageiro prestes a partir"

Agradecimentos

- ✓ **Virgínia:** professora, orientadora, "mãezona" (não necessariamente nesta ordem kkkkkk). Qualquer agradecimento que eu faça aqui não será capaz de expressar toda gratidão que tenho por tudo que fez e ainda faz por mim. Obrigado por todo tempo que despendeu em prol do meu aprimoramento e desenvolvimento pessoal e profissional. Agradeço e reconheço toda sua dedicação e paciência em ensinar e compartilhar seus conhecimentos e experiências, não medindo esforços para auxiliar seus orientados. Obrigado também pelas broncas e cobranças, pois sem elas não conseguiria chegar até aqui. Tenho orgulho de dizer que fui seu aluno desde a graduação até o presente momento. Embora este ciclo professor-aluno se encerre por aqui, espero sempre poder reencontrá-la e chamá-la de "professora"... assim como espero poder me considerar seu eterno "filhote". Muito obrigado por tudo!
- ✓ **Kátia:** "posinha", "mordavida"... Minha companheira de luta, de alegrias, de tristezas... Minha companhia no ócio e no trabalho insano... Minha cúmplice, minha parceira, minha metade, meu alicerce. Muito obrigado por toda paciência (e até pela falta dela em alguns momentos) e compreensão que teve comigo durante todo este período em que estive afastado do trabalho para realização do doutorado. Só nós sabemos das "barras" e também das alegrias que partilhamos. Muito obrigado por todo apoio que deu, desde o início do trabalho, quando se enfiou no meio do mato para "caçar" riachos junto comigo, até estes momentos finais que foram insanos, eu assumo! (kkkkkk) Valeu vidinha... Sem você me motivando, apoiando e cobrando, isso não teria sido possível. Te amo preta!
- ✓ **Amigos de laboratório:** Analiz, Bruno, Érika, Larissa, Lidianne, Maria Inês e Pedro. Muito obrigado pela companhia, parceria e, principalmente, pelas risadas e momentos de descontração compartilhados ao longo destes últimos anos. Foram bons momentos que guardarei com carinho comigo. Minhas coletas infundáveis, os cafés e almoços diários, a janta deliciosa que fizemos em conjunto lá em casa, a rapadura, as bolachas, os bolos e panetones partilhados "irmamente" por todos, as cantorias e piadinhas sem graça constantes, as falas de nariz entupido, as gafes e foras que se repetiam sucessivamente... Enfim, de tudo o que realmente importa na pós-graduação, levarei comigo somente os sorrisos que partilhei com cada um de vocês, pois foram eles que me trouxeram até o fim de mais esta jornada. Muito obrigado a todos!
- ✓ **Família:** Pai, não há palavras para descrever a gratidão, admiração e carinho que tenho por você. Muito obrigado por todo esse tempo que vem sendo "Pão". A baixinha, com certeza, está muito orgulhosa pelo que você fez, e ainda faz por mim. Te amo baixinho!

Babi, sua pretinha linda! Mesmo distante saiba que te carrego comigo todos os dias. Cada cantinho de Botucatu, cada pessoa que encontro, cada gesto que faço em meu dia-a-dia me faz lembrar, de forma bem carinhosa e saudosa, de todas as peripécias que aprontamos juntos. Obrigado por todo apoio e incentivo que sempre me dá em tudo que faço e penso. Te admiro demais maninha! E amo esta família linda que você construiu. Os sobrinhos mais lindos e amados do mundo, Bia e Dudys, e também esse maridão que admiro muito...Wesley safadão (rsrsrs).

Muito obrigado por toda atenção e preocupação que vocês e o papai despendem por mim. Saudades imensuráveis. Meu refúgio, meu abrigo, minha fortaleza! Amo todos vocês!

- ✓ **Família "adotiva":** Neusa, Generoso, Rogério, Michele e Melissa... minha família adotiva que ganhei de brinde junto com a Katinha, e que sempre sei que posso contar... Nos churrascos, festas ou momentos difíceis. Assim como minha família é minha fortaleza, vocês também são a da Kátia. Como dizem que se casar é se tornar um só, vocês também passaram a ser meu apoio e força. Sou muito grato a todos vocês, por tudo que fazem por mim e pela "posinha", e principalmente pelo carinho e pela compreensão que sempre tiveram comigo. Bora fazer um churrasco?? Amo vocês!

- ✓ **Amigos:** Mário, Paula e Lala. Minha segunda família adotiva... E olha que esse "casamento" é mais antigo que o meu... Mais de 25 anos de amizade Marião!!! Obrigado meus queridos por todo apoio, força, incentivo, auxílio, momentos de descontração, alegrias e tristezas que compartilharam conosco desde o início de nosso casamento, e desde o momento que cheguei em Botucatu (no caso do Mário rsrs). Vocês foram, são e sempre serão fundamentais em nossas vidas. Gratidão enorme por tudo que nos proporcionam. Principalmente por nos premiar com essa "coisinha fofa" que tanto nos alegra... Lalinha! Amo todos vocês!

Rodrigo, amigo querido e Karina (patroa, rsrsrs). Muito obrigado pelos poucos, porém muito proveitosos e prazerosos momentos que partilhamos nos últimos tempos. Muito obrigado pelo ombro amigo sempre disponível quando precisei. Saibam que podem contar comigo pro que precisarem, pois sei que a recíproca é verdadeira. Forte abraço irmão. Amo vocês

Betão... aluno, ex-aluno, amigo! Sempre com esse jeito moleque e meninão de ser... Amigo pra toda hora, pra qualquer dia! Você foi um grande presente que a vida de magistério me deu. Sua amizade e companheirismo são muito importantes nesta história que construí desde então. Torço muito por você. Forte abraço. Te Amo muleke!

Aos amigos que pouco tenho visto devido à correria do dia-a-dia, mas sei que posso contar a qualquer hora que precisar... Maia, Lule, Daniel, Marquinho, Geraldo e suas

respectivas (Renata, Carol+baby, Josi, Flávia e Larissa), pois sem elas vocês não são nada kkkkkk. Muito obrigado pelos raros, porém bons momentos que partilhamos nos últimos tempos. Espero poder reencontrá-los mais vezes daqui pra frente, pois é sempre bom rever bons e velhos amigos, reviver histórias, contar piadas, mentiras rsrsrs. Vocês sempre terão um lugar especial em meu coração e pensamento. Forte abraço a todos!

- ✓ **Amigos da Zoo:** Aninha, Luana, Laís, Marina, Ana, Dani, Rafa, Ana Elisa, João, Ju, Carolzinha, Carol, Paulinha, Valter, Milena, Karina, Enzo, Nina, Frágil, Franciele, Lidiane, Aline, Geslaine, Marco Aurélio, Dino, Gilson, Isa, Eduardo, James... Com alguns tive mais contato, outros menos, porém a convivência descontraída pelos corredores e na cozinha comunitária da Zoo e, principalmente, aquelas palavras de incentivo (como, relaxa cara... estou mais atrasado que você kkkkk), ou o auxílio/socorro na resolução de problemas, foram fundamentais para manter o ânimo e a motivação em finalizar o doutorado. Muito obrigado a todos.
- ✓ **Técnicos e funcionários:** ao Hamilton e ao Silvio deixo meus sinceros agradecimentos por todo auxílio e suporte que me deram durante a realização das sondagens dos riachos e coletas de peixes. E é claro pelas longas e divertidas histórias que contavam durante as coletas. Muitas risadas! Sem a ajuda de vocês nada disso seria possível.
Juliana, Flávio e Carol, muito obrigado pela presteza e prontidão em atender a todas minhas solicitações.
Dona Maria e companheiras de trabalho, muito obrigado por manterem nosso ambiente de trabalho impecável e agradável. É sempre bom encontrá-las logo cedo e receber um bom dia com um sorriso no rosto. Foi um prazer conhecê-las!
- ✓ **Membros da banca:** Cláudio de Oliveira, Katharina Esteves, Lilian Casatti e Ricardo Benine. Obrigado pela disponibilidade em participar de minha banca. Tenho certeza que todos terão contribuições valiosas para o enriquecimento não só do trabalho propriamente dito, como também para o meu desenvolvimento profissional, enquanto professor, biólogo e pesquisador. Agradeço desde já os comentários e contribuições construtivas que certamente farão quando na defesa da tese.
- ✓ **Alunos do IFSP e UNESP que auxiliaram nas coletas:** Claudiane, Flávio, Marcos, Wallace, Ana Paula (e seu digníssimo) - IFSP; Franciana - UNESP. Muito obrigado por terem se prontificado a acordar cedinho, se enfiar na lama até o pescoço, passar frio... E ainda por cima repetirem o feito algumas vezes rsrsrs. Sem vocês a realização do trabalho não seria possível. A vocês deixo meu Muito Obrigado!
- ✓ **IFSP:** agradeço à instituição onde trabalho - IFSP - por me proporcionar a possibilidade de realização desta pós-graduação através de um programa de afastamento remunerado.

Este tipo de incentivo não se consegue mensurar em valores. Retornarei ao trabalho mais animado, cheio de ideias novas na cabeça, e com uma vontade sem fim de fazer o melhor que puder por esta instituição e por seus alunos. Orgulho de fazer parte desta família! Agradecimento especial aos parceiros de longa data, que estiveram comigo desde o princípio do IFSP Avaré: Benedito, Raquel Mattana, Maria Cristina, Newton, Elias, Gabi, Paulo, Luciana Manoel, Adriana, Ângela, André(zão), Andressa, Salatir, Carina, Gustavo, Juliana, Maurício, Taty, Vinícius, Sebastião, Bárbara, Rodrigo Predolin, Heiton, Hérika, Raquel Marrafon, Luciana, Keila, Edson. Valeu pessoal! Vocês foram essenciais para a construção e realização deste sonho... E, é claro, farão parte da construção de muitos outros que virão pela frente. Forte abraço a todos e Muito Obrigado!

ÍNDICE

Resumo	1
Introdução	3
Objetivos	8
Área de Estudo	9
Materiais e Métodos	17
Resultados	23
Discussão	28
Considerações Finais	44
Referências Bibliográficas	49
Figuras	61
Tabelas	107
Anexos	118

RESUMO

Medidas de conservação de riachos de cabeceira são importantes visto que as características destes locais são imediata e negativamente alteradas por intervenções antrópicas em função de suas dimensões físicas reduzidas. Dentre os principais impactos sofridos estão a remoção da vegetação ripária e o uso irregular do solo do entorno, o que leva à perda da qualidade ambiental e interfere diretamente na estrutura da ictiofauna. O objetivo do trabalho foi verificar possíveis alterações na estrutura e organização da ictiofauna de riachos de 1ª a 3ª ordem, pertencentes à Bacia do Rio Paranapanema, em função de um gradiente de cobertura vegetal de suas áreas marginais. Para a análise foram selecionados 36 riachos, sendo 12 de Mata, 12 Intermediários e 12 de Pastagem. Estes 3 perfis foram definidos: Mata para riachos com no mínimo 10 m de mata ripária densa em ambas as margens, Intermediário para riachos com mata ripária esparsa em uma das margens ou de forma alternada em ambas, Pastagem para riachos sem mata ripária nas margens e localizados em área de pastagem. Os Riachos de Mata se diferenciaram pelos maiores valores de largura, substrato grosseiro e abrigos típicos de áreas com mata ripária, como banco de folhas, galhos e madeira, enquanto Riachos de Pastagem se caracterizaram pela maior profundidade, maior proporção de impactos antrópicos e abrigos de área aberta, como macrófitas e algas filamentosas. Os Riachos Intermediários apresentaram valores intermediários em quase todas as variáveis analisadas. Quanto à composição da ictiofauna, não houve distinção significativa entre os perfis, seja em termos de riqueza, abundância, biomassa ou índices de diversidade. No perfil Mata foram encontrados os menores valores de riqueza, abundância e biomassa, na Pastagem os maiores valores de riqueza e no perfil Intermediário os maiores de abundância e biomassa. A distinção dos perfis através das Curvas de Dominância mostrou diferentes padrões não somente em função do tipo de cobertura vegetal, mas também do índice utilizado (abundância ou biomassa). Considerando a abundância, na Pastagem ocorreu baixa dominância e elevada equitabilidade, enquanto no Intermediário uma elevada dominância de uma espécie; considerando a biomassa, os perfis Intermediário e Pastagem apresentaram elevada dominância de duas espécies. O perfil Mata manteve baixa dominância e elevada equitabilidade nos dois casos. A estrutura trófica da ictiofauna dos três perfis foi baseada principalmente em Hexapoda aquáticos, representados por Diptera, Ephemeroptera e Trichoptera, porém as redes de interações tróficas apresentaram maior complexidade nos perfis Intermediário e Pastagem, com maior número de consumidores, ligações tróficas, densidade de elos e valor do índice de especialização. Assim, a heterogeneidade de habitat e a oferta de alimento propiciadas tanto pela presença da mata ripária (Mata) quanto pela vegetação herbácea marginal (Intermediário

e Pastagem) foram fundamentais na estruturação da ictiofauna, gerando diferenças espaciais na composição e organização trófica.

Palavras-chave: Integridade de habitat, Mata ripária, Organização trófica, Protocolo ambiental, Riachos de cabeceira.

INTRODUÇÃO

Segundo NELSON *et al* (2016), mais da metade de toda diversidade de vertebrados do mundo corresponde a espécies de peixes, com algo em torno de 30 mil espécies. Destas, estima-se que mais de 13 mil sejam encontradas em água doce (LÉVÊQUE, 2008).

Levando-se em consideração que do total de água na Terra somente 2,5% corresponde a água doce, e que deste volume somente 0,3% está presente em rios e lagos (TUNDISI, 2002), estes locais devem ser considerados prioritários para a implantação de medidas de conservação, visto que abrigam uma elevada diversidade de espécies por unidade de área/volume, quando comparado a outros ambientes.

Segundo estimativa realizada por REIS *et al.* (2016) são encontradas aproximadamente 5.160 espécies de peixes descritas para águas doces neotropicais, sendo estimado um total de 8000-9000 espécies. Como a região Neotropical engloba menos de 30% do total dos sistemas de água doce do planeta, pouco menos da metade de toda diversidade de peixes de água doce do mundo está localizada em apenas 0,002% da água disponível na Terra, o que evidencia ainda mais a necessidade de conservação destes ambientes.

Desta diversidade de peixes de água doce neotropicais, cerca de 2.600 espécies são encontradas no Brasil (BUCKUP *et al.*, 2007), sendo 390 somente no Estado de São Paulo (OYAKAWA & MENEZES 2011) e 310 para a bacia do Alto Paraná (CETRA *et al.* 2016).

OYAKAWA & MENEZES (2011) e CASTRO & MENEZES (1998) relatam que o Estado de São Paulo possui um elevado número de riachos com dimensões físicas reduzidas, habitados por espécies de peixes de pequeno porte, que possuem distribuição restrita, pouco ou nenhum interesse comercial e grandemente dependentes da vegetação ripária para alimentação, reprodução e abrigo. Segundo estimativas de OYAKAWA & MENEZES (2011) estas espécies de pequeno porte, encontradas em riachos de cabeceira, representam 80% da diversidade total de espécies de peixes estimada para o Estado de São Paulo.

Sendo assim, para CASTRO & MENEZES (1998) o conhecimento da estrutura e organização das comunidades de peixes destes ambientes de riachos e cabeceiras deveria ser considerado prioritário, em vista do elevado grau de endemismo, com relação às numerosas e relativamente desconhecidas espécies de pequeno porte que neles habitam.

Riachos de Cabeceira

Riachos de cabeceira são locais com dimensões físicas reduzidas e, portanto, são imediata e negativamente alterados por intervenções antrópicas em suas bacias de drenagem

(CASTRO & MENEZES, 1998). DUDGEON *et al.*, (2006) salientam que em decorrência da contínua demanda por água (seja pra agricultura, indústria, ou subsistência) estes ambientes estão submetidos a diversas pressões, sendo os ecossistemas que sofrem os mais diversos impactos humanos, como poluição, modificação do fluxo, degradação de habitats e introdução de espécies exóticas.

Estes impactos podem alterar as condições tanto físicas como químicas do corpo d'água e podem vir a influenciar a estrutura e o padrão de distribuição das comunidades aquáticas (KIKUCHI & UIEDA, 1998; ALLAN, 2004). AGOSTINHO *et al.* (2005) afirmam que embora exista uma grande diversidade de espécies na região sul e sudeste, ela se encontra em acelerado declínio, em virtude dos intensos e variados impactos ambientais a que estão submetidos estes riachos.

PAULA & FONSECA-GESSNER (2010) citam como principal impacto para o sudeste do Brasil a substituição da vegetação ripária por monoculturas, como cana-de-açúcar e pastagem. Esta ocupação da zona ripária é um dos usos do entorno que promove grande perda na qualidade de riachos, principalmente riachos de cabeceira. Em virtude disto, alguns estudos (ALLAN, 2004; CASATTI *et al.*, 2006; CASATTI *et al.*, 2012) vêm salientando a importância da zona ripária na proteção dos riachos, visto ela favorecer a manutenção da estabilidade do ambiente e fornecer abrigo e nutrientes utilizados por diferentes organismos ao longo da cadeia trófica dos riachos.

Mata Ripária e Riachos de Cabeceira

Conforme enfatizado, a mata ripária exerce papel determinante para a manutenção da estabilidade dos riachos, servindo como barreira física e funcionando como um tampão para a entrada de sedimentos, fertilizantes e pesticidas carregados pela chuva, evitando o assoreamento, a erosão das margens e a eutrofização destes ambientes (BARRELLA *et al.*, 2001; CHAPMAN & CHAPMAN, 2002; PUSEY & ARTHINGTON, 2003; ALLAN, 2004; CASATTI *et al.*, 2012).

Além desta função, outros autores (LOWE MCCONNELL, 1975; BÖHLKE *et al.*, 1978; LOWE MC CONNELL, 1987; MENEZES *et al.* 1990; CASTRO & CASATTI, 1997; LOWE-MCCONNELL, 1999; UIEDA & MOTTA, 2007) ressaltam a importância desta mata como fonte de recursos e abrigo para a fauna de riachos, contribuindo com a entrada de material alóctone, como folhas, galhos e troncos.

O aporte deste material alóctone, citado como a principal fonte de entrada de energia nos riachos de cabeceira (CUMMINS *et al.*, 1973; MARIDET *et al.*, 1995; WALLACE *et al.*,

1997), promove a formação de abrigos que favorecem o estabelecimento de macroinvertebrados aquáticos (ALLAN, 1995, KIKUCHI & UIEDA, 2005) que, por sua vez, são a principal fonte de alimento para a fauna de peixes.

Portanto, para riachos de pequeno porte, itens de origem alóctone advindos da mata ripária são fundamentais para a ictiofauna, seja através de utilização direta destes recursos (alimentando-se de material vegetal e insetos terrestres que caem da mata ripária no leito do riacho) ou indireta (através do consumo de invertebrados aquáticos que utilizam esta matéria orgânica originária da mata ripária como recurso alimentar).

Sendo assim, a vegetação ripária tem um íntima relação com o funcionamento e manutenção da diversidade da fauna em riachos. Consequentemente, sua degradação traz efeitos drásticos sobre estes sistemas de água doce, causando instabilidade nas margens, aumentando as taxas de assoreamento, com consequente simplificação do habitat e redução de recursos disponíveis para a fauna devido à redução da entrada de material alóctone (BARRELLA *et al.*, 2001; ALLAN, 2004), afetando direta ou indiretamente a fauna de peixes, principalmente em riachos de cabeceira (ALLAN, 2004; CASATTI *et al.*, 2006).

Estrutura da Ictiofauna

Em rios e riachos, a fauna aquática pode ser estudada do mesohabitat às regiões biogeográficas, em diferentes escalas espaciais e temporais (ALLAN, 1996). Segundo alguns autores (MERRIT & CUMMINS, 1984; RESH & ROSENBERG, 1984) a distribuição dos organismos aquáticos é o resultado da interação entre o hábito, as condições físicas que caracterizam o habitat e a disponibilidade alimentar.

Análises de alterações na estrutura da comunidade e na riqueza de espécies ao longo de gradientes ambientais tem sido um importante tema abordado em pesquisas desenvolvidas em riachos (BOJSEN & BARRIGA, 2002). Porém, a determinação das causas destas alterações na biodiversidade é bastante dificultada, não somente pela escassez de dados, mas também porque múltiplos fatores agem em conjunto (ALLAN & FLECKER, 1993). RESH & ROSENBERG (1984) afirmam que, no geral, diversos outros fatores, seja de alterações naturais ou de alterações antrópicas, atuam em conjunto sobre a estruturação da fauna de água doce.

Com o intuito de tentar alcançar todos os aspectos que podem afetar as comunidades de peixes, LEUNG & DUDGEON (2011) sugerem que o levantamento de dados ambientais no entorno e no leito de riachos pode ser utilizado como indicador para os níveis de degradação ambiental e comparado com a estrutura e distribuição da fauna, com o objetivo de

verificar se existem padrões nítidos e relacionados de respostas do habitat e da fauna frente a padrões de variações espaciais e/ou temporais

Ainda neste sentido, em modelos baseados em nichos ecológicos, a abundância e distribuição das espécies está relacionada às suas características funcionais que, por sua vez, determinam a forma pela qual as espécies são influenciadas pelo ambiente (TOWNSEND & HILDREW, 1994; GOLDSTEIN & MEADOR, 2004; BLANCK *et al.*, 2007). Ou seja, a composição de espécies em um local deve refletir a seleção não aleatória de espécies a partir de um *pool* regional, refletindo a ação de processos baseados nos filtros ambientais e/ou na limitação da similaridade (LEIBOLD, 1998; CORNWELL *et al.*, 2006a).

Segundo alguns autores (JACKSON *et al.*, 2001, PERES-NETO, 2004), a estruturação das comunidades de riachos é o resultado da ação preponderante destes filtros ambientais, o que é sustentado por estudos que associam as variáveis abióticas com a composição das espécies (POFF, 1997; GOLDSTEIN & MEADOR, 2004; GOLDSTEIN & MEADOR, 2005). CORNWELL *et al.* (2006b) ainda ressaltam que comunidades estruturadas por filtros ambientais apresentam espécies com características semelhantes, sendo a comunidade o resultado da seleção de um conjunto de espécies com características compatíveis com as condições ambientais locais.

Por outro lado, WEIHER & KEDDY (1995) afirmam que comunidades estruturadas por processos de limitação da similaridade apresentam maiores diferenças interespecíficas como resultado da exclusão competitiva de espécies funcionalmente semelhantes. MAYFIELD *et al.* (2005) sugerem ainda que modificações antrópicas possam atuar como filtros ambientais, o que pode ser evidenciado em vários trabalhos que enfatizam a influência do estado de conservação do riacho na composição da ictiofauna, caracterizando um predomínio de espécies tolerantes e generalistas em áreas mais degradadas, e uma prevalência de espécies especialistas e sensíveis em riachos com melhor estado de conservação (UIEDA & BARRETO, 1999; CASATTI *et al.*, 2009).

Sendo assim, se as intervenções antrópicas reconhecidamente modificam as condições em riachos, representando novos filtros ambientais dentro de um contexto regional, espera-se que haja convergência funcional, ou seja, espera-se que haja maior semelhança funcional em comunidades submetidas ao mesmo tipo de degradação, do que o esperado a partir de uma seleção aleatória de espécies a partir de um *pool* regional (CORNWELL *et al.*, 2009).

Por fim, a combinação de diversas ferramentas de análise da ictiofauna pode permitir o biomonitoramento de áreas impactadas (FERREIRA & CASATTI, 2006), podendo, portanto, resultar em políticas de preservação efetivas. Além disso, a análise da estrutura das

comunidades de riachos em escala temporal e espacial é importante e fundamental para planos de monitoramento biológico e conservação, por permitirem a distinção entre variabilidade natural e aquela causada por alterações antrópicas (LEUNG *et al.*, 2012).

CONCLUSÕES GERAIS

A utilização de diferentes metodologias de diagnóstico do ambiente (aplicação do protocolo de diagnóstico físico) e da fauna (composição, índices ecológicos, dieta e estrutura trófica), permitiu ter uma visão ampla dos aspectos que influenciam na organização da ictiofauna de riachos de cabeceira. Sendo assim, foi possível enxergar alguns padrões para estas microbacias:

➤ Riachos de Mata

- ✓ Dimensões físicas reduzidas (com maiores larguras e menores profundidades), o que dificulta o acesso de espécies maior porte a estes locais;
- ✓ Menores valores de velocidade de correnteza e vazão;
- ✓ Predomínio de substrato rochoso;
- ✓ Maior proporção de cobertura vegetal de suas margens e leito, característica que dificulta o estabelecimento de algas e macrófitas, tornando o riacho potencialmente heterotrófico e totalmente dependente do aporte de material alóctone (material vegetal e insetos associados à vegetação ripária);
- ✓ Maior presença de abrigos como raízes, banco de folhas, galhos, troncos e madeira no leito do riacho, proporcionando o ambiente adequado para o estabelecimento de comunidades de macroinvertebrados aquáticos;
- ✓ Predomínio de hábito insetívoro¹-onívoro² da ictiofauna, devido à maior abundância destes itens no riacho, seja de origem autóctone (insetos aquáticos), seja de origem alóctone (material vegetal e insetos terrestres);
- ✓ Menores valores de riqueza, abundância, biomassa e diversidade (decorrentes de suas características específicas, como dimensões reduzidas, isolamento por barreiras geográficas como quedas d'água, cachoeiras e terreno íngreme);
- ✓ Maior estabilidade da comunidade, não demonstrando relação de dominância nem em relação à biomassa, nem à abundância;
- ✓ Menor registro de variação na dieta das espécies entre riachos do perfil;
- ✓ Menor complexidade de interações tróficas ocasionada pela baixa riqueza de espécies e maior representatividade de peixes com dieta especializada (comendo um número reduzido e específico de recursos);
- ✓ Relevante importância de Insetos Terrestres e Anelídeos como itens adicionais à dieta predominantemente insetívora (Insetos Aquáticos) da ictiofauna;

- ✓ Presença de espécies endêmicas, típicas de cabeceiras, dependentes da mata ripária para alimentação, reprodução ou abrigo (gênero *Trichomycterus*, *C. schubarti* e *C. iheringi*);
- ✓ Presença de espécies oportunistas (como *T. rendalli*, *P. harpagos* e *P. reticulata*) em grande abundância, indicando certo grau de impacto ambiental (provavelmente devido à proximidade de açudes ou de monoculturas de eucalipto).

➤ Riachos de Pastagem

- ✓ Rio "encaixado" (com menores larguras e maiores profundidades), o que lhes confere maior vazão e velocidade de correnteza;
- ✓ Menor proporção de cobertura vegetal de suas margens e leito, característica que expõe o leito do rio à luz solar e favorece o desenvolvimento de algas e macrófitas, tonando o riacho com tendência a autotrofia (aumento da produção primária);
- ✓ Maior desenvolvimento da vegetação marginal pendente decorrente da remoção da mata ripária e exposição direta ao sol, formando um banco de gramíneas nas margens e por muitas vezes, com folhagem submersa formando uma "cortina" de folhas e raízes no leito do rio;
- ✓ Predomínio de substrato arenoso devido à formação de remansos (proporcionados pela resistência oferecida pela vegetação marginal submersa) e assoreamento das margens desprotegidas com a remoção da mata ripária;
- ✓ Adensamento da vegetação marginal promove a retenção de sedimento fino junto às raízes das plantas, favorecendo o estabelecimento de espécies oportunistas como os guarus, tilápias e tuviras;
- ✓ Predomínio de hábito onívoro¹-insetívoro² devido à grande ingestão de material vegetal (folhas, sementes e frutos) da vegetação marginal pendente, com a ictiofauna também mostrando dependência da entrada de material alóctone;
- ✓ Maior riqueza e elevados valores de abundância e biomassa, decorrente das oportunidades oferecidas pela remoção da mata ripária e adensamento da vegetação herbácea pendente e de macrófitas, às quais se associam diversos grupos de invertebrados aquáticos e detritos junto ao sedimento;

- ✓ Maior complexidade de interações tróficas, ocasionada principalmente pelo elevado número de espécies generalistas (onívoros), elevando o número de elos e ligações tróficas;
- ✓ Dominância de duas espécies em termos de biomassa - *H. nigromaculatus* e *H. malabaricus* - ambas de maior porte quando comparadas às demais espécies coletadas, o que acarretou nesta dominância;
- ✓ Relevante importância de Heteroptera (Hemiptera Naucoridae) e juvenis de Odonata (insetos comumente encontrados no capim marginal durante as coletas) como itens adicionais à dieta predominantemente onívora;
- ✓ Abundâncias expressivas de espécies oportunistas (como *G. carapo*, *T. rendalli*, *P. harpagos* e *P. reticulata*), demonstrando considerável grau de impacto ambiental.

➤ Riachos Intermediários

- ✓ Elevados valores de profundidade, vazão e velocidade de correnteza;
- ✓ Predomínio de substrato rochoso;
- ✓ Características intermediárias quanto a diferentes aspectos (tipos de substrato, cobertura vegetal, e abrigo, impacto humano, medidas morfométricas), com alguns riachos se assemelhando mais às características apresentadas por Riachos de Mata, e outros riachos se assemelhando às características de Pastagem;
- ✓ Cobertura vegetal de suas margens e leito com vegetação ripária esparsa e desenvolvimento de vegetação herbácea pendente nas margens expostas ao sol, oferecendo diferentes oportunidades à fauna de riachos;
- ✓ Elevados valores de riqueza e índices de diversidade, além dos maiores valores brutos em abundância e biomassa de espécies, provavelmente decorrente das características heterogêneas que apresentam, mesclando características de ambos perfis e, portanto, oferecendo maior leque de oportunidades e recursos para as espécies de peixes e macroinvertebrados explorarem;
- ✓ Elevada dominância de uma espécie (*P. harpagos*) em termos de biomassa, indicando considerável grau de impacto ambiental, visto que elevadas abundâncias deste grupo (guaru) são indícios de degradação ambiental.
- ✓ Elevada dominância de duas espécies em termos de biomassa (*H. nigromaculatus* e *A. bockmanni*);

- ✓ Predomínio de hábito insetívoro¹-detritívoro², devido à constância e abundância de espécies detritívoras como os cascudos e os guarus;
- ✓ Ingestão relativamente elevada de material vegetal, porém como terceiro item mais ingerido, também mostrando dependência do material alóctone;
- ✓ Abundâncias expressivas de espécies oportunistas (como *G. carapo*, *P. harpagos* e *P. reticulata*), demonstrando considerável grau de impacto ambiental.

Vale ressaltar que embora os riachos com maior grau de degradação da vegetação marginal (Intermediários e de Pastagem) tenham demonstrado os maiores valores de todos os índices ecológicos, vários indícios (como simplificação de habitats devido ao assoreamento e remoção da mata ripária, presença e dominância de espécies generalistas e oportunistas) demonstram o elevado grau de impacto a que estes riachos estão submetidos.

Em contrapartida, riachos de Mata que mostraram os menores valores para todos os índices ecológicos aferidos são refúgio de espécies de pequeno porte e típicas de riachos de cabeceira, tais como as espécies do gênero *Trichomycterus*, *C. iheringi* e *C. schubarti*. Além disso, a captura de um único exemplar de *Trichomycterus* sp1 (espécie ainda em descrição) somente neste perfil, demonstra a importância da preservação da integridade destes ambientes para a conservação das espécies.

No entanto, conforme observado, somente a presença de mata ripária não é suficiente para manter a integridade destes habitats, visto que diversos riachos do perfil Mata demonstraram acelerado grau de assoreamento e dominância de espécies oportunistas como os guarus e estados juvenis de tilápias. Neste sentido, medidas de conservação destes ambientes não devem levar em consideração somente a preservação da mata ripária, mas também associar esta preservação a medidas de manejo e utilização sustentável do solo próximo às suas áreas marginais.

Sendo assim, a utilização de diferentes metodologias de diagnóstico do ambiente (aplicação do protocolo de diagnóstico físico) e da fauna (composição, índices ecológicos, dieta e estrutura trófica), permite ter uma visão mais ampla dos aspectos que influenciam na organização da ictiofauna de riachos de cabeceira, demonstrando que estes ambientes são amplamente dependentes, tanto de recursos alóctones (advindos da mata ripária ou vegetação marginal pendente), quanto autóctones (insetos aquáticos) e extremamente susceptíveis aos impactos oferecidos pelo tipo de uso de seu entorno.

Portanto, qualquer processo de simplificação de características do riacho (tipo de substrato, oferta de abrigos no leito e nas margens, variedade de recursos alimentares disponíveis, tipo de vegetação ripária, fluxo de correnteza, etc.) que acarrete numa homogeneização dos perfis originalmente encontrados, certamente causará perda de qualidade ambiental e consequente homogeneização da fauna e supressão de espécies endêmicas.

Por fim, medidas mitigadoras, de recuperação, proteção e conservação destes ambientes se fazem urgentes e espera-se que trabalhos como este sirvam como estímulo e como ferramentas para a aceleração da tomada de tais medidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E.(2001) Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, Maringá, v. 23, n. 2, p. 425-434.
- AGOSTINHO, A.A. & JÚLIO JR. H.F. (1999). Peixes da bacia do Alto rio Paraná. In *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais* (R.H. Lowe-McConnell). Edusp, São Paulo, p. 374-400.
- AGOSTINHO, A.A., THOMAZ, S.M. & GOMES, L.C. (2005). Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade* 1(1): 70-78.
- ALLAN, J. D. & FLECKER, A. S. (1993). Biodiversity Conservation in Running Waters: Identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. *Bioscience*; 43(1):32-43.
- ALLAN, J. D. (1996). *Stream ecology*. London: Chapman & Hall, 388p.
- ALLAN, J.D. (2004). Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 35: 257-284.
- ARANHA, J. M. R., TAKEUTI, D. F. & YOSHIMURA, T. M. (1998). Habitat use and food partitioning of the fishes in a coastal stream of Atlantic Forest, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*. 46(4):951-959.
- ARAÚJO, F. G., PEIXOTO, M. G., PINTO, BCT., & TEIXEIRA, TP.. (2009). Distribution of guppies *Poecilia reticulata* (Peters, 1860) and *Phalloceros caudimaculatus* (Hensel, 1868) along a polluted stretch of the Paraíba do Sul River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(1), 41-48. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842009000100005>
- AZEVEDO, P. DE; GOMES, A.L., (1943) Contribuição ao estudo da biologia da traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). *Boletim Indústria Animal*, São Paulo, 5 (4): 15-64.
- BARBIERI, G., (1989). Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da Represa do Monjolinho, São Carlos/SP. *Revista Brasileira de Biologia*. 6 (2): 225-233.
- BARBOSA, M.A.; COSTA, W.J.E.M., (2003). *Trichomycterus potschi* (Siluriformes: Loricarioidei): a new trichomycterid catfish from coastal streams of southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 14(3): 281-287.
- BARRELLA, W., M. PETRERE-JR, W.S. SMITH AND L.F.A. MONTAG. (2001). As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: R.R. Rodrigues and H.F. Leitão

- Filho (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. EDUSP, São Paulo. pp. 187-207.
- BARRILLI, G. H. C., ROCHA, O., NEGREIROS, N. F., & VERANI, J. R. (2015). Influence of environmental quality of the tributaries of the Monjolinho River on the relative condition factor (Kn) of the local ichthyofauna. *Biota Neotropica*, 15(1).
- BLAZON, M.M.(1981). Análise comparativa entre fotografias aéreas , imagens de radar e de satélite, no levantamento do uso da terra: o exemplo de Avaré (SP). São Paulo. 116p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BLANCK, A.; TEDESCO, P. A. & LAMOUREUX, N. (2007). Relationships between life-history strategies of European freshwater fish species and their habitat preferences. *Freshwater Biology*, 52:843-59.
- BÖHLKE, J.E., WEITZMAN, S.H. E MENEZES, N.A. (1978). Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazonica* 8 (4):657-677.
- BOJSEN, B.H. & BARRIGA, R. 2002. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. *Freshwater Biology*. 47: 2246-2260.
- BONATO, K. O.; DELARIVA, R. L.; SILVA, J. C. (2012). Diet and trophic guilds of fish assemblages in two streams with different anthropic impacts in the northwest of Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 29, n. 1, p. 27-38.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. (1984). Field & laboratory methods for general ecology. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 226p.
- BUCKUP, P.A.; MENEZES, N.A. & GHAZZI, M.S., 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 195p.
- BUNN S. E., DAVIES P. M., KELLAWAY D. M. (1997). Contributions of sugar cane and invasive pasture grass to the aquatic food web of a tropical lowland stream. *Marine and Freshwater Research*. 48:173–179. doi:10. 1071/MF96055
- CASATTI L, FERREIRA C. P., CARVALHO F. R. (2009) Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia* 632:273–283. doi:10.1007/s10750-009-9849-y
- CASATTI, L., F.B. TERESA, T. GONÇALVES-SOUZA, E. BESSA, A.R. MANZOTTI, C.S. GONÇALVES AND J.O. ZENI. (2012). From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*. 10: 205-214.

- CASATTI, L., TERESA, F. B., DE OLIVEIRA ZENI, J., RIBEIRO, M. D., BREJAO, G. L., & CENEVIVA-BASTOS, M. (2015). More of the same: high functional redundancy in stream fish assemblages from tropical agroecosystems. *Environmental management*, 55(6), 1300-1314.
- CASATTI, L.; A.M. SILVA; F. LANGEANI & R.M.C. CASTRO. (2006). Stream fishes, water and habitat quality in a pasture dominated basin, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, 66 (2b): 681-696.
- CASATTI, LILIAN, ROCHA, FABÍOLA C., & PEREIRA, DANUSA C.. (2005). Habitat use by two species of *Hypostomus* (Pisces, Loricariidae) in southeastern brazilian streams. *Biota Neotropica*, 5(2), 157-165. <https://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032005000300012>
- CASTRO, R.M.C. & CASATTI, L. (1997). The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná river basin, southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*. 7(4):337-352.
- CASTRO, R.M.C. & MENEZES, N.A. (1998). Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do Estado de São Paulo. In *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX*, 6: vertebrados (R.M.C. Castro, ed.). WinnerGraph, São Paulo, p. 1-13.
- CASTRO, R.M.C., CASATTI, L., SANTOS, H.F., FERREIRA, K.M., RIBEIRO, A.C., BENINE, R.C., DARDIS, G.Z.P., MELO, A.L.A., ABREU, T.X., BOCKMANN, F.A., CARVALHO, M., GIBRAN, F.Z. & LIMA, F.C.T. (2003). Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Parapanema, sudeste e sul do Brasil. *Biota Neotropica*. 3(1):1-31.
- CASTRO, R.M.C. (1999). Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. Pp. 139-155 In: E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril & P.R. PeresNeto (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, vol. 7, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, 260 pp.
- CATELLA, A.C. & PETRERE JR., M. (1998). Body-shape and food habitats of fish from Baía da Onça, a Pantanal flood plain lake, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26:2203-2208.
- CETRA, MAURICIO, MATTOX, GEORGE MENDES TALIAFERRO, FERREIRA, FABIO COP, GUINATO, RAYSSA BERNARDI, SILVA, FERNANDO VIEIRA, & PEDROSA, MARINA. (2016). Headwater stream fish fauna from the Upper

- Paranapanema River basin. *Biota Neotropica*, 16(3), e20150145. Epub August 08, 2016. <https://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0145>
- CHAPMAN, L. J. & CHAPMAN, C. A., (2002). Tropical forest degradation and aquatic ecosystems: our current state of knowledge. pp. 237-249. In: COLLARES-PEREIRA, M. J., COWX, I. G. & COELHO, M. M. (Eds.). *Conservation of freshwater fishes: options for the future*. Oxford, Blackwell Science, 472p.
- CONNELL, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, vol. 199, p.1302-1310.
- CORNWELL, W. K., CORNELISSEN, J. H. C., ALLISON, S. D., BAUHUS, J., EGGLETON, P., PRESTON, C. M., SCARFF, F., WEEDON, J. T., WIRTH, C., AND ZANNE, A. E.: (2009). Plant traits and wood fates across the globe: rotted, burned, or consumed?, *Global Change Biology*, 15, 2431– 2449, doi:10.1111/j.1365-2486.2009.01916.x.
- CORNWELL, W. K. & ACKERLY, D. D. (2006a). Community assembly and shifts in the distribution of functional traits values across an environmental gradient in coastal California. *Ecological Monographs* 79: 109-126.
- CORNWELL, W. K.; SCHWILK, L. D. & ACKERLY, D. D. (2006b). A trait based test for habitat filtering: convex hull volume. *Ecology* 87: 6. 1465-1471 Jun.
- CRISC-BISPO, V. L.; BISPO, P. C. & FROEHLICH, C. G. (2007). Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in litter in a mountain stream of the Atlantic Rainforest from Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(3): 545-551.
- CRUZ FILHO, J. (1998). Dossiê completo do aspecto histórico, geográfico, econômico e turístico do Município de Avaré. Avaré: Secretaria Municipal de Turismo, SP.
- CUMMINS, K. W. (1974). Structure and functions of stream ecosystems. *BioScience* 24: 631-641.
- CUMMINS, K. W.; PETERSEN, R. C.; HOWARD, F. O.; WUYCHECK, J. C. & HOLT, V. I. (1973). The Utilization of Leaf Litter by Stream Detritivores. *Ecology* 54(2): 336-345.
- CUMMINS, K. W.; WILZBACH, M. A.; GATES, D. M.; PERRY, J. B. & TALIAFERRO, B. (1989). Shredders and riparian vegetation. *BioScience* 39(1): 24-30.
- CUNICO, A. M., AGOSTINHO, A. A., & LATINI, J. D. (2006). Influência da urbanização sobre as assembleias de peixes em três córregos de Maringá, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(4): 1101-1110.

- DE PINNA, M. C. C., (1989). A new sarcoglanidine catfish, phylogeny of its subfamily, and an appraisal of the phyletic status of the Trichomycterinae. *American Museum Novitates* 2950: 1-39. 59
- DE PINNA, M. C. C., (1992). A new subfamily of Trichomycteridae (Teleostei, Siluriformes), lower Loricarioid relationships, and a discussion on the impact of additional taxa for phylogenetic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 106(2): 175-229.
- DE PINNA, M. C. C.; WOSIACKI, W.B., (2003). Family Trichomycteridae (pencil or parasitic catfishes), pp 270-290. In R.E: Reis, S.O. Kullander, and C.J. Ferraris, Jr. (Eds.) *Checklist of the freshwater fishes of South and Central America*, EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil.
- DOMÍNGUEZ, E. & FERNÁNDEZ, H.R. (2009). *Macroinvertebrados bentônicos sudamericanos: sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- DUDGEON, D., A. H. ARTHINGTON, M. O. GESSNER, Z.-I. KAWABATA, D. J. KNOWLER, C. LE´VE`QUE, R. J. NAIMAN, A.-H. PRIEUR-RICHARD, D. SOTO, M. L. J. STIASSNY, AND C. A. SULLIVAN. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81:163–182.
- DYER, S.D., PENG, C., MCAVOY, D.C, FENDINGER, N.J., MASSCHELEYN, P., CASTILHO, L.V. & LIM, J.M. (2003). The influence of untreated wastewater to aquatic communities in the Balatuin River, the Philippines. *Chemosphere*, Kidlington, 52: 43- 53.
- ESTEVES, K.E. & P.M. GALETTI JR., 1995. Food partitioning among some characids of a small Brazilian floodplain lake from the Paraná River basin. *Environmental Biology of Fishes*. 42(4):375-389.
- ESTEVES, K.E., LOBO, A.V.P. & FARIA, M.D.R. Trophic structure of a fish community along environmental gradients of a subtropical river (Paraitinga River, Upper Tietê River Basin, Brazil). *Hydrobiologia*, 2008, 598(1), 373-387.
- FERREIRA, C.P. & CASATTI, L. (2006). Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes. *Biota Neotropica*, 6(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00306032006> ISSN 1676-0603 (acesso 25/05/2013).
- GERKING, S. D. (1994). *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press, San Diego. 416 p.

- GOLDSTEIN, R.M. & MEADOR, M.R. (2004). Comparisons of fish species traits from small streams to large rivers. *Fisheries Society*, 133: 971-83.
- GOLDSTEIN, R.M. & MEADOR, M.R. (2005). Multilevel assessment of fish species traits to evaluate habitat degradation in streams of the Upper Midwest. *North American Journal of Fisheries Management*. 25: 180-194.
- GOMIERO, L. M., & BRAGA, F. M. S.. (2008). Feeding habits of the ichthyofauna in a protected area in the State of São Paulo, southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 8(1), 41-47. <https://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032008000100004>
- HENRIQUES-OLIVEIRA, A. L.; NESSIMIAN, J. L.; DORVILLÉ, L. F. M. (2003) Feeding habits of Chironomid larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the floresta da tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 63, n. 2, p. 269-281.
- HIRABAYASHI, K. & WOTTON, R.S. (1998). Organic matter processing by chironomid larvae (Diptera: Chironomidae). *Hydrobiologia*. 382: 151-159. <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN01703012003>
- HORN, M. H. (1998). Feeding and digestion. In: EVANS, D.H. (Ed.) *The physiology of fishes*. Boca Raton: CRC Press. p. 43-64.
- HYSLOP, E. J. (1980) Stomach content analysis: a review of methods and their applications. *Journal of Fish Biology*. Southampton, v. 17, no.4, p.411-429.
- KAUFMANN, P.R., P. LEVINE, E.G. ROBISON, C. SEELIGER & D.V. PECK. (1999). Quantifying Physical Habitat in Wadeable Streams. EPA/620/R-99/003 US Environmental Protection Agency, Washington, DC.:130.
- KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. (1980). Método gráfico e estimativa de Índice Alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo*, v. 29, no.2, p.205-207.
- KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V.S. (2005). Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Entomol. Vect.* 12(2): 193-231.
- KOBAYASHI, S & KAGAYA, T. (2002). Differences in litter characteristics and macroinvertebrate assemblages between litter patches in pools and riffles in a headwater stream. *Limnology* 3: 37-42.
- LANGEANI, F., CASTRO, R.M.C., OYAKAWA, O.T., SHIBATTA, O.A., PAVANELLI, C.S. & CASATTI, L. (2007). Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*. 7(3):181-197. <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn03407032007>

- LEIBOLD, M. (1998). Similarity and local coexistence of species in regional biotas. *Evolution & Ecology*, 12(1): 95-100.
- LEMES, E.M. & V, GARUTTI. (2002). Ecologia da ictiofauna de um co'rrrego de cabeceira da bacia do alto rio Parana', Brasil. *Iheringia, Série Zoológica*, Porto Alegre, 92 (3):69-78.
- LEUNG, A.S.L.; LI, A.O.Y. & DUDGEON, D., (2012). Scales of spatiotemporal variation in macroinvertebrate assemblage structure in monsoonal streams: the importance of season. *Freshwater Biology*, 57: 218-231
- LÉVÊQUE, C.; OBERDORFF, T.; PAUGY, D.; STIASSNY, M. L. J.; TEDESCO, P. A. (2008) Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*. 595: 545–567.
- LOWE-McCONNELL, R.H. (1975). Fish communities in tropical freshwaters. Their distribution, ecology and evolution. London and New York, Longman, 303p.
- LOWE-McCONNELL, R.H. (1987). Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge, Cambridge University Press, 382p.
- LOWE-McCONNELL, R.H. (1999). Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, EDUSP, 584p.
- LUCENA CAS, CASTRO J. B., BERTACO V.A. (2013) Three new species of *Astyanax* from drainages of southern Brazil (Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology*, 11(3):537-552.
- MACKAY, R. J. & WIGGINS, G. B. (1979). Ecological diversity in Trichoptera. *Annual Review of Entomology* 24:185-208.
- MARIDET, L; WASSON, J. G.; PHILIPPE, M. & AMOROS, C. (1995). Benthic organic matter dynamics in three streams: Riparian vegetation or bed morphology control? *Archiv für Hydrobiologie* 132(4): 415-425.
- MARQUES LC, CENEVIVA-BASTOS M, CASATTI L (2013) Progressive recovery of a tropical deforested stream community after a flash flood. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 25:111–123. doi:10.1590/S2179-975X 2013000200002
- MASCARO, S. D. A. (2004). Evolução espaço-temporal do uso e cobertura do solo nas estâncias turísticas de Avaré e Paranapanema, no reservatório de Jurumirim (SP). Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Instituto de Geociências e Ciências Exatas e Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro. Acervo da Biblioteca, 551.41; M395e

- MAZZONI, R. & LOBÓN-CERVIÁ, J. (2000). Longitudinal structure, density and production rates of a neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in the Serra do Mar, southeast Brazil. *Ecography* 23(5):588-602.
- MENEZES, N.A., CASTRO, R.M.C., WEITZMAN, S.H. E WEITZMAN, M.J. (1990). Peixes de riacho da Floresta Costeira Atlântica Brasileira: um conjunto pouco conhecido e ameaçado de vertebrados. In: Watanabe, S. (coordenador), pp. 290-295, of II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Manejo e Função 6 a 11 de abril de 1990, Águas de Lindóia, S.P. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1: 448 pp.
- MOYLE, P.B. & J.J. CECH. (1996). *Fishes: An Introduction to Ichthyology*. New Jersey, Prentice-Hall Inc., 3rd ed., 590p.
- NELSON, J.S., Grande, T. C., Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the World*. 5ª ed. John Wiley & Sons, 752p.
- OLIVEIRA, D. C.; BENNEMANN, S. T. (2005). Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 5, n. 1, p. 95-107.
- OLIVEIRA, R.D. de, (1994). Hábitos e comportamento alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae), em alagados de vazante, município de Santo Antônio de Leverger-MT. Monografia. Instituto de Biociências da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 26 f.
- OYAKAWA, O.T. & MENEZES, N.A., (2011). Checklist dos peixes de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*. 11: 1-13.
- PASSOS, M.I.S., NESSIMIAN, J.L. & DORVILLÉ, L.F.M. (2003). Distribuição espaço-temporal da comunidade de Elmidae (Coleoptera) em um rio da Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, R.J. *Boletim do Museu Nacional*. 509: 1-9.
- PAULA, MC. and FONSECA-GESSNER, AA. (2010). Macroinvertebrates in low-order streams in two fragments of Atlantic Forest in different states of conservation, in the State of São Paulo. *Brazilian Journal Biology*, vol. 70, no. 3, p. 899-909. PMID:21085795.
- PEREIRA, R.A.C.; RESENDE, E.K. (2006) Alimentação de *Gymnotus* cf. *carapo* (Pisces: Gymnotidae) e suas relações com a fauna associada às macrófitas aquáticas no Pantanal, Brasil. Corumbá: Embrapa Pantanal. p.52. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.68).

- PERES-NETO, P.R. (2004). Patterns in the co-occurrence of fish species in streams: the role of site suitability, morphology and phylogeny versus species interactions. *Oecologia*, 140:352-360.
- PINKAS, L., OLIPHANT, M. S. & IIVerson, I. L. K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Calif. Dep. Fish Game, Fishery Bulletin*. 152: 105p.
- PINTO, B. C. T.; ARAÚJO, F. F. G. (2007). Assessing of biotic integrity of the fish community in a heavily impacted segment of a tropical river in Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 50, n. 3, p. 489-502.
- POFF, N.L. (1997). Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *Journal of the North American Benthological Society*, 16(2): 391-409.
- POUILLY, M.; LINO, F.; BRETENOUX, J. G.; ROSALES, C. (2003). Dietary-morphological relations in a fish assemblage of the Bolivian Amazonian floodplain. *Journal of Fish Biology*, London, GB, v. 62, n. 5, p. 1137-1158.
- PRIMER-E LTD. (2009). Primer version 6.1.12 & Permanova + version 1.0.2.
- PUSEY, B. J. & ARTHINGTON, A. H. (2003). Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. *Marine and Freshwater Research*, 54: 1-16.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. (2013). R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria. Available from: <http://www.r-project.org>.
- REIS, R. E., ALBERT, J. S., DI DARIO, F., MINCARONE, M. M., PETRY, P. & ROCHA, L. A. (2016). Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, 89: 12–47. doi:10.1111/jfb.13016
- RESENDE, E. K. de; PEREIRA, R. A. C.; ALMEIDA, V. L. L. de; SILVA, A. G. (2000). Peixes onívoros da planície inundável do rio Miranda, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Corumbá: Embrapa Pantanal. *Boletim de Pesquisa*, 16. 60p.
- RESH, V.H. & D.M. ROSENBERG. (1984). *The ecology of aquatic insects*. New York, Praeger Publishers, 625p.
- ROLLA, ANA PAULA POZZO RIOS, ESTEVES, KATHARINA EICHBAUM, & ÁVILA-DA-SILVA, ANTÔNIO OLINTO. (2009). Feeding ecology of a stream fish assemblage in an Atlantic Forest remnant (Serra do Japi, SP, Brazil). *Neotropical Ichthyology*, 7(1), 65-76. <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252009000100009>

- SABINO, J. & R. M. C. CASTRO. (1990). Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho de floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, 50: 23-36.
- SHIMANO, Y., SALLES, F.F., FARIA, L.R.R., CABETTE, H.S.R. and. NOGUEIRA, D.S. (2012). Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil. *Iheringia, Série. Zoologia*. 102(2): 187-196.
- SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>
- TEIXEIRA, I.; BENNEMANN, S. T. (2007). Ecomorfologia refletindo a dieta dos peixes em um reservatório no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 7, n. 2, p. 67-76.
- TERESA, F. B.; CASATTI, L. (2005) Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 121-126.
- TOWNSEND, C. R. & A. G. HILDREW, (1994). Species traits in relation to habitat templet for river systems. *Freshwater Biology* 31: 265–275.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. (2011). Larvas de Chironomidae: guia de identificação. São Carlos: UFSCar, 1, 2.
- TUNDISI, J. G. (Org.) (2002) Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 2. ed. São Paulo, Escrituras Editora, 703p.
- UIEDA, V. S. & BARRETTO, M. G. (1999). Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do Rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Zoociências* 1(1):55-67.
- UIEDA, V. S. & T. L. F. PINTO. (2011). Feeding selectivity of ichthyofauna in a tropical stream: space-time variations in trophic plasticity. *Community Ecology*, 12: 31-39
- UIEDA, V. S., P. BUZZATO & R. KIKUCHI. (1997). Partilha de recursos alimentares em peixes em um riacho de serra do Sudeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 69: 243-252.
- UIEDA, V.S. & GAJARDO, I.C.S.M. (1996). Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. *Naturalia*. 21: 31-47.
- UIEDA, V.S. AND R.L. MOTTA. (2007). Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 19: 15-30.

- VANNOTE, R.L., MINSHAL, G.W., CUMMINS, K.W, SEDELL, J.R., & CUSHING, C.E, (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 37: 130-137.
- VARI, R. P. & R. M. C. CASTRO. (2007). New species of *Astyanax* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) from the upper Rio Paraná system, Brazil. *Copeia*, 2007: 150-162.
- VIANA, D.; ZAWADZKI, C. H.; OLIVEIRA, E. F.; VOGEL, H. F.; GRAÇA, W. J. (2013). Structure of the ichthyofauna of the Bonito river, Ivaí river basin, upper Paraná river system, Brazil. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 13, n. 2, p. 218-226.
- VIEIRA, D. B.; SHIBATTA, O. A. (2007) Peixes como indicadores da qualidade ambiental do ribeirão Esperança, município de Londrina, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 7, n. 1, p. 57-65.
- WALKER PD, WIJNHOFEN S, VELD V (2013) Macrophyte presence and growth form influence macroinvertebrate community structure. *Aquatic Botany*. 104:80–87. doi:10.1016/j.aquabot.2012.09.003
- WALLACE, J. B.; EGGERT, S. L.; MEYER, J. L.; & WEBSTER, J. R. (1997). Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs. *Science* 277(5322): 102-104.
- WATSON, D. J.; BALON, E. K. (1984). Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology*, London, GB, v. 25, n. 3, p. 371-384.
- WEIHER, E. & KEDDY, P.A. (1995). Assembly rules, null models, and trait dispersion: new questions from old patterns. *Oikos*. 74(1):159-164.
- WINEMILLER, K. O. (1989). Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. *Environmental Biology of Fishes*, Dordrecht, v. 26, p. 177-199.
- WINEMILLER, K. O.(1995). Fish ecology. In: NIERENBERG, W. A. (Ed.). *Encyclopedia of environmental biology*. San Diego: AcademicPress. v. 3., p. 49-65.
- WOSIACKI, V. B.; DE PINNA, M. C. C., (2007). Família Trichomycteridae: Trichomycterinae In: Buckup, P.A., Menezes, N. A. e Ghazzi, M. S. (Eds.) *Catálogo das Espécies de peixes de água doce do Brasil*. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2007, 195 p.

- WOSIACKI, V. B.; GARAVELLO, J. C., (2004). Five new species of *Trichomycterus* from the rio Iguaçu (rio Paraná Basin), southern Brazil (Siluriformes: Trichomycteridae) *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 5(1), 1-16
- ZENI JO, CASATTI L (2014) The influence of habitat homogenization on the trophic structure of fish fauna in tropical streams. *Hydrobiologia* 726:259–270. doi:10.1007/s10750-013-1772-6