

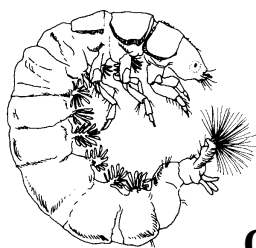
Universidade Estadual Paulista – UNESP
Instituto de Biociências
Pós-Graduação em Ciências Biológicas
Área de Concentração: Zoologia



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 abraça 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 abraça 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 "Pãe". 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).

OBJETIVOS

Portanto, levando-se em conta que:

- ✓ um dos fatores que pode desempenhar um papel importante na estrutura dos ambientes lóticos e na composição da fauna é a vegetação ripária;
- ✓ o levantamento de dados ambientais no entorno e no leito de riachos pode ser utilizado como indicador para os níveis de degradação ambiental;
- ✓ filtros ambientais (degradações) de um mesmo tipo geram semelhanças funcionais e, conseqüentemente, de estruturação das comunidades;

O objetivo do presente trabalho foi verificar possíveis alterações na estrutura física, bem como na estrutura e composição da ictiofauna de riachos de cabeceira (1ª a 3ª ordem), em função de suas características de cobertura vegetal.

A hipótese é de que riachos com presença de mata ripária possuam maior estabilidade e equitabilidade de suas comunidades, e que os riachos tendam a sofrer um processo de simplificação como consequência da homogeneização do hábitat decorrente da remoção da mata ripária.

ÁREA DE ESTUDO

A descrição deste item foi realizada de forma bem detalhada, pois fará parte de material de referência e de relatórios fornecidos à Prefeitura do município de Avaré, o IFSP Campus Avaré e à CATI - Regional Avaré, visando a realização de futuros projetos nesta área em parceria com estas instituições, bem como a elaboração de material didático sobre o tema.

Caracterização Geral da Bacia do Rio Paranapanema

A Bacia do Rio Paranapanema é uma das mais importantes do Estado de São Paulo, ocupando uma área de 145.511 km² e abrangendo 247 municípios de dois Estados da Federação (sendo 132 do Paraná e 115 de São Paulo). Esta bacia está localizada numa região relativamente populosa (aproximadamente 4,3 milhões de habitantes), caracterizada pela excelente qualidade de seus solos (terra roxa) e elevada disponibilidade hídrica, demonstrando grande potencial e produtividade nos setores agropecuário (sucroalcooleiro, reflorestamento e gado bovino), energético (usinas hidrelétricas) e turístico (represas, parques e estações ecológicas) (Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Paranapanema).

Além da reconhecida importância econômica, esta bacia apresenta grande valor ambiental e conservacionista, visto que suas áreas de cabeceira estão inseridas em importantes áreas de preservação ambiental (APAs, parques, estações ecológicas e florestas estaduais), bem como abrigam diversas zonas de afloramento e recarga do Aquífero Guarani, um dos mais importantes reservatórios de água do mundo (Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Paranapanema).

A nascente do Rio Paranapanema se localiza a cerca de 100 km da Costa Atlântica e a 900 m de altitude, na Serra de Agudos Grandes (sudeste do Estado de São Paulo). Ao longo de seus 929 km de extensão, percorre regiões com intensa concentração de mata nativa (áreas de nascente localizadas nos Parques Estaduais de Carlos Botelho, Intervales e Petar - Estado de São Paulo), seguindo por regiões de vegetação natural de cerrado, enquanto desce a Serra no sentido da Depressão do Paranapanema. Em trajetória sinuosa contorna a Cuesta de Botucatu (localizada na borda da Depressão Periférica), de onde segue o curso até sua foz, localizada no Rio Paraná a 239 m de altitude.

A partir da foz do Rio Itararé (um de seus afluentes), o Rio Paranapanema torna-se uma divisa natural entre os Estados de São Paulo e Paraná. Por tratar-se de um rio cuja bacia hidrográfica abrange dois Estados da Federação, é considerado um rio de domínio da União e, portanto, sua gestão ocorre através da integração e articulação dos Sistemas de Gerenciamento

de Recursos Hídricos Estaduais e Nacional (Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Paranapanema). Portanto, visando a gestão de seus recursos hídricos, a Bacia do Rio Paranapanema foi subdividida em sete sub-regiões ou Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (Figura 1), sendo três UGRHI paulistas (Alto, Médio e Pontal do Paranapanema) e quatro UGRHI paranaenses (Pioneiro, Piraponema, Alto Tibagi e Baixo Tibagi).

Esta gestão integrada é fundamental para a conservação dos recursos hídricos da Bacia, visto que os dois estados partilham muitas semelhanças, tanto em termos de características e uso dos recursos hídricos, quanto em termos dos impactos decorrentes destes usos (Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Paranapanema). Algumas destas características são listadas a seguir:

- ✓ Alta susceptibilidade à erosão (noroeste do Paraná e sudoeste de São Paulo) devido à ocorrência de solos arenosos originados da decomposição do Arenito Caiuá e das formações Pirambóia e Botucatu, possuindo maior fragilidade quanto ao assoreamento das nascentes e afluentes que abastecem a bacia.
- ✓ Áreas marginais utilizadas predominantemente para agricultura intensiva e pecuária extensiva (predomínio de atividades sucroalcooleiras, reflorestamento para produção de madeira, papel e celulose, pecuária de corte e leite, citricultura e hortaliças), sofrendo as mesmas consequências dos impactos decorrentes destas atividades.
- ✓ Existência de represamentos para geração de energia (usinas hidrelétricas), estando submetidas às variações de volume e impactos decorrentes de suas instalações.
- ✓ Abrigo de zonas de recarga e afloramento do Aquífero Guarani, sendo locais fundamentais para implantação de medidas de conservação e recuperação ambiental, visando o abastecimento de água.

Caracterização das UGRHI Paulistas da Bacia do Paranapanema

Conforme citado anteriormente, a Bacia do Rio Paranapanema está dividida em três Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHI) no Estado de São Paulo: Alto, Médio e Pontal do Paranapanema (Figura 2).

A Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (Figura 3) está localizada no sudoeste do Estado de São Paulo, abrangendo 36 municípios, um território de 22.689 km² e uma população aproximada de 717 mil habitantes. As maiores cidades localizadas nesta UGRHI são Itapetininga, Itapeva, Itararé, Capão Bonito, São Miguel Arcanjo e Piraju. Seus principais rios são Paranapanema, Apiaí-Guaçú, Taquarí, Itapetininga, Verde, Capivari, Itararé, Paranapitanga e Ribeirão das Almas, possuindo também quatro reservatórios dentro de seus

limites: Boa Vista, Jurumirim, Piraju e Chavantes. Esta região abriga ainda diversas unidades de conservação e áreas de preservação (APA Corumbataí, Botucatu e Tejupá, APA da Serra do Mar, EE de Angatuba, EE de Xitué, EE de Paranapanema, EE de Itapeva, EE de Itaberá, FE de Angatuba, FE de Manduri, FE de Paranapanema, FE de Piraju, FN Capão Bonito, PE Intervalles, PE Carlos Botelho, RPPN Fazenda Horii, RPPN Vale do Corisco), além de áreas de nascentes do Rio Paranapanema, localizadas na Serra de Paranapiacaba, na região limítrofe dos municípios de Capão Bonito e Ribeirão Grande (Figura 3).

A Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (Figura 4) está localizada no centro-oeste do Estado de São Paulo, abrangendo 42 municípios, um território de 16.763 km² e uma população aproximada de 665 mil habitantes. As maiores cidades localizadas nesta UGRHI são Ourinhos, Assis, Avaré, Santa Cruz do Rio Pardo e Paraguaçu Paulista. Seus principais rios são Pardo, Turvo, Novo, Pari, Capivara e tributários de até terceira ordem do Paranapanema, possuindo também diversas unidades de conservação e áreas de preservação (APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá, EE dos Caetetus, EE de Assis, EE de Santa Bárbara, FE de Avaré, FE de Águas de Santa Bárbara e FE de Assis), além de cinco reservatórios dentro de seus limites: Chavantes, Salto Grande, Canoas I, Canoas II e Capivara (Figura 4).

A Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (Figura 5) está localizada no extremo oeste do Estado de São Paulo, abrangendo 26 municípios, um território de 12.395 km² e uma população aproximada de 480 mil habitantes. As maiores cidades localizadas nesta UGRHI são Presidente Prudente, Assis, Presidente Venceslau, Presidente Epitácio, Rancharia, Rosana, Pirapozinho, Martinópolis, Álvares Machado e Teodoro Sampaio. Seus principais rios são Paranapanema, Paraná, Santo Anastácio e Pirapozinho, possuindo diversas unidades de conservação e áreas de preservação (EE Mico-Leão-Preto, PE Morro do Diabo, RPPN Mosquito e RPPN Vista Bonita), além de quatro reservatórios dentro de seus limites: Capivara, Rosana, Engenheiro Sergio Mota e Taquaruçu (Figura 5).

Caracterização do Município de Avaré

O município de Avaré ocupa uma área aproximada de 1.217 km² e está localizado a uma altitude de 766 m, na região sudoeste do Estado de São Paulo. Este município de aproximadamente 90 mil habitantes foi recentemente elevado à condição de Estação Turística por estar inserido na região do Vale do Paranapanema, à margem direita da represa de Jurumirim (Bacia do Rio Paranapanema) e apresenta características potenciais de exploração econômica na área do turismo rural, náutico e de aventura.

Embora apresente grande potencial turístico, sua principal atividade econômica está concentrada no Agronegócio, com destaque para a pecuária (gado de leite e de corte e cavalos de raça), seguida por culturas agrícolas diversas (como sucroalcooleiro, reflorestamento, citricultura e hortifruti).

Apesar de estar inserido na UGRHI Médio Paranapanema, o município possui diversos afluentes localizados dentro dos limites da Bacia do Alto Paranapanema, ou seja, tributários de até terceira ordem localizados ao sul e sudeste do município, com nascentes aflorando ao sul da linha férrea que corta o município (Figura 6). Estas microbacias inseridas dentro dos limites do município de Avaré e dentro dos limites da Bacia do Alto Paranapanema, foram o foco do presente estudo e serão detalhadas a seguir.

Caracterização Geral da Área de Estudo

O trabalho foi realizado em seis microbacias, todas desembocando na margem direita da Represa de Jurumirim. Estas microbacias encontram-se ao sul do município de Avaré, região centro-oeste do Estado de São Paulo, entre a margem direita da Represa de Jurumirim e a estrada férrea que atravessa o município (Figura 6), ocupando uma área e perímetro aproximados de 465 km² e 170 km, respectivamente.

Este conjunto de microbacias possui uma rede hidrográfica total de 217 afluentes e sua bacia de drenagem está distribuída em uma região de relevo consideravelmente acidentado, com altitudes variando entre 891 e 575 metros. A região alterna fisionomias de planalto ao norte (próximo à área urbana e à rodovia vicinal Cel. Eduardo Lopes de Oliveira), onde se localizam as nascentes das microbacias, e de planície ao sul (próximo à Represa de Jurumirim), onde se localizam as áreas de foz das microbacias.

Os riachos de planalto apresentam, predominantemente, fundo rochoso (com rochas de diâmetros variados e/ou pedral) e grande número de cachoeiras e pequenas quedas d'água. O relevo acidentado devido à inserção em áreas de fendas e Escarpas Estonadas torna o acesso aos riachos de planalto mais difícil, o que pode estar relacionado ao melhor estado de preservação destes trechos. Por outro lado, os riachos de planície, predominantemente de fundo arenoso, por estarem localizados em áreas de menor declividade são de mais fácil acesso e, provavelmente por isso, apresentam menor grau de preservação, estando submetidos ao uso mais intenso de suas áreas marginais para o desenvolvimento de atividades agropecuárias.

Ainda quanto ao relevo, segundo mapeamento geomorfológico da bacia de drenagem do Alto e Médio Rio Paranapanema (IPT, 1981), na área de estudo há o predomínio do grupo

São Bento (formações Serra Geral e Botucatu) nas áreas de planície e do grupo Bauru (formação Marília) nas áreas de planalto e de cabeceira das microbacias (Figura 7). O mapeamento geológico (IPT, 1981) também aponta para a área o predomínio de Escarpas Estonadas nas áreas de planalto, onde o relevo é mais acidentado, e de Colinas Amplas nas áreas de planície, onde o relevo é mais suave (Figura 8).

Quanto à vegetação natural, o município de Avaré encontra-se inserido numa área de Floresta Latifoliada residual (CRUZ FILHO, 1998). Esta vegetação de transição entre Cerrado e Floresta Ombrófila é composta por fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduas, bem como de florestas de galeria perenes ao longo das microbacias. Estas áreas florestadas são de fundamental importância evolutiva, pois por serem áreas de transição entre biomas distintos (denominadas ecótonos) permitem o encontro, o movimento e a troca de informações genéticas entre populações de áreas distintas, funcionando como corredores ecológicos e favorecendo o aumento da variabilidade genética (CRUZ FILHO, 1998).

Sob o aspecto do uso e da ocupação de suas margens, as microbacias estudadas se encontram inseridas em bairros rurais do município, sendo ocupadas principalmente por pequenas propriedades onde são desenvolvidas as mais variadas atividades agropecuárias, com destaque para o cultivo de grãos, hortaliças e gado leiteiro. Além destas propriedades, há também extensas áreas de arrendamento destinadas a indústrias de papel e celulose, citricultura e gado de corte e leiteiro. Um levantamento censitário das unidades de produção agrícola, realizado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (LUPA 2007/2008), cita para o município 52 tipos de culturas e 14 tipos de produção animal. Segundo os mapas de uso do solo elaborados por MASCARO (2004), comparando o uso do solo nas margens da Represa de Jurumirim de 1972 a 2003, e também os dados obtidos junto à CATI – Regional Avaré (LUPA 2007/2008), os impactos antrópicos predominantes no município são o uso para pastagem, seguido de cana de açúcar, reflorestamento (eucalipto) e hortifruti.

Grande parte das nascentes das microbacias estudadas está inserida dentro da APA (Área de Proteção Ambiental) Corumbataí-Botucatu-Tejupá – Perímetro Botucatu. Estas áreas são caracterizadas por apresentarem formações do tipo Arenito, derivadas das formações Pirambóia e Botucatu que, em conjunto com os recortes íngremes do relevo da região e o uso intensivo de suas áreas marginais para o agronegócio, estão muito susceptíveis a processos erosivos e assoreamento dos riachos (Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo).

Quanto às condições climáticas, segundo a classificação de Köppen o município de Avaré é do tipo Cwa, com clima quente e úmido e inverno seco. As temperaturas médias são de 22°C para o mês mais quente e 18°C para o mês mais frio (BLAZON, 1981). A pluviosidade varia entre 917 mm e 3224 mm totais anuais, segundo série histórica para o período de 1954-2015 obtida junto à estação meteorológica do Horto Florestal de Avaré (Figura 9). Esta série histórica registra pulsos de chuva com mais de 3000 mm anuais (1963 e 1976) e pulsos de seca com cerca de 900 mm anuais (1967 a 1969). Para o ano de realização das coletas (2015) foi registrada uma pluviosidade anual superior a 1800mm, um pouco acima da média da série histórica apresentada, que fica em torno de 1480mm.

A média mensal para esta mesma série histórica (Figura 10) registra uma estação chuvosa de outubro a março (valores médios acima de 100 mm mensais) e uma estação seca de abril a setembro (valores médios abaixo de 100 mm mensais). No entanto, para o ano de 2015 foram registrados picos de chuva atípicos e consideravelmente acima da média histórica para os meses de julho, setembro e novembro (Figura 10).

Descrição das Microbacias estudadas

Para a realização do trabalho foram selecionados 36 riachos de 1ª a 3ª ordem (Figura 11), com dimensões físicas e características similares, porém com três perfis distintos quanto à presença de cobertura vegetal em suas margens: (1) Perfil Mata - 12 riachos com presença de mata ripária igual ou superior a 10 metros de largura em ambas as margens, (2) Perfil Intermediário - 12 riachos com mata ripária esparsa, presente somente em uma das margens, ou de forma alternada em ambas as margens e (3) Perfil Pastagem - 12 riachos com ausência de mata ripária em ambas as margens e localizados em área de pastagem.

Os 36 riachos estão distribuídos em 6 microbacias pertencentes à Bacia do Alto Paranapanema e deságuam na margem direita da represa de Jurumirim, dentro dos limites do município de Avaré (Figura 11, Tabela I). Estas microbacias estão localizadas entre os municípios de Arandu e Itatinga, compreendendo de oeste para leste as microbacias: Santa Bárbara, Pinhal, Rochas, Ponte Alta, Jacutinga e Pedra Preta (Figura 11).

a) Microbacia Santa Bárbara (S) – Figura 12

Sua rede hidrográfica tem um total de 18 afluentes, abrangendo riachos de 1ª a 3ª ordem, e está inserida no bairro rural Santa Bárbara, ocupando áreas limítrofes com o município de Arandu, localizada ao sul da rodovia SP-245 Salim Antonio Curiati e a oeste da rodovia João Melão. Sua bacia de drenagem ocupa áreas de fazendas e, portanto, tem o uso do

solo predominantemente direcionado a atividades agropecuárias, prevalecendo o setor sucroalcooleiro, papel e celulose e gado bovino.

b) Microbacia Pinhal (P) – Figura 13

Sua rede hidrográfica tem um total de 8 afluentes, abrangendo riachos de 1ª a 3ª ordem, e está inserida no bairro rural Pinhal, localizada ao sul da zona urbana do município, a leste da rodovia João Melão e a oeste da estrada vicinal da Ponte Alta. Sua bacia de drenagem ocupa áreas de fazendas e, portanto, tem o uso do solo predominantemente direcionado a atividades agropecuárias, prevalecendo o setor sucroalcooleiro, papel e celulose e gado bovino.

c) Microbacia Rochas (R) – Figura 14

Sua rede hidrográfica tem um total de 10 afluentes, abrangendo riachos de 1ª a 3ª ordem, e está inserida no bairro rural dos Rochas, localizada ao sul da zona urbana do município e a oeste da estrada vicinal da Ponte Alta. Sua bacia de drenagem ocupa áreas de sítios e pequenas propriedades rurais, que desenvolvem atividades agropecuárias variadas, com predomínio de culturas de hortifruti e pecuária de subsistência.

d) Microbacia Ponte Alta (PA) – Figura 15

Sua rede hidrográfica tem um total de 33 afluentes de 1ª a 4ª ordem e está inserida no bairro rural da Ponte Alta, nas proximidades do Aterro Sanitário municipal e áreas urbanas do município. Suas nascentes estão localizadas nas margens da estrada vicinal da Ponte Alta, que liga o sul do município à Represa de Jurumirim, bem como ao sul da rodovia vicinal Cel. Eduardo Lopes de Oliveira, que interliga os municípios de Avaré e Itatinga. Sua bacia de drenagem ocupa áreas de fazendas com uso do solo predominantemente direcionado a atividades agropecuárias, prevalecendo o setor de papel e celulose, hortifruti e gado bovino.

e) Microbacia Jacutinga (JA) – Figura 16

Sua rede hidrográfica tem um total de 108 afluentes de 1ª a 4ª ordem e está inserida no bairro rural da Jacutinga, nas proximidades do Aterro Sanitário municipal e ao sul da rodovia vicinal Cel. Eduardo Lopes de Oliveira, que interliga os municípios de Avaré e Itatinga. Sua bacia de drenagem ocupa áreas de fazendas com uso do solo predominantemente direcionado a atividades agropecuárias, prevalecendo o setor de papel e celulose, grãos e gado bovino.

f) Microbacia Pedra Preta (PP) – Figura 17

Sua rede hidrográfica tem um total de 80 afluentes de 1ª a 4ª ordem e está inserida no bairro rural da Pedra Preta, localizado nas áreas limítrofes com o município de Itatinga e ao sul da rodovia vicinal Cel. Eduardo Lopes de Oliveira, que interliga os municípios de Avaré e Itatinga. Sua bacia de drenagem ocupa áreas de fazendas com uso do solo predominantemente direcionado a atividades agropecuárias, prevalecendo o setor de papel e celulose e gado bovino, bem como pequenas propriedades rurais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a escolha dos riachos a serem trabalhados, foram feitas visitas pontuais a toda rede hidrográfica compreendida dentro dos limites do município de Avaré e ao sul da linha férrea que atravessa o município. Nestas visitas foi realizada uma seleção prévia de riachos de 1ª a 3ª ordem e que se encaixassem dentro dos perfis pré-definidos de Mata, Intermediário e Pastagem.

A distinção entre estes perfis foi realizada de forma visual durante as visitas considerando: o perfil Mata para riachos que apresentassem no mínimo 10 metros de mata ripária densa em ambas as margens, o perfil Intermediário para riachos que apresentassem mata ripária esparsa em uma das margens ou de forma alternada em ambas, o perfil Pastagem para riachos que não possuísem mata ripária nas margens e localizados em área de pastagem. A partir destes critérios, foram selecionados 36 riachos pertencentes a seis microbacias do município, sendo 12 riachos para cada um dos perfis.

A coleta dos dados ambientais e da ictiofauna foi realizada no mesmo dia e somente uma vez em um trecho de 80 metros de cada riacho, com o total de riachos tendo sido amostrado entre os meses de outubro e dezembro de 2015, no período da manhã e da tarde.

1. Caracterização do habitat

A caracterização ambiental foi realizada através da aplicação do protocolo de análise física do habitat adaptado de KAUFMANN *et al.* (1999). Esse protocolo consiste na coleta de dados ambientais utilizados posteriormente para o cálculo de métricas relacionadas à morfologia do canal, tipo de substrato, fluxo, cobertura vegetal e abrigo para peixes (Anexo).

2. Coleta e identificação da ictiofauna

Os peixes foram coletados utilizando duas redes de cerco (1 x 4 m, malha de tela plástica 4 mm). As redes foram dispostas transversalmente, isolando a montante e jusante seções de 2 metros do rio. Com as redes assim posicionadas, dois coletores caminhavam entre elas em direção jusante, revolvendo o substrato e possíveis abrigos para deslocar e capturar os peixes na rede jusante. Para padronizar o esforço de captura, este procedimento foi repetido no mínimo três vezes ou até que nenhum indivíduo fosse coletado nesta seção. Feito isto, a rede jusante foi retirada e reinstalada 2 m acima da rede montante, repetindo o mesmo procedimento por toda a extensão trabalhada. Um puçá e peneira também foram utilizados

para a captura de peixes nas margens e em locais de difícil manejo das redes de cerco, mantendo o mesmo esforço de captura com cada um destes instrumentos de coleta.

Os peixes coletados foram eutanasiados através de sua imersão em uma solução de Eugenol (300 mg L⁻¹), como proposto por LUCENA *et al.* (2013). Após a morte, os peixes foram fixados em formol 10% por 15 dias, sendo posteriormente transferidos para álcool 70%, quando foram identificados através de consulta a literatura especializada e confirmação com especialistas (Dr Francisco Langeani Neto, Departamento de Zoologia, UNESP, Campus São José do Rio Preto; Dr Flávio Alicino Bockmann, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, USP, Campus de Ribeirão Preto).

Posteriormente, no laboratório foram tomadas medidas de comprimento padrão (CP) de cada indivíduo, com o auxílio de um paquímetro manual, e medida da biomassa (em gramas) para o conjunto de indivíduos de cada espécie (por riacho), utilizando uma balança de precisão.

3. Análise das Variáveis Ambientais

3.1. Variáveis de Cobertura Vegetal x Perfis de Cobertura Vegetal

A aplicação do protocolo ambiental (Anexo) permite uma série de combinações entre as métricas aferidas, que possibilitam gerar mais de 250 parâmetros ou variáveis passíveis de serem analisadas. Em função dos objetivos do presente trabalho e também das características dos riachos amostrados, foi realizada uma pré-seleção de 167 métricas pontuais, as quais foram combinadas e geraram um total de 48 parâmetros que vão ser considerados no trabalho.

Para verificar se a seleção prévia, realizada somente através de observação visual, dos perfis de cobertura vegetal dos riachos amostrados (a saber: Mata, Intermediário e Pastagem) estava condizente com as características de vegetação mensuradas, 25 parâmetros aferidos através do protocolo (Tabela II) foram submetidos a uma análise de Variância (ANOVA *One-way* ou Kruskal-Wallis), Similaridade (dendrograma) e Componentes Principais (PCA). Para estas análises os dados foram previamente transformados ($\log(x+1)$) e normalizados, seguido da aplicação de um teste de Normalidade (Shapiro-Wilk) para verificar a existência de distribuição linear dos dados.

Para os dados com distribuição linear foi aplicada uma ANOVA *One-way* para verificar diferenças significativas entre os valores destas 25 variáveis para os três perfis pré-estabelecidos (software R CRan Project, 2013). Quando as diferenças foram significativas (nível de confiança de 95%; $p < 0,05$), aplicou-se o teste de Tukey para a identificação de grupos homogêneos entre os dados. Para as variáveis que não demonstraram distribuição

linear, foi aplicado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do teste Post-hoc com correção de Bonferroni para a identificação de grupos homogêneos entre os dados. Após os testes de significância, estas variáveis foram apresentadas em gráficos Boxplot, onde os resultados do teste Post-hoc foram representados por letras maiúsculas, com valores significativamente diferentes sendo indicados por letras diferentes.

Para verificar se os riachos amostrados correspondiam aos perfis pré-estabelecidos, estas variáveis ambientais também foram utilizadas para gerar um dendrograma de similaridade, a partir de uma matriz de similaridade utilizando a distância Euclidiana, e para representação dos riachos em uma ordenação de componentes principais (PCA), utilizando o pacote estatístico Primer version 6.1.12 & Permanova + version 1.0.2 (PRIMER-E Ltd, 2009).

3.2. Variáveis Ambientais Gerais x Perfis de Cobertura Vegetal

Para analisar a influência da cobertura vegetal sobre as variáveis ambientais obtidas através do protocolo, foram previamente selecionados 27 parâmetros ambientais (Tabela III). Os dados previamente transformados ($\log(x+1)$) e normalizados foram submetidos a um teste de normalidade (Shapiro-Wilk) para verificar a existência de distribuição linear dos dados.

Para os dados com distribuição linear foi aplicada uma análise de variância (ANOVA *One-way*) para verificar diferenças significativas entre os valores destas variáveis ambientais para os três perfis de cobertura vegetal (Mata, Intermediário e Pastagem). Quando as diferenças foram significativas (nível de confiança de 95%; $p < 0,05$), aplicou-se o teste de Tukey para a identificação de grupos homogêneos entre os dados. Para as variáveis que não apresentaram distribuição linear, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste Post-Hoc com correção de Bonferroni para a identificação de grupos homogêneos entre os dados.

Após os testes de significância, estas variáveis foram apresentadas em gráficos Boxplot, onde os resultados do teste Post-hoc foram representados por letras maiúsculas, com valores significativamente diferentes sendo indicados por letras diferentes.

Estas variáveis ambientais também foram utilizadas para gerar um dendrograma de similaridade, a partir de uma matriz de similaridade utilizando a distância Euclidiana, e para representação dos riachos em uma ordenação de componentes principais (PCA).

4. Análise da composição da ictiofauna

4.1. Índices Ecológicos x Perfis de Cobertura Vegetal

Para a análise da influência da cobertura vegetal sobre a composição da ictiofauna foram utilizados os valores de abundância e biomassa das espécies de peixes coletadas por riacho, em cada um dos três perfis de cobertura vegetal (Mata, Intermediário e Pastagem).

Uma análise de ordenação por Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) foi aplicada aos dados previamente transformados ($\log(x+1)$), considerando a distância de Bray-Curtis como medida de similaridade e utilizando os pacotes Vegan e MASS do software R CRAN Project (2013) para a análise. A busca iterativa foi feita usando a função Meta MDS com randomização, escolhendo entre as soluções similares aquela com menor valor de stress.

Os dados de abundância, biomassa e riqueza foram utilizados para o cálculo dos índices de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), de Simpson ($1-\lambda$) e de Equitabilidade de Pielou (J'). A estas seis métricas ecológicas foi aplicada uma transformação com a função ($\log(x+1)$), e posteriormente um teste de Normalidade (Shapiro-Wilk) para verificar a existência de distribuição linear dos dados. Estes dados tratados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA *One-way*) para verificar diferenças significativas (nível de confiança de 95%; $p < 0,05$) nos valores quando comparados os três perfis de cobertura vegetal. Os valores destas métricas foram apresentados em gráficos boxplot, onde os resultados do teste Post-hoc foram representados por letras maiúsculas, com valores significativamente diferentes sendo indicados por letras diferentes.

Os dados de abundância e biomassa também foram utilizados para a elaboração de Curvas de Dominância, utilizando o software PRIMER-6. As curvas de maior inclinação indicam uma maior dominância e menor equitabilidade, enquanto curvas pouco inclinadas determinam uma baixa dominância e uma maior equitabilidade (BROWER & ZAR, 1984).

4.2. Variáveis Abióticas x Índices Ecológicos x Perfis de Cobertura Vegetal

A relação entre a abundância e biomassa das espécies de peixes amostradas e as 27 variáveis ambientais consideradas (Tabela III) foi verificada a partir de uma análise de Redundância (RDA), utilizando o pacote Vegan 2.3.5 do Programa R CRAN Project (2013). A RDA é uma forma de ordenação forçada que examina o quanto da variância de um grupo de variáveis explica outro grupo de variáveis, sendo uma análise multivariada análoga à regressão linear simples. Os valores de abundância das espécies foram padronizados utilizando um coeficiente de correlação e as correlações de inércia foram obtidas. Esse meio

previne efeitos desproporcionais de táxons muito abundantes. Para a realização destas análises os dados brutos foram previamente transformados utilizando $\log(x+1)$ e seus resultados demonstrados através de um gráfico biplot, onde somente as variáveis significativas (nível de confiança de 95%; $p < 0,05$) foram representadas.

5. Análise da dieta dos peixes

Depois da identificação e mensuração (comprimento e biomassa), no mínimo 10 exemplares de cada espécie por riacho, sempre que possível, foram dissecados para análise do conteúdo digestivo. Para a realização das análises de dieta, foram selecionados 18 riachos pertencentes às duas microbacias que apresentaram maiores de valores de abundância e riqueza de espécies (Jacutinga e Ponte Alta), sendo amostrados 6 riachos de cada perfil de cobertura vegetal (riachos M, I e P numerados de 4 a 9) (Figura 11).

Esta análise foi realizada utilizando os métodos de Frequência de Ocorrência (**F**) e Biovolume (**B**). A Frequência de Ocorrência (HYSLOP, 1980) assinala a presença ou a ausência do item, sendo calculada através do número de peixes em que o item ocorreu em relação ao total de ocorrências de todos os itens. O biovolume, adaptado de ESTEVES & GALETTI JR. (1995), corresponde à relação entre a área ocupada por determinado item e a área total ocupada por todos os itens, sendo a área determinada utilizando uma placa milimetrada para análise do conteúdo. A determinação do hábito alimentar foi realizada através do cálculo do Índice Alimentar (**IA**), utilizando a fórmula apresentada por KAWAKAMI & VAZZOLER (1980): $IA = F \times B / \sum (F \times B)$.

Para verificar a existência de diferenças na dieta da ictiofauna em função do perfil de cobertura vegetal dos riachos amostrados, foram criadas matrizes com os valores de IA% de todas as espécies. Para a apresentação do percentual de cada item alimentar consumido pela ictiofauna os valores foram agrupados para cada perfil de cobertura vegetal, sendo os itens consumidos apresentados em grandes grupos (dieta geral) e ao nível das ordens de Hexapoda aquáticos consumidos.

O hábito alimentar das espécies foi definido a partir dos itens da dieta com índice alimentar maior que 20% (considerados como alimentos predominantes na dieta), sendo as espécies classificadas em cinco guildas tróficas baseado no consumo predominante de: a) insetos aquáticos e/ou terrestres - Insetívoras; b) itens de origem animal - Carnívoras; c) itens de origem vegetal e animal - Onívoras; d) peixes - Piscívoras; e) matéria orgânica - Detritívoras. Estes dados foram agrupados por perfil com o objetivo de verificar a existência de diferenças na abundância relativa dos hábitos.

Para os insetos aquáticos consumidos foi utilizado também o método numérico (**N**), sendo calculado o Índice Relativo de Importância (**IRI**), com o qual se define o grupo de inseto predominante na dieta da espécie ($IRI > 20\%$). Para o cálculo do IRI foi utilizada a fórmula (PINKAS *et al.*, 1971): $IRI = (N + B) \times F$.

Para permitir a comparação da dieta entre as diferentes espécies de peixes ou entre a mesma espécie em riachos de cada perfil de cobertura vegetal, os valores de IA e IRI calculados foram transformados em valores relativos (%).

As matrizes de dieta foram utilizadas para a criação de grafos das interações tróficas entre os peixes e os itens alimentares por eles consumidos através do pacote Bipartite do software R CRan Project (2013).

RESULTADOS

1. Variáveis de Cobertura Vegetal x Perfis de Cobertura Vegetal

Para a análise da adequação da seleção dos riachos por estimativa visual em função do perfil de cobertura vegetal (Mata, Intermediário, Pastagem) foram utilizados parâmetros ambientais relacionados tanto à cobertura vegetal quanto a abrigo para peixes (Tabela II).

A análise de Cluster (Figura 18) mostrou uma diferenciação nítida dos riachos de Mata dos demais perfis (Intermediário e Pastagem), com exceção de três riachos intermediários (I3, I6 e I10). Os perfis Intermediário e Pastagem, por sua vez, não formaram nenhum grupo homogêneo nesta análise.

Porém, a análise de PCA (Figura 19) permitiu uma separação mais clara dos três perfis (destacados em vermelho, verde e roxo, representando os perfis Mata, Intermediário e Pastagem, respectivamente), com porcentual total de 77% de explicação da variância dos dados (PC1 70%, PC2 7%). Riachos de Mata foram correlacionados positivamente com características típicas de áreas com presença de mata ciliar densa, tais como dossel e sub-bosque (DOSSUB, SUBTOT), vegetação arbórea e lenhosa no dossel e sub-bosque (DOSAG, DOSAP, SUBLE, LEN), serrapilheira/solo exposto (SOLEXP), cobertura vegetal total por estimativa visual (CVTOT) e com densiômetro (DOSM, DOSC) e oferta de abrigos para peixes relacionados à presença de mata ripária, como galhos, troncos, raízes, árvores vivas e banco de folhas no leito dos riachos (ABFEC, PABFEC).

De maneira oposta, riachos de Pastagem estiveram positivamente correlacionados a fatores decorrentes do desmatamento, tais como vegetação rasteira e herbácea (PRAS, RASHE, RASTOT), macrófitas e algas no leito como abrigos para peixes (ABABE, PABABE), características típicas de riachos com ausência de mata ripária (Figura 19). Por sua vez, riachos do perfil Intermediário ficaram na parte central da representação gráfica, indicando a partilha de características típicas dos dois outros perfis, com alguns riachos mais semelhantes aos de Mata (I3, I6 e I10) e outros mais semelhantes aos riachos de Pastagem (I2, I5, I8 e I9).

A análise de variância aplicada aos 25 parâmetros de cobertura vegetal (Tabela II, Figuras 20 a 23), com o objetivo de verificar se a seleção dos riachos por perfil foi adequada, não encontrou diferença somente para os parâmetros Sub-bosque herbáceo (SUBHE) e proporção de vegetação ripária (PRIP) e, portanto, não foram representados graficamente. Variáveis relacionadas ao Dossel demonstraram dois padrões de agrupamento dos perfis: as medidas de estimativa visual (DOSAG, DOSAP, DOSTOT e PDOS) apresentaram diferenças

significativas entre os três perfis de cobertura vegetal, enquanto as medidas obtidas com a utilização do densiômetro (DOSC, DOSM) agruparam os perfis Mata e Intermediário, separando-os do perfil Pastagem (Figura 20).

A análise dos parâmetros relacionados ao sub-bosque e dossel também mostrou dois padrões de agrupamento (Tabela II, Figura 21). Duas variáveis do sub-bosque (SUBLE e PSUB) e as variáveis que analisam Dossel e Sub-bosque em conjunto (DOSULE, DOSSUB, PDOSSUB) permitiram distinguir os três perfis, enquanto uma variável do sub-bosque (SUBTOT) agrupou os perfis Mata e Intermediário.

Duas variáveis relacionadas à Vegetação Rasteira ((RASLE, PRAS) e três medidas gerais de cobertura vegetal (SOLEXP, LEN, CVTOT) também separaram os três perfis, enquanto duas variáveis relacionadas à vegetação rasteira (RASHE, RASTOT) não demonstraram diferenças significativas entre os perfis Intermediário e Pastagem, porém diferenciaram-nos quanto ao perfil Mata (Figura 22).

As variáveis relacionadas à oferta de Abrigo para Peixes foram analisadas em dois grupos: abrigos de áreas com mata (fechada), como raízes, banco de folhas, galhos e madeira, e abrigos de áreas desmatadas (aberta), como macrófitas e algas filamentosas (Tabela II). Das quatro variáveis analisadas, somente o abrigo de área fechada (ABFEC) separou os três perfis, enquanto as variáveis relacionadas à área aberta (ABABE e PABABE) distinguiram o perfil Mata dos demais. Quanto à proporção de abrigo de área fechada (PABABE), os perfis Mata e Pastagem se mostraram diferentes, enquanto o perfil Intermediário mostrou semelhanças significativas com ambos perfis (Figura 23).

2. Variáveis Ambientais Gerais x Perfis de Cobertura Vegetal

A análise da influência da cobertura vegetal sobre as variáveis ambientais foi realizada considerando 27 parâmetros (Tabela III) relacionados à morfologia do canal, medidas físico-químicas da água, tipo de substrato predominante, presença de impacto humano e abrigo para peixes, aqui também considerando raízes, banco de folhas, galhos e madeira como abrigos de áreas de mata e macrófitas e algas filamentosas como de áreas desmatadas.

A PCA aplicada para estes parâmetros explicou 44% da variância total dos dados (PC1 24%, PC2 20%), separando os riachos de Mata e Pastagem em quadrantes opostos (Figura 24). Os riachos do perfil Mata se posicionaram no quadrante positivo dos dois eixos, correlacionando com abrigos de área fechada (ABFEC, PABFEC) e substrato grosseiro (SUB>). Para os riachos de Pastagem, o posicionamento no quadrante negativo dos dois eixos foi relacionado com maiores valores de profundidade (PROF), e de impacto antrópico e

pastagem nas margens (PIHTOT, PIHPAST). Riachos Intermediários não demonstraram agrupamento nítido, estando diluídos nos 4 quadrantes na parte central do gráfico.

A análise de variância aplicada aos 27 parâmetros de cobertura vegetal (Tabela III), com o objetivo de comparar os perfis, mostrou diferença significativa entre os perfis Mata e Pastagem para 10 variáveis analisadas (Figuras 23 e 25).

Quanto às variáveis de oferta de Abrigo para Peixes (Figura 23), somente o abrigo de área fechada (ABFEC) diferenciou significativamente os três perfis, enquanto as variáveis relacionadas à área aberta (ABABE e PABABE) distinguiram o perfil Mata dos demais. Quanto à proporção de abrigo de área fechada (PABABE), os perfis Mata e Pastagem se mostraram diferentes, enquanto o perfil Intermediário mostrou semelhanças significativas com ambos perfis.

Quanto às medidas morfométricas (Figura 25) os perfis Mata (maior largura e menor profundidade) e Pastagem (mais estreitos e com maior profundidade) se mostraram significativamente distintos. O perfil Intermediário se mostrou semelhante ao perfil Pastagem e Mata quanto aos valores médios de largura, e distinto somente do perfil Mata quanto aos valores de profundidade.

Já quanto ao tipo de substrato predominante, os perfis Mata e Intermediário se mostraram semelhantes com maiores valores médios para substrato grosseiro, o que os diferenciaram do perfil Pastagem neste parâmetro. No entanto, para os valores médios para substrato fino, os perfis Mata e Pastagem se mostraram semelhantes apresentando os maiores valores para este parâmetro, diferenciando-os significativamente do perfil Intermediário (Figura 25).

Para as duas variáveis de Impacto humano, o perfil Mata se diferenciou dos demais pelos menores valores aí encontrados, sendo os perfis Intermediário e Pastagem diferenciados quanto à proporção de impacto causado por pastagem, porém semelhantes quanto à proporção de impacto total (Figura 25).

3. Composição da ictiofauna

Nos 36 pontos de amostragem foi coletado um total de 29 espécies (prancha com fotos presentes no ANEXO 2), pertencentes a 12 famílias e 6 ordens, sendo mais representativas em termos de riqueza as ordens Siluriformes (13 espécies e 4 famílias) e Characiformes (10 espécies e 4 famílias) (Tabela IV).

Quando analisadas em termos de abundância relativa, as ordens mais representativas foram Cyprinodontiformes, Siluriformes e Characiformes (Figura 26). Já em termos de

biomassa relativa, as ordens mais representativas foram Siluriformes e Characiformes (Figura 27).

Considerando os valores totais de abundância, biomassa e riqueza de peixes amostrados em cada perfil, riachos Intermediários e de Pastagem apresentaram os maiores valores médios e os de Mata, os menores valores médios, porém estas diferenças não foram significativas (Tabela V, Figura 28). Os valores médios dos índices de Diversidade e Equitabilidade calculados a partir destes valores foram, no geral, maiores nos perfis Intermediário e Pastagem, porém também sem diferença significativa entre os perfis (Figura 29).

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 os valores de abundância, o perfil Intermediário apresentou curva com maior inclinação (Figura 30), definida pela elevada dominância de *P. harpagos* (Tabela V). Para os outros dois perfis, as curvas menos inclinadas indicaram uma baixa dominância e elevada equitabilidade (Figura 30), com quatro e cinco espécies (Mata e Pastagem, respectivamente) se sobressaindo em porcentual (Tabela V). Considerando os valores de biomassa, os perfis Intermediário e Pastagem apresentaram curvas com maior inclinação (Figura 31) em função da dominância de duas espécies, *A. bockmanni* e *H. nigromaculatus* no Intermediário e de *H. malabaricus* e *H. nigromaculatus* na Pastagem (Tabela V). Para o perfil Mata, com curva de menor inclinação também para a biomassa, quatro espécies se sobressaíram em porcentual de dominância (Figura 31), mas com valores absolutos de biomassa não tão elevados como nos dois outros perfis (Tabela V).

A ordenação espacial (NMDS), aplicada tanto para os dados de abundância quanto biomassa da ictiofauna, não permitiu encontrar padrões bem definidos em função dos perfis de cobertura vegetal (Figuras 32 e 33). Para a abundância, o menor valor de stress (2D Stress: 0,19) ocorreu em duas de 20 repetições, e para a biomassa, também em duas de 20 repetições (2D Stress: 0,20).

Mesmo estas análises tendo apresentado valores de stress relativamente altos e tendo sido pouco esclarecedoras quanto aos perfis de cobertura vegetal, elas permitiram a observação de algumas tendências pontuais. Na ordenação da abundância das espécies coletadas em cada um dos 12 riachos amostrados por perfil (Figura 32; Tabelas VI, VII e VIII) pudemos diferenciar quatro grupos. O único riacho (I2) que ficou isolado dos demais agrupamentos reuniu espécies pouco amostradas nos demais riachos (*A. fasciatus*, *O. paranensis* e *P. maculatus*). Outros dois grupos foram formados devido à elevada abundância

de uma única espécie, como *P. reticulata* (riachos M5, M6, I1, I3, P5) e *Phalloceros harpagos* (riachos M3, M7, M10, M11, I6, I12, P1, P12). As espécies *T. rendali*, *A. paranae*, *T. aff maracaya* e *C. schubarti* formaram um quarto grupo (riachos M8, I7, P3, P8, P9). Para as demais espécies e pontos de amostragem não foi encontrado nenhum padrão.

Na ordenação da biomassa das espécies coletadas em cada um dos 12 riachos amostrados por perfil (Figura 33; Tabelas VI, VII e VIII) também foram delimitados quatro grupos. O riacho I2 novamente ficou isolado por reunir as três espécies pouco amostradas nos demais riachos (*A. fasciatus*, *O. paranensis* e *P. maculatus*). Um segundo grupo apresentou elevada biomassa relativa de *P. harpagos* (riachos M7, M10, M11, I6, I12, P1, P12), um terceiro reuniu *R. quelen*, *P. reticulata* e *H. malabaricus* (riachos M3, M5, M6, I3, P5). O quarto agrupamento reuniu os riachos M8, P3, P8, P9 e I7 devido à maior biomassa de *A. paranae*, *T. aff maracaya*, *H. depressicauda* e *C. schubarti*. Para as demais espécies e pontos de amostragem não foi encontrado nenhum padrão.

Visando esclarecer ainda mais as relações entre os perfis de cobertura vegetal e a estruturação da ictiofauna, dados de abundância e biomassa das espécies de peixes (Tabelas VI, VII e VIII) coletadas nos 36 riachos foram cruzados com 27 parâmetros ambientais (Tabela III) através de uma análise de redundância (RDA).

Para a análise aplicada para os dados de abundância, os dois eixos explicaram em conjunto 34% da variância total dos dados e somente a variável proporção de abrigos de área aberta (PABABE) foi significativa na análise (Figura 34). A maioria dos riachos de Mata foi agrupada no quadrante negativo da RDA1 em função dos maiores valores de Abrigos de área fechada (PABFEC e ABFEC) e Largura (LARG), e menor Proporção de abrigos de área aberta (PABABE). Riachos dos perfis Intermediário e Pastagem foram agrupados predominantemente (15 dos 24 riachos) no quadrante negativo da RDA2, correlacionados com maiores valores de profundidade (PROF), vazão (VAZ), velocidade de correnteza (VEL), proporção de impacto humano (PIHPAST) e abrigos de área aberta (ABABE) (Figura 34).

Os dois eixos da análise de redundância aplicada para os dados de biomassa explicaram em conjunto 36% da variância total dos dados e onze variáveis foram significativas na análise (Figura 35). A maioria dos riachos do perfil Mata foram agrupados no quadrante positivo da RDA2, correlacionados com maiores valores de abrigos de área fechada, substrato grosseiro, oxigênio dissolvido e pH. No entanto, se posicionaram no eixo contrário das variáveis relacionadas à profundidade, impacto humano, abrigos de área aberta e predomínio de substrato fino. Riachos de Pastagem e Intermediários foram agrupados

predominantemente (15 dos 24 riachos) no quadrante negativo da RDA2, correlacionados com maiores valores de velocidade (VEL), substrato fino (SUB<), impacto humano (PIHPAST e PIHTOT), profundidade (PROF) e abrigos de área aberta (ABABE e ABTOT).

4. Dieta da ictiofauna

A análise da dieta geral das espécies de peixes coletadas nos riachos de Mata, Intermediário e Pastagem indicou uma grande semelhança na estrutura trófica dos riachos dos três perfis de cobertura vegetal, porém com algumas particularidades (Figura 36). Riachos dos perfis Mata e Pastagem tiveram como principais itens consumidos Hexapoda aquático (HEX e FEX), seguido de material vegetal (MVE) e matéria orgânica (MOR). Para os peixes dos riachos do perfil Intermediário, Hexapoda aquático também predominou na dieta, seguido de matéria orgânica, Crustacea (CRU) e material vegetal.

Alguns itens, mesmo consumidos em menor porcentual, podem complementar estas características próprias de cada perfil: Annelida (ANE) mais consumido no perfil Mata, Crustacea no Intermediário e Peixe (PEX) na Pastagem, além de um consumo semelhante de insetos terrestres (ITE) pelos peixes dos riachos nos três perfis, com ligeira superioridade para Riachos de Mata (Figura 36).

Quanto às ordens de Hexapoda, os três perfis também se mostraram bastante semelhantes, com predomínio de Diptera, seguido de Ephemeroptera e Trichoptera, seja considerando o Índice Alimentar (Figura 37) ou o Índice Relativo de Importância (Figura 38). Mesmo consumidos em baixo porcentual, hexápodes das ordens Heteroptera e Odonata foram mais abundantes na dieta dos peixes amostrados no perfil Pastagem.

Para as espécies de peixes amostradas, foram identificados cinco hábitos alimentares (Figura 39), com predomínio de insetívoros nos perfis Mata e Intermediário (seguido de onívoros) e de onívoros na Pastagem (seguido de insetívoros). O hábito piscívoro foi o que apareceu em menor porcentual, não tendo ocorrido no perfil Mata.

As redes de interações tróficas construídas com as espécies de peixes e os recursos por elas consumidos, analisados para os riachos de cada perfil de cobertura vegetal, mostraram uma maior complexidade na organização trófica para os perfis Intermediário e Pastagem (Figuras 40 a 42), com maior número de consumidores, ligações tróficas, densidade de elos e valor do índice de especialização nestes dois perfis, quando comparados aos riachos de Mata (Tabela X). As redes também salientaram a grande importância de hexápodes (HEX e FEX), seguido de material vegetal (Mata e Pastagem) e matéria orgânica (Intermediário), na dieta

das espécies, visível pelo elevado número de ligações tróficas entre estes itens e várias espécies de peixes (Figuras 40 a 42).

Outras particularidades do hábito alimentar, quando comparados os perfis, também foram corroboradas nas representações das redes tróficas, como: Annelida importante item na dieta de *R. quelen* na Mata; Crustacea importante na dieta de *R. quelen* no perfil Intermediário e de *I. borodini* na Pastagem; Peixe consumido principalmente por *H. malabaricus* na Pastagem (Figuras 40 a 42).

As representações das redes de interações tróficas construídas considerando somente as ordens de Hexapoda demonstraram grande semelhança entre os perfis, com predomínio no consumo de Diptera, seguido de Ephemeroptera e Trichoptera (Figuras 43 a 45).

DISCUSSÃO

Caracterização Geral dos Perfis de Cobertura Vegetal

A seleção do gradiente de cobertura vegetal (Mata, Intermediário e Pastagem) a partir de estimativa visual se mostrou eficaz. Análises das características de cobertura vegetal e oferta de abrigos para peixes, somadas a medidas morfométricas, variáveis físico-químicas, grau de impacto humano e tipo de substrato predominante, mostraram uma distinção clara entre estes três perfis.

Riachos de Mata se diferenciaram nitidamente dos demais perfis pelo predomínio de árvores e arbustos lenhosos no dossel e sub-bosque, presença de serrapilheira, baixos valores de impacto humano e oferta de abrigos como raízes e árvores vivas, banco de folhas, galhos e madeira em seus leitos.

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

Outros autores (LOWE MCCONNELL, 1975; BÖHLKE *et al.*, 1978; LOWE MCCONNELL, 1987; MENEZES *et al.*, 1990; CASTRO & CASATTI, 1997; LOWE-MCCONNELL, 1999; UIEDA & MOTTA, 2007) também salientam sua importância como fonte de recursos e abrigo para a fauna de riachos, contribuindo com a entrada de material alóctone, como folhas, galhos e troncos.

As características dos riachos de Mata do presente trabalho corroboraram tais afirmações, indicando raízes, árvores vivas, banco de folhas, galhos e madeira de diferentes tamanhos como os principais tipos de abrigo para peixes.

A presença destes abrigos, advindos da mata ripária no leito dos riachos, permite o estabelecimento e desenvolvimento de invertebrados aquáticos com os mais variados hábitos alimentares e comportamentais (ALLAN, 1995; KIKUCHI & UIEDA, 2005). Estes organismos podem utilizar folhas mortas, gravetos e sedimento na sua alimentação, na construção de abrigos e como refúgio contra a correnteza e predadores (VANNOTE *et al.*, 1980; UIEDA & GAJARDO, 1996; HIRABAYASHI & WOTTON, 1998; PASSOS *et al.*, 2003).

Além disso, a presença de um denso dossel na vegetação marginal promove o sombreamento do leito do riacho, o que diminui substancialmente a produção primária autóctone (VANNOTE *et al.*, 1980; HIRABAYASHI & WOTTON, 1998; PASSOS *et al.*, 2003), tornando os materiais de origem alóctone a principal fonte de entrada de energia nestes sistemas (CUMMINS *et al.*, 1973; MARIDET *et al.*, 1995; WALLACE *et al.*, 1997).

Portanto estas observações permitem afirmar que o material alóctone de origem da mata ripária, principalmente em riachos de pequeno porte, exerce papel fundamental na estruturação das comunidade de macroinvertebrados aquáticos (KOBAYASHI & KAGAYA, 2002; CRISCI-BISPO *et al.*, 2007).

Por sua vez, estes invertebrados aquáticos registrados em alta diversidade em ambientes lóticos de baixa ordem (CUMMINS, 1974; VANNOTE *et al.*, 1980; CUMMINS *et al.*, 1989) são elementos fundamentais para a dinâmica ecológica destes ecossistemas, desempenhando um importante papel no ciclo de matéria orgânica e nas transferências energéticas, sendo relatados como a principal fonte de alimento da ictiofauna de riachos de cabeceira (MOYLE & CECHE, 1996; CASTRO, 1999).

Sendo assim, para riachos de pequeno porte, itens de origem alóctone advindos da mata ripária são fundamentais para a ictiofauna, seja pela 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).

Por estarem localizados predominantemente em áreas íngremes e muito próximos às nascentes, os riachos do perfil de Mata apresentaram dimensões físicas reduzidas, com baixos valores de vazão e profundidade e altos de largura, caracterizando-se pela presença de uma estreita lâmina d'água, com substrato predominantemente rochoso. Estas características típicas de riachos de cabeceira lhes conferem maior suscetibilidade a influências externas (variações sazonais ou aleatórias) e considerável instabilidade ambiental (CASTRO, 1999), o que geralmente se reflete numa baixa riqueza absoluta de espécies.

Ainda segundo CASTRO (1999), estas características apresentadas por riachos de pequeno porte exerceram, ao longo da história evolutiva dos peixes que os colonizaram, pressões seletivas que foram determinantes para a manutenção de características como: caracteres morfológicos redutivos (aparentemente pedomórficos); baixa capacidade de dispersão geográfica (favorecendo a especiação por vicariância e o endemismo); ciclos de vida curtos e estratégias reprodutivas que favorecem a ocupação e reocupação (adaptadas à

instabilidade destes ambientes); utilização de micro-ambientes como abrigo contra predação e predomínio de insetos (aquáticos e terrestres) em sua dieta.

Riachos de Pastagem, por sua vez, apresentaram baixos valores de cobertura vegetal e vegetação predominantemente rasteira e herbácea em suas margens, com elevado grau de impacto humano, consequência da remoção da mata ripária e do uso do solo de suas margens para pastagem. Devido à exposição direta ao sol, riachos de Pastagem apresentam uma vegetação herbácea densa, pendente e, na maioria dos casos, formando um corredor submerso nas margens, além de macrófitas e algas em seu leito.

A presença desta vegetação herbácea nas margens e/ou submersa no leito dos riachos pode fornecer microhabitats adicionais que favorecem a colonização, reprodução e alimentação de insetos aquáticos (CASATTI *et al.* 2015). O mesmo também foi observado nos trabalhos de MARQUES *et al.* (2013) e WALKER *et al.* (2013) em relação à presença de macrófitas e algas, que foram responsáveis pelo aumento na abundância de macroinvertebrados em riachos e lagos, respectivamente.

Conforme já relatado, uma elevada disponibilidade de macroinvertebrados em riachos favorece o estabelecimento de populações de peixes, gerando aumento na riqueza de espécies destes locais. TERESA & CASATTI (2010) atribuem este aumento na riqueza da ictiofauna em riachos de pastagem ao beneficiamento de novas oportunidades que são criadas com o desflorestamento. Por exemplo, BUNN *et al.* (1997) relatam que a retenção de sedimento e matéria orgânica nas raízes submersas desta vegetação herbácea marginal típica de riachos de pastagem, somada à elevada taxa de respiração, promove a redução das taxas de oxigênio, favorecendo o estabelecimento de espécies de peixes oportunistas (como tuiuiús e guarus), os quais se alimentam predominantemente de detritos e larvas de Diptera adaptadas a baixas taxas de oxigenação (CASATTI *et al.*, 2015).

Provavelmente, devido à presença deste tipo de vegetação herbácea marginal nos riachos de Pastagem e Intermediários do presente trabalho, também foi encontrada elevada abundância de espécies pertencentes aos mesmos grupos citados como oportunistas por CASATTI (2015), como a tuiuiú *G. carapo* e os guarus *P. reticulata* e *P. harpagos* (ambos perfis), além da tilápia *T. rendali* (somente no perfil Pastagem).

Por estarem inseridos predominantemente em áreas de planície e a jusante das áreas mais íngremes, os riachos de Pastagem também mostraram maiores valores de profundidade e vazão, com predomínio de substrato arenoso. Este substrato fino é consequência do assoreamento de suas margens devido à remoção da mata ripária, bem como da formação de remansos ocasionados pela presença de vegetação herbácea marginal pendente e/ou submersa,

que reduz a velocidade de correnteza nestes locais, além da menor declividade destes trechos amostrados.

Para alguns autores (BUNN *et al.*, 1997; CASATTI *et al.*, 2009) a presença deste tipo de vegetação marginal e de sedimento fino (decorrente da retenção pelas raízes submersas desta vegetação), está diretamente relacionada com a baixa integridade e homogeneização do habitat (ZENI & CASATTI, 2014). Tais características do ambiente, somadas à presença de elevada abundância de espécies oportunistas registradas para os riachos de Pastagem e Intermediários, só vêm evidenciar o grau de impacto ambiental a que estes locais estão submetidos.

Por fim, riachos do perfil Intermediário compartilharam características com os outros dois perfis ; portanto apresentaram características intermediárias, alguns se aproximando mais da Mata (com substrato predominantemente rochoso, presença de abrigos como galhos, banco de folhas e madeira em seu leito), outros da Pastagem (com substrato predominantemente arenoso, presença de vegetação marginal herbácea e pendente, e presença de abrigos como algas e macrófitas em seu leito).

Composição da ictiofauna

Quando analisada a ictiofauna, as ordens que apresentaram maior riqueza foram Siluriformes e Characiformes, o que corrobora os padrões já bem estabelecidos e conhecidos na literatura para os riachos sulamericanos (LOWE MCCONNELL, 1999). Já em termos de abundância, o predomínio de Cyprinodontiformes foi expressivo (com duas espécies de guarus correspondendo a mais de 40% do total de indivíduos coletados para os 3 perfis), seguido de Siluriformes (bagres e cascudos) e Characiformes (lambaris).

Esta dominância de guarus, analisada num aspecto geral, poderia indicar um considerável grau de impacto ambiental para o conjunto das microbacias, visto que estas espécies estão relacionadas a ambientes de menor qualidade ambiental (ARAÚJO *et al.*, 2009). No entanto esta generalização pode ser equivocada, visto que tal dominância exacerbada foi apresentada predominantemente em um único riacho, e será discutida mais adiante.

Já em termos de biomassa, o predomínio de Siluriformes (cascudo *H. nigromaculatus*) e Characiformes (lambari *A. bockmanni*) também era esperado, se considerada a riqueza, abundância, constância (presença/ausência nos diferentes riachos) e tamanho corporal destas espécies para os riachos amostrados, quando comparadas aos Cyprinodontiformes.

CETRA *et al.* (2016), trabalhando com pesca elétrica em 13 microbacias, 12 municípios e abrangendo riachos de primeira a sexta ordem, também da bacia do Alto Rio Paranapanema, amostraram 41 espécies de peixes. Tais dados demonstram a eficácia da metodologia de coleta de peixes utilizada no presente trabalho, visto que numa amostragem realizada em somente 6 microbacias (pertencentes a um único município), restrita a riachos de primeira a terceira ordem e numa área bem menor, foi possível amostrar 29 espécies de peixes.

No entanto, de todas estas espécies amostradas para os perfis de cobertura vegetal, não foi registrada nenhuma espécie nova ou desconhecida para estas microbacias, posto que já foram anteriormente encontradas em estudos de levantamento da ictiofauna do Alto Paraná e Paranapanema (CASTRO *et al.*, 2003; LANGEANI *et al.*, 2007; CETRA *et al.*, 2016).

Todavia o agrupamento do gênero *Trichomycterus* demonstrou 4 morfotipos distintos (considerados *T. davisii*, *T. aff maracaya*, *T. cf. maracaya* e *Trichomycterus* sp1) que não tiveram sua identificação totalmente esclarecida pelos especialistas, assim como também ocorreu nos trabalhos de levantamento realizados por CASTRO *et al.* (2003), LANGEANI *et al.* (2007) e CETRA *et al.* (2016). Segundo DE PINNA (1998), *Trichomycterus* é um dos gêneros mais complexos e fascinantes, fundamentalmente devido à grande diversidade de espécies que comporta, e à abrangência de sua distribuição (DE PINNA, 1989; DE PINNA 1992; DE PINNA & WOSIACKI, 2003; WOSIACKI & GARAVELLO, 2004; WOSIACKI & DE PINNA, 2007), o que favorece a constituição de populações geograficamente restritas, na maioria dos casos em cabeceiras de riachos, resultando no elevado grau de endemismo de suas espécies (DE PINNA, 1992; BARBOSA & COSTA, 2003).

No presente trabalho realizado, somente em riachos de cabeceira, este gênero demonstrou considerável constância nos 3 perfis analisados (abundância total por perfil acima de 220 indivíduos), presente em mais de 60% dos riachos coletados e com os maiores valores de abundância e biomassa relativas para os riachos de Mata. Neste perfil foi também registrada a presença de um único indivíduo de *Trichomycterus* de uma espécie já conhecida pelos especialistas, caracterizada pela ausência de nadadeira pélvica, e que ainda está em processo de descrição (*i.p.* Flávio Bockmann). Isto evidencia ainda mais a íntima relação destas espécies de bagres às regiões de cabeceira de riachos, principalmente em áreas mais preservadas, como foi o caso do perfil Mata que apresentou os maiores índices para este grupo.

Conforme citado anteriormente, riachos de Pastagem e Intermediários demonstraram elevada dominância de espécies como *P. reticulata*, *P. harpagos*, *T. rendali* e *G. carapo*, geralmente relacionadas a ambientes de menor qualidade ambiental.

Diversos trabalhos (LEMES & GARUTTI, 2002; DYER, 2003; OLIVEIRA & BENNEMANN, 2005; CUNICO *et al.*, 2006; PINTO & ARAÚJO, 2007; VIEIRA & SHIBATTA, 2007; BARRILLI *et al.*, 2015) correlacionaram abundância elevada de guarus a ambientes negativamente impactados, com grande quantidade de nutrientes e baixa oxigenação da água.

Embora cinco riachos de Mata também tenham registrado elevada abundância de *P. reticulata*, *P. harpagos* e juvenis de *T. rendali*, a análise do ambiente físico destes locais não apontou a presença destas características de riachos impactados. Sendo assim, outros fatores podem estar correlacionados a estas elevadas abundâncias.

No caso dos riachos de Mata que registraram *P. reticulata* e *T. rendali*, acredita-se que a localização destes pontos de amostragem tenha sido determinante, pois estavam situados: dois pontos a menos de 100 metros a jusante de um açude; outro ponto a aproximadamente 500 metros a jusante de uma sequência de 4 açudes (num trecho inferior a 1,5km).

A presença destes ambientes lênticos nas proximidades dos locais de coleta, com depósito de sedimento fino no fundo, presença de macrófitas, maiores temperaturas e baixa oxigenação, favorece o estabelecimento de populações destes guarus (ARAÚJO *et al.*, 2009; CASATTI *et al.*, 2009) e juvenis de tilápias (média do CP=17mm), que posteriormente podem ter descido junto com a correnteza e colonizado os ambientes lóticos a jusante.

Os outros dois riachos de Mata que registraram *P. harpagos* apresentaram elevadas proporções de substrato arenoso (50% ou mais), o que demonstra certa simplificação do ambiente. Isto está provavelmente relacionado ao fato de ambos estarem inseridos nas proximidades (cerca de 50 metros) de plantações de eucalipto, bem como se localizarem em relevo escavado, com angulação íngreme entre suas matas ripárias e as áreas de plantio, o que facilita o carreamento de sedimentos para dentro dos riachos. Portanto, nem mesmo a presença de mata ripária em ambas as margens e com larguras superiores a 10 metros, estaria sendo suficiente para conter o assoreamento destes riachos, demonstrando a importância da ação conjunta de preservação da mata ripária com o manejo sustentável do solo adjacente.

Cabe ainda salientar que nos 4 riachos de Mata que demonstraram dominância de guarus, ou o gênero *Trichomycterus* não foi coletado, ou apresentou abundância relativa abaixo de 10%, o que provavelmente indica uma perda de qualidade ambiental destes locais, demonstrando a substituição de espécies mais especializadas e endêmicas (como o bagre), por

espécies mais generalistas e oportunistas (como os guarus) devido a uma simplificação do habitat, como citado nos trabalhos LANGEANI *et al.* (2007), ZENI & CASATTI (2014) e CASATTI *et al.* (2015).

Outro fator importante em relação às espécies encontradas nos 3 perfis, é o fato de *G. carapo* só ter sido coletada em ambientes onde houve remoção da mata ripária (parcial ou total), estando ausentes em riachos de Mata. Sua elevada abundância em alguns destes riachos de Pastagem e Intermediários está provavelmente relacionada à presença de vegetação herbácea marginal pendente e/ou submersa, assim como de macrófitas no leito dos riachos destes perfis, locais onde esta tuvira se alimenta de insetos aquáticos (que vivem associados às raízes e folhas destas plantas), e que utiliza como abrigo (PEREIRA & RESENDE, 2006).

Quando analisados em relação aos diferentes índices ecológicos calculados (abundância, biomassa, riqueza, diversidade, equitabilidade, dominância e organização trófica), os três perfis de cobertura vegetal também puderam ser diferenciados.

Os menores valores de abundância, biomassa, diversidade e equitabilidade encontrados nos riachos do perfil Mata provavelmente ocorreram devido à localização em regiões íngremes, muitas vezes isolados da planície por cascatas e cachoeiras que funcionam como barreira ecológica. Além disso, suas dimensões físicas reduzidas, formando uma estreita lâmina d'água, também constituem um obstáculo para a manutenção de espécies de maior porte, assim como observado por CASTRO *et al.* (1999). No entanto, quando analisada a equitabilidade a partir das curvas de dominância, este perfil mostrou uma baixa relação de dominância e menor número de espécies raras (espécies com baixos valores de abundância e biomassa), assinalando considerável estabilidade de suas comunidades.

Riachos dos perfis Intermediário e Pastagem apresentaram maiores valores de todos os índices aferidos, quando comparados ao perfil Mata, apesar das diferenças não terem sido significativas. Esta semelhança possivelmente está relacionada ao fato de apresentarem vários parâmetros do habitat semelhantes, como maiores valores de profundidade, vazão, correnteza, além de abrigos como algas, macrófitas e vegetação herbácea marginal.

ESTEVES *et al.* (2007) relatam que áreas de pastagem estão associadas à presença de gado, cujas fezes podem ser carreadas para a água, aumentando o valor de nutrientes (como fósforo e nitrogênio), o que resulta em um aumento da produtividade primária e da densidade de peixes destes locais.

Além disso, com exceção dos riachos P12 e P7, todos os demais riachos dos perfis Intermediário e Pastagem possuem áreas com presença de mata ripária em trechos a montante. O posicionamento destas áreas desmatadas a jusante de áreas com mata ripária preservada

favorece o aporte de matéria orgânica em suspensão e detritos vegetais carregados do trecho a montante. Estes materiais, por sua vez, ficam retidos no capim marginal oferecendo abrigo e alimento para uma diversificada e abundante fauna de invertebrados e peixes nestes trechos.

Outro aspecto a ser analisado e já salientado anteriormente a respeito do perfil Intermediário, é o fato de apresentar um mosaico de características, ora mais semelhantes à Mata, ora à Pastagem. Esta diversidade de características oferece condições para a movimentação e estabelecimento de populações de diferentes espécies, com diferentes níveis de exigências e especializações.

Segundo a Hipótese dos Distúrbios Intermediários proposta por CONNELL (1978), a diversidade de espécies pode ser aumentada por pequenos distúrbios que, atuando sobre a densidade populacional, permitem a ocorrência de maior número de espécies sem que a competição leve a exclusão de uma delas.

Todavia CONNELL (1978) também ressalta que a continuidade de um distúrbio por um longo período de tempo, levaria algumas espécies a apresentarem baixas densidades populacionais, o que também traz o risco de extinção, assim como pode acarretar numa elevada dominância de outra(s) espécie(s) que consiga(m) tirar proveito desta situação desfavorável.

Portanto estas podem ser algumas das explicações plausíveis para os maiores valores de abundância e biomassa registrados para os riachos de Pastagem e Intermediários.

CASATTI *et al.* (2009) afirmam ainda que numa escala regional, a combinação de fatores como remoção total da mata ripária, presença de densa vegetação de gramíneas nas margens e grande deposição de sedimentos provenientes do uso do solo adjacente, é capaz de produzir uma homogeneização de habitat, seguida da homogeneização da ictiofauna.

Algo semelhante provavelmente ocorreu (ou está ocorrendo) em um dos riachos do perfil Intermediário, onde foi registrada elevada dominância de uma única espécie (*P. harpagos*), que correspondeu à quase metade de toda abundância obtida para o perfil, provavelmente em consequência da homogeneização de habitat sofrida por este riacho.

Características que são fortes indicativos desta homogeneização estão presentes no riacho em questão (como o predomínio de substrato fino (mais de 95%) e fluxo lento, acompanhado de um grande desenvolvimento de macrófitas e vegetação herbácea submersa no leito do rio), foram certamente desencadeadoras desta elevada população de guarus, evidenciando o elevado grau de degradação ambiental a que o riacho está submetido.

Esta perda de qualidade de habitat está provavelmente relacionada ao intenso processo de assoreamento verificado para este riacho, que se encontra circundado por áreas de plantio

de eucalipto, de onde certamente vêm o sedimento arenoso carregado para o leito do riacho pelas águas das chuvas.

Quando analisada a biomassa, os dois perfis com parcial ou total retirada da mata ripária, apresentaram elevada dominância de duas espécies: o cascudo *H. nigromaculatus* (em comum), seguido do lambari *A. bockmanni* no Intermediário e da traíra *H. malabaricus* na Pastagem.

De acordo com CASATTI *et al.* (2005) e VIANA *et al.* (2013), as espécies de *Hypostomus* têm preferência por ambientes com substratos rochosos, com cascalhos e corredeiras, sendo todos esses atributos encontrados nos riachos onde foram coletados em ambos os perfis (4 riachos Intermediários e 2 de Pastagem).

O lambari *A. bockmanni* é considerado um onívoro de meia água com tendência à herbivoria, alimentando-se de itens alóctones (material vegetal e insetos terrestres) e autóctones (algas e insetos aquáticos) (VARI & CASTRO, 2007), geralmente associados à vegetação marginal e a áreas de remanso, catando itens na coluna d'água. Esta espécie demonstrou certa constância para os riachos Intermediários, com biomassa relativa superior à 10% em 9 dos 12 riachos coletados para o perfil.

A heterogeneidade apresentada pelos riachos Intermediários (com áreas com presença de mata ripária, outras com vegetação marginal submersa e/ou pendente) possibilita a exploração de diferentes recursos alimentares (alóctones e autóctones) por esta espécie de lambari, a qual apresenta grande vagibilidade e possui hábito onívoro, o que provavelmente favoreceu esta constância e a biomassa elevada apresentada por tal espécie neste perfil de riachos.

Já a elevada biomassa da traíra *Hoplias malabaricus* registrada para maioria dos riachos de Pastagem se deve às características apresentadas pelos riachos deste perfil, com densa vegetação marginal submersa, além de tocas e abrigos (como troncos e margem escavada), ambientes tipicamente ocupados pela espécie em questão. O mesmo é enfatizado por OLIVEIRA (1994) que descreve a espécie como um predador de "senta e espera", piscívoro, comumente encontrado em ambientes lênticos de rios e lagos, possuidor de hábitos bentônicos e associado a águas rasas junto à vegetação marginal, local onde se abriga e reproduz (OLIVEIRA, 1994). Além disso, outros autores (AZEVEDO & GOMES, 1943; BARBIERI, 1989) destacam sua elevada capacidade de dispersão e adaptação, principalmente devido à sua grande resistência a baixas taxas de oxigênio e grande períodos de jejum, o que lhes permite ocupar ambientes relativamente degradados.

Organização Trófica

Quando analisados os três perfis em função da organização trófica da ictiofauna, foram observados padrões gerais compartilhados, assim como particularidades que os diferenciaram.

O elevado consumo de insetos aquáticos e, conseqüentemente, o grande número de espécies com hábito alimentar insetívoro observado em todos os perfis (61 ocorrências no total) é uma característica concordante com a maioria dos trabalhos realizados em riachos tropicais (SABINO & CASTRO, 1990; UIEDA *et al.* 1997; CATELLA & PETRERE JR., 1998; MAZZONI & LOBÓN-CERVIÁ, 2000; CASATTI, 2002; UIEDA & MOTTA, 2007; BONATO *et al.*, 2012).

UIEDA & PINTO (2011) destacam que a elevada disponibilidade de hexápodes aquáticos em riachos torna este item uma importante fonte de alimento para a ictiofauna, podendo esse recurso sofrer alterações na composição e abundância em função das características físicas do ambiente. Para os riachos do presente trabalho o consumo de hexápodes aquáticos foi representado predominantemente pelas ordens Diptera, Ephemeroptera e Trichoptera, respectivamente, conforme também registrado como predominantes por ROLLA *et al* (2009), embora não em mesmas proporções.

As larvas de Dipetra (Chironomidae) constituem um grupo de insetos aquáticos conhecido pela elevada abundância e riqueza em todos os tipos de ambientes aquáticos (TRIVINHO-STRIXINO, 2011) e desempenham um papel importante nas cadeias tróficas, ligando produtores e consumidores (HENRIQUES-OLIVEIRA *et al.*, 2003). Talvez por esta elevada abundância e disponibilidade, tenha sido o item predominante na dieta das espécies de peixes insetívoros.

Já formas juvenis de Ephemeroptera são considerados comuns em substrato rochoso e banco de folhas (DOMINGUEZ & FERNÁNDEZ, 2009; SHIMANO *et al.*, 2012), em áreas de remanso ou corredeiras (SHIMANO *et al.*, 2012). Larvas de vários grupos de Trichoptera também preferem ambientes com substrato rochoso, porém com correnteza forte, onde procuram alimento e se protegem de predadores (MACKAY & WIGGINS, 1979).

Provavelmente em razão disto, estes grupos tenham sido ingeridos em maiores proporções nos riachos Intermediários do que nos outros perfis, visto que para este foram registrados as maiores médias de substrato rochoso, velocidade de correnteza e vazão. Tais características oferecem o ambiente adequado para o estabelecimento destes grupos de macroinvertebrados que, em maior abundância, se tornam recursos também mais abundantes na dieta da ictiofauna, como observado para os riachos do perfil Intermediário.

Por sua vez, o hábito onívoro é amplamente citado na literatura (RESENDE *et al.*, 2000; CASTRO *et al.*, 2003; GOMIERO & BRAGA, 2008; ROLLA *et al.*, 2009), para as mais variadas espécies e localidades. Nos riachos amostrados no presente trabalho este hábito também se mostrou comum (43 ocorrências no total), sendo o hábito predominante para os riachos de Pastagem e o segundo mais importante para os outros dois perfis.

A determinação deste hábito esteve relacionada com o elevado consumo tanto de hexápodes, quanto de material vegetal. Este consumo elevado de material vegetal por várias espécies de peixes, reforça ainda mais a importância do aporte deste material alóctone como fonte de recursos, seja através da queda de folhas da mata ripária no leito dos riachos de Mata, seja através do desenvolvimento de macrófitas e vegetação marginal pendente, que ficam submersas nos riachos de Pastagem.

O maior percentual de detritívoros registrado nos riachos do perfil Intermediário (13 ocorrências no total) está relacionado diretamente com a presença de três espécies de cascudos (*H. depressicauda*, *H. nigromaculatus* e *H. ancistroides*) e duas de guarus (*P. harpagos* e *P. reticulata*), que estiveram presentes em 11 riachos deste perfil.

Estas espécies de cascudo foram encontradas em abundâncias e/ou biomassas elevadas em riachos que apresentaram correnteza forte e fundo predominante de rochas. Já as espécies de guaru estiveram presentes em microhabitats de remanso, como poções com fundo de areia, sempre associados à vegetação marginal.

GERKING (1994) afirma que detritos são comumente encontrados na dieta de várias espécies de peixes, sendo que algumas espécies se especializaram para a exploração deste tipo de alimento, sendo denominadas iliófagas. Dentre estas especializações estão adaptações orais, dos lábios suctorial ou suctorial-raspador nos Loricariidae (AGOSTINHO & JÚLIO JR., 1999), como é o caso das espécies *H. ancistroides*, *H. nigromaculatus* e *H. depressicauda*, encontradas nos riachos do perfil Intermediário.

ZENI & CASATTI (2014) afirmam que a oferta e disponibilidade de alimentos são provavelmente reguladas pela estrutura física do ambiente e, portanto as espécies podem variar seus hábitos alimentares de acordo com a oferta alimentar. Isso pode ser exemplificado com as espécies de guarus, que não possuem grandes especializações e tendem a ser generalistas em sua alimentação, os quais têm registrados para diferentes épocas e/ou locais, hábitos variados como onivoria (SABINO & CASTRO, 1990), detritivoria (presente trabalho), algivoria (ARANHA *et al.*, 1998) e insetivoria (UIEDA *et al.*, 1997).

Neste contexto, ABELHA *et al.* (2001) em abordagem sobre dietas generalistas em sistemas neotropicais, alegam ser difícil alocar espécies de peixes em guildas ou categorias

alimentares, pois estes sistemas possuem uma grande diversidade de oferta de alimentos e estão submetidos a constantes variações sazonais e aleatórias, o que favorece táticas alimentares generalistas.

Outros autores (ABELHA *et al.*, 2001; HORN, 1998; WINEMILLER, 1989), alegam que a grande plasticidade e adaptabilidade trófica de muitas espécies de peixes de água doce são em parte associadas à falta de especializações morfológicas, fator chave para a alimentação nestes complexos ambientes (POUILLY *et al.*, 2003; TEIXEIRA & BENNEMANN, 2007; WATSON & BALON, 1984; WINEMILLER, 1995).

Tais observações só vêm corroborar os resultados obtidos no presente trabalho, demonstrando 23 registros de modificação de hábito alimentar para os 3 perfis, sendo 4 para Mata (que mostrou maior estabilidade), 9 para o Intermediário e 10 para a Pastagem.

A análise geral das redes tróficas também demonstrou semelhanças entre perfis, assim como padrões que os diferenciaram. Riachos de Mata apresentaram a menor complexidade de interações tróficas tanto para a dieta geral quanto para as ordens de Hexapoda, assinalando o menor número de espécies consumidoras, itens consumidos, ligações tróficas, densidade de elos e índice de especialização. Esta simplificação está provavelmente relacionada à maior proporção de espécies ditas especialistas (embora o índice não tenha demonstrado tal tendência), como é o caso das espécies do gênero *Trichomycetrus* e do bagre *C. iheringi* (espécies insetívoras e endêmicas de riachos de cabeceira) e os cascudos *H. nigromaculatus*, *H. depressicauda* (detritívoros). Esta dieta especializada somada à baixa riqueza de espécies deste perfil, reduziram consideravelmente a complexidade de interações tróficas.

Em contraponto, riachos de Pastagem e Intermediários demonstraram maior complexidade de interações tróficas, tanto na dieta geral quanto para as ordens de Hexapoda, registrando os maiores números de espécies consumidoras, itens consumidos, ligações tróficas, densidade de elos e índices de especialização. Esta maior complexidade provavelmente se deve à maior proporção de espécies que se alimentam de diversos itens alimentares (dietas variando de carnívora a onívora), e que não foram coletadas para o perfil Mata, tais como *G. carapo* e *G. brasiliensis* que juntos adicionam mais de 30 interações tróficas às redes da dieta geral de cada perfil.

No entanto, riachos Intermediários se diferenciaram dos demais perfis em relação ao segundo item mais consumido na dieta geral de sua ictiofauna. Este perfil anotou matéria orgânica como o segundo item mais consumido na dieta de suas espécies de peixes, enquanto para os perfis Pastagem e Mata foi anotado o item material vegetal.

O elevado consumo de matéria orgânica demonstrado para riachos Intermediários está relacionado ao grande número de hábitos detritívoros registrados para este perfil (13 ocorrências), cabendo salientar que a maior parte deste consumo foi registrada para uma única espécie, o cascudo *H. nigromaculatus*.

Da mesma forma, o número de espécies com hábitos onívoros registrados para os perfis Mata e Pastagem (9 e 19 ocorrências, respectivamente), está diretamente relacionado com o elevado consumo de material vegetal descrito para estes riachos, tendo a maior parte de suas espécies de peixes adicionando recursos de origem vegetal em suas dietas.

Os 3 perfis também se diferenciaram em relação aos itens que são ditos "adicionais" (consumidos em pequenas quantidades proporcionalmente aos itens predominantes) à dieta das espécies. Riachos de Mata demonstraram valores relativamente maiores (quando comparados aos demais perfis) de insetos terrestres e Annelida. O primeiro item foi mais abundante nestes locais provavelmente devido à presença de mata ripária, o que aumenta a possibilidade de queda de insetos terrestres advindos da mata. Já anelídeos encontraram nestes riachos o ambiente adequado para o seu estabelecimento, ocupando o sedimento depositado no interstício rochoso, consequência da baixa velocidade de correnteza registrada para os riachos deste perfil.

Neste aspecto, riachos Intermediários se diferenciaram do perfil Pastagem, por apresentarem Crustacea como item "adicional" à dieta geral de suas espécies de peixes, sendo este item consumido predominantemente por *R. quelen*, de hábito carnívoro para este perfil.

Quando analisadas para as ordens de Hexapoda, as redes tróficas também mostraram semelhanças e diferenças entre os perfis. O maior consumo de Diptera, Ephemeroptera e Trichoptera, respectivamente, foi uma característica compartilhada pelos 3 perfis. No entanto, nos riachos de Mata o item Diptera foi quase exclusivamente consumido por apenas duas espécies: *T. aff maracaya* e *B. iheringi*. Tal predomínio de consumo contribuiu ainda mais para a simplificação das interações tróficas demonstradas por este perfil.

Em relação às ordens de Hexapoda riachos de Pastagem se diferenciaram do perfil Intermediário quanto aos itens "adicionais" predominantes na dieta de suas ictiofaunas. Estes riachos se caracterizaram por maiores consumos de Heteroptera (Hemiptera Naucoridae) e Odonata, grupos notavelmente abundantes nestes locais, sendo visualizados em grandes quantidades durante as coletas (principalmente os hemípteros da família Naucoridae), sempre associados à vegetação marginal e/ou bancos de macrófitas, também abundantes nestes locais.

Portanto, através destas análises foi possível verificar o papel fundamental da vegetação ripária na dinâmica dos ecossistemas de riachos de pequeno porte, seja

contribuindo com o tamponamento dos mesmos, evitando o assoreamento de suas margens; seja através do aporte de material alóctone (material vegetal e insetos terrestres) para o leito dos riachos, consistindo na principal forma de entrada de energia destes sistemas.

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).
- BIAZON, 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. & LAMOUROUX, 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. & FROELICH, 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

FIGURAS

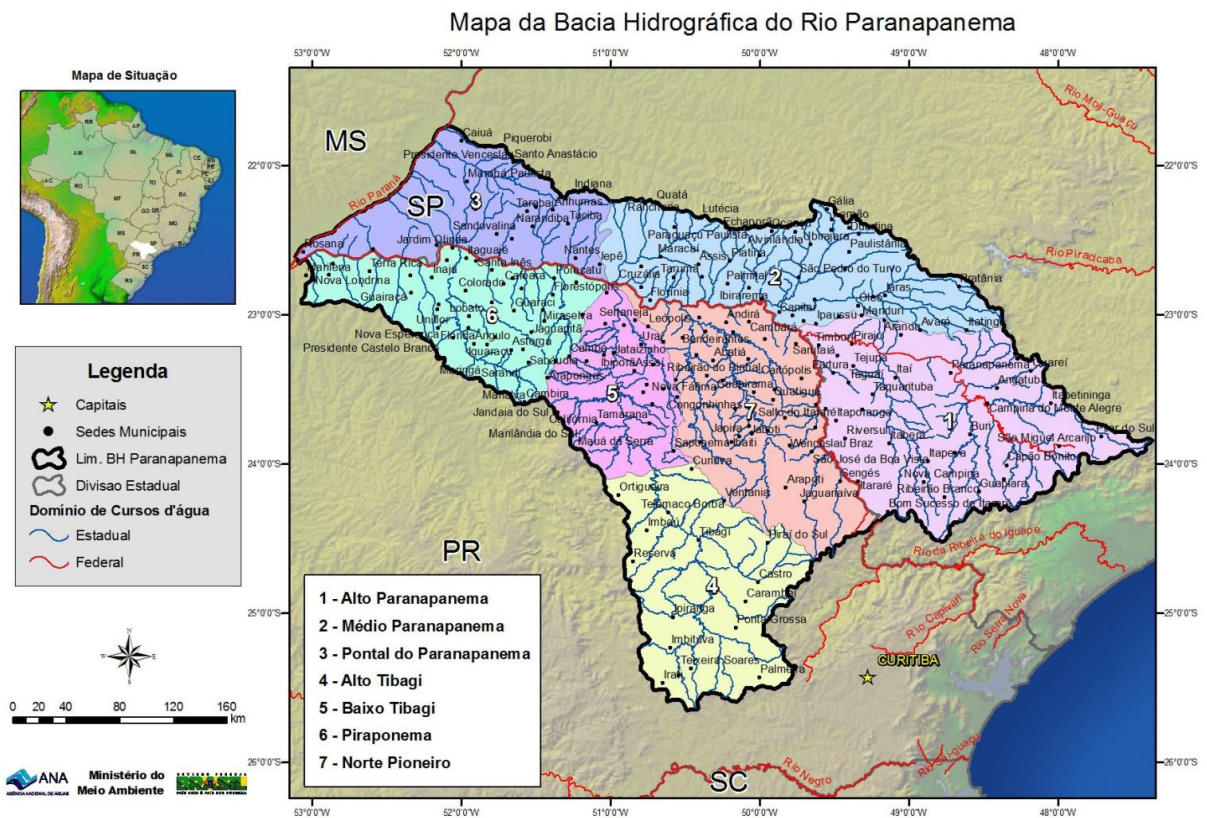


Figura 1. Limites da Bacia do Rio Paranapanema e de suas 7 Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHI), pertencentes aos Estados de São Paulo e Paraná. Fonte: Arquivos da Agência Nacional das Águas (ANA), disponível no site: <http://www.ana.gov.br>.

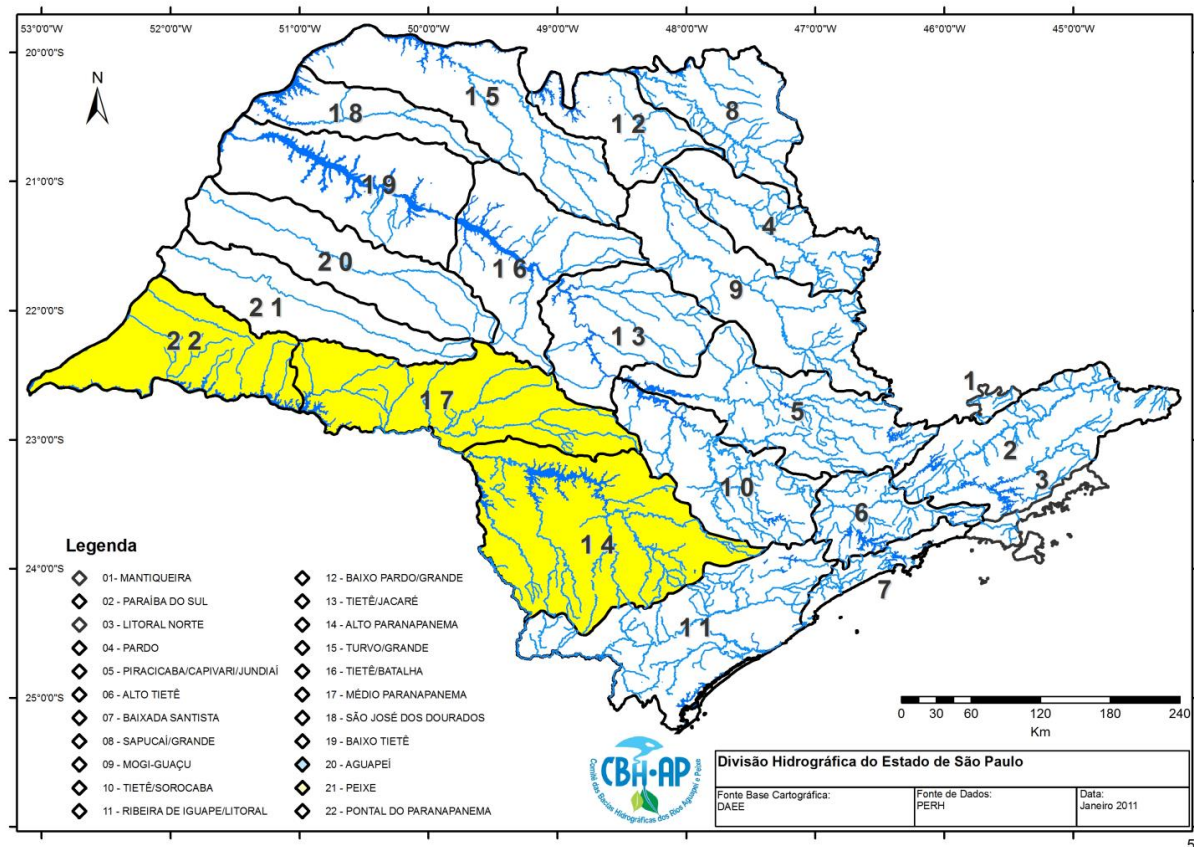


Figura 2. Mapa representando as divisões (linhas pretas) das Unidades de Gestão de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Destacadas em amarelo as URGHI paulistas pertencentes à Bacia do Rio Paranapanema: Alto Paranapanema (URGHI-14); Médio Paranapanema (URGHI-17) e Pontal do Paranapanema (URGHI-22). Fonte: Adaptado do Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, disponível no site: <http://www.cbhap.org.8>.

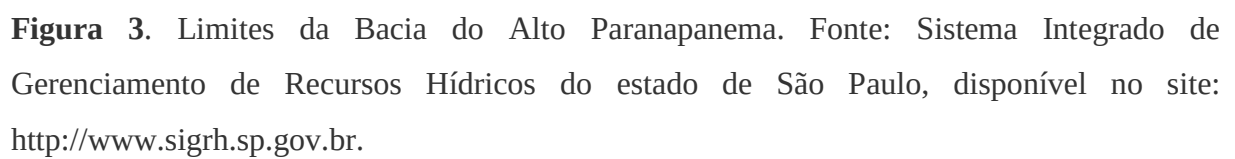


Figura 3. Limites da Bacia do Alto Paranapanema. Fonte: Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado de São Paulo, disponível no site: <http://www.sigrh.sp.gov.br>.

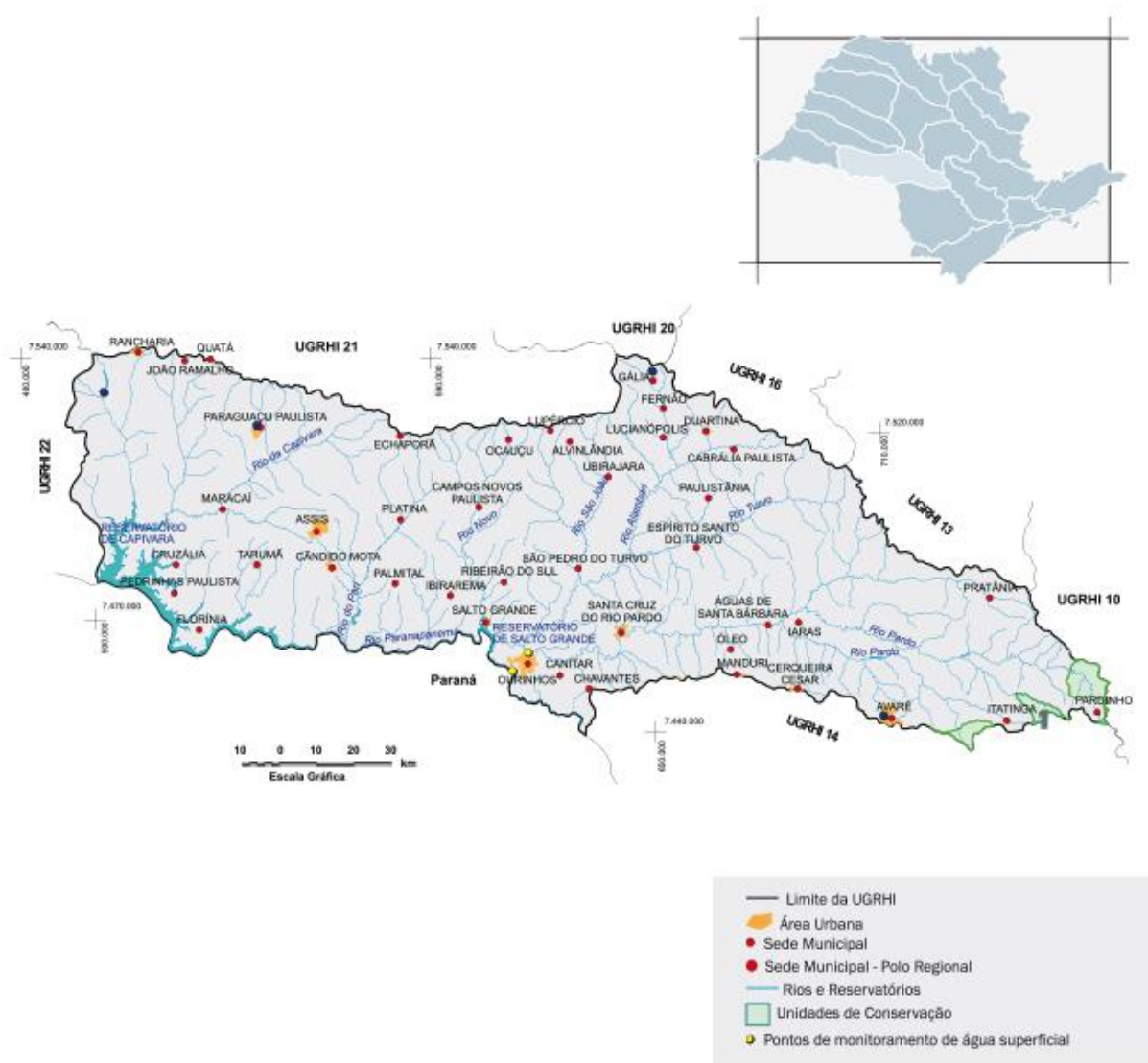
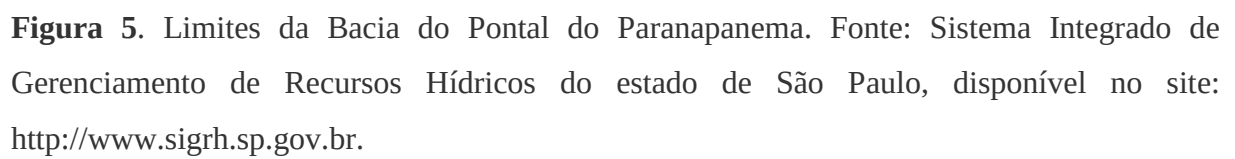


Figura 4. Limites da Bacia do Médio Paranapanema. Fonte: Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado de São Paulo, disponível no site: <http://www.sigrh.sp.gov.br>.



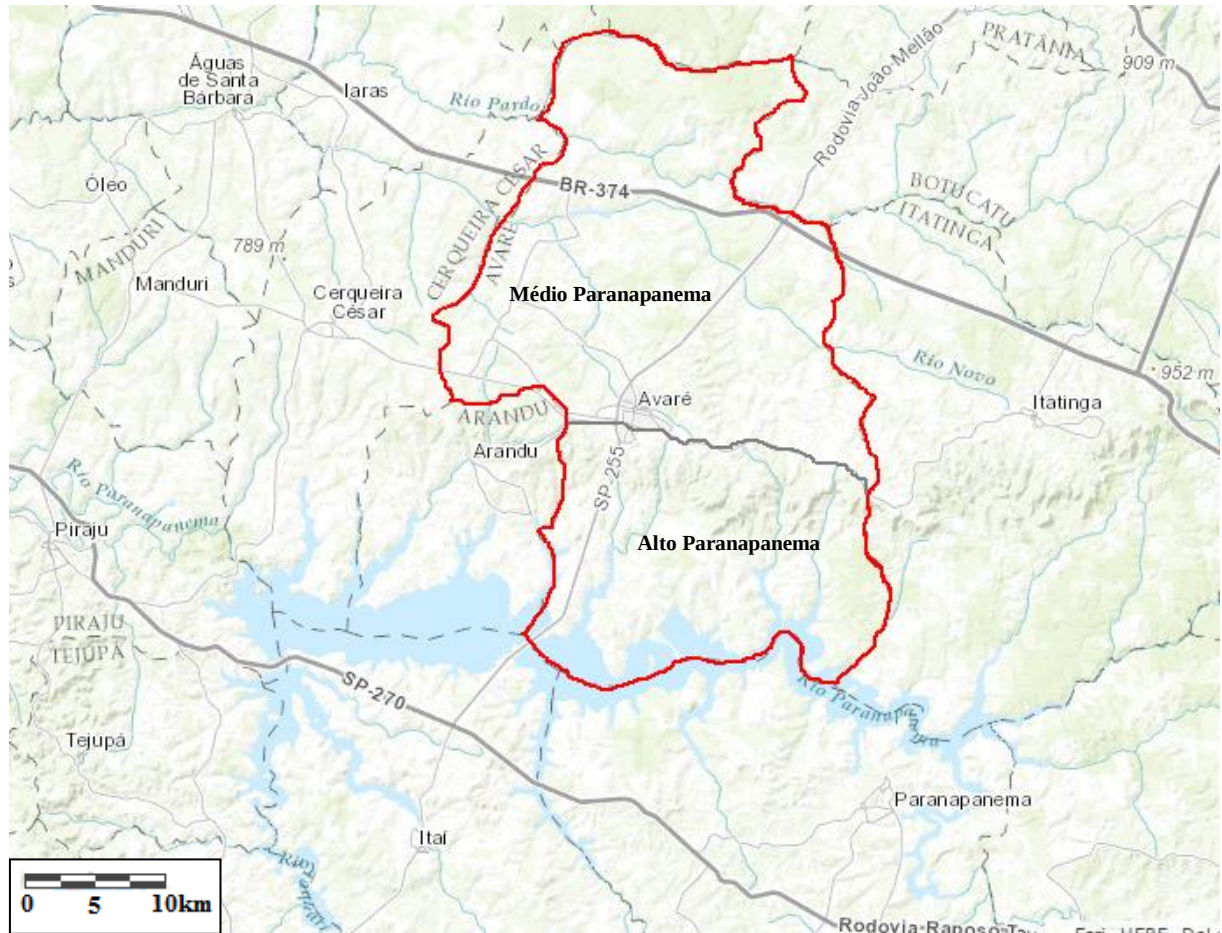


Figura 6. Mapa com os limites territoriais do município de Avaré (em vermelho), incluído ao norte na UGRHI Médio Paranapanema e ao sul na UGRHI Alto Paranapanema (limite em cinza). O limite entre as UGRHI é coincidente com a linha férrea que liga os municípios de Arandu (a oeste), Avaré e Itatinga (a leste). Logo abaixo da linha férrea o relevo mostra as escarpas estonadas que separam as áreas de planalto e de planície, onde se localizam as microbacias estudadas. Fonte: adaptada do acervo do site www.arcgis.com.

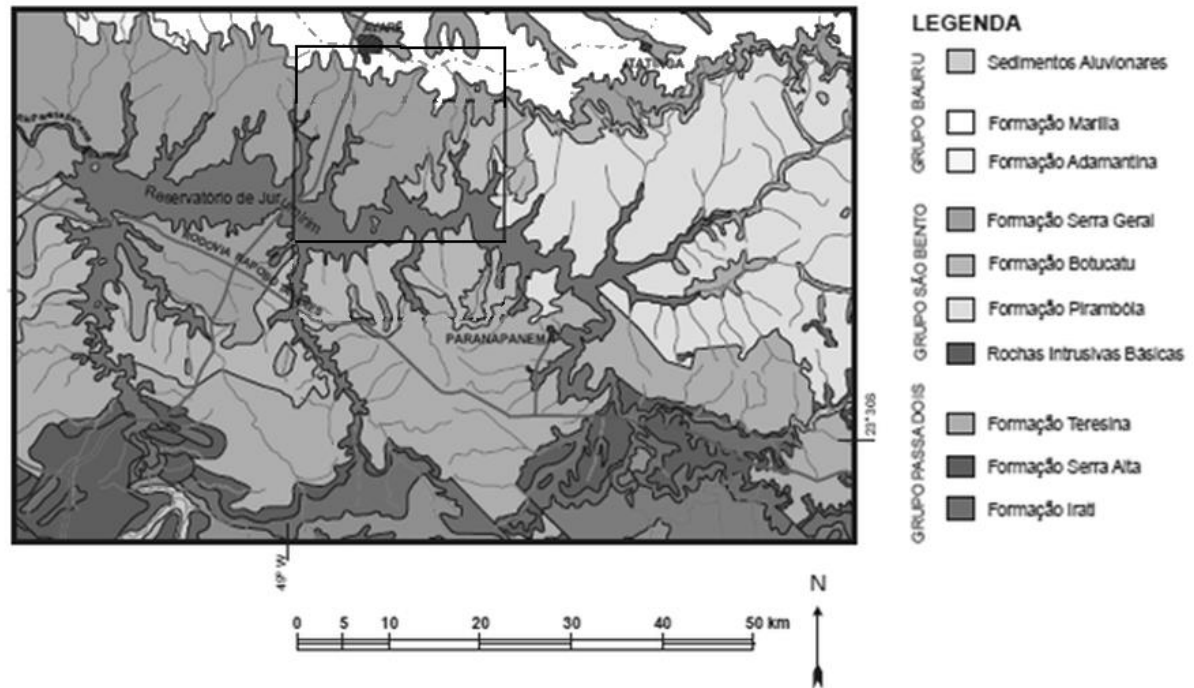


Figura 7. Mapa geomorfológico das margens da Represa de Jurumirim, Bacia do Rio Paranapanema. O quadrado ao centro representa a área de estudo, com destaque para a Formação Marília (região de cabeceira dos riachos) e formações Serra Geral e Botucatu (áreas de planalto). Fonte: adaptado de IPT (1981).

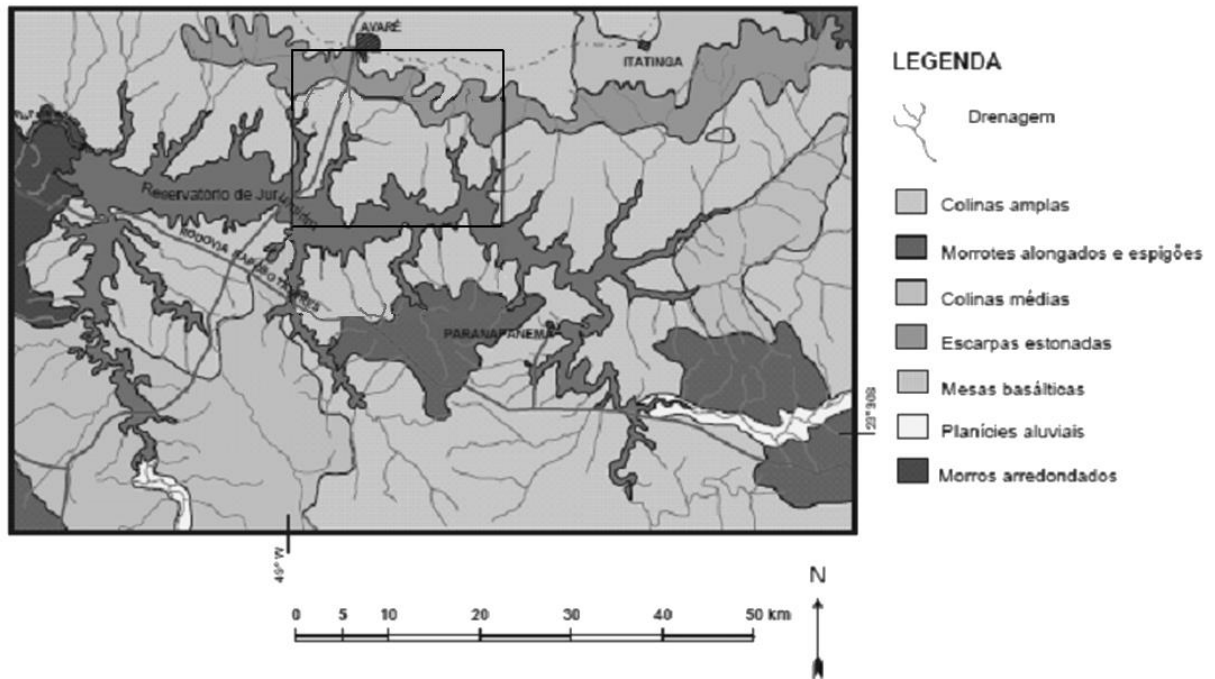


Figura 8. Mapa geológico das margens da Represa de Jurumirim, Bacia do Rio Paranapanema. O quadrado ao centro representa a área de estudo, com destaque para as Escarpas estonadas (regiões de cabeceira dos riachos) e Colinas amplas (áreas de planalto). Fonte: adaptado de IPT (1981).

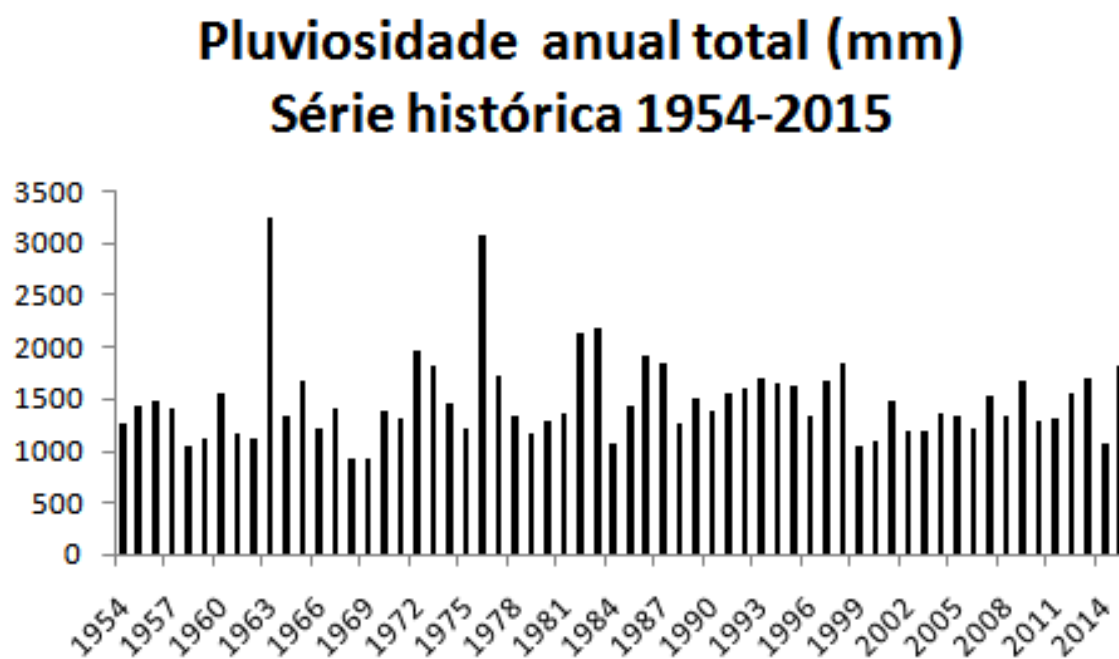


Figura 9. Gráfico representando os dados pluviométricos anuais totais para o município de Avaré, considerando a série histórica de 1954-2015. Fonte: Estação Meteorológica do Horto Florestal de Avaré - Instituto Florestal.

Pluviosidade Média Mensal

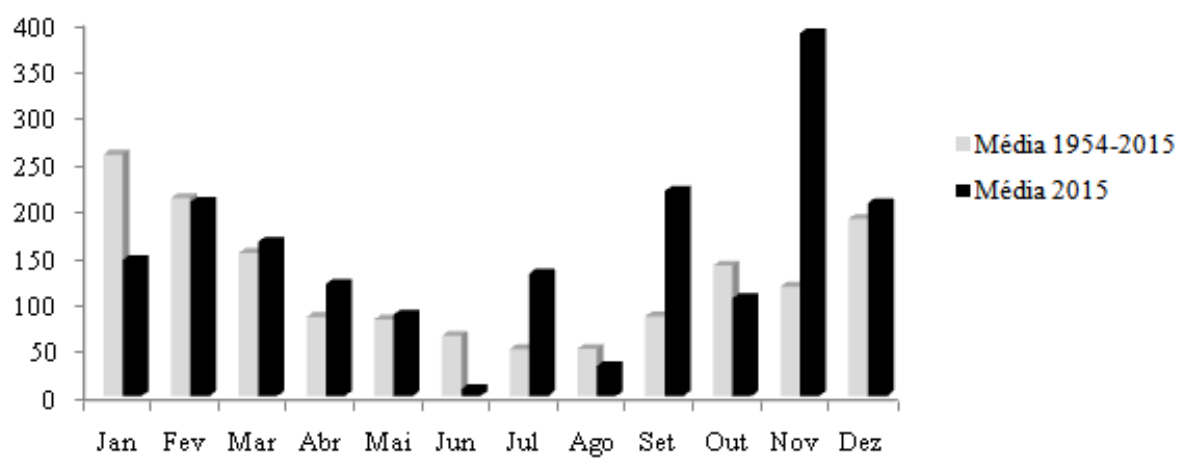


Figura 10. Média mensal da pluviosidade aferida no município de Avaré apresentada para a série histórica (1954-2015) e para o ano de estudo (2015). Fonte: Estação Meteorológica do Horto Florestal de Avaré - Instituto Florestal.

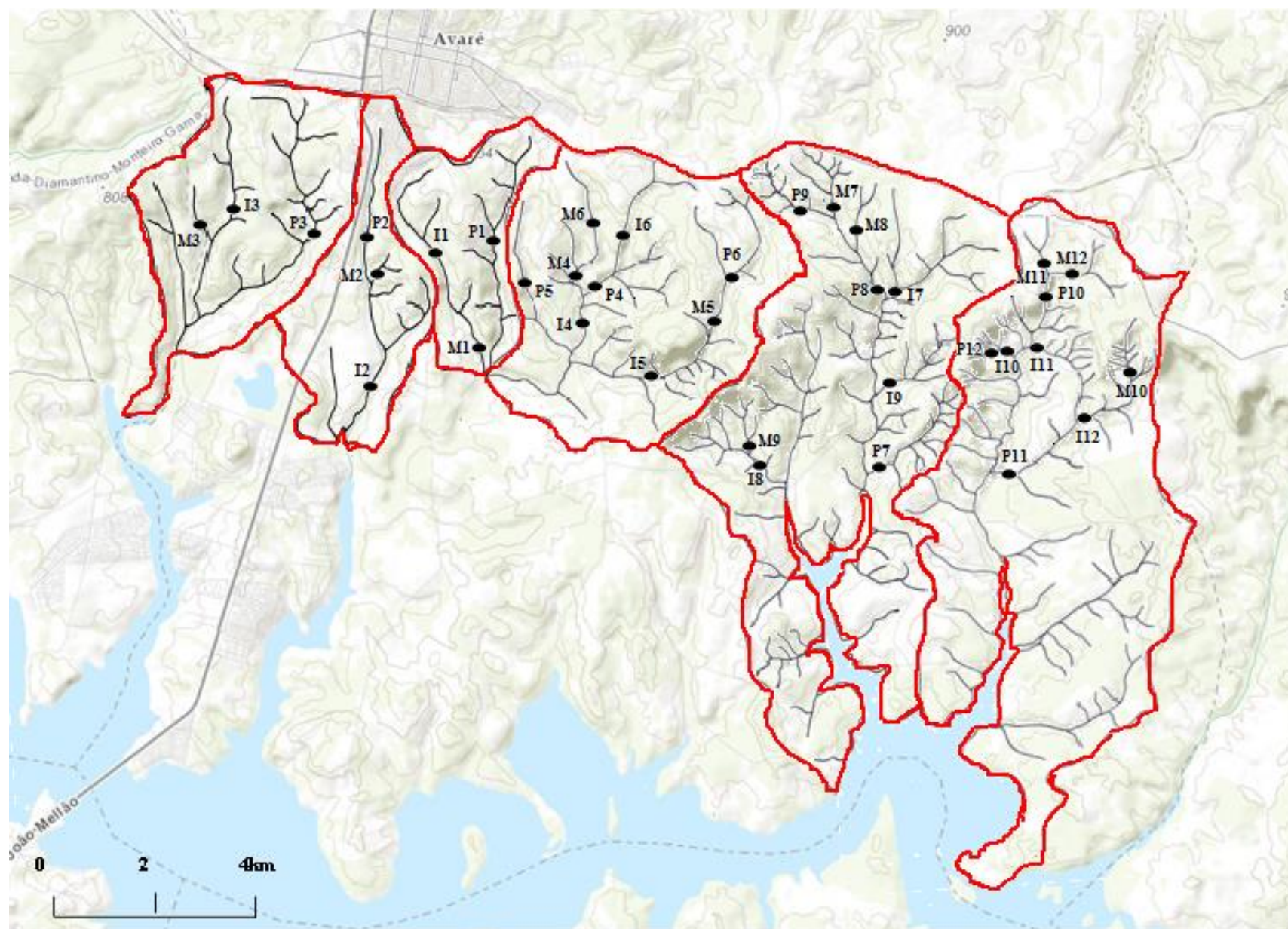


Figura 11. Limite das microbacias estudadas (vermelho) e identificação dos pontos de coleta. Perfil de cobertura vegetal: M- Mata, I- Intermediário, P- Pastagem. Microbacias (a partir da esquerda): Santa Bárbara, Pinhal, Rochas, Ponte Alta, Jacutinga e Pedra Preta. Fonte: adaptada de www.arcgis.com.

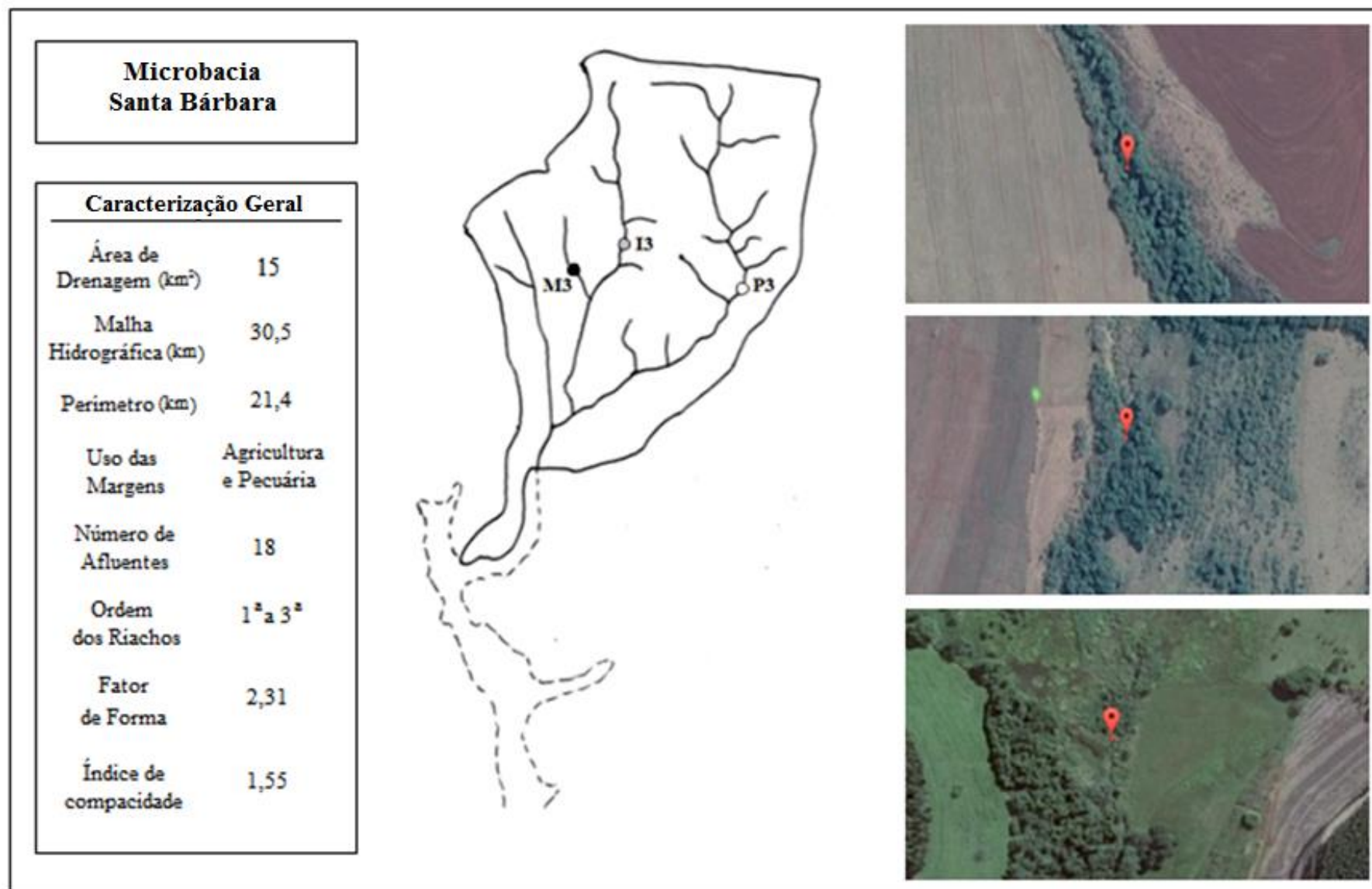


Figura 12 - Caracterização da Microbacia Santa Bárbara. Fotos perfil (superior a inferior): Mata (M), Intermediária (I) e Pastagem (P).

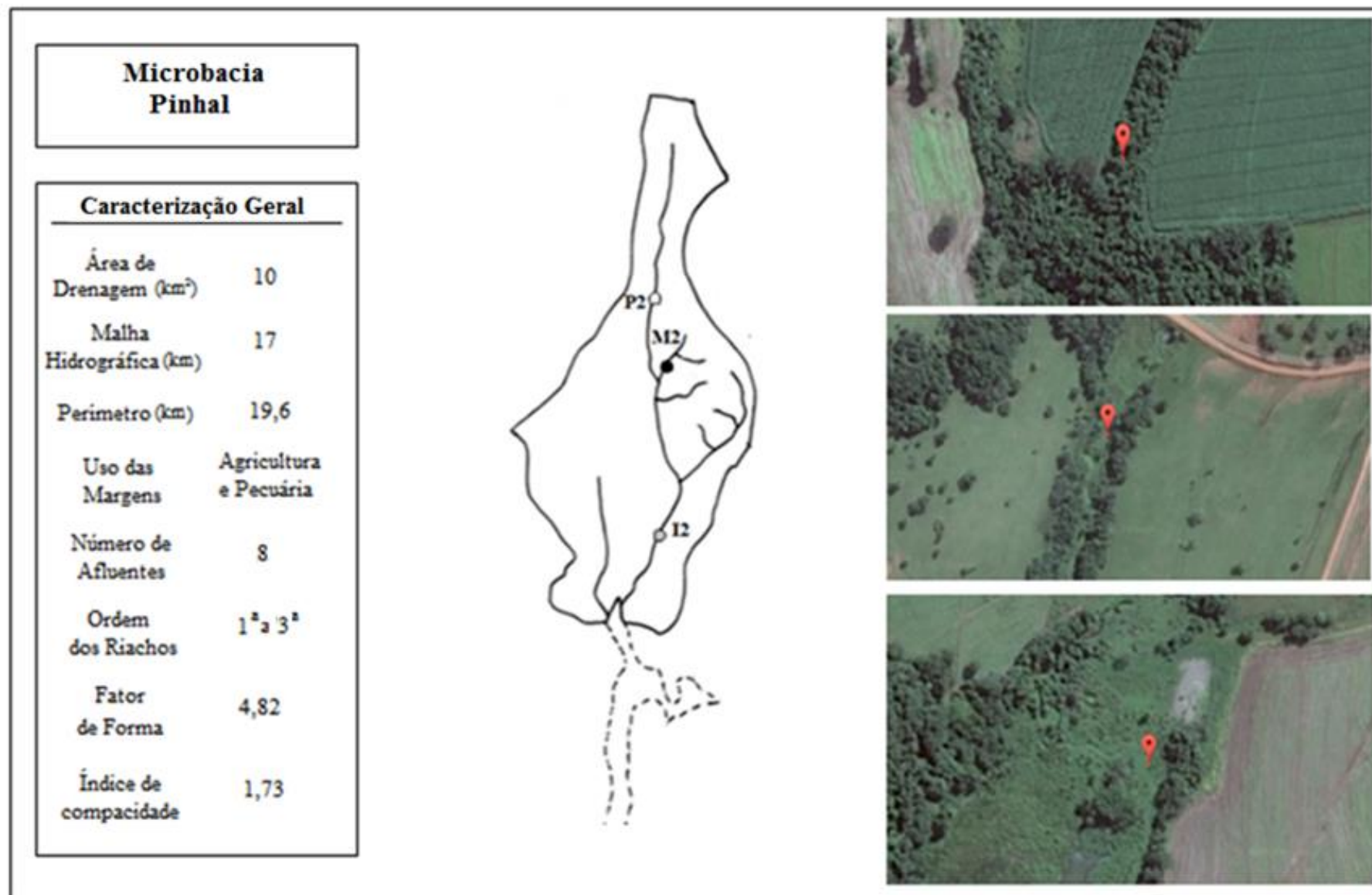


Figura 13 - Caracterização da Microbacia Pinhal. Fotos perfil (superior a inferior): Mata (M), Intermediário (I) e Pastagem (P).

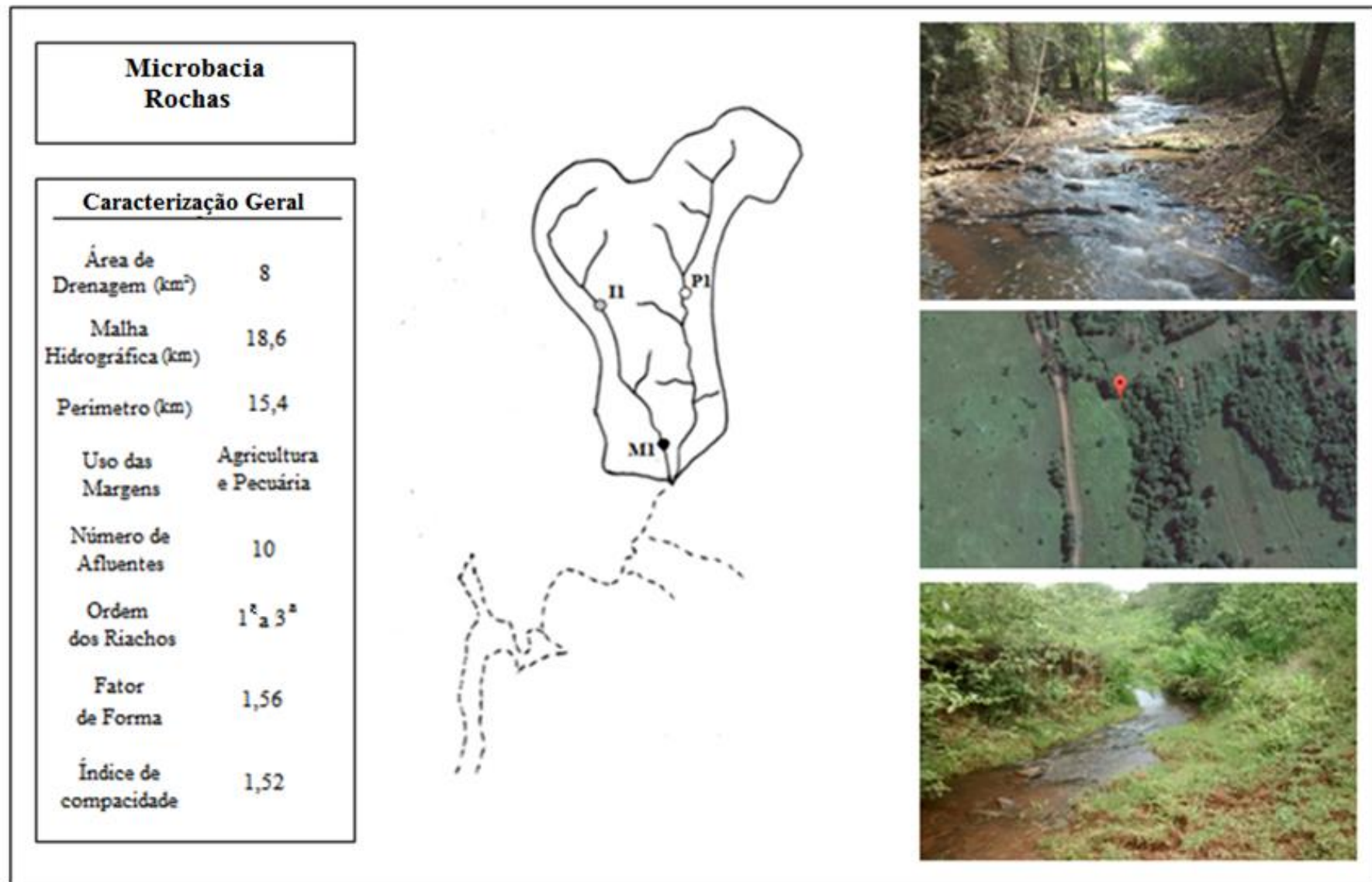


Figura 14 - Caracterização da Microbacia Rochas. Fotos perfil (superior a inferior): Mata (M), Intermediário (I) e Pastagem (P).

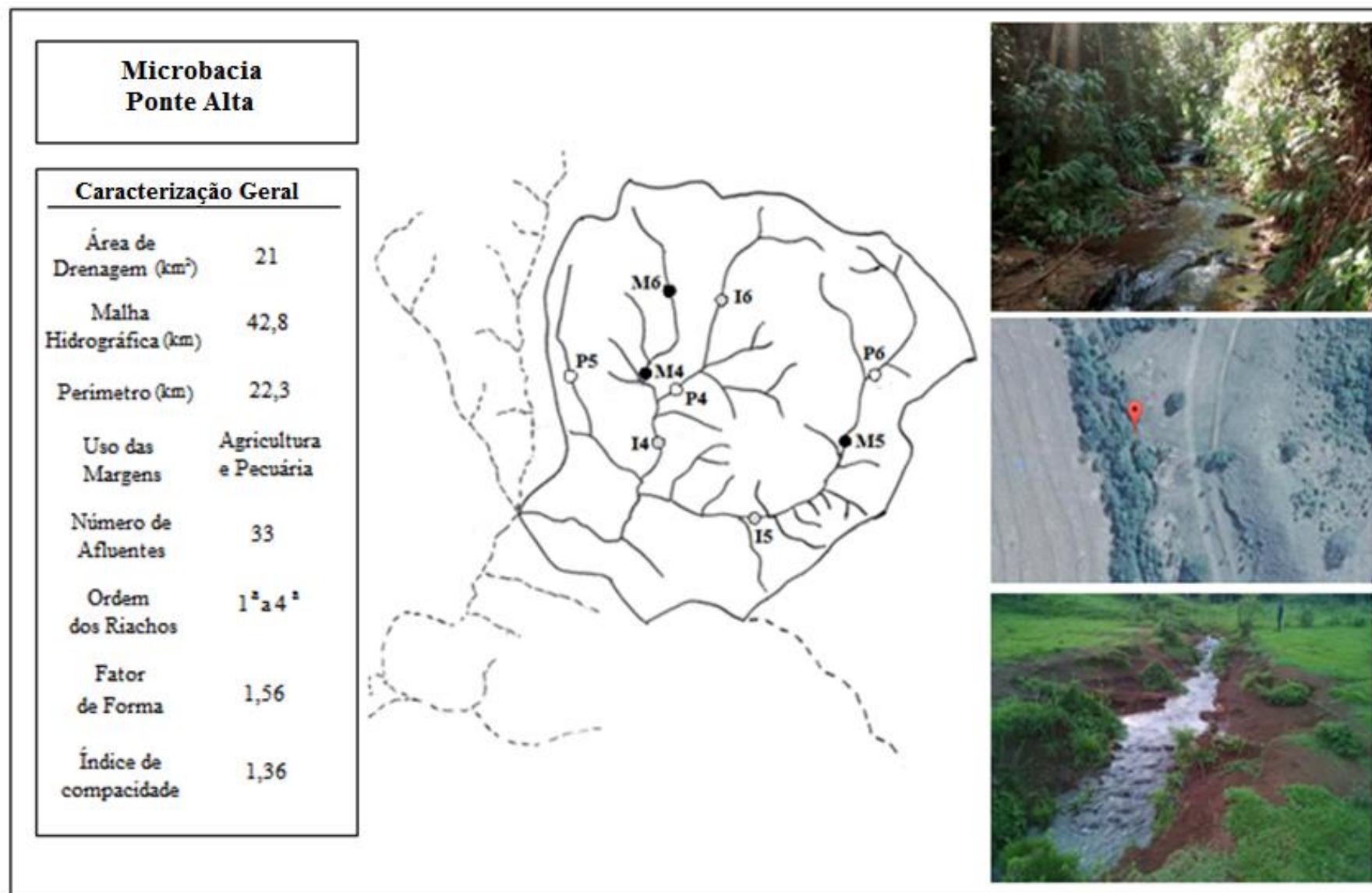


Figura 15 - Caracterização da Microbacia Ponte Alta. Fotos perfil (superior a inferior): Mata (M), Intermediário (I) e Pastagem (P).

Microbacia da Jacutinga

Caracterização Geral

Área de Drenagem (km ²)	37
Malha Hidrográfica (km)	75
Perímetro (km)	36,1
Uso das Margens	Agricultura e Pecuária
Número de Afluentes	108
Ordem dos Riachos	1 ^a a 4 ^a
Fator de Forma	3,96
Índice de compacidade	1,66



Figura 16 - Caracterização da Microbacia Jacutinga. Fotos perfil (superior a inferior): Mata (M), Intermediário (I) e Pastagem (P).

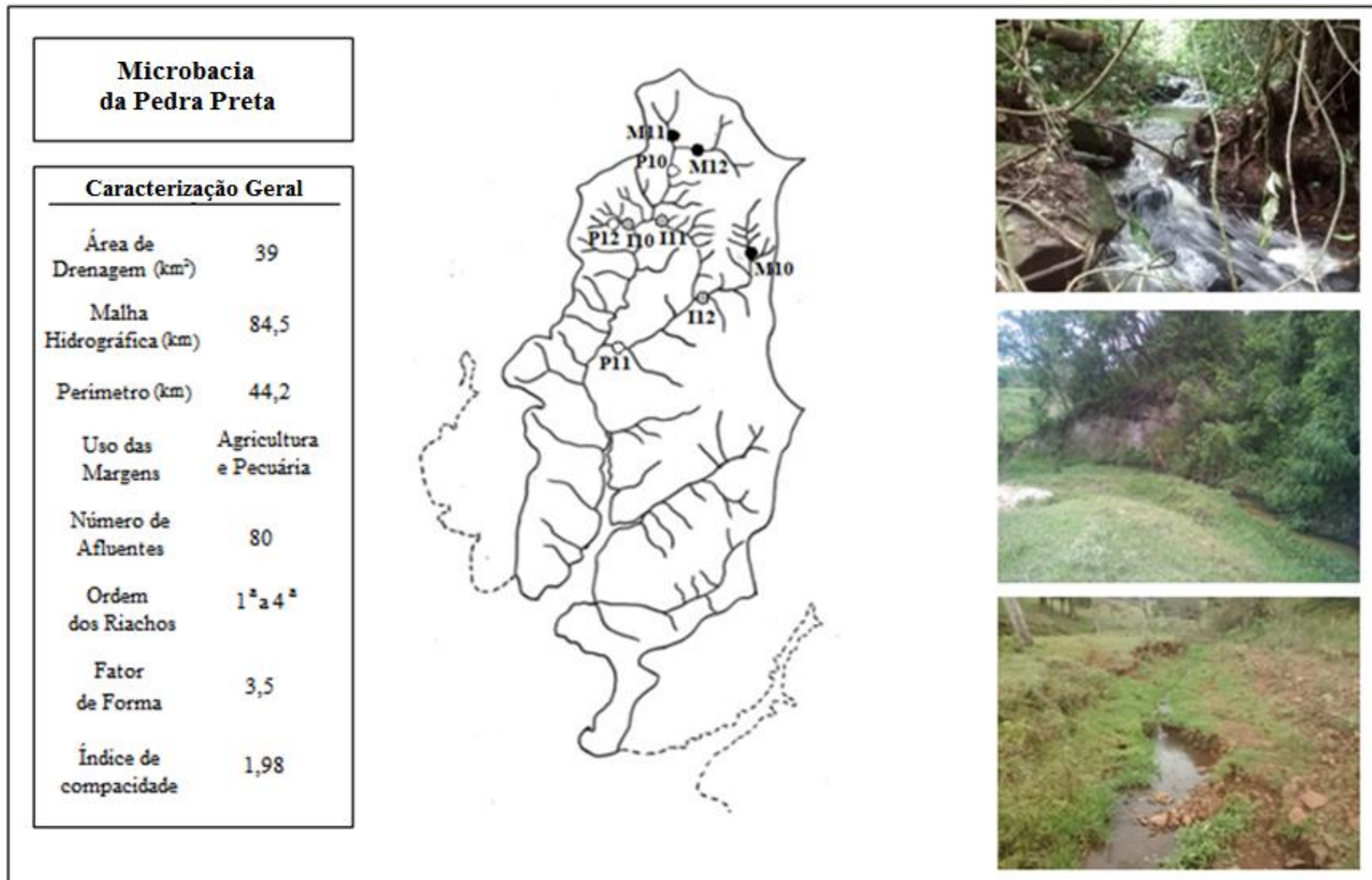


Figura 17 - Caracterização da Microbacia Pedra Preta. Fotos perfil (superior a inferior): Mata (M), Intermediário (I) e Pastagem (P).

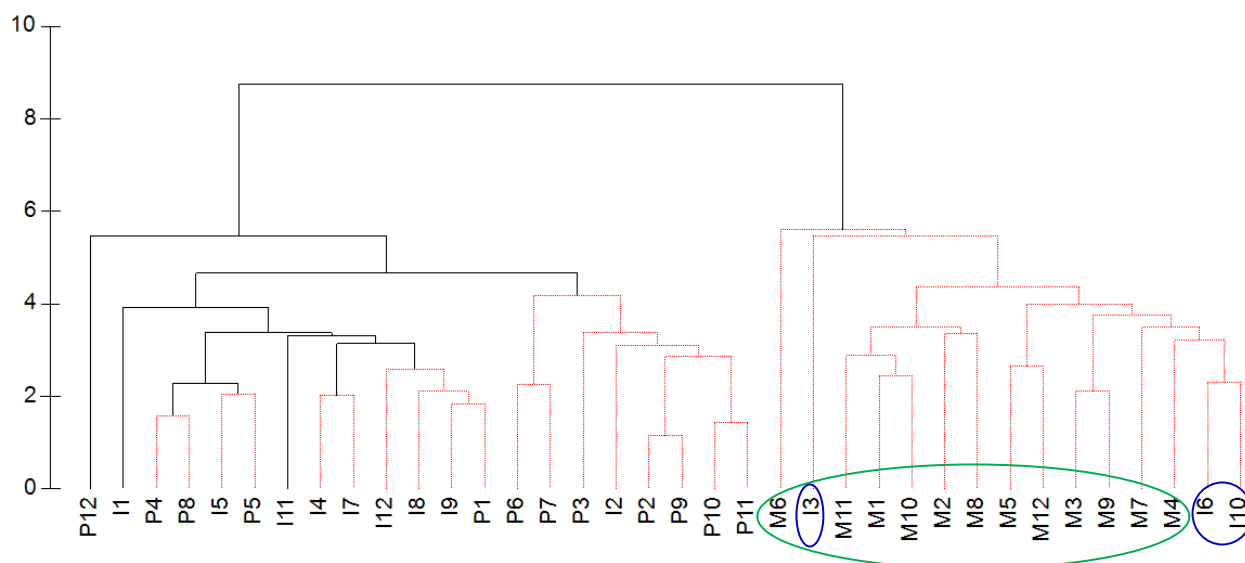


Figura 18. Dendrograma de similaridade aplicado para 25 parâmetros ambientais mensurados em 36 riachos analisados, sendo 12 para cada um dos três perfis de cobertura vegetal considerados (M- mata, I- intermediário, P- pastagem). Em verde, salientado o agrupamento dos Riachos de Mata e em azul, os três Riachos Intermediários que foram posicionados neste mesmo agrupamento.

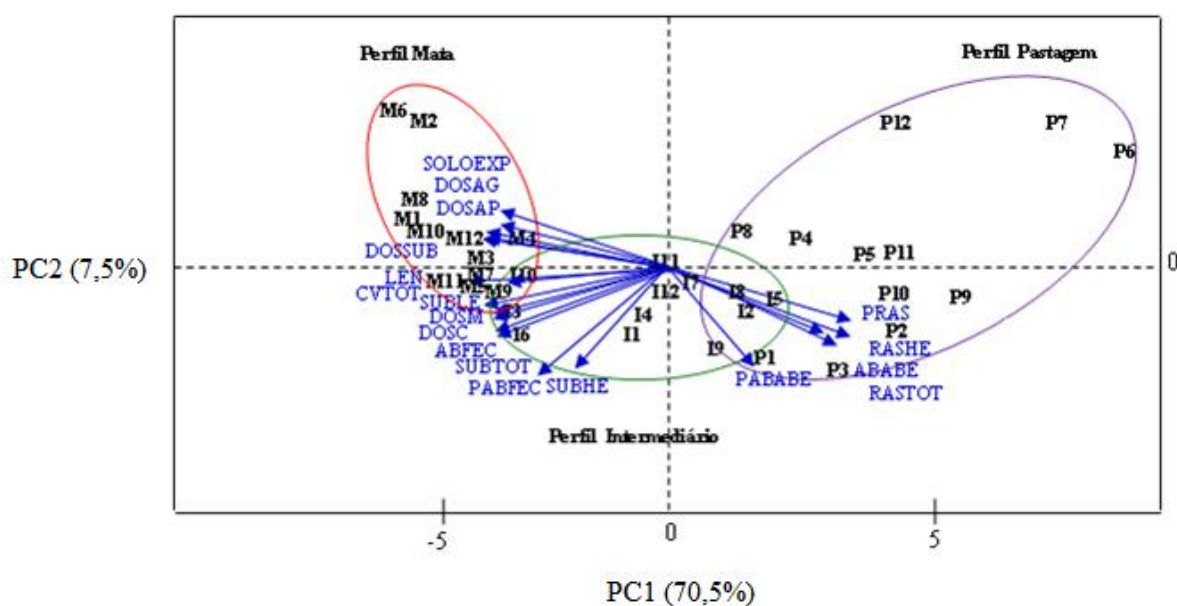


Figura 19. Gráfico bidimensional com a distribuição dos 36 riachos amostrados. Em preto os pontos de amostragem e em azul os vetores das variáveis ambientais. Em destaque, nos círculos, os agrupamentos dos três perfis de cobertura vegetal (Mata, Intermediário e Pastagem). Siglas dos parâmetros apresentadas na Tabela II.

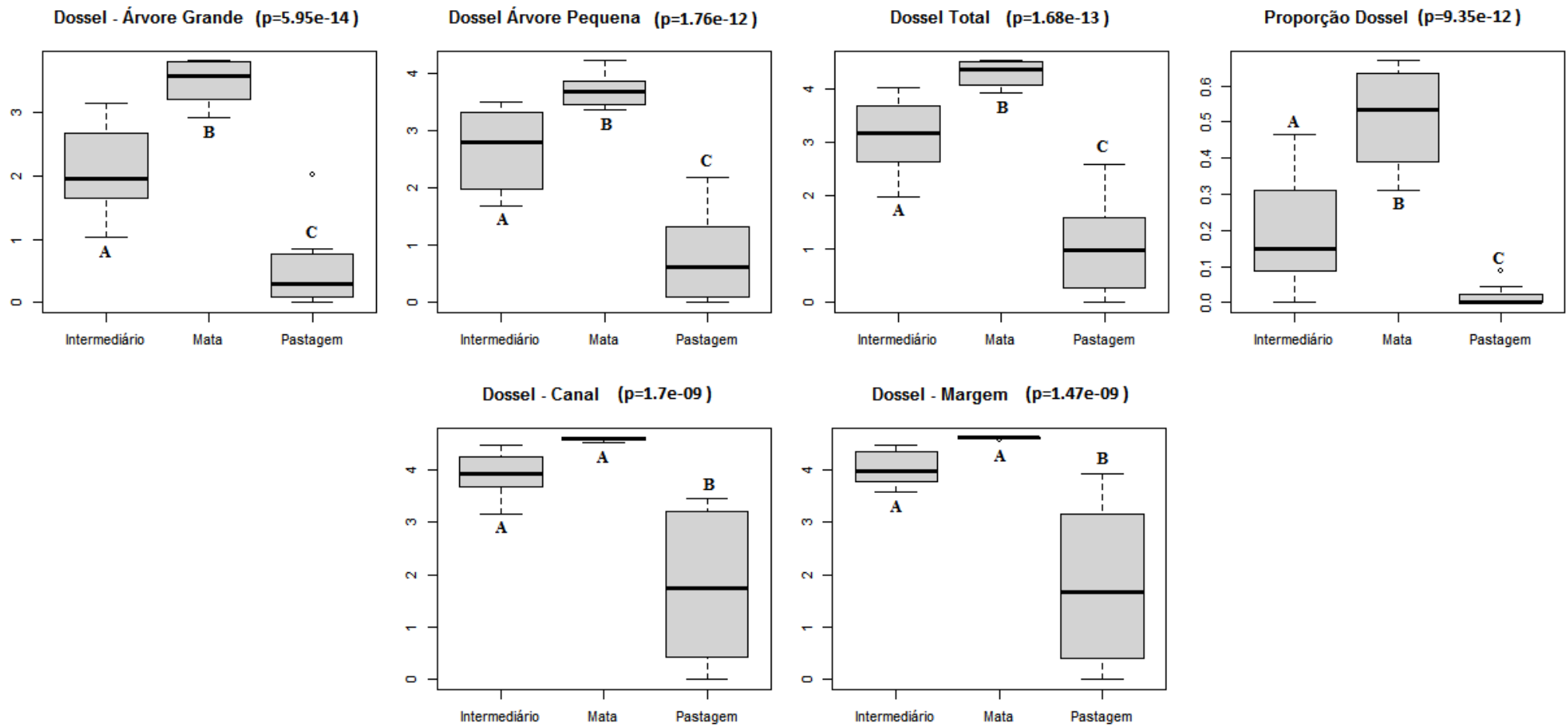


Figura 20. Gráficos Boxplot das variáveis ambientais utilizadas para a determinação dos perfis de cobertura vegetal, com as medidas de Dossel aferidas para os 12 riachos amostrados para cada perfil. As letras maiúsculas indicam o resultado do teste Post-hoc, com valores significativamente diferentes sendo indicados por letras diferentes.

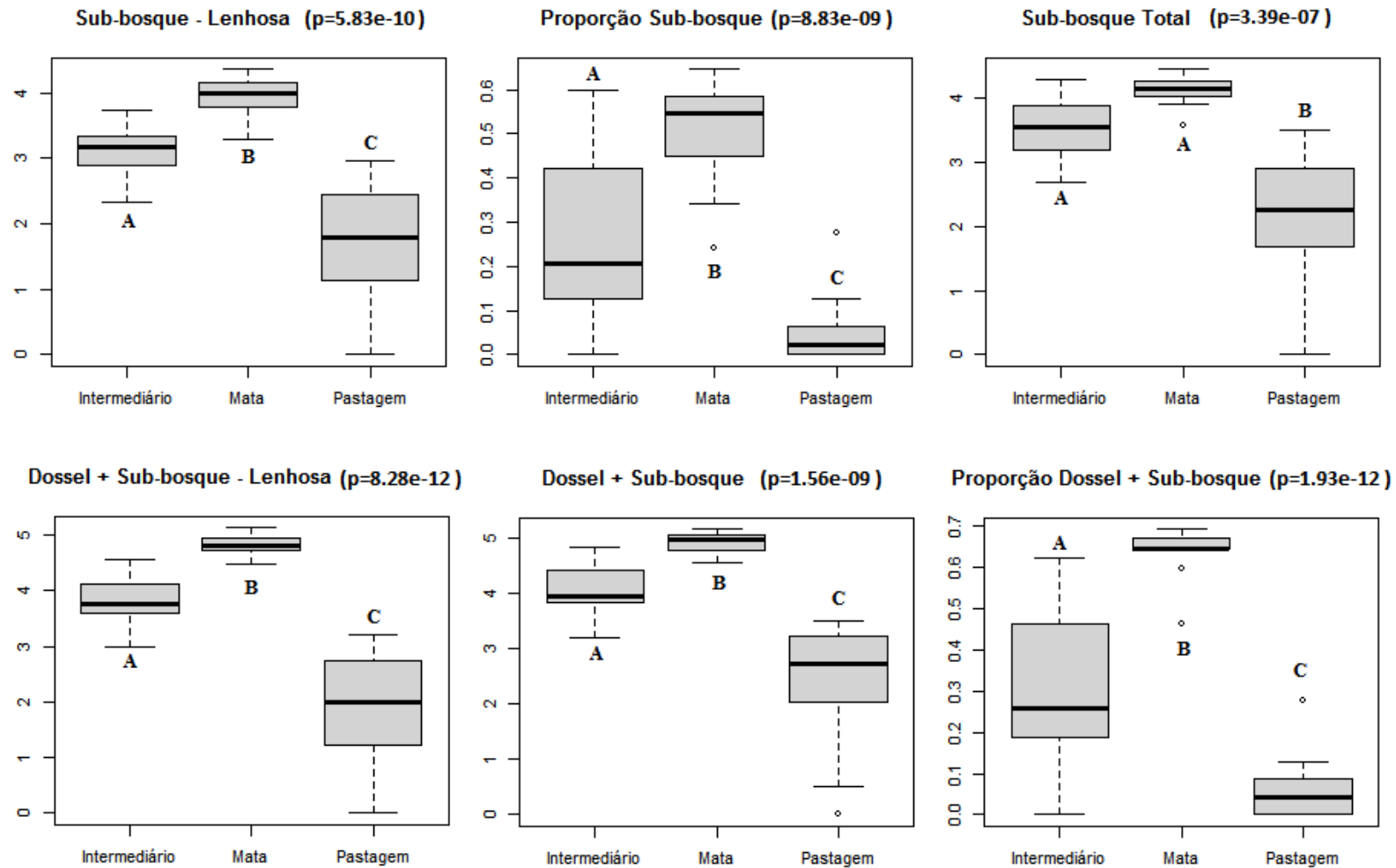


Figura 21. Gráficos Boxplot das variáveis ambientais utilizadas para a determinação dos perfis de cobertura vegetal, com as medidas de Sub-bosque (acima) e do Dossel somado ao Sub-bosque (abaixo), aferidas para os 12 riachos amostrados para cada perfil. As letras maiúsculas indicam o resultado do teste Post-hoc, com valores significativamente diferentes sendo indicados por letras diferentes.

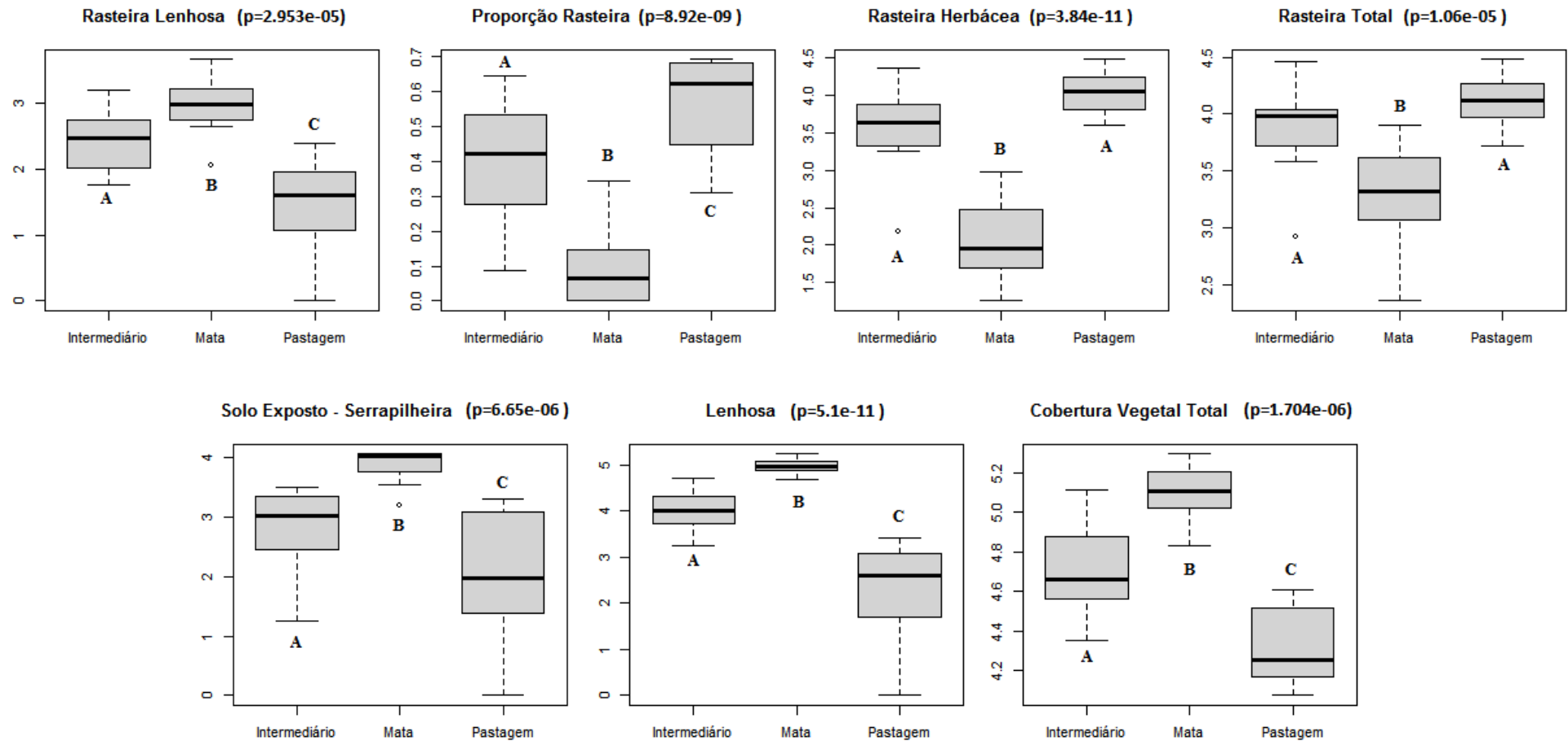


Figura 22. Gráficos Boxplot das variáveis ambientais utilizadas para a determinação dos perfis de cobertura vegetal, com as medidas de Vegetação Rasteira (acima) e as medidas gerais de Cobertura Vegetal (abaixo), aferidas para os 12 riachos amostrados para cada perfil. As letras maiúsculas indicam o resultado do teste Post-hoc, com valores significativamente diferentes sendo indicados por letras diferentes.

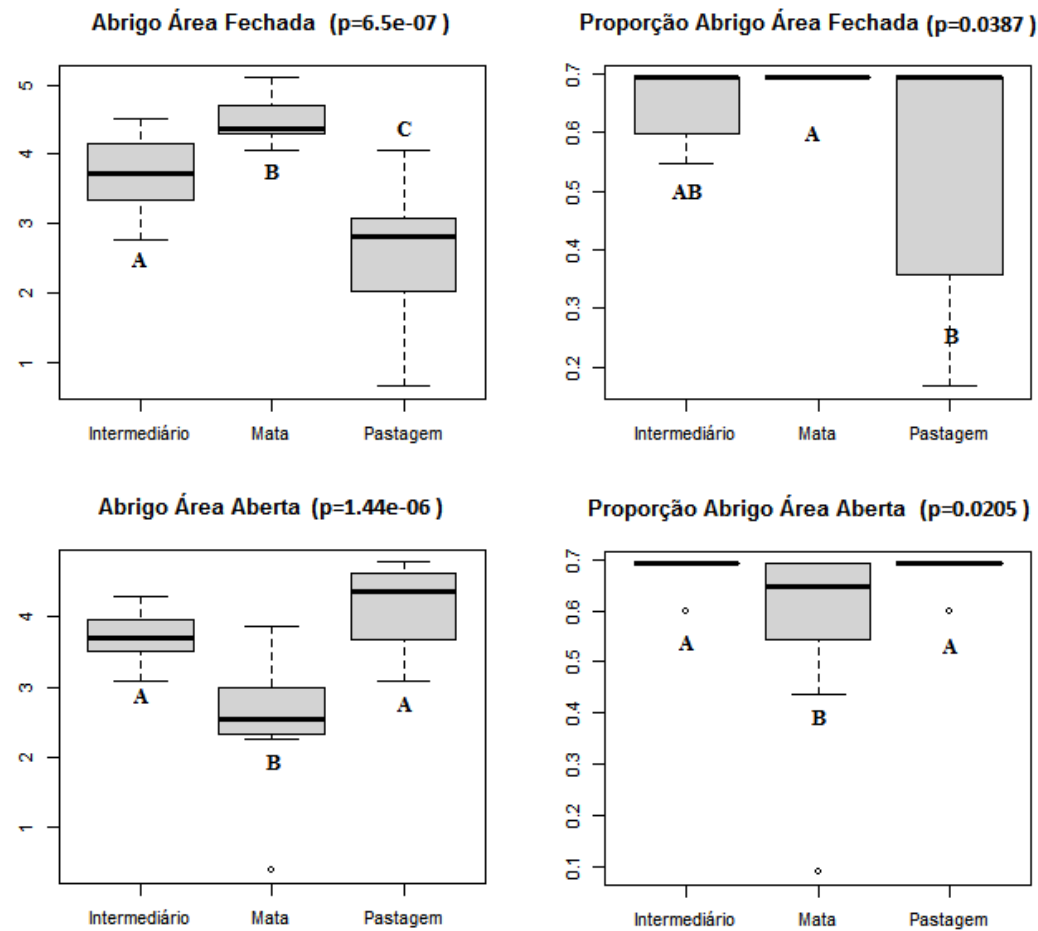


Figura 23. Gráficos Boxplot das variáveis ambientais utilizadas para a determinação dos perfis de cobertura vegetal, com as medidas de Abrigo para Peixes, aferidas para os 12 riachos amostrados para cada perfil. As letras maiúsculas indicam o resultado do teste Post-hoc, com valores significativamente diferentes sendo indicados por letras diferentes.

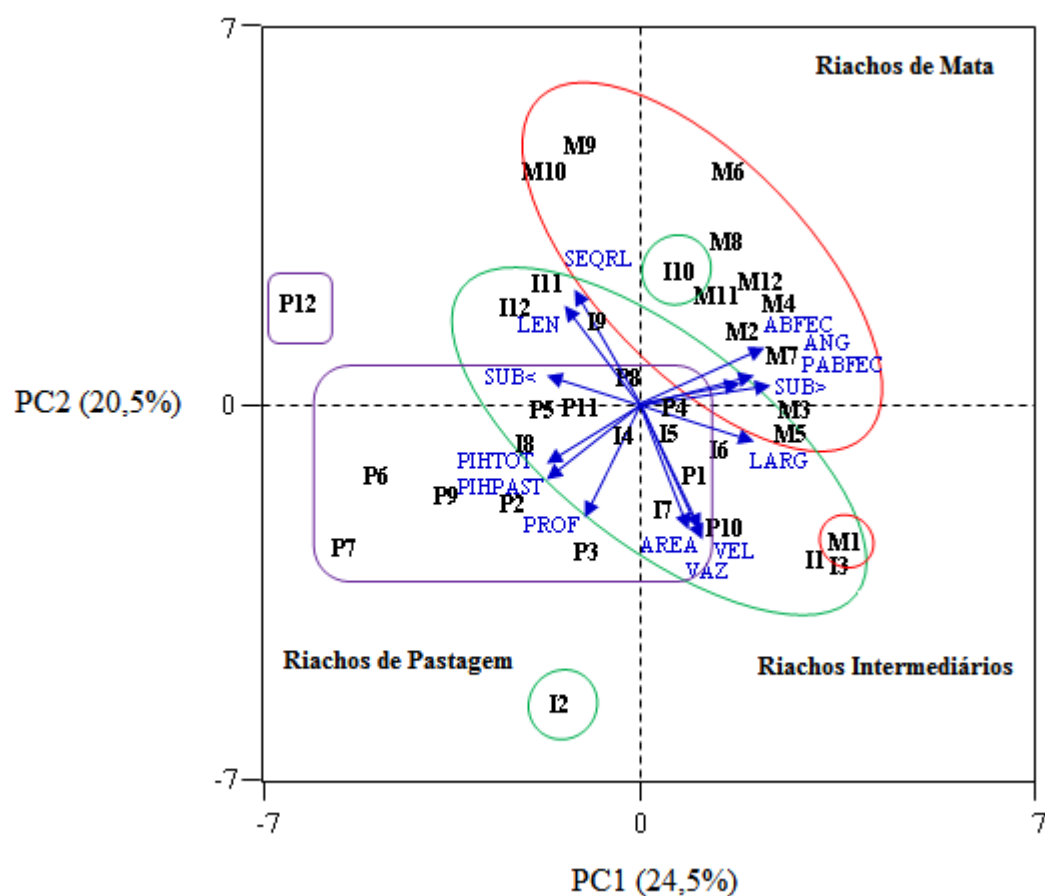


Figura 24. Gráfico bidimensional com a distribuição dos 36 riachos amostrados. Em preto os pontos de amostragem (M- Mata, I- Intermediário, P- Pastagem) e em azul os vetores das variáveis ambientais. Em destaque, nos círculos, os agrupamentos dos três perfis de cobertura vegetal. Siglas dos parâmetros apresentadas na Tabela III.

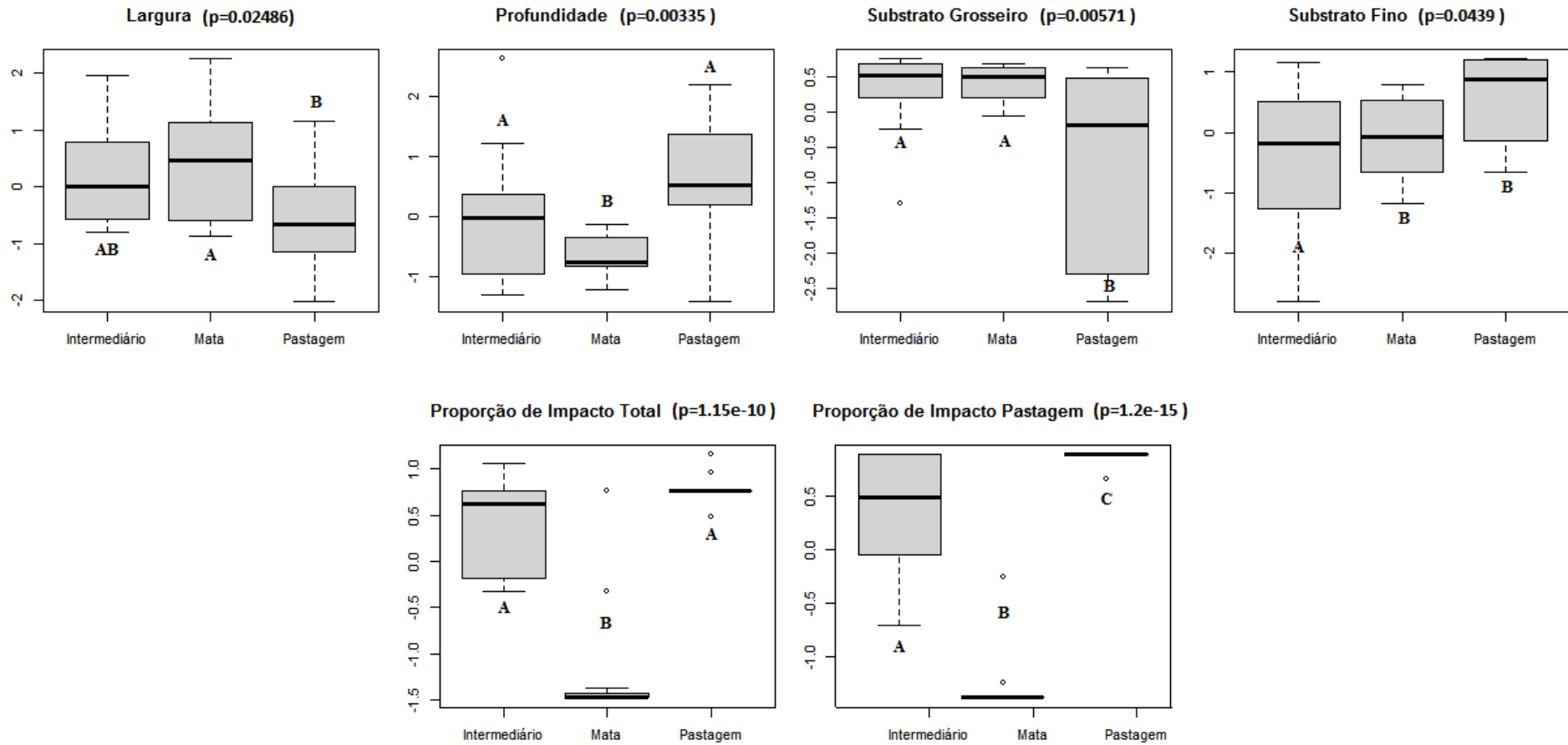


Figura 25. Gráficos Boxplot das variáveis ambientais utilizadas para a diferenciação dos riachos pertencentes aos 3 perfis de cobertura vegetal, com as Medidas Morfométricas, do Tipo de Substrato predominante (acima) e de Impacto Humano (abaixo), aferidas para 12 riachos de cada perfil de cobertura. As letras maiúsculas indicam o resultado do teste Post-hoc, com valores significativamente diferentes sendo indicados por letras diferentes.

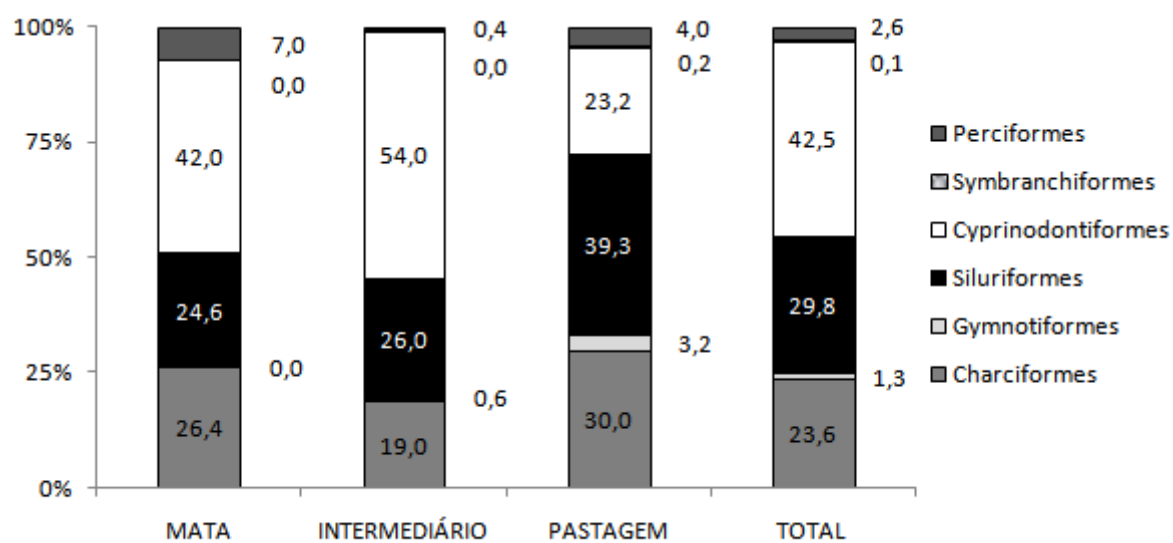


Figura 26. Abundância relativa das ordens de peixes coletadas nos 12 riachos de cada um dos três perfis de cobertura vegetal e para o total.

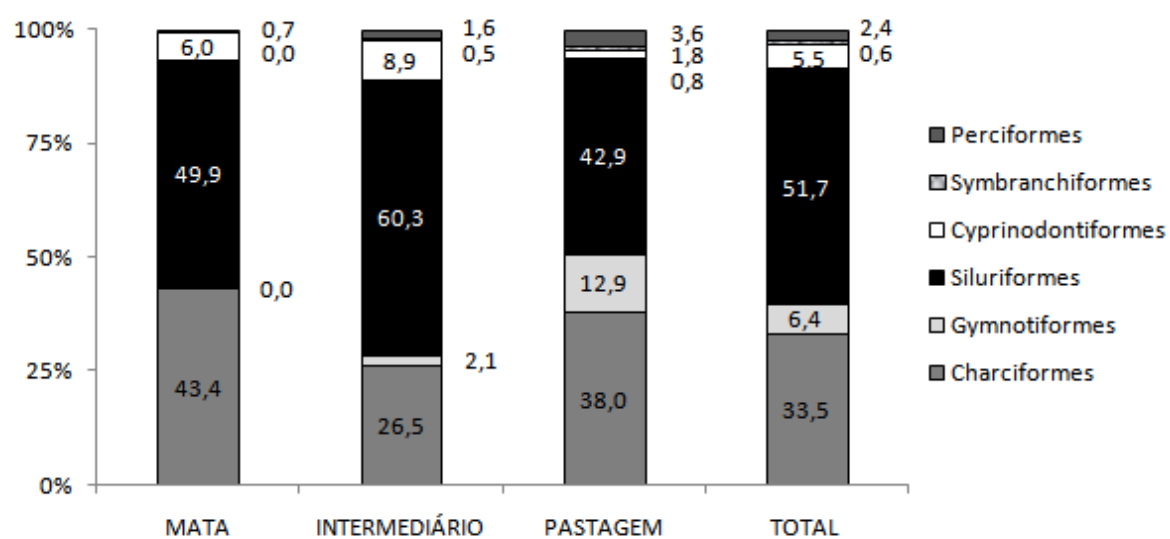


Figura 27. Biomassa relativa das ordens de peixes coletadas nos 12 riachos de cada um dos três perfis de cobertura vegetal e para o total.

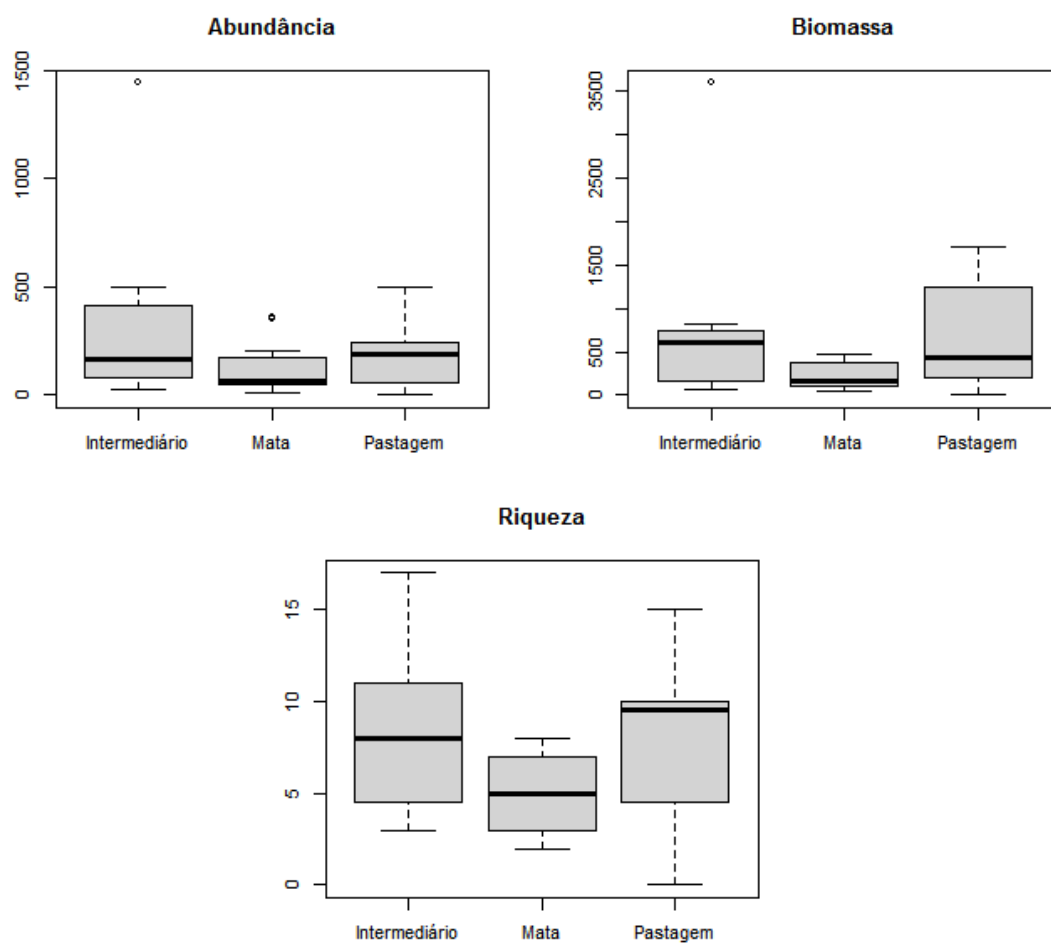


Figura 28. Gráficos Boxplot dos valores de abundância, biomassa e riqueza aferidos para as espécies de peixes amostradas nos 12 riachos de cada um dos três perfis de cobertura vegetal.

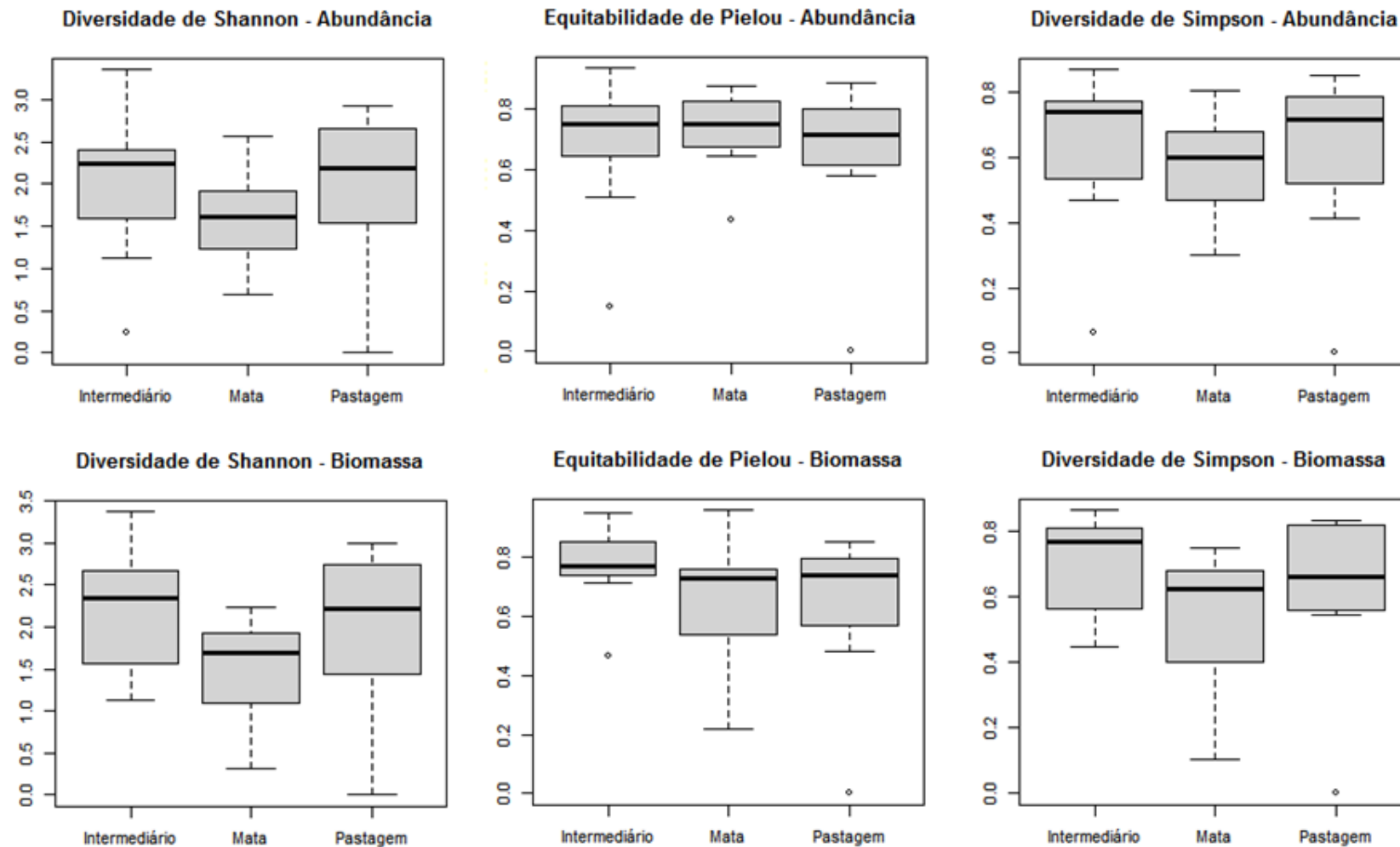


Figura 29. Gráficos Boxplot dos índices de Diversidade e Equitabilidade calculados com os dados de abundância e biomassa das espécies de peixes amostradas nos 12 riachos de cada um dos três perfis de cobertura vegetal.

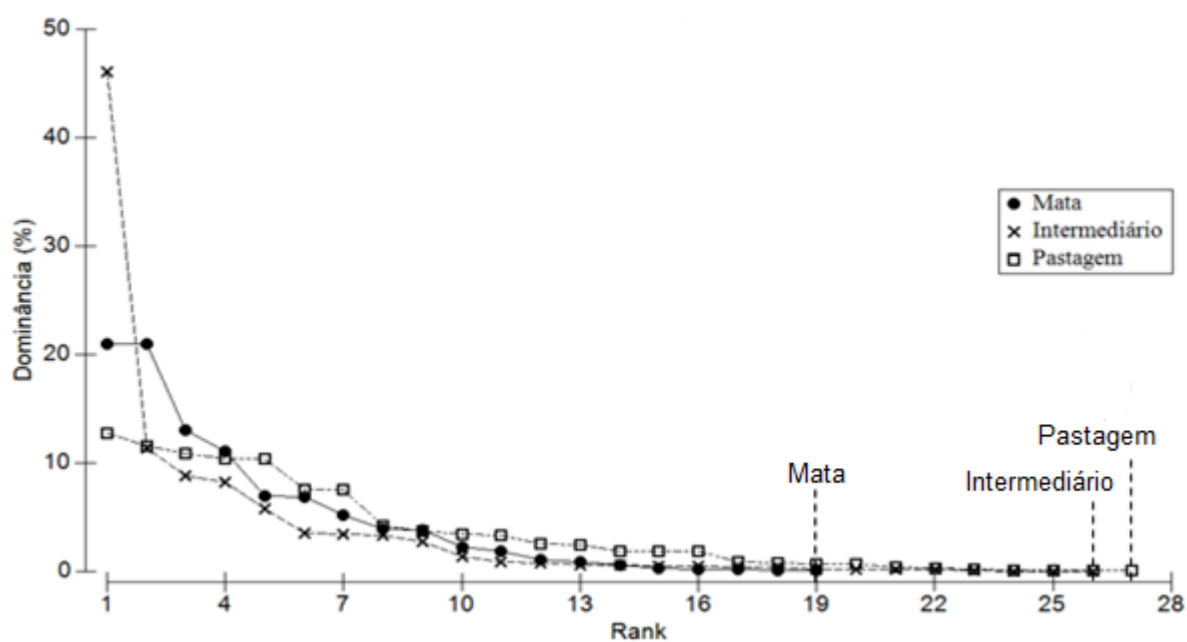


Figura 30. Curvas de dominância aplicadas para os dados de abundância das espécies de peixes coletadas nos três perfis de cobertura vegetal (soma dos dados de 12 riachos por perfil). À direita das curvas indicado o rank até onde estão representadas as espécies raras (com baixos valores de abundância) de cada perfil.

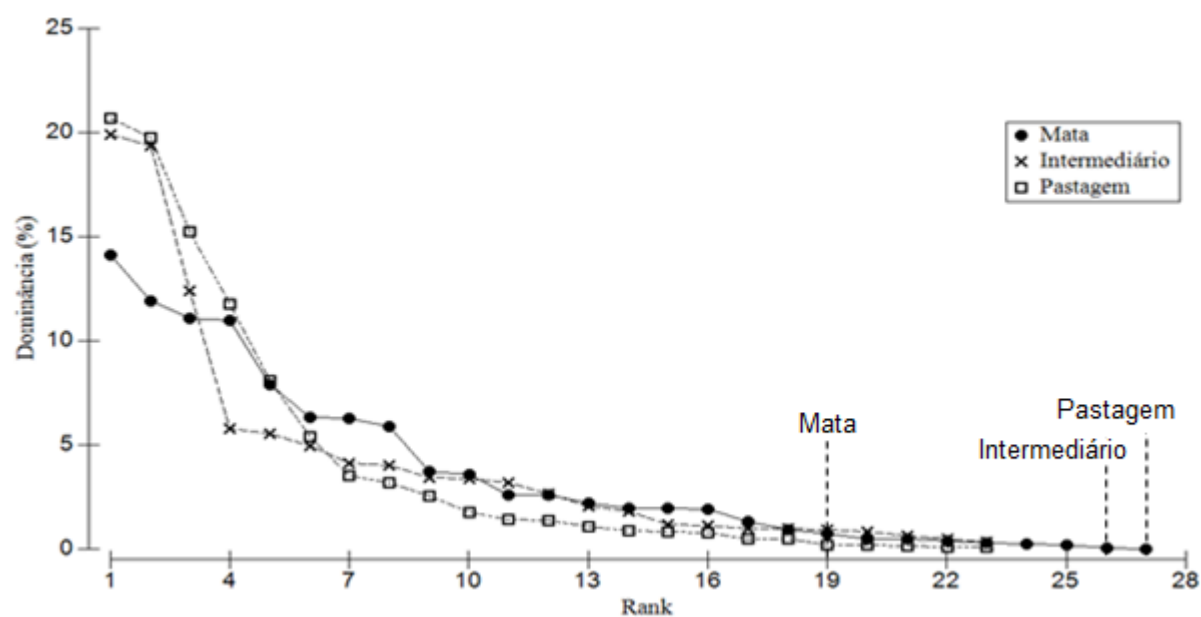


Figura 31. Curvas de dominância aplicadas para os dados de biomassa das espécies de peixes coletadas nos três perfis de cobertura vegetal (soma dos dados de 12 riachos por perfil). À direita das curvas indicado o rank até onde estão representadas as espécies raras (com baixos valores de biomassa) de cada perfil.

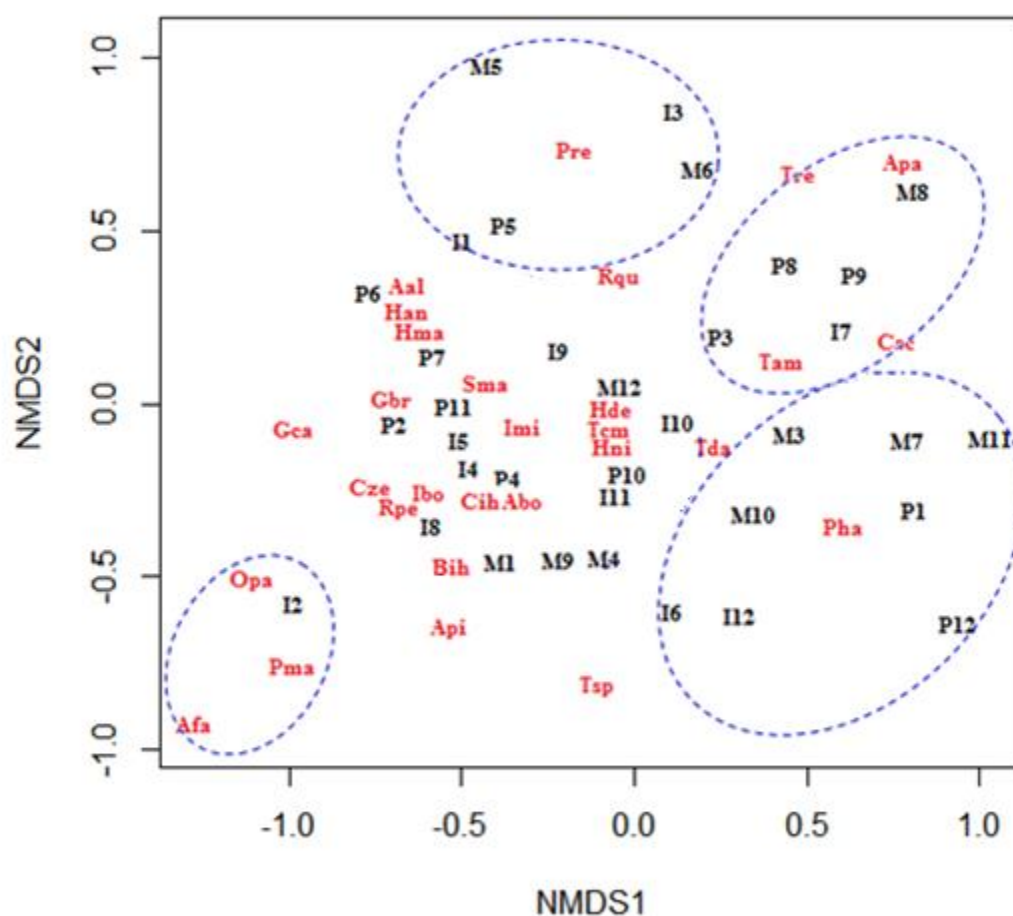


Figura 32. Gráfico bidimensional com a distribuição dos 36 riachos amostrados em função da abundância das espécies de peixes. Em preto os pontos de amostragem (M- Mata, I- Intermediário, P- Pastagem) e em vermelho as espécies de peixes. Para explicação dos quatro grupos delimitados nos círculos veja o texto nos resultados. As siglas das espécies de peixes são apresentadas na Tabela IV.

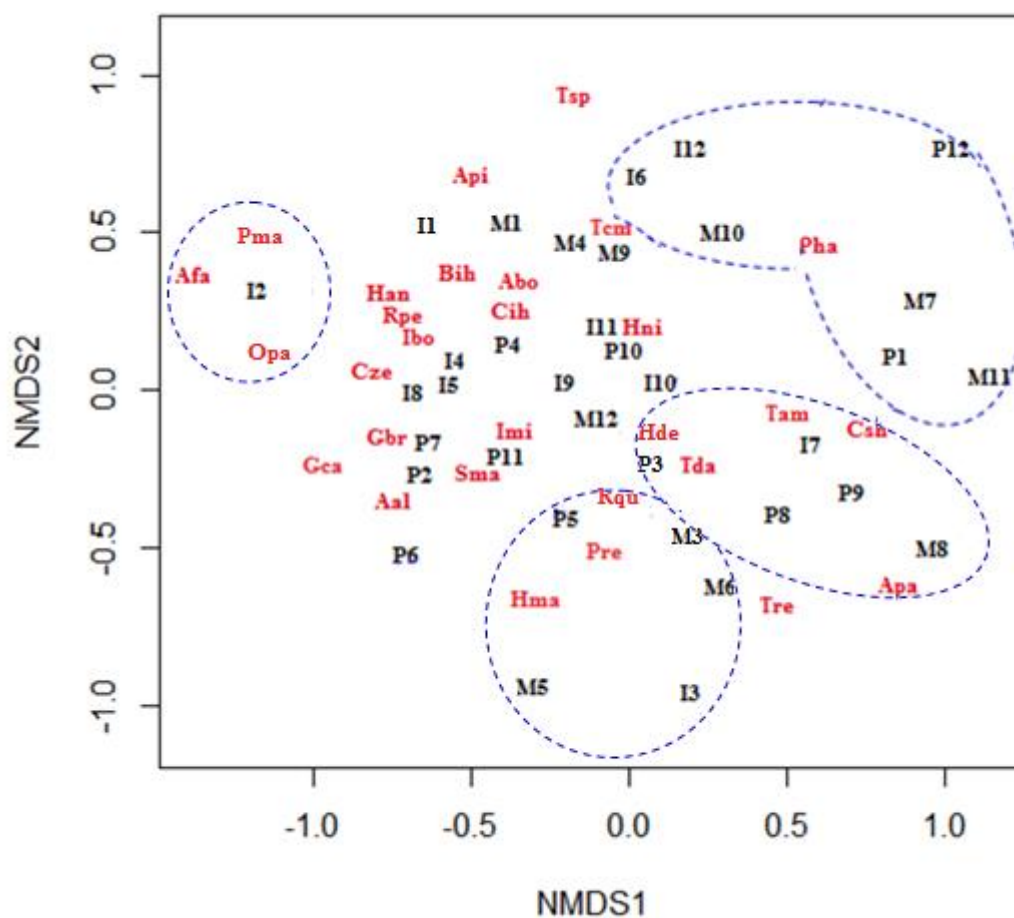


Figura 33. Gráfico bidimensional com a distribuição dos 36 riachos amostrados em função da biomassa das espécies de peixes. Em preto os pontos de amostragem (M- Mata, I- Intermediário, P- Pastagem) e em vermelho as espécies de peixes. Para explicação dos quatro grupos delimitados nos círculos veja o texto nos resultados. As siglas das espécies de peixes são apresentadas na Tabela IV.

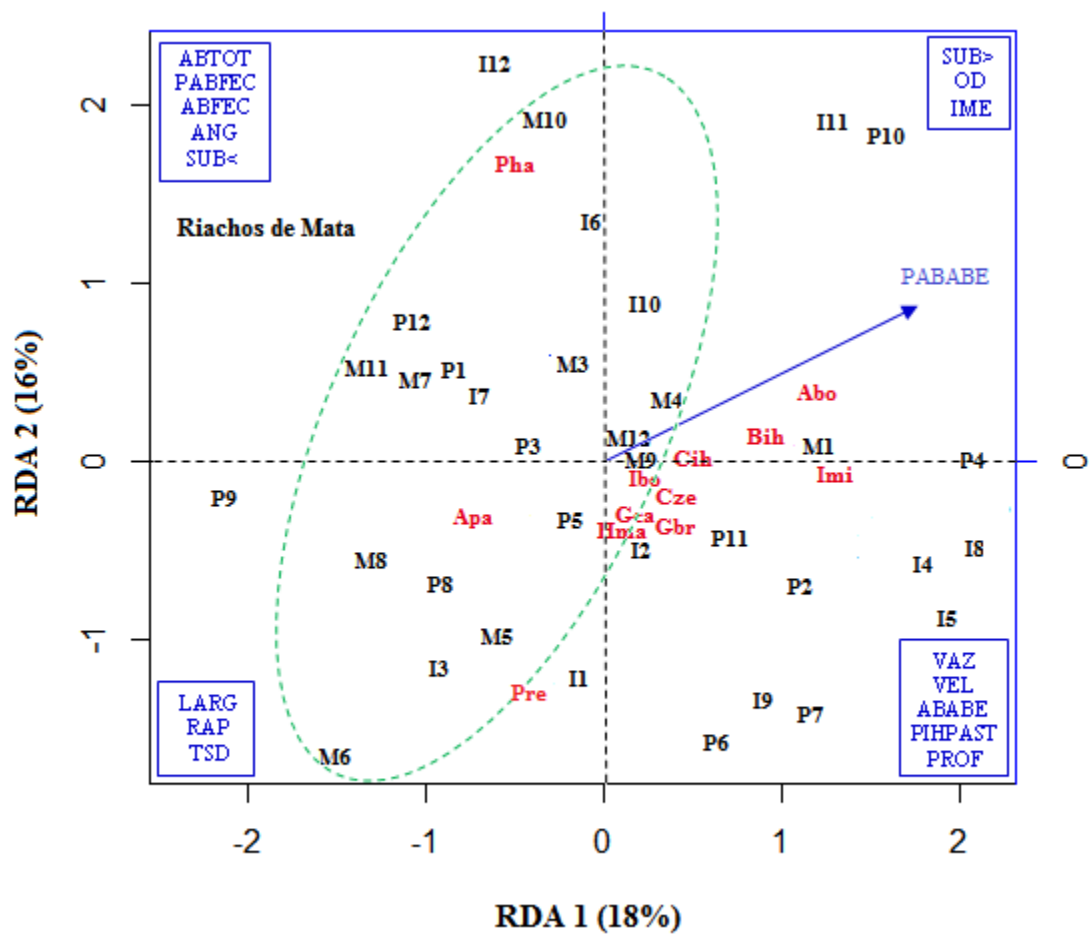


Figura 34. Biplot da análise de redundância aplicada entre a abundância da ictiofauna e as variáveis ambientais mensuradas nos 36 riachos amostrados. Em vermelho estão representadas as espécies de peixes, no vetor azul a única variável ambiental significativa para a análise, em preto os pontos de amostragem (M- Mata, I- Intermediário, P- Pastagem) e, em destaque no círculo verde pontilhado, o agrupamento dos riachos do perfil Mata. Siglas das variáveis ambientais e espécies de peixes encontram-se nas Tabelas III e IV, respectivamente.

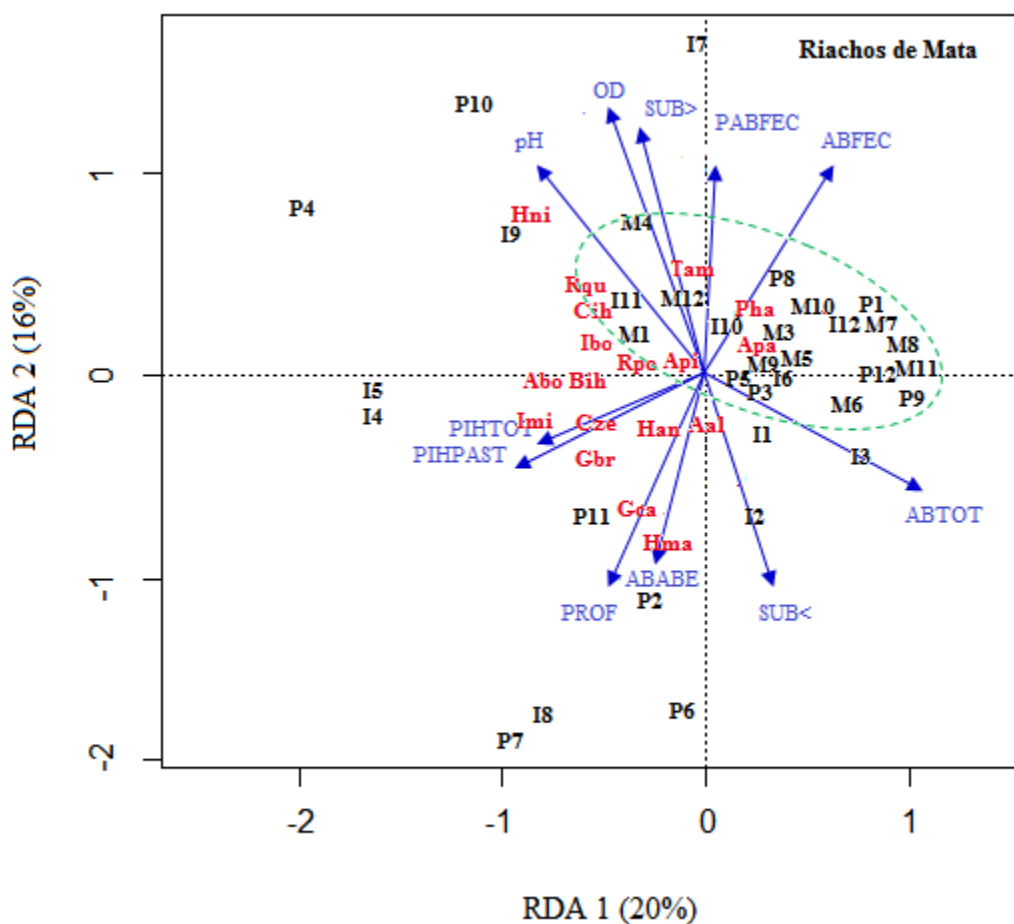


Figura 35. Biplot da análise de redundância aplicada entre a biomassa da ictiofauna e as variáveis ambientais mensuradas nos 36 riachos amostrados. Em vermelho estão representadas as espécies de peixes, nos vetores azuis as variáveis ambientais significativas para a análise, em preto os pontos de amostragem (M- Mata, I- Intermediário, P- Pastagem) e, em destaque no círculo verde pontilhado, o agrupamento dos riachos do perfil Mata. Siglas das variáveis ambientais e espécies de peixes encontram-se nas Tabelas III e IV, respectivamente.

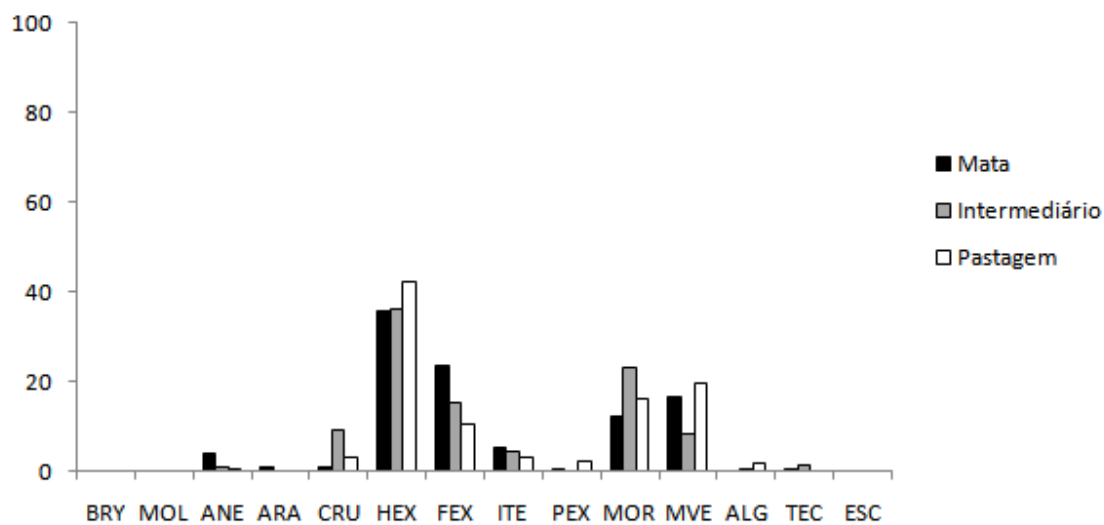


Figura 36. Frequência relativa dos valores médios dos itens alimentares da Dieta Geral (IA%) para o total das espécies de peixes coletadas nos riachos dos três perfis de cobertura vegetal amostrados. Siglas dos recursos consumidos apresentadas na Tabela IX.

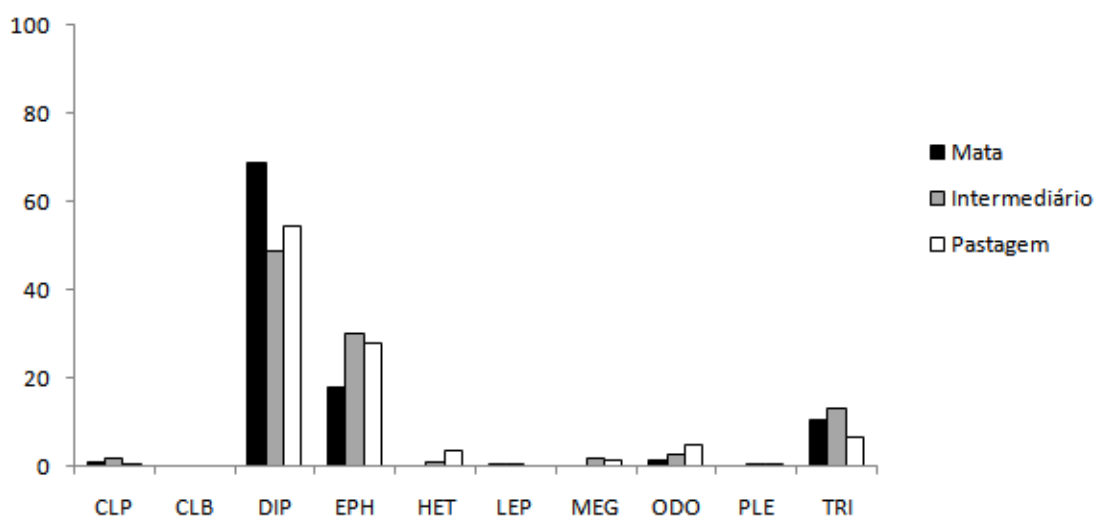


Figura 37. Média do porcentual (IA%) das ordens de Hexapoda consumidos pelas espécies de peixes coletadas nos riachos dos três perfis de cobertura vegetal amostrados. Siglas dos recursos consumidos apresentadas na Tabela IX.

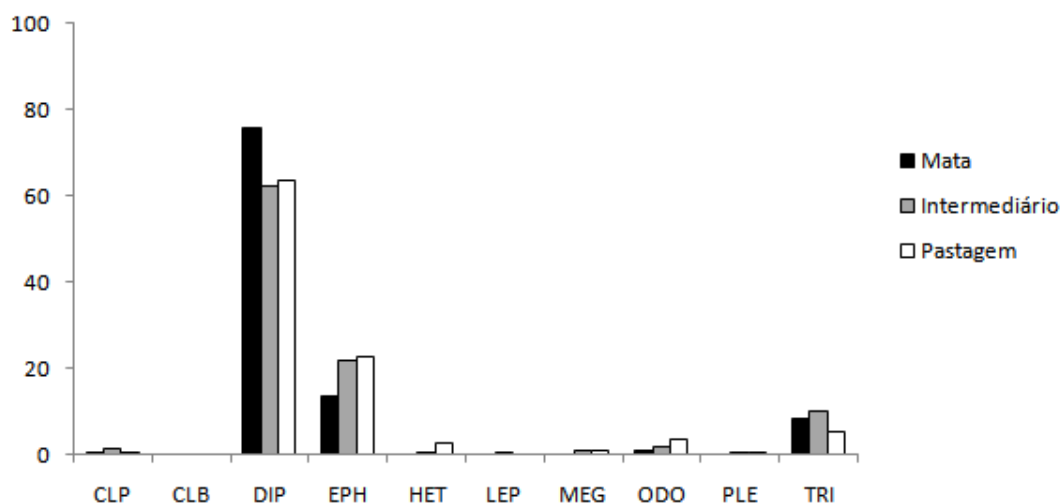


Figura 38. Média do Índice Relativo de Importância (IRI%) das ordens de Hexapoda consumidos pelas espécies de peixes coletadas nos riachos dos três perfis de cobertura vegetal amostrados. Siglas dos recursos consumidos apresentadas na Tabela IX.

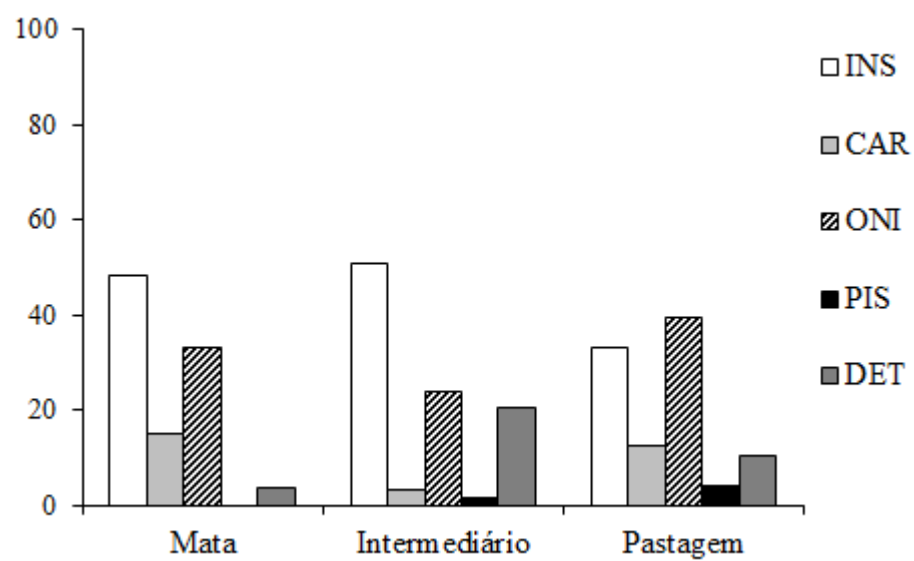


Figura 39. Porcentual relativo de hábitos alimentares do conjunto de espécies coletadas nos riachos dos três perfis de cobertura vegetal amostrados.

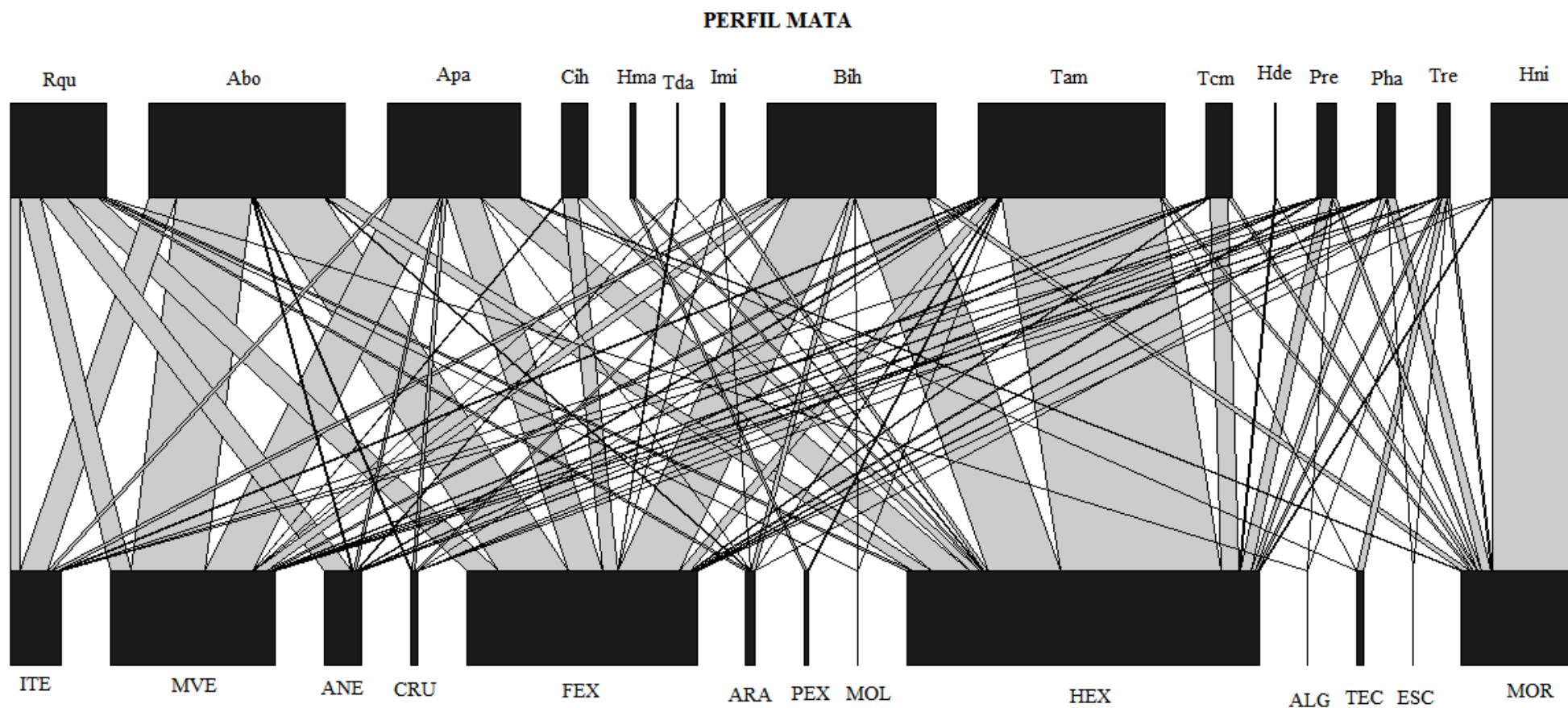


Figura 40. Rede de interações tróficas construída com as espécies de peixes e recursos por elas consumidos nos riachos do perfil Mata. Em preto na parte superior as espécies de peixes, em preto na parte inferior os itens alimentares e em cinza as ligações tróficas. Siglas das espécies e recursos consumidos apresentadas nas Tabela IV e IX, respectivamente.

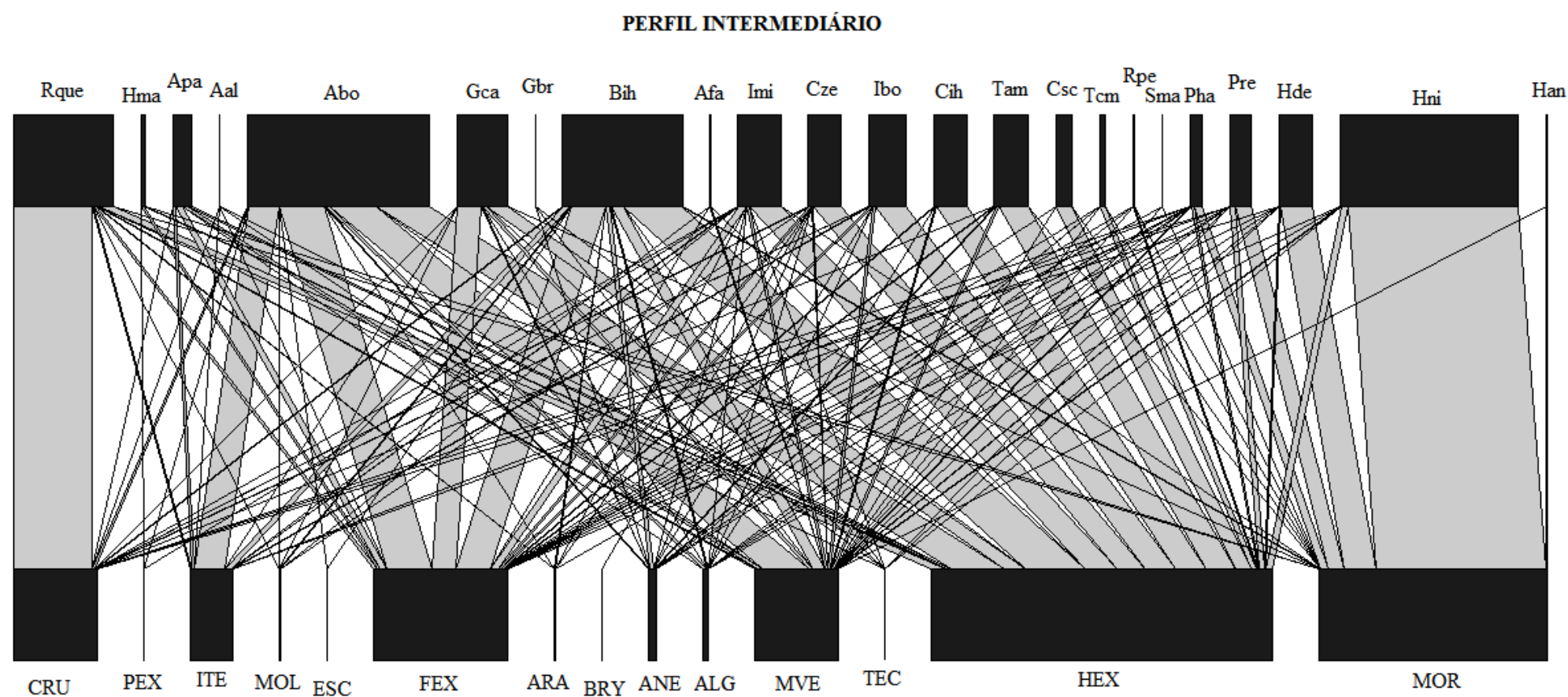


Figura 41. Rede de interações tróficas construída com as espécies de peixes e recursos por elas consumidos nos riachos do perfil Intermediário. Em preto na parte superior as espécies de peixes, em preto na parte inferior os itens alimentares e em cinza as ligações tróficas. Siglas das espécies e recursos consumidos apresentadas nas Tabela IV e IX, respectivamente.

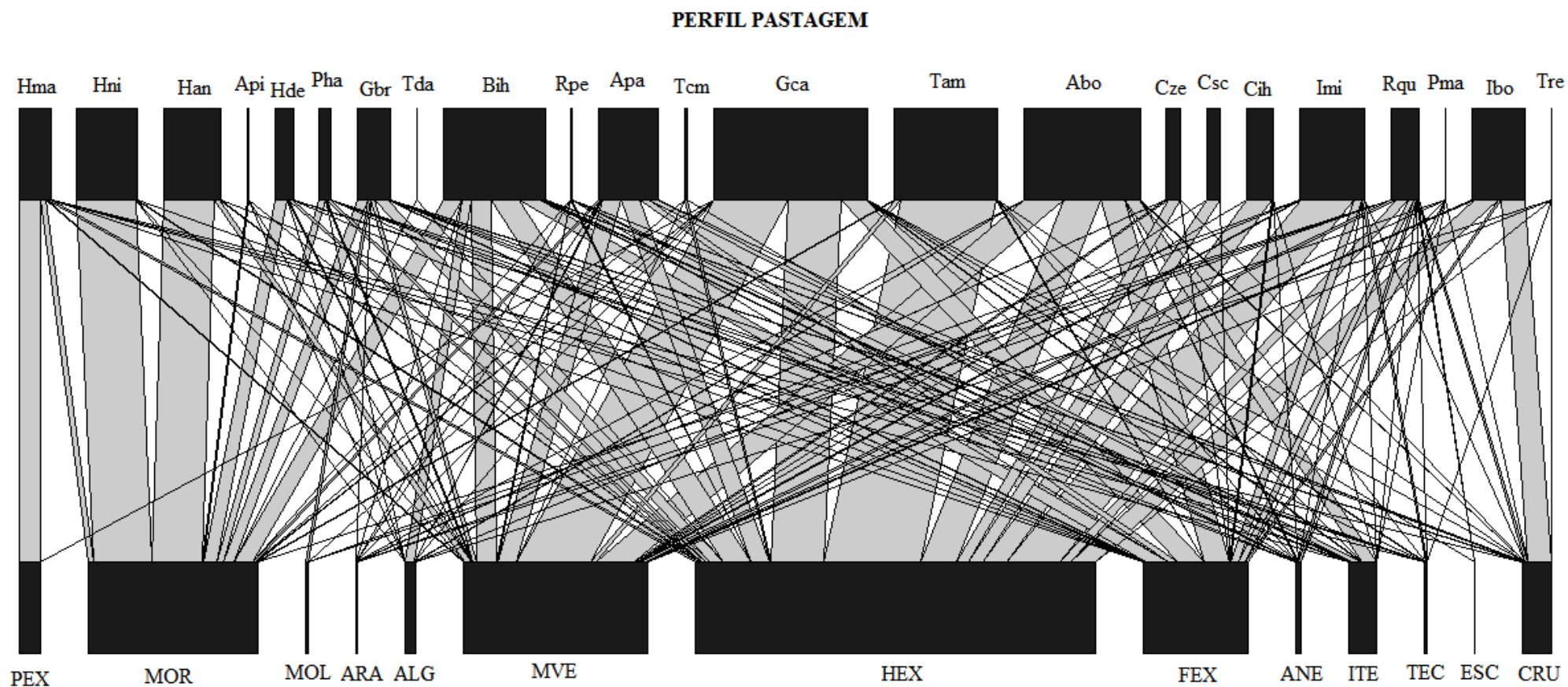


Figura 42. Rede de interações tróficas construída com as espécies de peixes e recursos por elas consumidos nos riachos do perfil Pastagem. Em preto na parte superior as espécies de peixes, em preto na parte inferior os itens alimentares e em cinza as ligações tróficas. Siglas das espécies e recursos consumidos apresentadas nas Tabela IV e IX, respectivamente.

PERFIL MATA

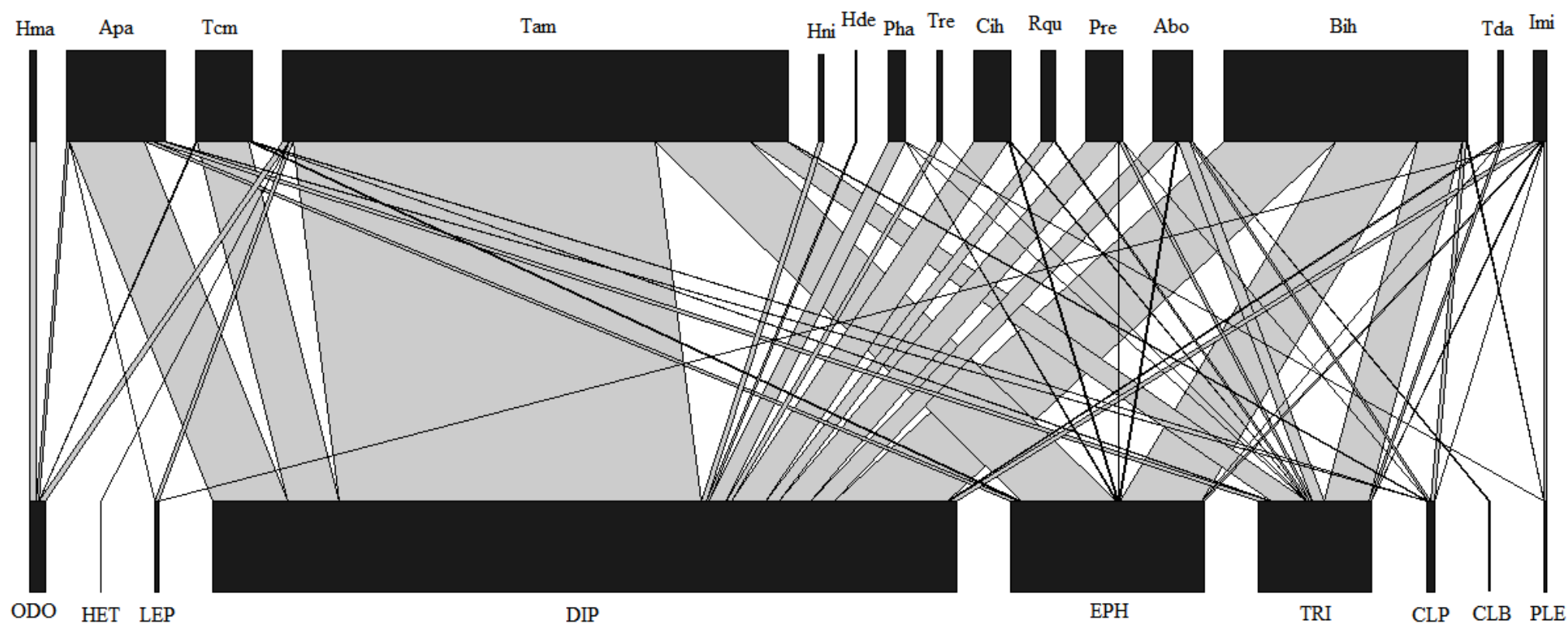


Figura 43. Rede de interações tróficas construída com as espécies de peixes e ordens de Hexapoda por elas consumidos nos riachos do perfil Mata. Em preto na parte superior as espécies de peixes, em preto na parte inferior os itens alimentares e em cinza as ligações tróficas. Siglas das espécies e recursos consumidos apresentadas nas Tabela IV e IX, respectivamente.

PERFIL INTERMEDIÁRIO

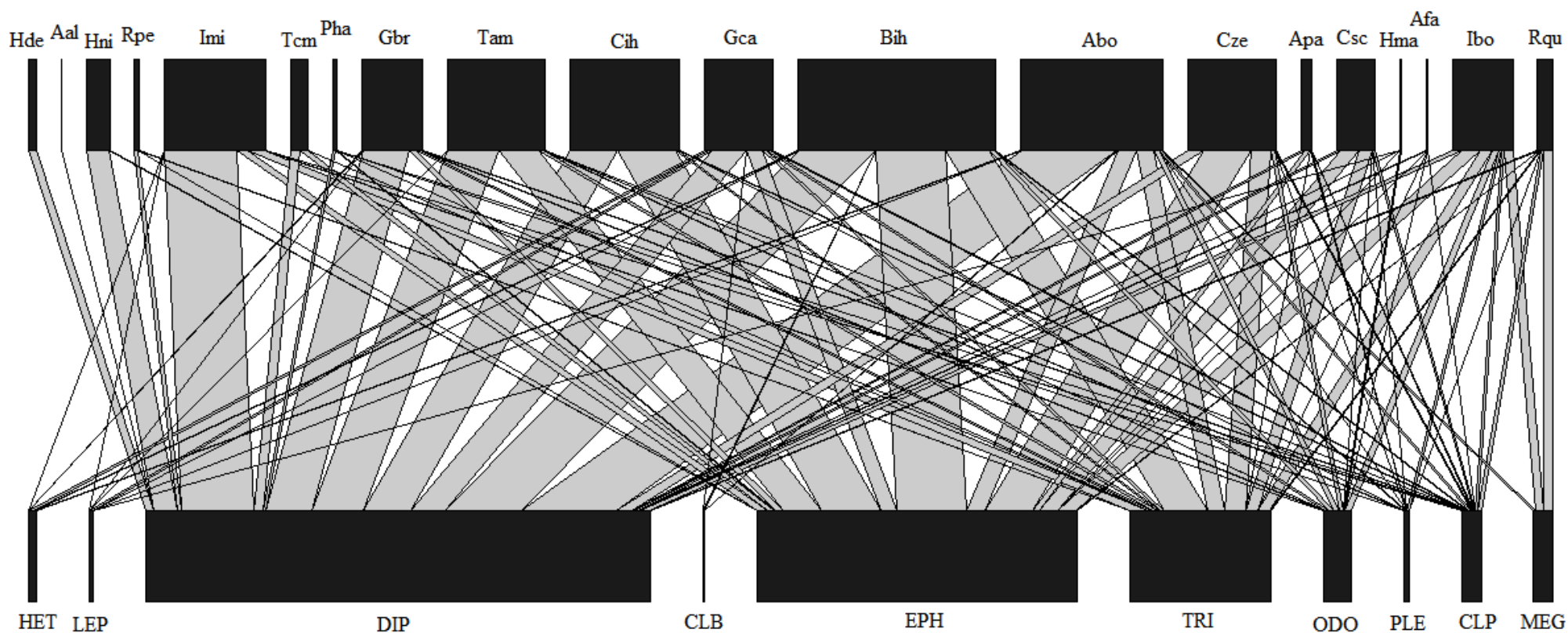


Figura 44. Rede de interações tróficas construída com as espécies de peixes e ordens de Hexapoda por elas consumidos nos riachos do perfil Intermediário. Em preto na parte superior as espécies de peixes, em preto na parte inferior os itens alimentares e em cinza as ligações tróficas. Siglas das espécies e recursos consumidos apresentadas nas Tabela IV e IX, respectivamente.

PERFIL PASTAGEM

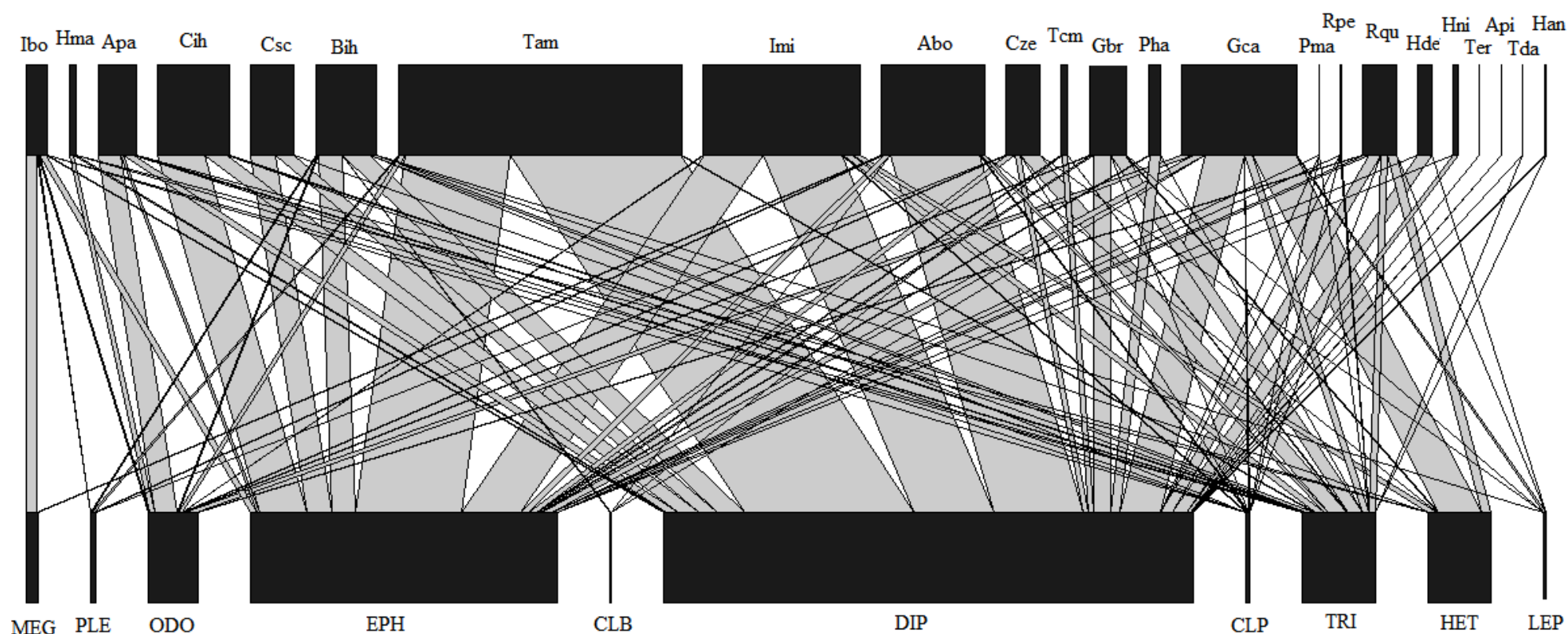


Figura 45. Rede de interações tróficas construída com as espécies de peixes e ordens de Hexapoda por elas consumidos nos riachos do perfil Pastagem. Em preto na parte superior as espécies de peixes, em preto na parte inferior os itens alimentares e em cinza as ligações tróficas. Siglas das espécies e recursos consumidos apresentadas nas Tabela IV e IX, respectivamente.

TABELAS

Tabela I. Caracterização geral dos 36 riachos amostrados, sendo 12 por perfil (M- Mata, I- Intermediário, P- Pastagem). Siglas impactos desde a nascente: ES (estrada); U (urbanização); G (monocultura grãos); E (m. eucalipto); HF (hortifrut); B (banana); P (Pasto); AM (açude montante); AJ (a. jusante); D (desmatamento montante); V (várzea).

Riacho	Microbacia	Coordenadas		Ordem	Largura $\bar{x} \pm dp$ (m)	Profundidade $\bar{x} \pm dp$ (m)	Altitude (m)	Impactos
		S	W					
M1	Rochas	23°10'02"	48°54'43"	2ª	4,26±1,05	0,24±0,12	601	G/P/D/V/AM
M2	Pinhal	23°09'05"	48°56'19"	2ª	1,70±0,54	0,17±0,07	632	G/P/AM
M3	Santa Bárbara	23°08'18"	48°58'56"	2ª	2,63±0,61	0,24±0,09	638	G/P
M4	Ponte Alta	23°09'09"	48°53'13"	2ª	2,78±0,99	0,19±0,10	640	P/G
M5	Ponte Alta	23°09'47"	48°51'08"	2ª	3,39±0,29	0,23±0,06	751	P/G/AM/V/D
M6	Ponte Alta	23°07'50"	48°53'03"	1ª	1,65±0,39	0,16±0,10	775	AM/ES/P
M7	Jacutinga	23°08'07"	48°49'20"	3ª	3,46±0,98	0,18±0,05	748	P/G/ES
M8	Jacutinga	23°08'31"	48°49'03"	2ª	2,72±0,52	0,16±0,09	728	P/G/AM/D/ES
M9	Jacutinga	23°11'23"	48°50'42"	2ª	1,57±0,75	0,14±0,10	600	G/P
M10	Pedra Preta	23°10'41"	48°44'58"	2ª	1,78±0,74	0,16±0,13	668	ES/E/D
M11	Pedra Preta	23°08'57"	48°46'12"	2ª	2,32±0,27	0,16±0,03	809	E/P
M12	Pedra Preta	23°09'12"	48°46'6"	3ª	2,35±0,91	0,16±0,08	657	E/D/AM
I1	Rochas	23°09'02"	48°55'09"	2ª	3,90±1,24	0,15±0,06	669	HF/E/AM/G/U/D
I2	Pinhal	23°10'40"	48°56'21"	3ª	1,63±0,34	0,60±0,14	604	ES/P/G/AM/U
I3	Santa Bárbara	23°08'02"	48°58'23"	2ª	3,13±0,94	0,14±0,07	667	G/P/AM/D
I4	Ponte Alta	23°09'40"	48°53'08"	3ª	2,31±0,53	0,31±0,14	603	AM/P/G/V/ES/D
I5	Ponte Alta	23°10'29"	48°51'60"	3ª	1,87±0,53	0,23±0,08	616	D/H/P/ES/AM
I6	Ponte Alta	23°08'19"	48°52'23"	2ª	3,14±0,77	0,27±0,12	765	AM/P/V/ES/D
I7	Jacutinga	23°09'26"	48°48'33"	3ª	2,42±0,74	0,26±0,11	647	P/AM/D/G
I8	Jacutinga	23°11'34"	48°50'39"	3ª	2,33±1,07	0,40±0,19	580	G/P/AM/AJ/E/D
I9	Jacutinga	23°10'30"	48°48'31"	2ª	1,99±0,72	0,16±0,10	600	P/G/D/ES
I10	Pedra Preta	23°10'11"	48°46'45"	3ª	1,61±1,05	0,11±0,07	640	ES/D/P/E
I11	Pedra Preta	23°10'06"	48°46'22"	3ª	1,68±0,79	0,14±0,09	623	P/D/ES
I12	Pedra Preta	23°11'08"	48°45'40"	3ª	1,84±1,09	0,28±0,17	614	ES/D/P/E
P1	Rochas	23°08'33"	48°54'30"	2ª	3,09±0,65	0,31±0,14	691	P/B/E/AM/V/U
P2	Pinhal	23°08'39"	48°56'25"	1ª	1,22±0,20	0,45±0,12	667	G/P/V/AJ/U
P3	Santa Bárbara	23°08'35"	48°57'21"	2ª	1,61±0,66	0,53±0,22	630	E/P/V
P4	Ponte Alta	23°09'15"	48°52'53"	3ª	2,26±0,45	0,30±0,15	603	ES/AM/P/D
P5	Ponte Alta	23°09'03"	48°53'57"	1ª	1,53±0,66	0,28±0,12	676	P/G/D/AM
P6	Ponte Alta	23°08'56"	48°50'34"	2ª	1,77±0,25	0,36±0,15	780	P/D/E/G/V/AM
P7	Jacutinga	23°11'44"	48°48'47"	3ª	2,02±0,62	0,42±0,16	575	P/D/G
P8	Jacutinga	23°09'24"	48°48'38"	3ª	2,29±0,66	0,26±0,10	638	P/AM/G
P9	Jacutinga	23°08'07"	48°49'58"	2ª	1,43±0,31	0,44±0,14	768	P/AM/V/D/G/
P10	Pedra Preta	23°09'48"	48°46'14"	3ª	1,93±0,44	0,27±0,07	643	P/G/E/AM
P11	Pedra Preta	23°11'50"	48°46'43"	3ª	1,40±0,76	0,32±0,11	588	P/E/D/AM/ES
P12	Pedra Preta	23°10'08"	48°46'55"	2ª	0,97±0,46	0,10±0,08	636	P/D/ES

Tabela II. Variáveis ambientais selecionadas para a realização das análises estatísticas relacionadas à determinação dos três perfis de cobertura vegetal dos riachos.

Variável	Sigla	Variável	Sigla
Dossel árvore grande	DOSAG	Rasteira lenhosa	RASLE
Dossel árvore pequena	DOSAP	Rasteira herbácea	RASHE
Dossel total	DOSTOT	Rasteira total	RASTOT
Proporção dossel*	PDOS	Proporção rasteira*	PRAS
Dossel canal (densiômetro)	DOSC	Cobertura vegetal total	CVTOT
Dossel margem (densiômetro)	DOSM	Proporção vegetação ripária*	PRIP
Sub-bosque lenhoso	SUBLE	Solo Exposto	SOLEXP
Sub-bosque herbáceo	SUBHE	Vegetação Lenhosa Total	LEN
Sub-bosque total	SUBTOT	Abrigo área fechada	ABFEC
Proporção sub-bosque*	PSUB	Abrigo área aberta	ABABE
Dossel + Sub-bosque	DOSSUB	Proporção abrigo área fechada*	PABFEC
Dossel + Sub-bosque lenhoso	DOSULE	Proporção abrigo área aberta*	PABABE
Proporção dossel sub-bosque*	PDOSUB		

* Proporção = valor relativo que considera o número de vezes que a variável esteve presente em cada transecto, em relação ao total de transectos amostrados para o riacho.

Tabela III. Variáveis ambientais selecionadas para a realização das análises estatísticas relacionadas à caracterização dos riachos amostrados.

Variável	Sigla	Variável	Sigla
Abrigo área fechada	ABFEC	Velocidade da correnteza	VEL
Proporção abrigo área fechada*	PABFEC	Vazão	VAZ
Abrigo área aberta	ABABE	Profundidade do Talvegue	PROF
Proporção abrigo área aberta*	PABABE	Largura molhada	LARG
Abrigo Total	ABTOT	Área superficial	AREA
Proporção impacto total*	PIHTOT	Ângulo das margens	ANG
Proporção impacto pastagem*	PIHPAST	Sinuosidade	SINU
Temperatura da água	TEMP	Substrato grosseiro (>16mm)	SUB>
Potencial hidrogeniônico	pH	Substrato fino (<16mm)	SUB<
Condutividade	COND	Imersão do substrato	IME
Turbidez	TURB	Heterogeneidade de fluxo	SEQRL
Total sólidos dissolvidos	TSD	Fluxo Rápido	RAP
Oxigênio dissolvido	OD	Fluxo lento	LEN
Potencial de oxirredução	ORP		

* Proporção = valor relativo que considera o número de vezes que a variável esteve presente em cada transecto, em relação ao total de transectos amostrados para o riacho.

Tabela IV. Lista das espécies de peixes coletadas em 36 riachos pertencentes à Bacia do Rio Paranapanema, município de Avaré, SP, Brasil.

Ordem	Família	Espécie	Sigla
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	Aal
		<i>Astyanax bockmanni</i> Vari & Castro, 2007	Abo
		<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Afa
		<i>Astyanax paranae</i> Eigenmann, 1914	Apa
		<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)	Bih
		<i>Oligosarcus paranensis</i> Menezes & Géry, 1983	Opa
	Crenuchidae	<i>Characidium schubarti</i> Travassos, 1955	Csc
		<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	Cze
		<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Hma
	Parodontidae	<i>Apareiodon piracicabae</i> (Eigenmann, 1907)	Api
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	Gca
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Schubart & Gomes, 1959	Cih
		<i>Imparfinis borodini</i> Mees & Cala, 1989	Ibo
		<i>Imparfinis mirini</i> Haseman, 1911	Imi
		<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Rqu
		<i>Hisonotus depressicauda</i> (Miranda-Ribeiro, 1918)	Hde
		<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	Han
		<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (Schubart, 1967)	Hni
		<i>Rineloricaria pentamaculata</i> Langeani & Araujo, 1994	Rpe
	Pimelodidae	<i>Pimelodus maculatus</i> La Cepède, 1803	Pma
	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i> aff. <i>maracaya</i> (Haseman, 1911)	Tam
		<i>Trichomycterus</i> cf. <i>davisi</i> (Haseman, 1911)	Tda
		<i>Trichomycterus</i> cf. <i>maracaya</i> Bockmann & Sazima, 2004	Tcm
		<i>Trichomycterus</i> sp1.	Tsp
		<i>Phalloceros harpagos</i> Lucinda, 2008	Pha
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	Pre
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	Sma
Perciformes	Cichlidae	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Gbr
		<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)	Tre

Tabela V. Abundância (N) e Biomassa (B) absoluta e relativa (em negrito >10%) das espécies de peixes por perfil de cobertura vegetal.

Espécies	Mata				Intermediário				Pastagem			
	N	N (%)	B	B (%)	N	N (%)	B	B (%)	N	N (%)	B	B (%)
<i>A. altiparanae</i>	-	-	-	-	7	0,2	43,3	0,5	6	0,3	52,0	0,6
<i>A. bockmanni</i>	173	13,1	530,9	22,2	453	11,4	1264,2	14,5	239	10,2	784,8	9,7
<i>A. fasciatus</i>	-	-	-	-	5	0,1	19,2	0,2	-	-	-	-
<i>A. paranae</i>	90	6,8	207,7	8,7	15	0,4	77,5	0,9	175	7,5	338,0	4,2
<i>B. iheringii</i>	69	5,2	156,3	6,6	133	3,4	264,3	3,0	173	7,4	389,4	4,8
<i>O. paranensis</i>	-	-	-	-	1	0,03	5,6	0,1	1	0,03	5,9	0,1
<i>C. schubarti</i>	14	1,1	27,2	1,1	104	2,6	243,4	2,8	48	2,1	92,7	1,1
<i>C. zebra</i>	-	-	-	-	28	0,7	199,3	2,3	16	0,7	128,4	1,6
<i>H. malabaricus</i>	1	0,1	105,6	4,4	6	0,2	197,1	2,3	42	1,8	1271,6	15,8
<i>A. piracicabae</i>	2	0,2	7,8	0,3	-	-	-	-	2	0,1	8,3	0,1
<i>G. carapo</i>	-	-	-	-	23	0,6	180,9	2,1	76	3,2	1038,6	12,9
<i>C. iheringi</i>	7	0,5	31,4	1,3	21	0,5	56,0	0,6	58	2,5	161,5	2,0
<i>I. borodini</i>	-	-	-	-	19	0,5	187,3	2,1	17	0,7	192,2	2,4
<i>I. mirini</i>	52	3,9	124,4	5,2	332	8,4	639,4	7,3	266	11,4	601,2	7,4
<i>R. quelen</i>	11	0,8	308,4	12,9	34	0,9	766,1	8,8	19	0,8	280,3	3,5
<i>H. depressicauda</i>	3	0,2	2,0	0,1	129	3,3	65,0	0,7	85	3,6	48,1	0,6
<i>H. ancistroides</i>	2	0,2	3,8	0,2	41	1,0	139,2	1,6	9	0,4	125,5	1,6
<i>H. nigromaculatus</i>	25	1,9	411,6	17,2	216	5,4	2937,2	33,7	96	4,1	1407,7	17,4
<i>R. pentamaculata</i>	-	-	-	-	6	0,2	43,2	0,5	1	0,03	8,8	0,1
<i>P. maculatus</i>	-	-	-	-	1	0,03	31,8	0,4	1	0,03	19,3	0,2
<i>T. aff. maracaya</i>	146	11,0	198,4	8,3	125	3,2	178,2	2,0	256	10,9	460,4	5,7
<i>T. cf. davisii</i>	50	3,8	66,2	2,8	87	2,2	185,8	2,1	43	1,8	48,0	0,6
<i>T. cf. maracaya</i>	29	2,2	45,1	1,9	19	0,5	33,0	0,4	69	2,9	110,8	1,4
<i>Trichomycterus</i> sp1.	1	0,1	0,4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. harpagos</i>	278	21,0	85,5	3,6	1734	43,7	562,8	6,5	304	13,0	93,0	1,2
<i>P. reticulata</i>	278	21,0	56,9	2,4	408	10,3	212,5	2,4	239	10,2	49,5	0,6
<i>S. marmoratus</i>	-	-	-	-	1	0,03	47,1	0,5	5	0,2	63,8	0,8
<i>G. brasiliensis</i>	-	-	-	-	17	0,4	142,7	1,6	15	0,6	216,9	2,7
<i>T. rendalli</i>	92	7,0	16,8	0,7	-	-	-	-	78	3,3	74,7	0,9
Total	1323		2386,4		3965		8722,1		2339		8071,4	
Riqueza		19				26				27		

Tabela VI. Abundância (N) e Biomassa (B) relativas (em negrito >10%) das 19 espécies de peixes coletadas nos 12 riachos do perfil Mata.

Espécies	M1		M2		M3		M4		M5		M6		M7		M8		M9		M10		M11		M12	
	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)
Abo	42,9	55,7	-	-	-	-	13,1	11,0	-	-	-	-	-	-	-	-	24,6	44,3	27,3	57,1	-	-	20,0	14,6
Apa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,9	34,8	-	-	11,2	46,8	-	-	-	-	29,4	81,7	3,3	1,7
Bih	37,5	20,3	-	-	-	-	27,9	12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	17,5	15,6	-	-	-	-	-	-
Csc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,9	8,1	-	-	-	-
Hma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Api	1,8	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cih	-	-	-	-	-	-	8,2	5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	4,9
Imi	6,3	2,3	-	-	39,4	48,2	-	-	14,3	3,8	-	-	-	-	-	-	1,8	2,6	-	-	-	-	46,7	24,9
Rqu	-	-	-	-	1,4	17,6	-	-	28,6	94,6	1,1	13,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	44,5
Hde	0,9	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	1,3	-	-	-	-	-	-
Han	1,8	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hni	8,0	18,6	-	-	-	-	24,6	68,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	7,0
Tam	-	-	-	-	4,2	2,0	18,0	2,3	-	-	1,9	4,2	81,5	94,2	24,5	30,4	52,6	36,2	2,0	1,4	-	-	-	-
Tda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3	3,4	-	-	-	-	-	-	7,6	16,0	-	-	-	-
Tcm	-	-	-	-	36,6	28,0	3,3	0,4	-	-	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tsp	-	-	-	-	-	-	1,6	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pha	0,9	0,1	-	-	18,3	4,1	3,3	0,2	-	-	-	-	18,5	5,8	-	-	-	-	59,2	17,4	70,6	18,3	13,3	2,5
Pre	-	-	-	-	-	-	-	-	57,1	1,5	74,2	14,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,3	22,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza	7		0		5		8		3		7		2		3		5		5		2		7	

Tabela VII. Abundância (N) e Biomassa (B) relativas (em negrito >10%) das 26 espécies de peixes coletadas nos 12 riachos do perfil Intermediário.

Espécies	I1		I2		I3		I4		I5		I6		I7		I8		I9		I10		I11		I12	
	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)
Aal	0,5	2,1	3,0	3,3	8,3	27,6									0,3	1,2								
Abo	12,9	31,6	12,1	4,1			24,5	26,4	22,0	16,1	26,2	71,2			32,5	22,2	14,1	32,6	7,8	15,3	21,5	27,4	2,2	19,4
Afa			12,1	7,2											0,3	0,9								
Apa													3,6	2,2										
Bih			42,4	10,6			18,0	9,2	9,0	5,9	6,0	10,8			3,8	3,2	0,5	0,8			11,0	15,6		
Opa			3,0	3,1																				
Csc													24,8	6,8										
Cze			3,0	5,0			12,9	18,4	4,5	6,8					0,3	1,5								
Hma					2,1	30,9			0,6	1,6					1,3	23,4								
Gca			21,2	48,9			0,7	3,8							4,7	9,7								
Cih							5,8	4,4	5,1	2,5							0,7	0,4			0,2	0,5		
Ibo							6,5	4,8	5,1	18,4							0,2	1,4						
Imi							6,5	5,4	24,3	10,3					29,3	21,7	11,3	14,1	28,4	36,7	21,3	33,5		
Rqu	0,5	0,7					0,7	3,5	0,6	0,5			5,7	17,2			0,7	10,5	0,9	7,3	0,6	3,5		
Hde							6,5	0,7	4,0	0,5			9,0	0,8	23,3	3,7	0,2	0,0						
Han	18,8	30,2					1,4	2,0							0,3	1,6								
Hni							5,0	5,6	19,2	29,6			40,0	70,2			1,7	18,3						
Rpe							2,9	4,7	1,1	1,3														
Pma			3,0	17,7																				
Tam					14,6	10,7	0,7	0,1					11,0	2,5			6,2	4,6	26,7	13,6	2,8	3,4		
Tda	17,3	20,8					4,3	1,5											16,4	11,4	2,4	3,3	1,0	9,4
Tcm					8,3	13,9													12,1	12,2	0,2	0,4		
Pha											67,8	18,1	5,7	0,4	0,3	0,2			7,8	3,5	40,0	12,5	96,7	71,2
Pre	49,0	14,6			66,7	16,9	1,4	0,1	4,0	0,3							64,3	17,3						
Sma							0,7	6,8																
Gbr	1,0	0,1					1,4	2,7	0,6	6,2			0,2	0,0	3,5	10,8								
Riqueza	7		8		5		17		13		3		8		12		10		7		9		3	

Tabela VIII. Abundância (N) e Biomassa (B) relativas (em negrito >10%) das 27 espécies de peixes coletadas nos 12 riachos do perfil Pastagem.

Espécies	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8		P9		P10		P11		P12	
	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)	N (%)	B (%)
Aal	-	-	3,1	8,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abo	-	-	3,6	5,4	4,2	9,8	37,5	24,7	75,0	60,4	4,7	0,6	36,3	10,3	-	-	-	-	6,8	5,9	23,2	18,6	-	-
Apa	-	-	-	-	13,8	21,7	-	-	7,1	7,6	-	-	-	-	2,0	5,9	31,1	57,1	-	-	-	-	-	-
Bih	-	-	58,5	33,5	-	-	10,0	6,3	-	-	-	-	7,6	2,4	-	-	-	-	4,6	3,3	-	-	-	-
Opa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	2,0	-	-
Csc	16,7	22,1	-	-	16,9	13,2	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Cze	-	-	-	-	-	-	2,5	3,1	-	-	-	-	1,9	3,1	-	-	-	-	-	-	12,5	16,6	-	-
Hma	-	-	11,3	37,7	-	-	-	-	-	-	3,2	35,4	3,2	34,8	0,4	15,2	0,2	12,0	-	-	12,5	11,8	-	-
Api	-	-	-	-	-	-	0,8	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,8	57,2	3,2	17,6	-	-	-	-	-	-	1,8	9,9	-	-
Cih	-	-	-	-	-	-	18,8	8,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,2	12,5	2,8	-	-
Ibo	-	-	-	-	-	-	7,1	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imi	-	-	7,7	6,9	14,8	20,9	5,4	3,4	-	-	33,2	6,1	11,5	4,8	-	-	-	-	22,7	12,3	28,6	26,5	-	-
Rqu	-	-	-	-	0,5	4,2	1,3	5,4	14,3	21,1	-	-	2,5	2,9	0,8	2,2	-	-	0,8	5,3	1,8	9,0	-	-
Hde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,6	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Han	-	-	-	-	0,5	0,6	-	-	-	-	-	-	5,1	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hni	-	-	-	-	-	-	8,8	26,6	-	-	-	-	-	-	4,9	6,7	-	-	12,7	57,8	-	-	-	-
Rpe	-	-	-	-	-	-	0,4	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pma	-	-	-	-	-	-	0,4	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tam	13,3	20,0	-	-	-	-	4,2	1,4	-	-	-	-	-	-	41,1	51,8	9,9	17,7	18,9	6,5	3,6	1,7	-	-
Tda	-	-	3,1	0,2	-	-	0,8	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	2,1	1,8	1,3	-	-
Tcm	40,0	49,6	3,6	1,6	-	-	0,8	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,6	3,7	-	-	-	-
Pha	30,0	8,4	-	-	8,5	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	0,9	30,5	6,4	15,9	2,0	-	-	100	100
Pre	-	-	2,6	0,1	1,1	0,1	-	-	-	-	21,1	0,4	26,1	0,9	8,9	1,8	28,3	6,8	-	-	-	-	-	-
Sma	-	-	1,5	3,8	1,1	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gbr	-	-	3,1	2,4	-	-	1,3	4,1	3,6	10,8	0,5	0,4	2,5	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tre	-	-	2,1	0,3	38,6	18,5	-	-	-	-	0,5	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza	4		11		10		15		4		7		10		9		5		10		10		1	

Tabela IX. Siglas dos itens alimentares (dieta geral e ordens de hexápodes) consumidos pelas espécies de peixes dos 3 perfis de riachos amostrados.

Dieta Geral	Sigla	Ordens Hexapoda	Sigla
Tecameba	TEC	Coleoptera	CLP
Bryozoa	BRY	Collembola	CLB
Mollusca	MOL	Diptera	DIP
Annelida	ANE	Ephemeroptera	EPH
Arachnida	ARA	Heteroptera	HET
Crustacea	CRU	Lepidoptera	LEP
Hexapoda aquático	HEX	Megaloptera	MEG
Fragmento de Exoesqueleto	FEX	Odonata	ODO
Inseto terrestre	ITE	Plecoptera	PLE
Peixe	PEX	Trichoptera	TRI
Escama	ESC		
Matéria Orgânica	MOR		
Material Vegetal	MVE		
Alga	ALG		

Tabela X. Parâmetros das redes de interação trófica construídas com as espécies de peixes e os recursos por elas consumidos, coletadas nos diferentes perfis cobertura vegetal. H2 - índice de especialização.

Perfil	Número Consumidores	Número Recursos	Ligações Tróficas	Densidade elos	H2
Mata	17	22	148	8,7	0,3773873
Intermediário	26	24	260	10,8	0,498465
Pastagem	27	33	344	12,7	0,4172857

ANEXOS

ANEXO 1

PROTOCOLO DE ANÁLISE FÍSICA DO HABITAT

Protocolo de Análise Física do Habitat

O protocolo proposto foi adaptado de KAUFMANN *et al.* (1999) para ser aplicado em riachos de pequeno porte (1ª a 3ª ordem), localizados em áreas de cabeceira e nascentes de microbacias. Sendo assim, a metodologia de trabalho de campo descrita a seguir foi adequada para atender às condições encontradas neste tipo de ambiente, bem como aos equipamentos de coleta disponíveis.

A) Determinação dos pontos de coleta:

Após definida a área de interesse para a realização da pesquisa (local do estudo), há a necessidade de levantamento de dados básicos da região, tais como mapas (relevo, hidrografia, rodovias, uso do solo, tipo de vegetação), dados climáticos (pluviométricos, temperatura), registros fotográficos e imagéticos (satélite, fotos aéreas, fotos locais) e dados bibliográficos (publicações científicas que tenham como foco de estudo a região em questão).

De posse destes dados, faz-se uma seleção prévia dos possíveis locais que poderão compor os pontos de coleta a partir de recursos de imagem ou mapas. Selecionados os prováveis locais, deve-se fazer um sorteio (para evitar "vícios") dos pontos para a realização de visitas pontuais aos locais, visando avaliar a viabilidade de utilização destes pontos para a coleta dos dados, analisando fatores como acessibilidade (locomoção até o local, entrada no canal do riacho com pessoal e equipamento de coleta, obtenção de autorização para entrada na propriedade) e características do ambiente (viabilidade de coleta de dados em função do estado de preservação do riacho, adequação ao objetivo do trabalho).

Em respeito à legislação ambiental, deve-se submeter o trabalho à análise dos órgãos de fiscalização competentes (via plataforma online SISBIO do ICMBio - Instituto Chico Mendes - IBAMA), visando obter autorização prévia para coleta e transporte da fauna.

B) Coleta dos dados baseado no Protocolo de Análise Física do Habitat:

Definidos os pontos e obtida a autorização para realização das coletas, seleciona-se um trecho linear (entre 80 e 150 metros) de cada riacho para a realização da coleta de dados propriamente dita, sempre realizada no sentido jusante-montante do trecho selecionado. Este trecho deve ser subdividido em 10 seções de comprimento igual (tamanho dependente da extensão da área selecionada), as quais devem ser demarcadas no campo com 11 bandeirolas fixadas na margem no sentido montante, que delimitarão os 11 transectos (de A a K) e 10 seções (de A-B a J-K), conforme esquema abaixo.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G	G-H	H-I	I-J	J-K	

Em cada **TRANSECTO** deverão ser feitos os seguintes registros, sendo as medidas realizadas com fita métrica ou régua milimetrada, salvo outro instrumento específico quando indicado:

1- Profundidade => mede-se as profundidades em cinco pontos distribuídos proporcionalmente na largura do riacho: Margem esquerda (ESQ), Centro esquerda (C.ESQ), Centro, Centro direita (C.DIR.), Margem direita (DIR.).

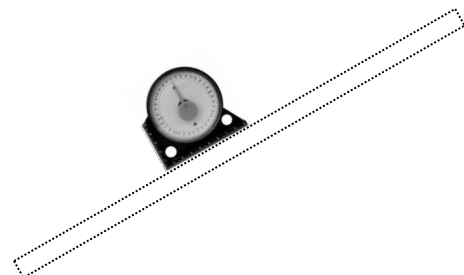
2- Tamanho e Imersão do substrato => nos cinco pontos onde são feitas as medidas de profundidade, indica-se o código do tamanho do substrato e seu percentual de imersão (o quanto o substrato está imerso no sedimento fino).

SUBSTRATO DA SEÇÃO TRANSVERSAL				
	Prof. cm	Cód. Tam. Substr.	Imers. 0-100%	OBS
ESQ				
C.ESQ				
CENTRO				
C. DIR.				
DIR.				

MEDIDAS DA MARGEM		
	Angulo Margem	OBS:
ESQ.		
DIR.		
Larg. Molhada (cm)		
Larg. Barra Canal (cm)		

CODIGO TAMANHO DO SUBSTRATO
RS = Rocha (lisa) – carro
RR = Rocha (rugosa) – carro
RC = Concreto / Asfalto
XB = Matacão – caixa d'água até carro (1 a 4m)
SB = Matacão – bola de basquete até caixa d'água
CB = Bloco – bola de tênis até de basquete
GC = Cascalho Grosso – jabuticaba até bola de tênis
GF = Cascalho Fino – joaninha até jabuticaba
SA = Areia – areia até joaninha
FN = Silte / Argila / Lama – não arenoso
HP = Hardpan – argila consolidada
BF = Banco de Folhas e Galhos Pequenos
SF = Serrapilheira Fina
MA = Macrófitas
AL = Algas
RT = Raízes Finas da Mata Ciliar
WD = Madeira (qualquer tamanho)
OT = Outro – comentário:

3- Ângulo da Margem => com o uso de um inclinômetro e da régua milimetrada, apoia-se suavemente a régua em uma das margens e, colocando-se o inclinômetro em cima da régua, faz-se a medida do ângulo das duas margens.



4- Largura molhada e da Barra de canal => mede-se a distância entre as duas margens do rio, tomando-se como base os extremos da lâmina d'água. Caso no transecto exista uma Barra de canal, toma-se a medida de sua largura.

5- Abrigo para peixes => estimativa visual do porcentual de cobertura de diferentes tipos de abrigo para peixes presentes no transcto.

ABRIGO PARA PEIXES						
0=Ausente 1=Esparso(<10%) 2=Médio (10-40%) 3=Denso(40-75%) 4=Muito Denso(>75%)						
	% de cobertura no <u>transecto</u>					OBS:
Algas Filamentosas	0	1	2	3	4	
Plantas Aquáticas	0	1	2	3	4	
Pedaços de Madeira (Grande>30cm)	0	1	2	3	4	
Pedaços de Madeira (Pequeno<30cm)	0	1	2	3	4	
Arvores vivas ou Raízes	0	1	2	3	4	
Banco de Folhas	0	1	2	3	4	
Vegetação Pendurada (<1m da superf.)	0	1	2	3	4	
Margem escavada	0	1	2	3	4	
Matação	0	1	2	3	4	
Estruturas Artificiais	0	1	2	3	4	

6- Cobertura do Dossel => com o uso de um densiômetro (Spherical convex densiometer - Forestry Suppliers, Inc.), faz-se uma estimativa de cobertura vegetal do canal do riacho, tomando-se como base 17 pontos de intersecção demarcados no espelho convexo do densiômetro. Para a análise, estes valores serão convertidos em valores relativos (%). Quatro medidas devem ser tomadas com o pesquisador posicionado no meio do transecto e girando o corpo no sentido anti-horário: Centro montante (C.MON), Centro esquerda (C.ESQ), Centro jusante (C.JUS), Centro direita (C.DIR). As outras duas medidas devem ser tomadas nas margens: Margem esquerda (M.ESQ) e Margem direita (M.DIR).

COBERTURA DO DOSSEL (1-17)		
DENSIÔMETRO		
Medidas	1-17	%
C.MON		
C.ESQ		
C.JUS		
C.DIR		
M.ESQ		
M.DIR		



7- Zona Ripária => estimativa visual do porcentual de cobertura de cada tipo de vegetação presente nas margens esquerda e direita, considerando os três extratos: Dossel, Sub-bosque e Rasteiro.

ESTIMATIVAS VISUAIS DA ZONA RIPARIA											
0= Ausente 1= Esparso (<10%) 2= Médio (10-40%) 3= Denso (40-75%) 4= Muito Denso (>75%)											
	Margem Esquerda					Margem Direita					OBS:
DOSSSEL (>5m de altura)											
Arvore Grande (DAP>30cm)	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
Arvore Pequena (DAP<30cm)	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
SUB-BOSQUE (0,5 – 5m de altura)											
Arbusto	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
Erva e Gramínea	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
VEGETAÇÃO RASTEIRA (<0,5m de altura)											
Arbusto	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
Erva e Gramínea	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
Solo nu ou Serrapilheira	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	

8- Influência Humana => estimativa visual da localização de cada tipo de influência humana presente nas margens esquerda e direita.

INFLUENCIA HUMANA										
O= Ausente	P= >10m				C= <10m				B= na margem	
	Margem Esquerda				Margem Direita				OBS:	
Muro/Dique/Canalização/Barragem	O	P	C	B	O	P	C	B		
Construções	O	P	C	B	O	P	C	B		
Estrada calçada ou cascalhada	O	P	C	B	O	P	C	B		
Rodovia/Ferrovia	O	P	C	B	O	P	C	B		
Canos	O	P	C	B	O	P	C	B		
Entulho/Lixo	O	P	C	B	O	P	C	B		
Parque/Gramado	O	P	C	B	O	P	C	B		
Plantações de Grãos	O	P	C	B	O	P	C	B		
Pastagem/Campo de Feno	O	P	C	B	O	P	C	B		
Silvicultura/Desmatamento	O	P	C	B	O	P	C	B		
Mineração	O	P	C	B	O	P	C	B		

Em cada **SEÇÃO** deverão ser feitos os seguintes registros, sendo as medidas realizadas com fita métrica ou régua milimetrada, salvo quando indicado outro instrumento específico:

1- Medidas no Perfil Longitudinal => caminhando no sentido montante pelo local de maior profundidade do leito da seção (talvegue), na distância entre os dois transectos que delimitam a seção são tomadas 11 medidas de profundidade e duas de largura molhada (medida 0 corresponde ao valor já tomado no transecto jusante da seção). Indicar com sim (S) ou não (N) caso exista barra de canal em algum dos pontos de medida na seção, anotando sua largura nos pontos de medida 0 e 5, se for o caso. No ponto mediano (*5*) deve-se registrar também o

código do tamanho do substrato predominante na Margem esquerda (M.ESQ), Centro Esquerdo (C.ESQ), Centro (CENT), Centro direito (C.DIR) e Margem direita (M.DIR).

2- Tipo de substrato no Perfil Longitudinal => ao realizar as medidas no talvegue, deve-se registrar, a cada medida, a existência de sedimento pequeno (menor que cascalho).

PERFIL LONGITUDINAL												
Medidas	Prof. Talvegue cm	Larg. Molhada cm	Largura Barra de Canal (cm)		Sedim. Peq. <Casc.	Cód. Unid. Canal	Cód. Form. Pisc.	Canal Lateral	Remanso	OBS:		
0			S	N		S	N		S	N	S	N
1			S	N		S	N		S	N	S	N
2			S	N		S	N		S	N	S	N
3			S	N		S	N		S	N	S	N
4			S	N		S	N		S	N	S	N
5			S	N		S	N		S	N	S	N
6			S	N		S	N		S	N	S	N
7			S	N		S	N		S	N	S	N
8			S	N		S	N		S	N	S	N
9			S	N		S	N		S	N	S	N
10			S	N		S	N		S	N	S	N

5	SUBSTRATO	M.ESQ		C.ESQ		CENT		C.DIR		M.DIR	
-----	-----------	-------	--	-------	--	------	--	-------	--	-------	--

3- Caracterização do Perfil Longitudinal => ao realizar as medidas no talvegue, deve-se registrar a partir de observação visual, a cada medida: os códigos da unidade de canal e do tipo de piscina (se existente), a presença de canal lateral ou de remanso nas margens.

CODIGO DA UNIDADE DE CANAL
PP = Piscina após queda d'água
PT = Piscina ~~entricheirada~~ no meio do canal
PL = Piscina formada pela margem
PB = Piscina formada por remanso
PD = Piscina formada por represamento
GL = Fluxo suave
RI = Corredeira
RA = Rápido
CA = Cascata
FA = Queda
DR = Canal seco

CODIGO DA PISCINA
N = Não é uma piscina
W = Pedacos grandes de madeira
R = Raiz
B = Matacão ou Rocha
F = Desconhecido/Fluvial

4- Sinuosidade => caminhando no sentido montante, em cada seção realiza-se a medida da angulação (azimute) com o auxílio de uma bússola de mão, tomando como referência o centro do leito do riacho para posicionamento do norte da bússola. Dentro de cada seção, a cada mudança de trajetória (curvas) faz-se nova aferição, determinando a proporção (%) em relação ao comprimento total da seção onde foi realizada a nova medida (espaço na planilha para até 3 medidas por seção).

SINUOSIDADE (BÚSSOLA)								
	Angulo Azimute	Proporção %	Angulo Azimute	Proporção %	Angulo Azimute	Proporção %	Angulo Azimute	Proporção %
A-B								
B-C								
C-D								
D-E								
E-F								
F-G								
G-H								
H-I								
I-J								
J-K								

5 - Declividade => utilizando uma mangueira de nível e régua milimetrada para referência, são tomadas medidas da diferença de altitude existente entre os transectos que delimitam cada seção, de montante a jusante. Cabe salientar que os valores a montante devem sempre ser iguais ou menores do que os valores obtidos a jusante (caso isto não ocorra deve-se observar se não há presença de bolhas de ar no interior da mangueira de nível).

C) Medidas de Correnteza e Vazão:

A Correnteza e Vazão devem ser aferidas em 3 seções: jusante (A-B), ponto médio (F-G) e montante (J-K).

A velocidade da correnteza é medida pelo método de objetos flutuantes (laranja, lâmpada) impulsionados pela corrente (SCHWOERBEL, 1975). A velocidade é calculada pela fórmula: $V = s/t$, onde V é a velocidade, s é a distância percorrida pelo objeto flutuante

(geralmente utilizado de 2 a 3 metros no máximo) e t é o tempo gasto para o objeto percorrer tal distância. A medida do tempo corresponde à média de no mínimo três medidas, ou até serem obtidos três valores não muito discrepantes entre si (ou seja, se necessário fazer uma medida suplementar). A Vazão, ou seja, o volume de água que atravessa uma determinada área por unidade de tempo, é calculada utilizando o método proposto por LEOPOLDO & SOUZA (1979). Uma corda graduada é esticada de uma margem a outra, a montante e jusante de um trecho de 2 m, sendo medida a profundidade da água em pontos demarcados na corda a cada 20 cm. A partir destes dados é calculada a área da seção montante e jusante e a vazão determinada pela fórmula: $Q = A \times V$, onde A é a média da área das duas seções e V é a velocidade obtida para o ponto. O valor de correnteza e de vazão da extensão trabalhada por riacho corresponde à média aritmética das três medidas obtidas.

MEDIDAS PARA O CALCULO DA VAZÃO											
Ponto Jusante				Ponto Intermediário				Ponto Montante			
Distância				Distância				Distância			
Tempo 1				Tempo 1				Tempo 1			
Tempo 2				Tempo 2				Tempo 2			
Tempo 3				Tempo 3				Tempo 3			
Suplementar				Suplementar				Suplementar			
Profundidades				Profundidades				Profundidades			
J		M		J		M		J		M	
0		0		0		0		0		0	
20		20		20		20		20		20	
40		40		40		40		40		40	
60		60		60		60		60		60	
80		80		80		80		80		80	
100		100		100		100		100		100	
120		120		120		120		120		120	
140		140		140		140		140		140	
160		160		160		160		160		160	
180		180		180		180		180		180	
200		200		200		200		200		200	
220		220		220		220		220		220	
240		240		240		240		240		240	
260		260		260		260		260		260	
280		280		280		280		280		280	
300		300		300		300		300		300	
320		320		320		320		320		320	
340		340		340		340		340		340	
360		360		360		360		360		360	
380		380		380		380		380		380	
400		400		400		400		400		400	
420		420		420		420		420		420	
440		440		440		440		440		440	
460		460		460		460		460		460	
480		480		480		480		480		480	
500		500		500		500		500		500	
520		520		520		520		520		520	
540		540		540		540		540		540	
560		560		560		560		560		560	
580		580		580		580		580		580	

A velocidade da corrente também pode ser aferida diretamente com auxílio de instrumentos, quando disponíveis.

D) Medidas Físico Químicas:

O uso de uma sonda multiparâmetros (Aquaread AP-2000 e Aquameter) permite aferir muitas variáveis em pouco tempo, além de uma padronização das medidas. Os dados a serem obtidos dependem das especificações de cada equipamento. Caso não tenha disponível este tipo de equipamento, as medidas podem ser aferidas a partir de coleta de água e análises realizadas em um laboratório de análises químicas, como: pH com pHâmetro manual ou digital; oxigênio dissolvido pelo método de Winckler, modificado pela adição de azida (GOLTERMAN et al. (1978); sólidos suspensos totais por filtragem em filtros de fibra de vidro previamente calcinados e pesados.

MEDIDAS FÍSICO QUÍMICAS - SONDA MULTIPARÂMETROS					
Ponto Jusante		Ponto Intermediário		Ponto Montante	
Latitude		Latitude		Latitude	
Longitude		Longitude		Longitude	
Altitude		Altitude		Altitude	
Temp °C		Temp °C		Temp °C	
ORP		ORP		ORP	
pH		pH		pH	
Oxig dissolvido		Oxig dissolvido		Oxig dissolvido	
Condutividade		Condutividade		Condutividade	
TDS		TDS		TDS	
Turbidez		Turbidez		Turbidez	
SSG		SSG		SSG	

E) Tabulação de Dados e Matriz de Resultados:

A partir da tabulação dos dados em planilha excell, pode-se realizar uma série de combinações que possibilitam analisar diferentes aspectos de cada riacho, de acordo com os objetivos específicos do trabalho a ser realizado.

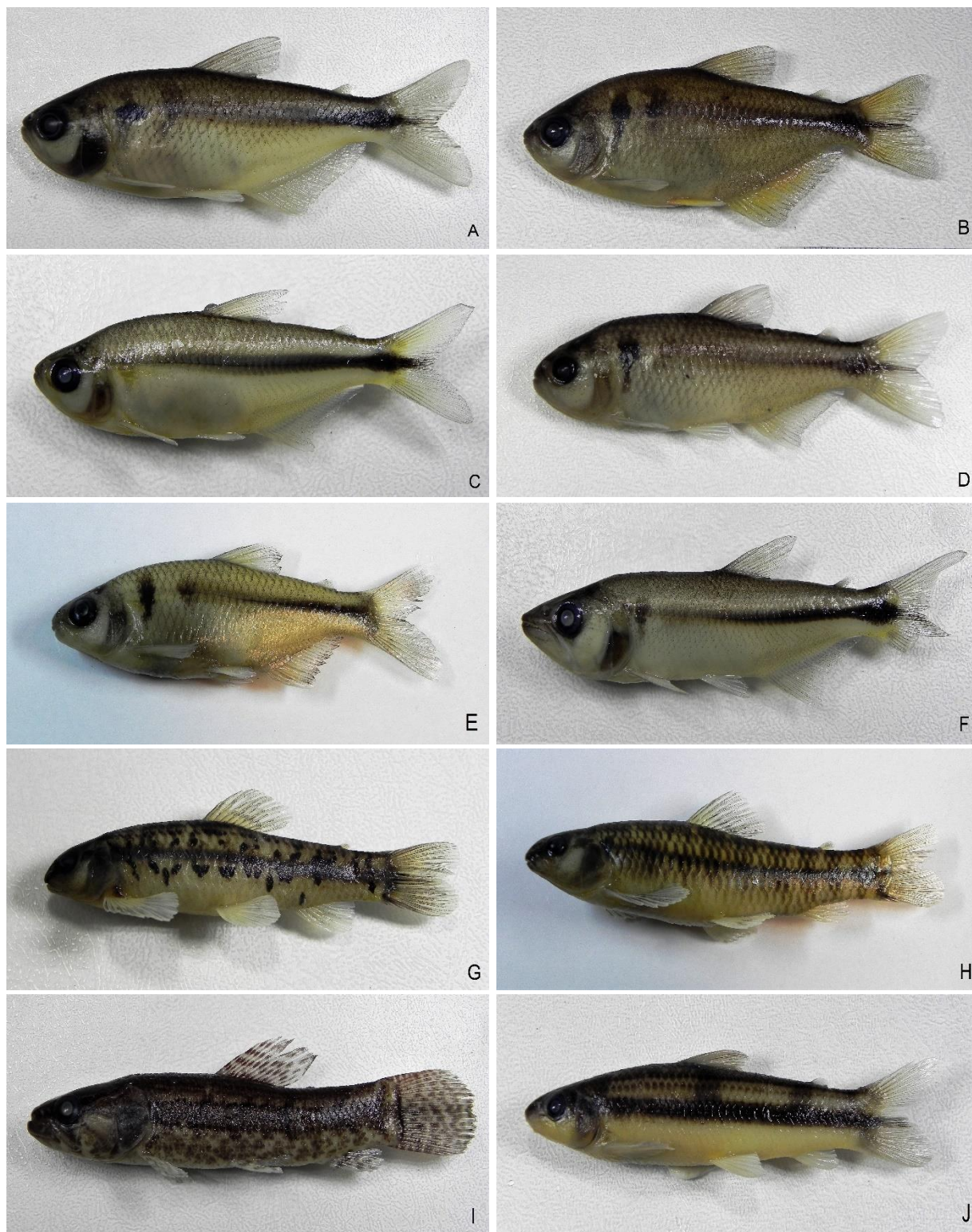
F) Referências citadas no texto:

- GOLTERMAN, H.L., R.S. CLYMO & M.A.M. OHNSTAD. (1978). *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. Oxford: Scientific Publications. 213p.
- 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 Environ Prot Agency, Washington, DC.:130.

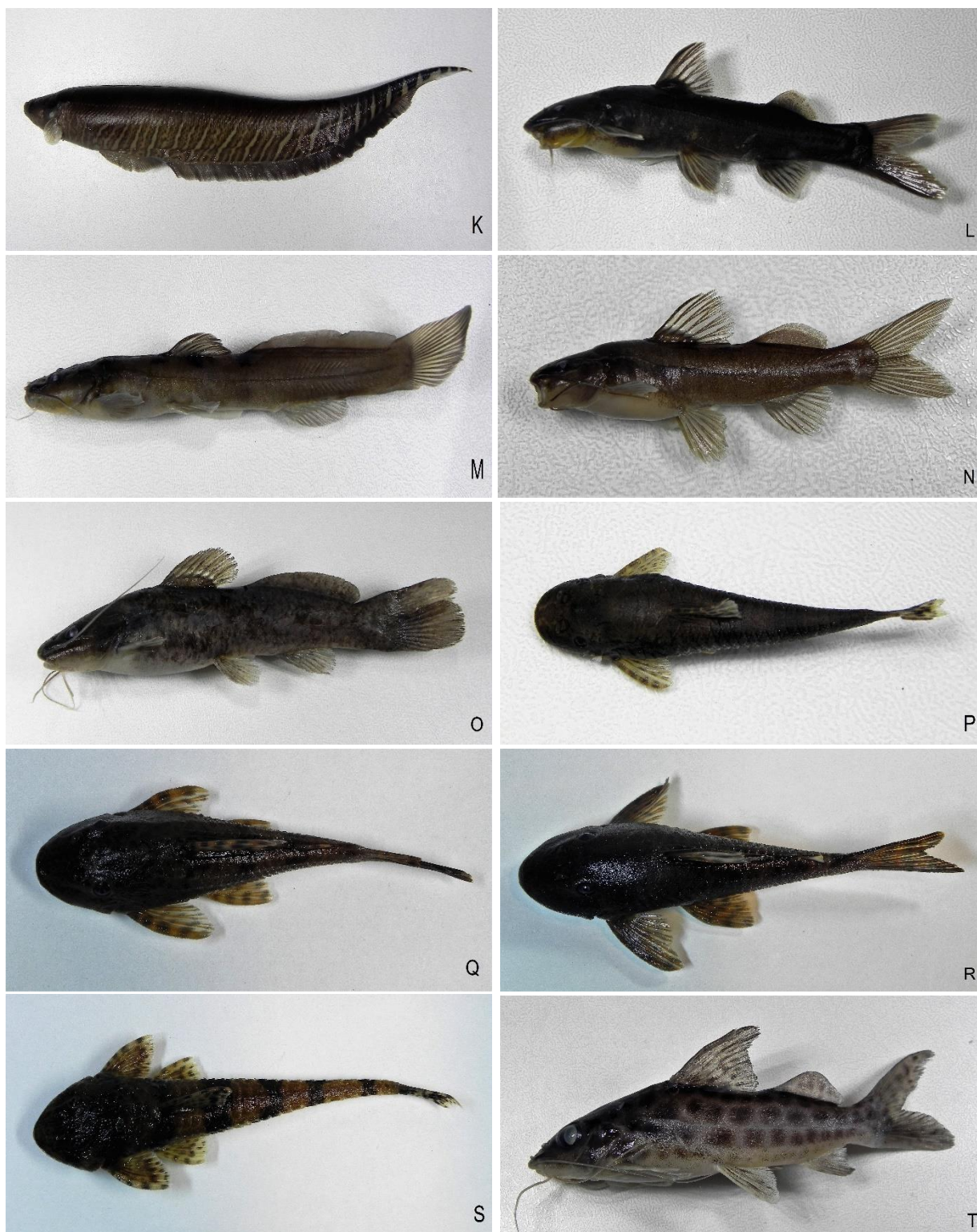
- LEOPOLDO, P.R. & A.P. SOUZA. (1979). *Hidrometria*. FCA, UNESP, Botucatu. 71p.
- SCHWOERBEL, J. 1975. *Métodos de hidrobiologia*. Madrid: H. Blume ediciones. 262p.

ANEXO 2

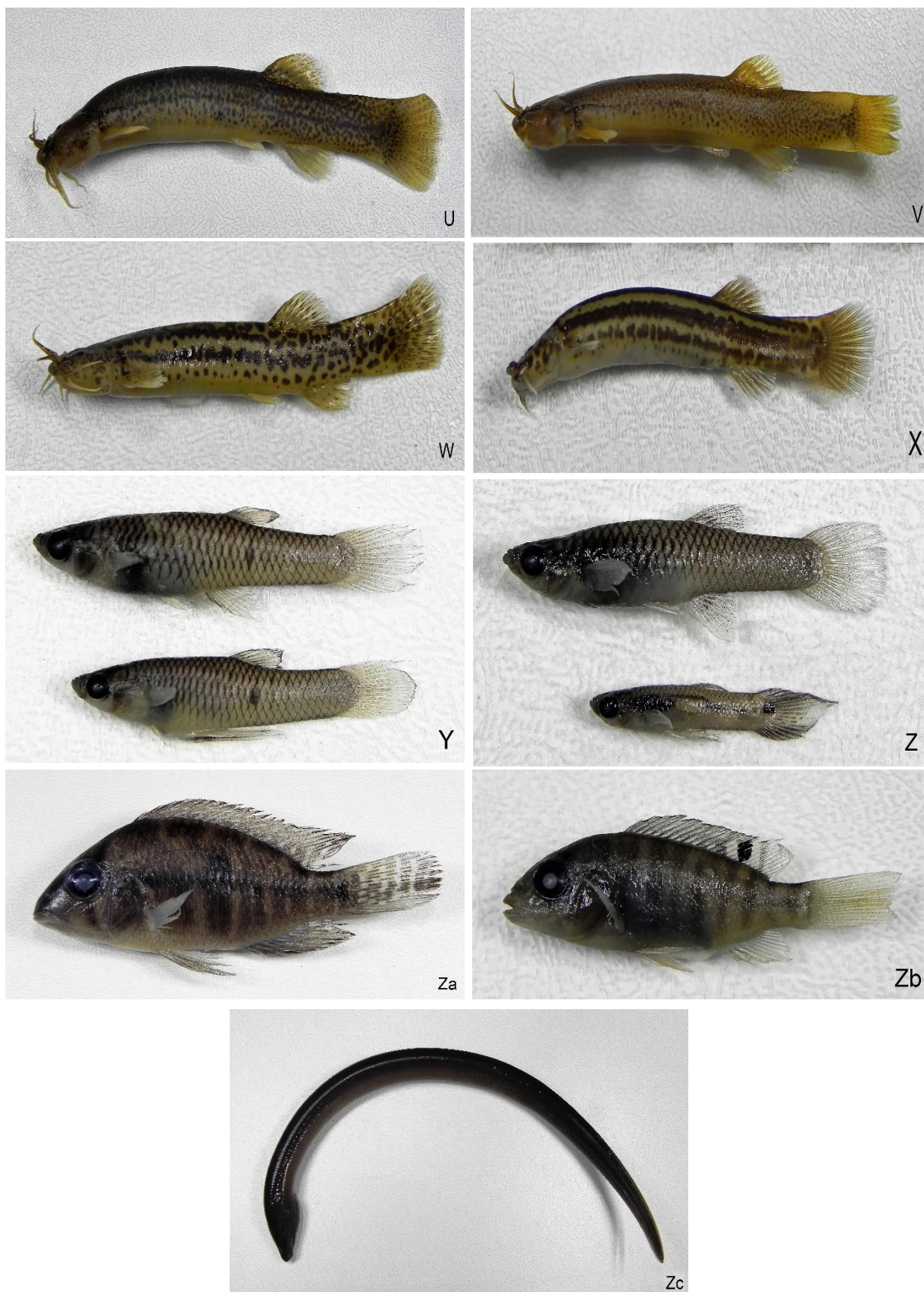
PRANCHA COM FOTOS DAS 29 ESPÉCIES DE PEIXES COLETADAS



Prancha 1. Espécies de peixes presentes nos riachos amostrados em seis microbacias pertencentes à Bacia do Rio Paranapanema, município de Avaré, SP, Brasil: A- *Astyanax altiparanae*, B- *A. bockmanni*, C- *A. fasciatus*, D- *A. paranae*, E- *Bryconamericus iheringii*, F- *Oligosarcus paranensis*, G- *Characidium schubarti*, H- *C. zebra*, I- *Hoplias malabaricus*, J- *Apareiodon piracicabae*.



Prancha 1. Continuação: K- *Gymnotus carapo*, L- *Cetopsorhamdia iheringi*, M- *Imparfinis borodini*, N- *I. mirini*, O- *Rhamdia quelen*, P- *Hisonotus depressicauda*, Q- *Hypostomus ancistroides*, R- *H. nigromaculatus*, S- *Rineloricaria pentamaculata*, T- *Pimelodus maculatus*.



Prancha 1. Continuação: U- *Trichomycterus* aff. *maracaya*, V- *T.* cf. *davisi*, W- *T.* cf. *maracaya*, X- *Trichomycterus* sp., Y- *Phalloceros harpagos* (fêmea e macho), Z- *Poecilia reticulata* (fêmea e macho), Za- *Geophagus brasiliensis*, Zb- *Tilapia rendalli*, Zc- *Synbranchus marmoratus*.