

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, SP**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

**HENRIQUE FIGUEIRA CHAVES
BIÓLOGO**

**ICTIOFAUNA DE CÓRREGOS PRÓXIMOS
A AMBIENTES URBANOS NA BACIA DO
ALTO RIO PARANÁ**

**ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO LANGEANI NETO
CO-ORIENTADORA: PROFA. DRA. LILIAN CASATTI**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS,
LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS,
UNIVERSIDADE ESTADUAL
PAULISTA, PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE MESTRE EM
BIOLOGIA ANIMAL.**

Chaves, Henrique Figueira.

Ictiofauna de três córregos próximos a ambientes urbanos na bacia do alto rio Paraná / Henrique Figueira Chaves. - São José do Rio Preto : [s.n.], 2007.

48 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Francisco Langeani

Co-orientador: Lilian Casatti

Dissertação (mestrado – Biologia Animal) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Peixes de água doce - Ecologia. 2. Peixe – Alto Paraná, Rio. 3. Ictiologia - Alto Paraná, Rio. 4. Ictiofauna – Alto Paraná, Rio. 5. Meso-habitat. 6. Córregos do Alto Paraná. I. Langeani, Francisco. II. Casatti, Lilian. III. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.

CDU – 597

DATA DA DEFESA: 10/12/2007

BANCA EXAMINADORA

TITULARES

Prof. Dr. Francisco Langeani Neto (Orientador) _____
Universidade Estadual Paulista (UNESP) – São José do Rio Preto.

Prof. Dr. Oscar Aiko Shibatta _____
Universidade Estadual de Londrina (UEL) – Londrina, PR

Prof. Dr. Francisco Manoel de Souza Braga _____
Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Rio Claro

SUPLENTES

Prof. Dr. André Luis Cruz _____
Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) – São Carlos, SP

Profa. Dra. Eliana Moriele Versute _____
Universidade Estadual Paulista (UNESP) - São José do Rio Preto.

**“Penso 99 vezes e nada descubro;
deixo de pensar, mergulho em profundo
silêncio: e eis que a verdade se revela”**

Albert Einstein

**”Se enxerguei mais longe do que os outros foi
porque estava sobre os ombros de gigantes”**

Isaac Newton

AGRADECIMENTOS

À minha querida esposa Emanuelle pelo amor, dedicação, carinho, companheirismo, compreensão, apoio moral e paciência que teve comigo nos momentos de dificuldades pelos quais passei.

Aos meus Pais, principalmente minha mãe pelo carinho incondicional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Langeani Neto e minha co-orientadora Profa. Dra. Lilian Casatti por todos os ensinamentos oferecidos sobre ictiologia e também pela amizade, apoio e compreensão nos momentos de dificuldades pelos quais passei.

À toda equipe do laboratório de ictiologia pelo auxílio no decorrer desse trabalho, principalmente aos companheiros Luiz Gustavo, Filipe, Juninho, Cristiane, Daniel, Fabíola e Danuza pela ajuda nos trabalhos de campo e Rose, Flavio, Fernando e Luiz Gustavo pela amizade e companheirismo.

Aos Prof. Dr. Valdener Garutti e Profa Dra. Denise de C. Rossa Feres pelas valiosas sugestões durante a qualificação.

Ao departamento de Zoologia e Botânica pelo apoio.

À CAPES que subvencionou o projeto com uma bolsa de mestrado dentro do PPG – Biologia Animal – IBILCE/UNESP.

À FAPESP dentro do programa BIOTA/FAPESP (proc. 01/13340-7 e 04/0545-8) pelo apoio.

À todos, que de alguma forma, ajudaram no desenvolvimento desse trabalho.

CONTEÚDO

INTRODUÇÃO.....	1
Áreas de estudo.....	3
Córrego do Macaco.....	5
Córrego da Lagoa.....	5
Córrego do Machado.....	7
 MATERIAL E MÉTODOS	 10
Coleta de dados e análise ambiental.....	10
Análise dos dados.....	11
 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	 15
 CONCLUSÕES.....	 42
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 43

RESUMO

No presente trabalho, examina-se a composição e a estrutura quantitativa da ictiofauna de três trechos de riachos, relacionando-as entre si e com descritores ambientais. Foram amostrados por seis coletas bimestrais (abril/2004 a fevereiro/2005), utilizando duas passagens sucessivas de pesca elétrica. Oito descritores físico-químicos da água foram avaliados em cada trecho, juntamente com a caracterização dos descritores físicos do hábitat. Foram coletados 2.186 exemplares, pertencentes a 6 ordens, 12 famílias, 29 gêneros e 31 espécies (córrego do Macaco - 25 espécies, córrego da Lagoa - 17 espécies e córrego do Machado - 16 espécies) e biomassa total de 8,74 Kg. Em termos de abundância, Characidae foi a família predominante, seguida por Poeciliidae e Loricariidae e, em termos de biomassa, predominância expressiva de Characidae, seguida por Loricariidae e Gymnotidae. A análise das curvas de importância das espécies demonstrou que os três córregos enquadram-se no modelo *log-series*. Diversidade e a equitabilidade foram menores no córrego do Macaco que, apesar de apresentar a maior grandeza fluvial, mostrou alta dominância influenciada pela elevada abundância de *Poecilia reticulata*, uma espécie exótica e generalista, especialmente bem-sucedida em ambientes com influência urbana, tal como o trecho aqui estudado. A estrutura quantitativa da ictiofauna demonstrou pouca influência da sazonalidade e, por outro lado, reforçou a importância da estrutura ambiental como fator determinante na estrutura da ictiofauna de riachos. A maior equitabilidade registrada no córrego do Machado, juntamente com a presença de espécies mais sensíveis a alterações ambientais (*Hisonotus francirochai* e *Phalloceros caudimaculatus*), e as melhores condições físicas e químicas, indicam que este é o mais bem conservado dos córregos estudados.

Palavras-chaves: peixes, meso-hábitat, ambientes urbanos, alto rio Paraná.

INTRODUÇÃO

O estudo de comunidades envolve uma síntese dos fatores ambientais e das interações bióticas e sua estrutura pode ser analisada sob vários aspectos, utilizando-se medidas de diversidade, riqueza e equitabilidade (Wootton 1995, Miranda & Mazzoni 2003).

Os peixes constituem excelente material para inúmeros estudos, dentre os quais, para avaliar a conseqüência de fatores ambientais sobre sua morfologia e reprodução ou servir de indicadores para o acompanhamento de alterações do próprio ambiente e estes conhecimentos têm reflexos importantes nos diversos campos da Biologia, como a Ecologia, a Sistemática e a Evolução (Garutti 1988).

A utilização de comunidades de peixes em programas de avaliação da qualidade de água é recomendada pelas seguintes razões: comunidades de peixes incluem grupos de diferentes níveis tróficos, sendo assim, potenciais bons indicadores das condições do ambiente; espécies de peixes são relativamente fáceis de identificar; peixes estão presentes em todos os ambientes aquáticos, incluindo os mais poluídos e, finalmente, por serem populares, podem ser utilizados como ferramentas didáticas com o objetivo de alertar a população para os possíveis distúrbios ocorridos nos ecossistemas aquáticos (Karr 1981, Malabarba *et al.* 2004).

Segundo Ferreira & Casatti (2006), além do conhecimento taxonômico, o conhecimento da estrutura quantitativa e as relações da ictiofauna com o ambiente também são fundamentais para subsidiar estratégias de conservação e recuperação ambiental.

As drenagens de cabeceira abrigam peixes de menor porte, cuja diversidade é provavelmente maior que a encontrada naqueles de maior porte e que ocorrem nas calhas dos grandes rios, devido a um maior grau de isolamento geográfico (Böhlke *et al.* 1978). Segundo estes autores, esta ictiofauna tem no

geral uma distribuição geográfica mais restrita, maior variação morfológica e está mais sujeita a interferência humana, correndo risco de extinção antes mesmo de serem catalogadas.

Córregos com boas condições de integridade possuem espécies de peixes nativas com várias classes de tamanho e estrutura trófica equilibrada (Lyons *et al.* 1995). Porém, à medida que a influência antrópica aumenta, as espécies mais sensíveis começam a desaparecer e a estrutura trófica é alterada (Oliveira & Bennemann 2005). Devido às vazões limitadas, os córregos são mais sensíveis às ações antropogênicas que os cursos de água maiores e, na bacia do rio Paraná, a maioria deles encontra-se em avançado estado de degradação (Luiz *et al.* 1998).

A região noroeste do Estado de São Paulo possui numerosos cursos de água que têm sofrido intensas alterações ambientais e biológicas em consequência de exploração agropecuária, construção de barragens, desmatamento ciliar, despejo “in natura” de esgoto doméstico e industrial e introdução de espécies alóctones e exóticas de peixes. No entanto, a ictiofauna ainda existente, especialmente nas cabeceiras, é aparentemente diversificada quando comparada a outros ecossistemas (Garutti 1988).

O objetivo geral do presente trabalho foi estudar aspectos ecológicos de comunidades de peixes em três riachos do município de São José do Rio Preto, SP, afluentes do rio Preto, drenagem da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hidrográficos (UGRHI) Turvo-Grande, bacia do alto rio Paraná (figura 1). Com isso, como objetivo principal, foram analisadas a composição taxonômica, abundância, diversidade alfa e a estrutura das comunidades de peixes dos córregos do Macaco, da Lagoa e do Machado, relacionando-as entre si e com parâmetros bióticos e abióticos ambientais, visando apresentar um diagnóstico recente da ictiofauna de três córregos em áreas com diferentes gradientes de urbanização e as características do hábitat que foram mais importantes na estruturação da ictiofauna, face às alterações ambientais que esses corpos d'água

vêm sofrendo, servindo como subsídio para a orientação e o estabelecimento de futuras ações prioritárias de conservação e recuperação ambientais.

Área de Estudo

O município de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, insere-se em uma região com altitudes variando de 430 a 600 m (IBGE 1972), que integra o Planalto Ocidental do Estado de São Paulo (Almeida 1964). Caracteriza-se por apresentar topografia suave e relevo ondulado, com amplos e baixos espigões (Arid 1966). Tem duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa e quente, de outubro a março, e outra seca e menos quente, de abril a setembro (Barcha & Arid 1971). O clima pode ser classificado como Tropical Quente Úmido (Magnanini 1959). A cobertura vegetal restringe-se a reduzidos capões de Floresta Estacional Semidecidual (= Mata Latifoliada Tropical), além de extensas áreas savanizadas (Garutti 1988). Restam no município apenas 3,4 % de vegetação natural remanescente (SMA/SP 2006). O solo da região, pertencente ao Grupo Bauru, Formação Adamantina (IPT 1981), possui elevadas frações arenosas que, em consequência das intensas e inadequadas explorações agropecuária e urbana, resulta em constantes assoreamentos dos pequenos corpos de água.

Três trechos dos riachos foram selecionados devido à facilidade de acesso, permissão dos proprietários das áreas e, principalmente, devido à heterogeneidade de habitats representativa da fisiografia e ictiofauna desta região, particularmente em ambientes urbanizados, que normalmente apresentam elevado grau de alteração e desequilíbrios ecológicos.

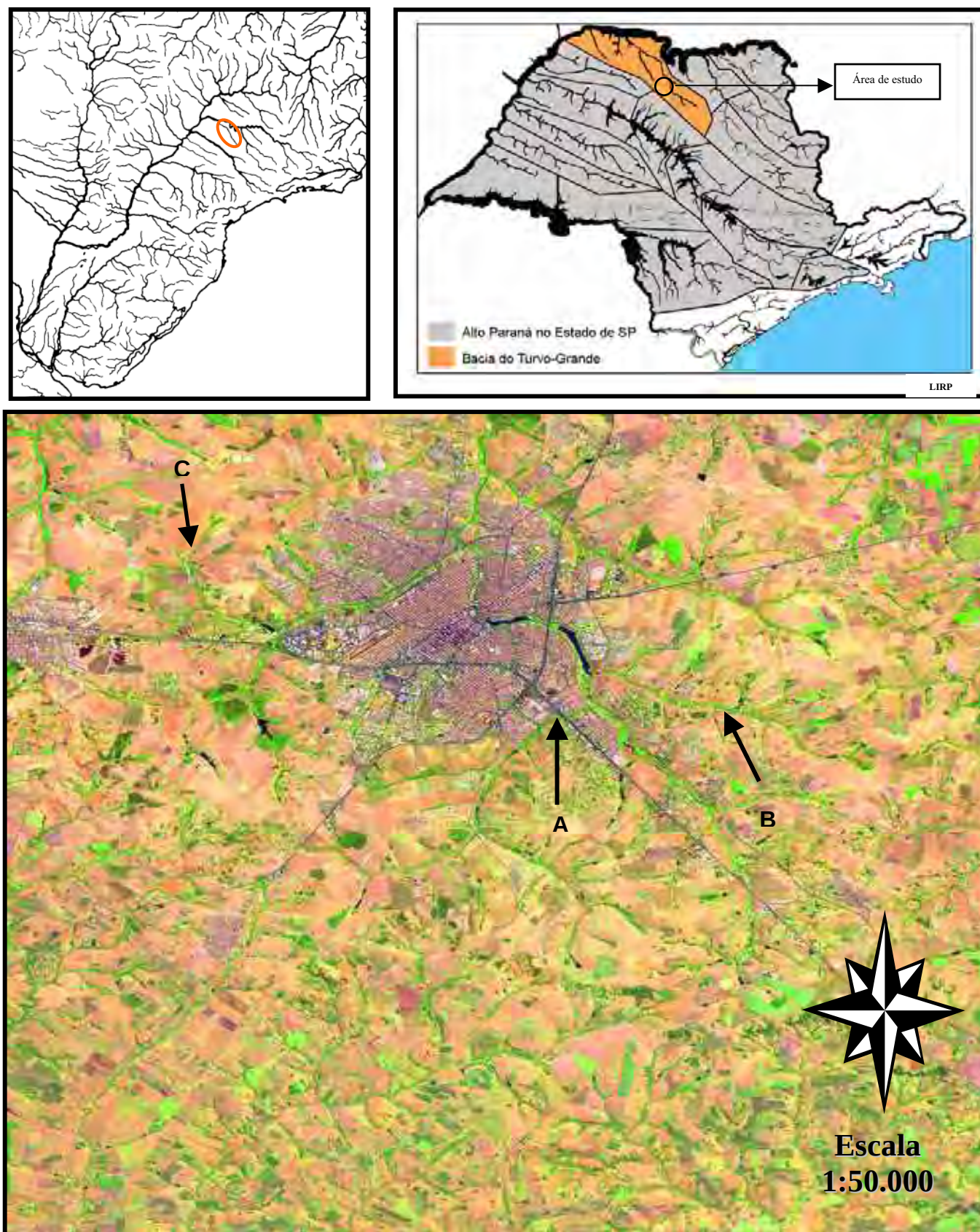


Figura 1. Imagem por satélite (Brasil Visto do Espaço. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 26 jan. 2005.) mostrando os três pontos de coleta: A (MAC) – córrego do Macaco, B (LAG) – córrego da Lagoa, C (MCH) – córrego do Machado e a área urbanizada no município de São José do Rio Preto, SP.

Córrego do Macaco

Afluente de quarta ordem da margem esquerda do rio Preto, com aproximadamente 13,5 km de extensão e altitude média de 462 m. O trecho estudado (20°50'27,6"S 49°21'6,6"W) caracteriza-se por apresentar um canal com um poço, corredores e corredeiras (figura 2). Em todo o seu percurso, o córrego tem substrato composto basicamente por argila, areia, seixos e cascalho. Também aparecem regiões assoreadas, formando bancos de areia, em que a profundidade não ultrapassa 0,30 m, principalmente à jusante do trecho amostrado. A vegetação ripária presente ao longo do trecho é composta somente por porções de gramíneas (Poaceae), que se estendem às margens, ficando eventualmente submersas. O trecho selecionado está sob quatro pontes de concreto, da Rodovia Estadual Washington Luiz SP-310 e suas marginais. Apresenta elevado grau de urbanização e impermeabilização do solo, conseqüentemente, rápida oscilação na vazão do seu leito (figura 3).

Córrego da Lagoa

Afluente de terceira ordem da margem direita do rio Preto, com aproximadamente 9,5 km de extensão e altitude média de 499 m. O trecho estudado (20°50'17,6"S 49°18'20,6"W) caracteriza-se por apresentar um canal estreito com corredores e corredeiras. Em todo o seu percurso, o córrego tem substrato composto basicamente por argila, areia, seixos e cascalho. Também aparecem regiões assoreadas, formando bancos de areia, em que sua profundidade não ultrapassa 0,20 m, principalmente à jusante do trecho amostrado. A vegetação ripária encontrada ao longo do trecho é composta por árvores de pequeno e médio porte. Ocorrem também porções de gramíneas (Poaceae), que se estendem às margens, ficando eventualmente submersas (figuras 4 e 5).



Figura 2. Vista geral do trecho coletado no córrego do Macaco no município de São José do Rio Preto, SP.



Figura 3. Vista geral do trecho coletado no córrego do Macaco no município de São José do Rio Preto, SP após chuva ocorrida na área de drenagem da micro-bacia.



Figura 4. Vista geral da jusante do trecho coletado no córrego da Lagoa, no município de São José do Rio Preto, SP, mostrando o meso-hábitat corredor, característico do trecho amostrado (a esquerda).

Figura 5. Vista geral da montante do trecho coletado no córrego da Lagoa, no município de São José do Rio Preto, SP, mostrando a vegetação marginal (a direita).

Córrego do Machado

Com aproximadamente 6,5 km de extensão e altitude aproximada de 504m, o Córrego do Machado é um afluente de segunda ordem da margem esquerda do córrego Piedade, que é afluente da margem esquerda do rio Preto. O trecho estudado (20°47'6"S 49°27'28"W) caracteriza-se por apresentar canais

estreitos com corredores e corredeiras, compostos por substratos de seixos e cascalho e poços, com substrato composto basicamente por argila, areia. A vegetação ripária encontrada ao longo do trecho é composta por árvores de pequeno e médio porte. Ocorrem também porções de gramíneas (Poaceae), que se estendem às margens, ficando eventualmente submersas (figuras 6 e 7). Na área da micro-bacia existem pequenas propriedades que exploram a agropecuária. Apresenta pouca urbanização, porém os corpos d'água à jusante, o córrego Piedade e o rio Preto, estão bastante poluídos por esgoto doméstico sem prévio tratamento.



Figura 6. Vista geral de um poço do trecho coletado no córrego do Machado, município de São José do Rio Preto, SP.



Figura 7. Vista geral de um poço, seguida de corredeira e corredor (ao fundo) do trecho coletado no córrego do Machado, município de São José do Rio Preto, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de dados e análise ambiental

Seis coletas bimestrais foram realizadas, em cada um dos córregos, durante o período de abril de 2004 a fevereiro de 2005, englobando as duas estações climáticas. Utilizando-se pesca elétrica (eletrodos ligados a um gerador de corrente elétrica alternada – 220V, 50-60Hz, 3,4-4, 2A, 1000W), foram amostrados trechos de 75 m de extensão, fechados por redes de bloqueio e submetidos a duas passagens sucessivas durante aproximadamente 25 minutos cada.

O ponto médio e a altitude de cada trecho foram georreferenciados via satélite com receptor GPS e a hierarquia fluvial (Strahler 1957) foi determinada através da carta do IBGE FOLHA SF-22-X-B-IV-3, 1:50.000.

Os peixes coletados foram imediatamente fixados em formalina 10% e, no laboratório, após 72 horas foram transferidos para solução de etanol 70%. Os exemplares estão depositados na coleção do Laboratório de Ictiologia (DZSJRP) do Departamento de Zoologia e Botânica do IBILCE/UNESP, *Campus* de São José do Rio Preto, SP.

A cada coleta foram tomados e anotados em ficha de campo (APÊNDICE I) os dados fisiográficos de profundidade, largura e velocidade pontual da corrente, determinada com fluxômetro mecânico (General Oceanics[®], modelo 2030). Os descritores físico e químicos da água determinados foram: temperatura, pH, concentração de oxigênio dissolvido (OD), turbidez e condutividade através do aparelho medidor digital portátil (HORIBA[®], modelo U-10). Níveis de amônia, nitrato e ortofosfato foram analisados duas vezes durante o período do estudo, uma no mês de agosto (3^a coleta – estação seca) e outra em fevereiro (6^a coleta – estação chuvosa) em laboratório privado (LANATEC, São José do Rio Preto, SP), sendo que amônia e ortofosfato foram analisados por espectrofotometria MERCK[®] (spectroquant – 14848 e

spectroquant 14752, respectivamente) e nitrato seguiu o protocolo do APHA STANDARD METHODS, 18th ed., p.4-89, method 4500 NO₂ (1992).

A heterogeneidade ambiental dos pontos amostrados (tabelas 1 e 2) foi descrita pela determinação da qualidade da vegetação ripária e da vegetação marginal em contato com a água, grau de sombreamento do canal, grau de estabilidade dos barrancos e qualidade física do hábitat (poço, corredor e corredeira), seguindo metodologia padronizada para coleta de dados ambientais e das ictiocenoses (Casatti *et al.* 2006) (APÊNDICE II).

Análise dos dados

Foram construídos gráficos do tipo *Box-plot*, com valores de mediana, primeiro e terceiro quartis, outliers e extremos, representando a amplitude de variação da temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez e vazão para cada trecho estudado, durante o período amostral.

A riqueza absoluta foi dada através da identificação taxonômica dos peixes coletados, ordenados segundo Reis *et al.* (2003) e literatura atualizada. Foram mensurados o comprimento padrão e a biomassa dos exemplares.

A eficiência do inventário foi avaliada por meio do estimador de riqueza por extrapolação (“incidence-based coverage estimator”, ICE (Lee & Chao 1994), que possibilita o cálculo do fator de correção utilizando a incidência (frequência de ocorrência) de espécies raras e também através do “abundance-based coverage estimator”, ACE (Lee & Chao 1994), que possibilita o cálculo do fator de correção utilizando a abundância. Estes procedimentos foram realizados com o uso do pacote estatístico EstimateS 7, aplicando-se a opção de 50 aleatorizações (Colwell 1997). Também foi construída a curva do coletor para avaliar a eficiência do protocolo amostral.

Foi calculada a diversidade específica por meio dos índices de diversidade de Shannon, que atribui peso maior às espécies raras, e de Simpson, que reflete o grau de dominância na comunidade, atribuindo peso maior às espécies comuns

(Krebs 1998). A equitabilidade foi calculada pelo índice de Pielou. A constância de ocorrência das diferentes espécies foi determinada com base nas coletas bimestrais em que cada espécie ocorreu, seguindo Dajoz (1978).

Com o objetivo de analisar a estrutura quantitativa da ictiofauna nos diferentes córregos e em diferentes períodos amostrais foi construído um dendrograma de similaridade utilizando-se o coeficiente de Bray-Curtis por meio do método de agrupamento pela associação media “UPGMA” (Valentin 1995), no programa estatístico Biodiversity PRO.

A relação entre os descritores físicos do hábitat e a estrutura quantitativa da ictiocenose de cada córrego foi realizada através da análise de correspondência canônica (CCA), implementado no programa computacional CANOCO 4.5. A CCA permite representar simultaneamente a ordenação espacial de amostras, espécies e variáveis ambientais, que mostram como o ótimo da comunidade varia de acordo com o ambiente.

Cada trecho estudado foi classificado em quatro categorias (bom, regular, pobre e muito pobre) quanto à qualidade química da água, empregando o SWI (“stream water index”), e quanto à integridade física do hábitat, empregando o PHI (“physical habitat index”) (APÊNDICES II e III), ambos índices de natureza regionais, propostos por Casatti *et al.* (2006).

Tabela 1. Descritores físicos dos habitats avaliados nos córregos do Macaco, da Lagoa e do Machado: meso hábitats, tipo de substrato predominante, granulometria dominante no substrato, vegetação do entorno, uso da terra, variação da profundidade e da largura (metros), velocidade média dos trechos (m/s) e abundância de vegetação submersa, troncos, galhos e folheto submersos.

Descritores	Macaco	Lagoa	Machado
Meso-habitats	poço, corredor e corredeira	corredor e corredeira	poço, corredor e corredeira
Substrato	silte até laje	silte, areia e pedra	silte até laje
Granulometria predominante	areia	areia e cascalho	areia e pedra
Vegetação do entorno	gramíneas (Poaceae)	mata, pastagem e cana-de-açúcar	mata, pastagem e sorgo
Grau de estabilidade dos barrancos	solo exposto	mata, arbustos e raízes expostas	mata, arbustos e raízes expostas
Uso da terra	residencial e industrial	residencial e agropecuária	residencial e agropecuária
Variação profundidade (m)	0,12 – 0,50	0,27 – 0,68	0,11 – 0,76
Variação da largura (m)	3,1 – 5,9	1,2 – 2,9	1,2 – 5,8
Velocidade média (m/s)	31	20	12
Vegetação submersa*	c	b	c
Tronco, galhos e folheto submersos*	b	b	c
Substrato**	c	a	d

* abundância: a- ausentes, b- raros, c- presentes e d- abundantes.

** a - areia / silte ou silte ou argila ou rocha; b - areia / silte e argila ou areia / silte e rocha; c - areia / silte e cascalhos; d - areia / silte, cascalhos e rochas.

Tabela 2. Descritores físico-químicos da água: pH, temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, amônia, nitrato, ortofosfato, odor da água e óleos (presente ou ausente).

Descritores	Macaco	Lagoa	Machado
pH	6,4 - 7,8	6,1 - 7,2	6,2 - 6,9
Temp. água (°C)	17,4 - 25,2	19,6 - 27,3	21 - 24,8
O D (mg/l)	3,2 - 9,6	3,7 - 10,9	5,2 - 10,3
Condutividade (mS/cm)	57 - 110	37 - 75	15 - 21
Turbidez (NTU)	6 - 54	8 - 67	6 - 13
Amônia (mg/l)	0,001 - 0,009	<0,001 - 0,038	0,004
Nitrato (mg/l)	0,48 - 0,61	1 - 1,1	0,52 - 0,53
Ortofosfato (mg/l)	<0,01 - 0,1	0,1	<0,1 - 0,3
Odor	esgoto	normal	normal
Óleos	presente	ausente	ausente

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos três córregos foram registradas 31 espécies, pertencentes a seis ordens, 12 famílias, 28 gêneros (tabela 3), perfazendo um total de 2.285 exemplares e biomassa total de 8,677 kg (tabela 4). Das espécies coletadas, aproximadamente 41% pertencem à ordem Characiformes, 32% a Siluriformes, 13% a Perciformes, 6,5% a Cyprinodontiformes, 3,5% a Gymnotiformes e 3,5% a Synbranchiformes. As espécies mais abundantes em número de indivíduos foram *Poecilia reticulata* (24,7%), *Hypostomus nigromaculatus* (12,1%) e *Astyanax fasciatus* (11,8%); aquelas com maior biomassa foram *A. fasciatus* (24,8%), *A. altiparanae* (17,7%) e *H. nigromaculatus* (13,9%) (tabela 5).

Characidae e Loricariidae foram as famílias expressivamente mais abundantes, corroborando estudos realizados por Castro *et al.* (2003; 2004), Langeani *et al.* (2005) e também foram aquelas com maior biomassa (figura 8), como registrado por Castro *et al.* (2003; 2004). No entanto, apesar de Anostomidae apresentar baixa abundância, é uma das famílias com maior biomassa (tabela 5). Isso porque seu único representante, *Schizodon nasutus*, foi uma das poucas espécies de porte médio que ocorreram nos córregos estudados.

Estudando riachos urbanos no município de Maringá, Paraná, Cunico *et al.* (2006) encontraram baixa ocorrência de indivíduos da família Characidae. Diferentemente neste estudo, foi registrada alta ocorrência dessa família, principalmente no córrego do Macaco, a micro-bacia mais urbanizada.

A maior riqueza de espécies foi registrada no córrego do Macaco (25 espécies), seguida pelo córrego da Lagoa (17 espécies) e córrego do Machado (16 espécies). Das 31 espécies coletadas, *Poecilia reticulata* e *Tilapia rendalli* são espécies introduzidas (tabela 3), representando 9,7% da biomassa total (tabela 5), a primeira originária da América do Sul e Central (Wischnath 1993, Castro *et al.* 2003) e a última do continente africano (Agostinho & Julio Jr.,

1999, Berra 2001, Castro *et al.* 2003). Além disso, conforme mencionado previamente por Castro *et al.* (2004), não é possível precisar se as espécies *Hyphessobrycon eques*, descrita da bacia Amazônica e *Satanoperca pappaterra*, descrita do rio Guaporé, na bacia Amazônica são nativas ou introduzidas na bacia do Alto rio Paraná.

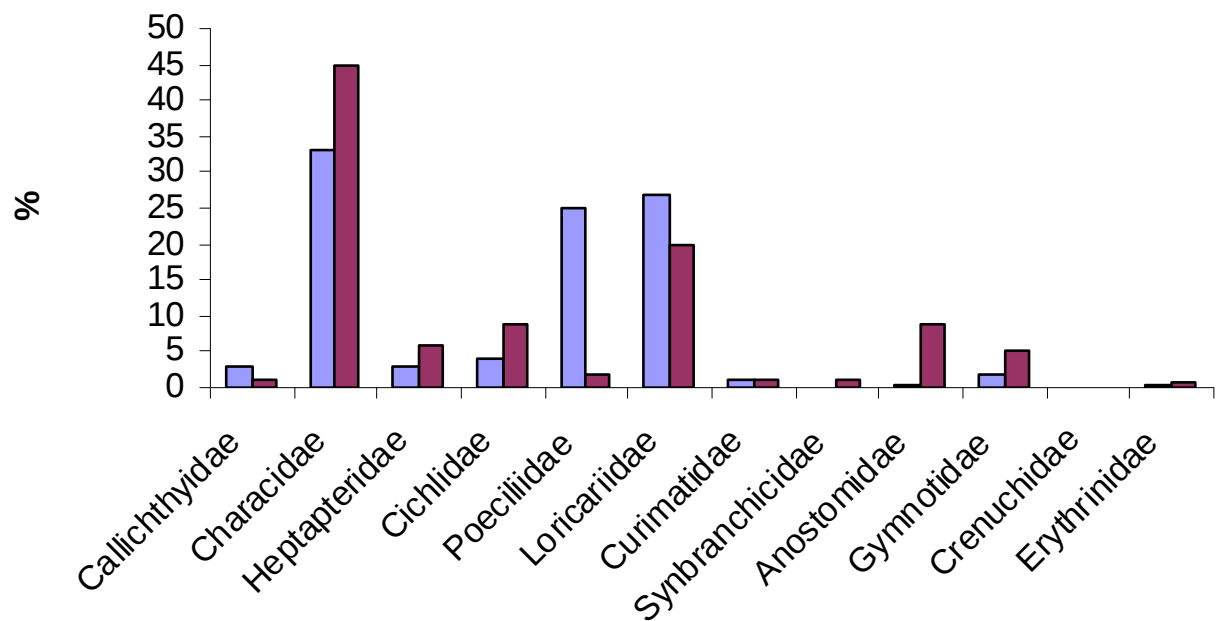


Figura 8. Proporção de espécies por família nos três córregos amostrados. Barras azuis mostram a abundância e as barras vermelhas mostram a biomassa.

Tabela 3. Lista taxonômica das espécies de peixes coletadas nos córregos do Macaco, da Lagoa e do Machado (com código das espécies entre parênteses), no período de abril de 2004 a fevereiro de 2005, município de São José do Rio Preto, SP.

Ordem Characiformes		
Família Erythrinidae		
	<i>Erythrinus erythrinus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	(eryteryt)
	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1974)	(hoplmala)
Família Characidae		
Incertae Sedis		
	<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000	(astyalti)
	<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	(astyfasc)
	<i>Hemigrammus marginatus</i> (Ellis, 1911)	(hemimarg)
	<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	(hypheque)
	<i>Oligosarcus pinto</i> Campos, 1945	(oligpint)
	<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1866	(piabarge)
Subfamília Cheirodontinae		
	<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	(serrnoto)
Família Crenuchidae		
	<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	(charzebr)
Família Curimatidae		
	<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)	(cyphmode)
	<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	(steinsc)
Família Anostomidae		
	<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	(schinasu)
Ordem Siluriformes		
Família Heptapteridae		
	<i>Cetopsorhamdia iheringi</i> Schubart & Gomes, 1959	(cetoither)
	<i>Imparfinis schubarti</i> (Gomes, 1956)	(impaschu)
	<i>Pimelodella avanhandavae</i> Eigenmann, 1917	(pimeavan)
	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	(rhamquele)
Família Callichthyidae		
Subfamília Corydoradinae		
	<i>Aspidoras fuscoguttatus</i> Nijssen & Isbrücker, 1976	(aspifusc)
	<i>Corydoras aeneus</i> (Gill, 1858)	(coryaene)
Família Loricariidae		
Subfamília Hypostominae		
	<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	(hypoanci)
	<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (Schubart, 1964)	(hyponigr)
	<i>Liposarcus anisitsi</i> (Eigenmann & Kennedy, 1903)	(lipoanci)
Subfamília Hypoptopomatinae		
	<i>Hisonotus francirochai</i> (Ihering, 1928)	(hisofran)
Ordem Gymnotiformes		
Família Gymnotidae		
	<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	(gymncara)

continuação →

Ordem Cyprinodontiformes		
Família Poeciliidae		
	<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	(phallcaud)
	<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	(poecreti)
Ordem Synbranchiformes		
Família Synbranchidae		
	<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	(synbmarm)
Ordem Perciformes		
Família Cichlidae		
	<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983	(cichpara)
	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	(geopbrasi)
	<i>Satanoperca papaterra</i> (Heckel, 1840)	(satapapa)
	<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)	(tilarend)

Tabela 4. Hierarquia fluvial (ordem), riqueza absoluta(S), abundância (N), biomassa em gramas (BM), Índices de diversidade, Shannon (H'), diversidade teórica máxima (H' max), Simpson (D) e equitabilidade (e) para os três córregos estudados.

Córrego	Ordem	S	N	BM	H'	H máx	D	e
Macaco	4	25	1478	5170,3	0,90	1,40	0,19	0,65
Lagoa	3	17	298	1923,5	0,93	1,23	0,16	0,75
Machado	2	16	509	1538,2	0,95	1,20	0,14	0,79
Total	-	31	2285	8677	-	-	-	-

Doze espécies foram comuns aos três córregos estudados: *Aspidoras fuscoguttatus*, *Astyanax altiparanae*, *A. fasciatus*, *Corydoras aeneus*, *Gymnotus carapo*, *Hoplias malabaricus*, *Hypostomus ancistroides*, *H. nigromaculatus*, *Oligosarcus pintoii*, *Piabina argentea* e *Rhamdia quelen* (tabela 5). Nove espécies foram exclusivas do córrego do Macaco: *Characidium zebra*, *Cichlasoma paranaense*, *Cyphocharax modestus*, *Hyphessobrycon eques*, *Liposarcus anisitsi*, *Schizodon nasutus*, *Steindachnerina insculpta*, *Synbranchus marmoratus* e *Tilapia rendalli* (tabela 5). Três espécies foram exclusivas do córrego da Lagoa: *Erythrinus erythrinus*, *Imparfinis schubarti* e *Serrapinnus notomelas* (tabela 5). Duas espécies foram exclusivas do córrego do Machado: *Hisonotus francirochai*, *Phalloceros caudimaculatus* (tabela 5).

Nos três córregos estudados, predominaram espécies de pequeno porte, sendo que apenas *Gymnotus carapo*, *Schizodon nasutus*, *Synbranchus marmoratus* e *Rhamdia quelen* apresentaram exemplares maiores que 15 cm de comprimento padrão, corroborando a hipótese de Castro (1999) que a predominância de peixes de porte pequeno é o único fator diagnóstico até o momento para a ictiofauna de riachos sul-americanos.

Tabela 5. Número total de indivíduos (N), amplitude do comprimento padrão (CP) em mm, e biomassa total (BM) em gramas dos peixes coletados nos três córregos amostrados.

Espécie	Macaco			Lagoa			Machado		
	N	CP	BM	N	CP	BM	N	CP	BM
<i>Aspidoras fuscoguttatus</i>	27	5,2-36,2	25,7	5	26,9-34,2	4,3	18	13,1-34,2	8,3
<i>Astyanax altiparanae</i>	151	14,2-91,3	889,9	59	26,6-94,7	458,4	17	52,6-96,4	194,7
<i>Astyanax fasciatus</i>	270	18,3-94,2	1364,5	84	43,2-105,4	724,3	4	78,9-105,2	61,3
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	5	42,8-73,4	13,4	1	20,3	66,7	-	-	-
<i>Characidium zebra</i>	3	30,2-36,6	1,3	-	-	-	-	-	-
<i>Cichlasoma paranaense</i>	1	42,8	3,6	-	-	-	-	-	-
<i>Corydoras aeneus</i>	5	32,4-47,2	18,3	12	32,2-47,6	32,9	2	31,6-31,7	3,3
<i>Cyphocara modetus</i>	3	21,4-27,4	1,3	-	-	-	-	-	-
<i>Erythrinus erythrinus</i>	-	-	-	3	69,8-84,3	33,7	-	-	-
<i>Geophagus brasiliensis</i>	12	26,2-122,4	149	-	-	-	21	17,6-139,4	399,5
<i>Gymnotus carapo</i>	10	62,1-202,2	110	26	57,4-204,2	283,2	5	70,5-164,1	21,1
<i>Hemigrammus marginatus</i>	-	-	-	1	32,2	0,7	-	-	-
<i>Hisonotus francirochai</i>	-	-	-	-	-	-	81	11,9-35,8	21,4
<i>Hoplias malabaricus</i>	4	52,7-62,8	12,9	1	98,8	15,7	1	63,5	43,9
<i>Hyphessobrycon eques</i>	1	31,2	0,7	-	-	-	-	-	-
<i>Hypostomus ancistroides</i>	36	8,7-90,6	156,8	48	13,3-109,8	124,8	72	11,9-101,1	154,6
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	145	13,7-94,3	731,9	11	16,2-84,6	74,9	108	15,3-103,4	405,2
<i>Imparfinis schubarti</i>	-	-	-	3	42,7-55,8	5,2	-	-	-
<i>Liposarcus anisitsi</i>	1	96,5	19,8	-	-	-	-	-	-
<i>Oligosarcus pintoii</i>	8	21,4-37,8	4,3	1	57	3,7	6	31,2-56,2	55,3
<i>Phallocheros caudimaculatus</i>	-	-	-	-	-	-	57	12,4-30,2	9,5
<i>Piabina argentea</i>	61	21,4-51,5	78,9	17	25,7-56,6	25,3	85	11,2-57,2	49,2
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	18	31,8-66,4	31,7	7	54,4-84,5	86,1	-	-	-
<i>Poecilia reticulata</i>	525	7,5-41,5	159,5	14	12,3-34,2	2,4	-	-	-
<i>Rhamdia quelen</i>	16	29,1-138,2	165,6	6	50,6-131,7	91,7	20	31,6-180,2	151,8
<i>Satanoperca pappaterra</i>	52	9,4-141,6	248,3	-	-	-	1	10,2	0,1
<i>Schizodon nasutus</i>	5	178,8-236,8	756,5	-	-	-	-	-	-
<i>Serrapinnus notomelas</i>	-	-	-	-	-	-	11	27,8-31,2	6,6
<i>Steindachnerina insculpta</i>	27	27,8-87,4	129,9	-	-	-	-	-	-
<i>Synbranchus marmoratus</i>	3	144,5-446,6	102,2	-	-	-	-	-	-
<i>Tilapia rendalli</i>	2	22,1-45,4	3,7	-	-	-	-	-	-

A curva de acumulação das espécies em função do número de amostras (figura 9), demonstrou que para os córregos do Macaco e do Machado foi

atingida a assíntota da curva. Já no córrego da Lagoa, apesar da curva apresentar uma tendência à estabilização, ainda seria necessário um esforço adicional para atingir a assíntota.

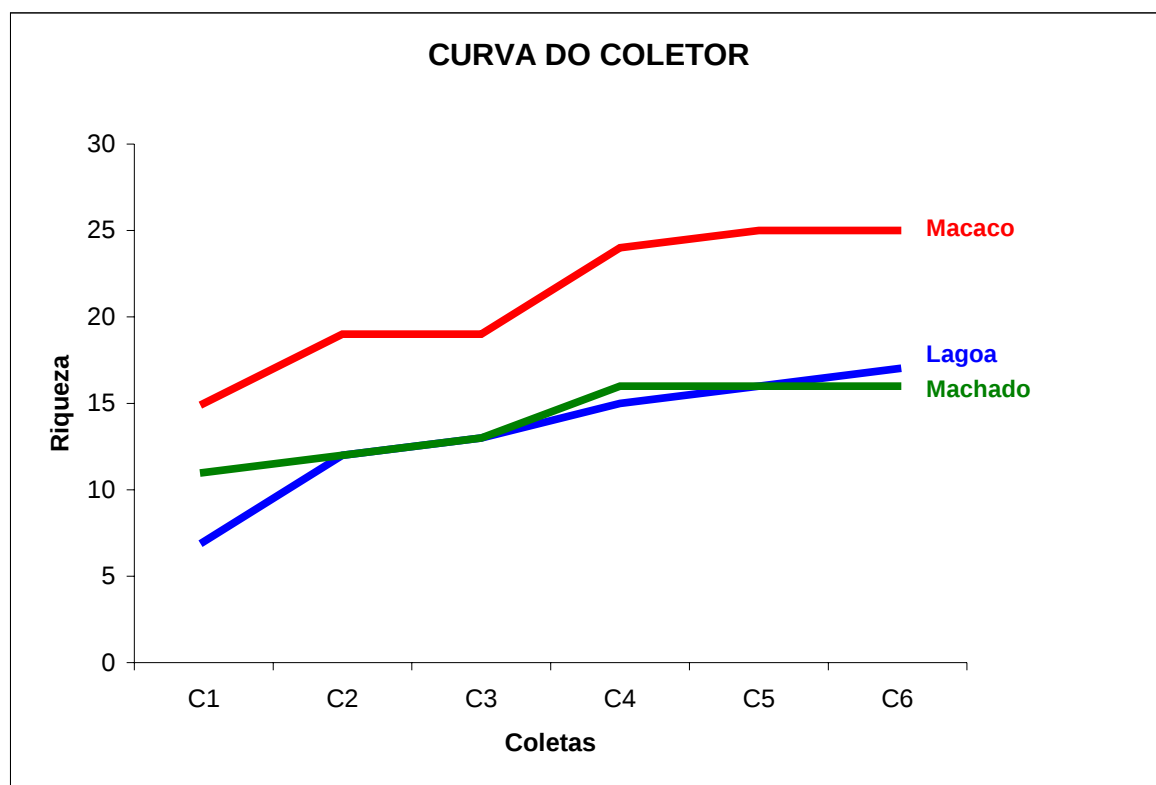


Figura 9. Curva do coletor para os três córregos amostrados no município de São José do Rio Preto, SP, construída com base em seis amostragens, realizadas no período de abril de 2004 a fevereiro de 2005.

A estimativa de riqueza por extrapolação (figura 10) pelo ICE indica um valor de 26 (vs. 25) para o córrego do Macaco, de 20 (vs. 17) para o córrego da Lagoa e 17 (vs. 16) para o córrego do Machado e pelo ACE indica um valor de 27 (vs. 25) para o Macaco, 20 (vs. 17) para o da Lagoa e 17 (vs. 16) para o do Machado. A extrapolação da riqueza pelo ICE indicou a possibilidade que mais três espécies sejam encontradas, além das coletadas, no córrego da Lagoa, enquanto que a amostragem do córrego do Macaco e do Machado indicou apenas mais uma.

Analisando material previamente coletado nesses três córregos estudados, depositado na coleção do Laboratório de Ictiologia (DZSJRP) do Departamento de Zoologia e Botânica do IBILCE/UNESP, *Campus* de São José Rio Preto, SP, de coletas fora do período de amostragem, em outros trechos e afluentes do córrego do Macaco e outros trechos córrego da Lagoa, com outros métodos de coleta (peneira, tarrafa e puçá), 11 espécies adicionais foram registradas no córrego do Macaco (*Cheirodon stenodon*, *Cyphocharax vanderi*, *Crenicichla britskii*, *Eigenmannia virescens*, *Hemigrammus marginatus*, *Hoplosternum littorale*, *Moenkhausia sanctaefilomenae*, *Oreochromis niloticus*, *Parodon nasus*, *Planaltina britskii* e *Serrapinnus heterodon*) e três no córrego da Lagoa (*Liposarcus anisitsi*, *Moenkhausia sanctaefilomenae* e *Synbranchus marmoratus*). O registro adicional destas espécies talvez possa ser explicado por uma amostragem mais representativa dos micro-habitats presentes em todas as sub-bacias do córrego do Macaco e do córrego da Lagoa, além da utilização de outros métodos de coleta.

Embora as áreas de drenagem dos córregos do Macaco, da Lagoa e do Machado estejam degradadas e os corpos de água sofram assoreamentos acentuados e constantes, a riqueza, ainda assim, é elevada (tabela 4) quando comparada a outros estudos realizados em pequenos corpos d'água do Alto Paraná. No ribeirão Tabajara, situado em área degradada, Uieda (1984) registrou 18 espécies. Castro & Casatti (1997), em um afluente direto do rio Pardo, situado em área preservada, registraram 19 espécies. Lemes & Garutti (2002), no córrego do Cedro, afluente do rio Preto, à montante do presente estudo, também situado em área degradada semelhante, registraram 21 espécies. Castro *et al.* (2003), em 17 córregos das bacias do rio Paranapanema, registraram entre 5 e 24 espécies por córrego. Castro *et al.* (2004), em 18 córregos das bacias do rio Turvo, rio Pardo e rio Sapucaí, registraram entre 3 e 26 espécies. Langeani *et al.* (2005) em um ribeirão de quinta ordem, afluente direto do rio Tietê, registraram 33 espécies. Vieira & Shibatta (2007), coletando em cinco trechos

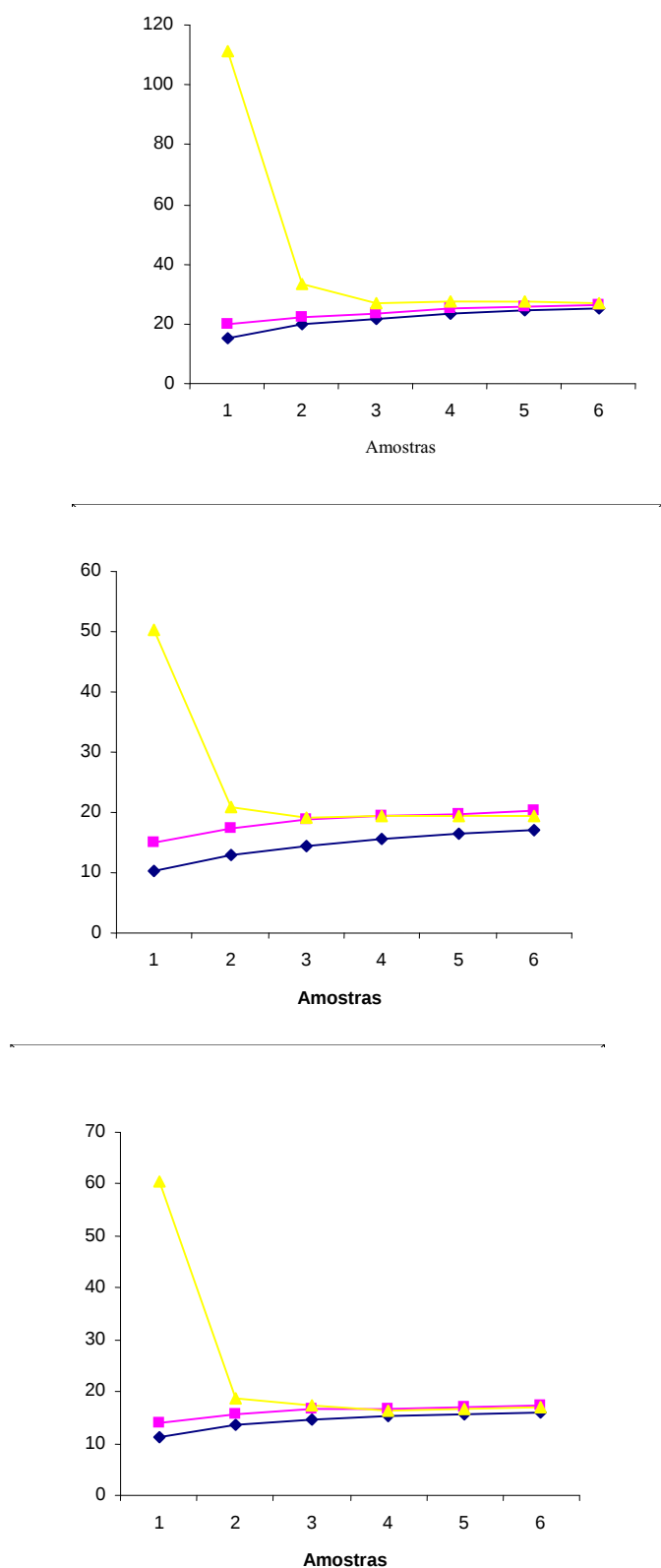


Figura 10. Riqueza de espécies de peixes observada (Sobs – em azul) e estimada através do índice “abundance-based Coverage Estimator” (ACE - rosa) e do “incidence-based Coverage Estimator” (ICE - amarelo), em seis coletas bimestrais. Acima: córrego do Macaco, ao centro: córrego da Lagoa e abaixo: córrego do Machado. O eixo y representa a riqueza.

de um riacho urbano de 3ª ordem, no município de Londrina, PR, coletaram apenas 13 espécies.

Segundo Lemes & Garutti (2002), a elevada riqueza ictiofaunística de cabeceiras de planalto em regiões degradadas, como o córrego por eles estudado, indica que as espécies estão adaptadas às constantes mudanças ambientais e exploram os recursos disponíveis de forma que sua manutenção é preservada. No entanto, não há inventários que relatem o histórico da ictiofauna, riqueza e aspectos ecológicos, dessas micro-bacias antes de terem sofrido ações antrópicas deletérias.

As riquezas e a dominância foram proporcionais à ordem do córrego, enquanto a diversidade e a equitabilidade foram inversamente proporcionais (tabela 4). Segundo Dajoz (1978), sobre a influência da heterogeneidade espacial diz que quanto mais complexo é o ambiente, mais diversificadas são as biocenoses. Nos três córregos estudados, a riqueza e a diversidade talvez estejam ligadas à heterogeneidade ambiental e ocorrência de micro-hábitats diversificados, uma hipótese que poderá ser testada em futuros trabalhos. Diversidade e equitabilidade menores no córrego do Macaco indicam que, apesar de apresentar a maior grandeza fluvial, mostrou elevada dominância influenciada pela elevada abundância de *Poecilia reticulata*, uma espécie exótica e generalista, especialmente bem-sucedida em ambientes com influência urbana, tal como o trecho aqui estudado.

Os três córregos estudados apresentam alta dominância de poucas espécies e ocorrência de muitas espécies raras (figura 11) e enquadram-se ao modelo *log-series*, que pode refletir um estágio intermediário de degradação ambiental. Situações semelhantes, em áreas próximas, são relatadas por Langeani *et al.* (2005) para um ribeirão de quinta ordem e Ferreira & Casatti (2006) para trechos de 2ª, 3ª e 4ª ordens de um mesmo córrego, o que pode indicar um padrão geral para a região. Contudo, no córrego do Machado apesar da menor riqueza, a distribuição da abundância das espécies é mais uniforme, o

que pode indicar um grau proporcionalmente menor de degradação, o que é reforçada pela presença de espécies mais sensíveis a alterações ambientais, tais como *Hisonotus francirochai* e *Phalloceros caudimaculatus*, não registradas nos córregos do Macaco e da Lagoa.

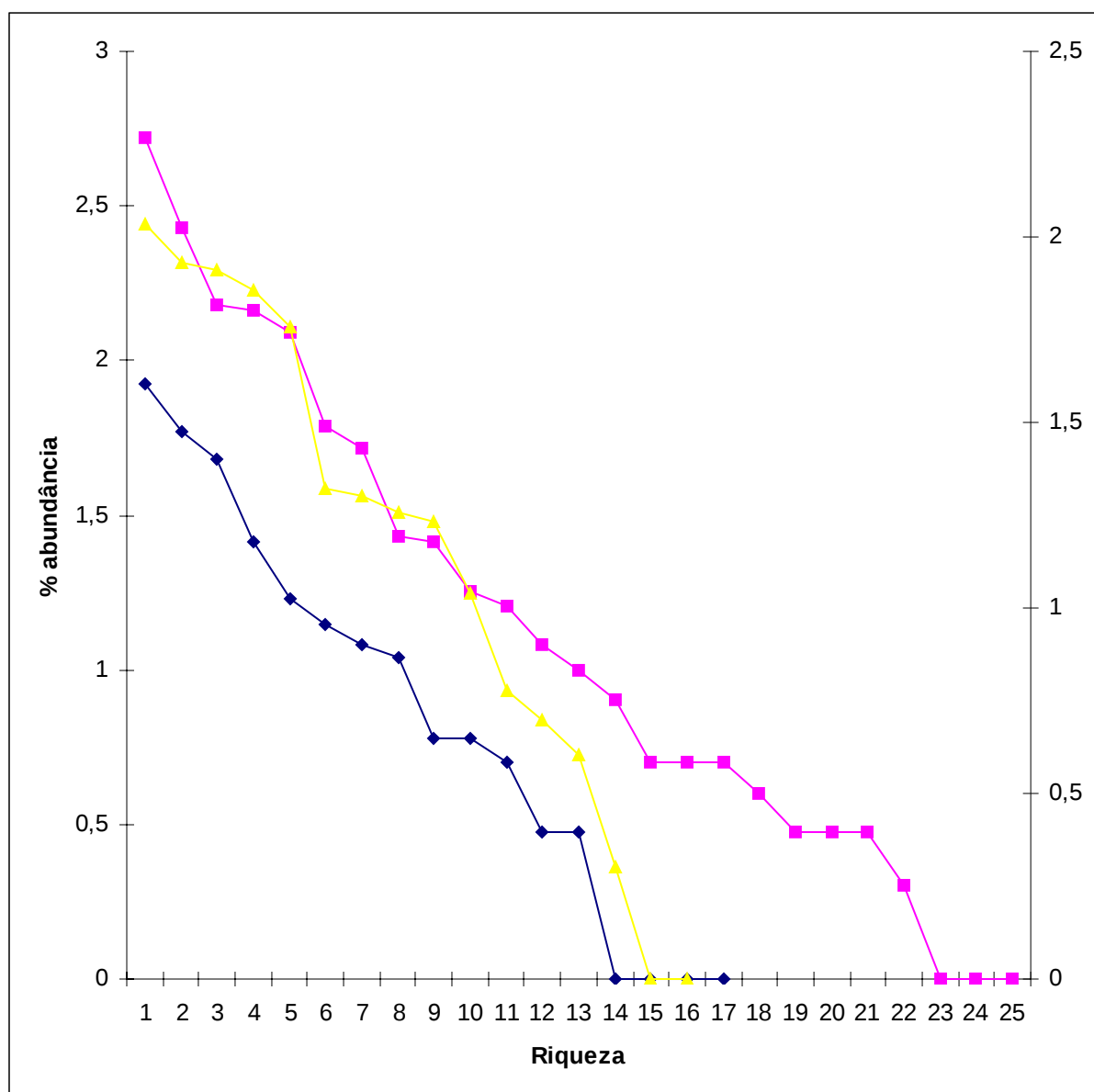


Figura 11. Curva de importância de espécies para os três córregos estudados no período de abril de 2004 a fevereiro de 2005, no município de São José do Rio Preto, SP. Córrego do Macaco (lilás), córrego da Lagoa (azul) e córrego do Machado (amarelo).

A frequência de ocorrência das espécies (figuras 12, 13 e 14) variou de córrego para córrego, mostrando uma condição já relatada por outros autores previamente (Uieda 1984, Garutti 1988, Araújo 1996, Castro 1997, Castro & Casatti 1997, Pavanelli & Caramaschi 1997, Smith *et al.* 1997, Lemes & Garutti 2002) e provavelmente sugerindo que sua composição seja uma característica intrínseca do córrego, retratando o histórico de alterações de sua micro-bacia e o momento pontual do estudo.

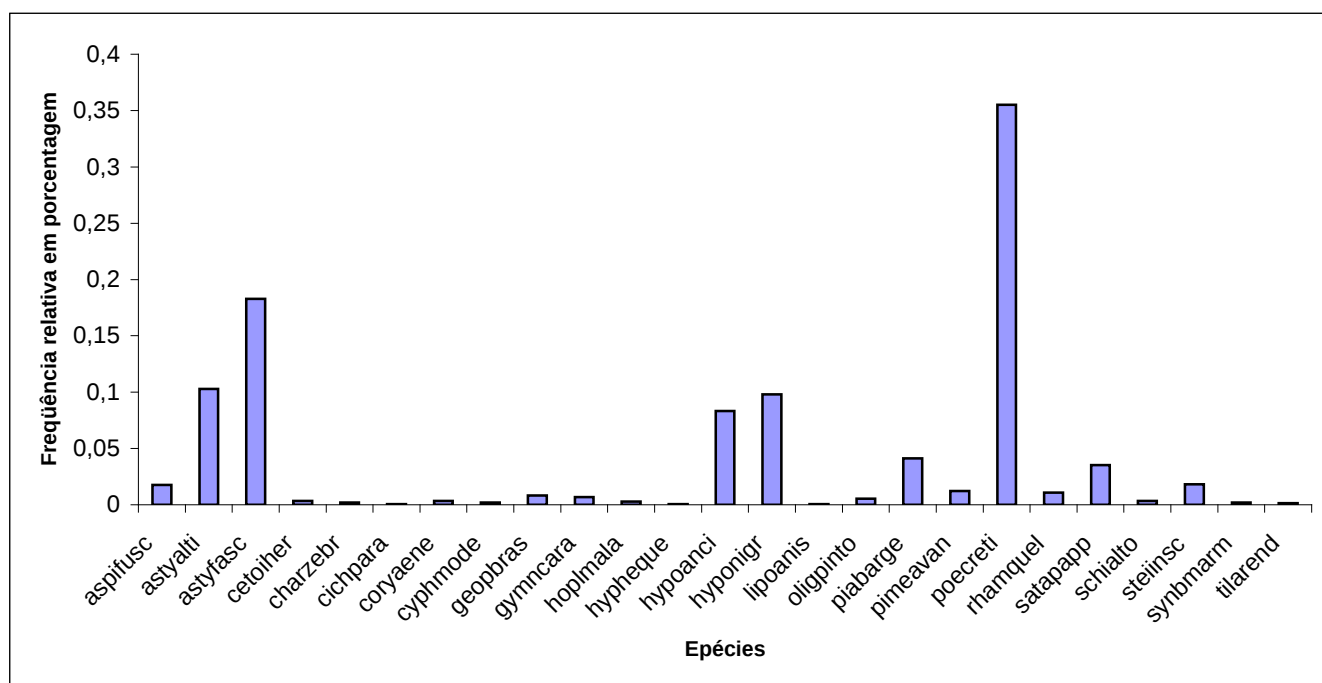


Figura 12. Frequência de ocorrência das espécies para o córrego do Macaco amostrados no município de São José do Rio Preto, SP, construída com base em seis amostragens, realizadas no período de abril de 2004 a fevereiro de 2005.

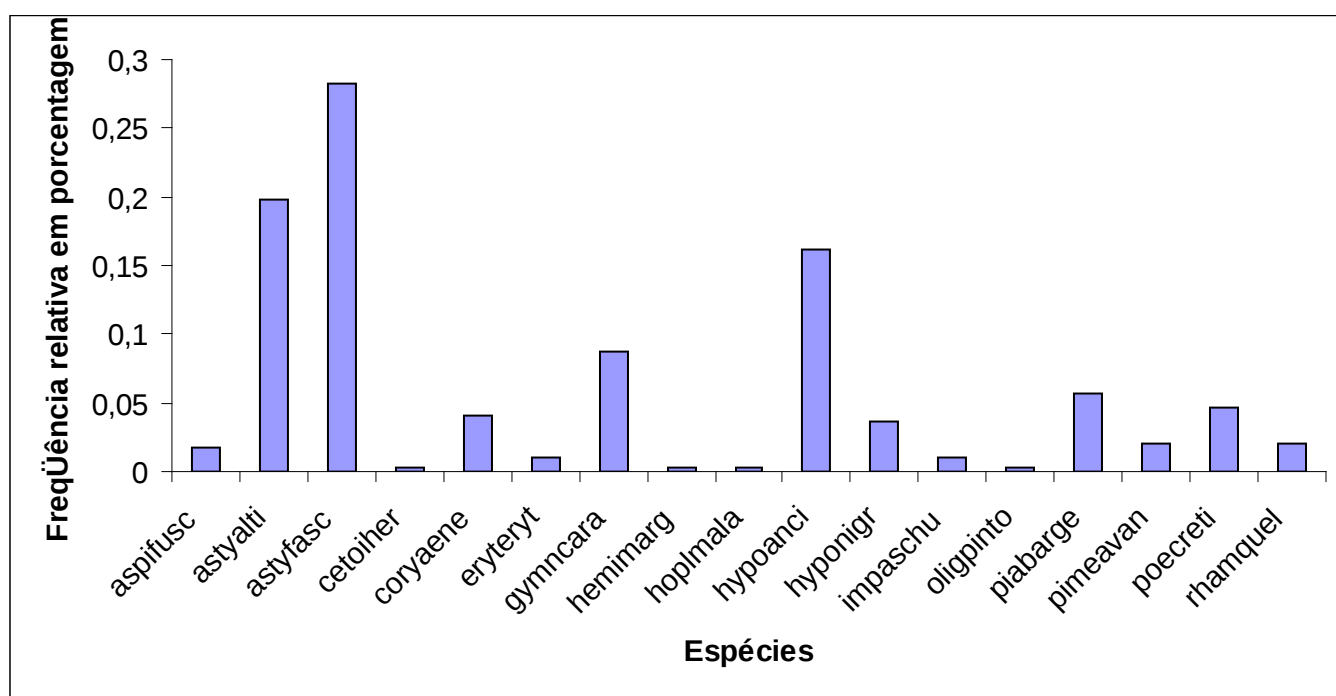


Figura 13. Frequência de ocorrência das espécies para o córrego da Lagoa amostrados no município de São José do Rio Preto, SP, construída com base em seis amostragens, realizadas no período de abril de 2004 a fevereiro de 2005.

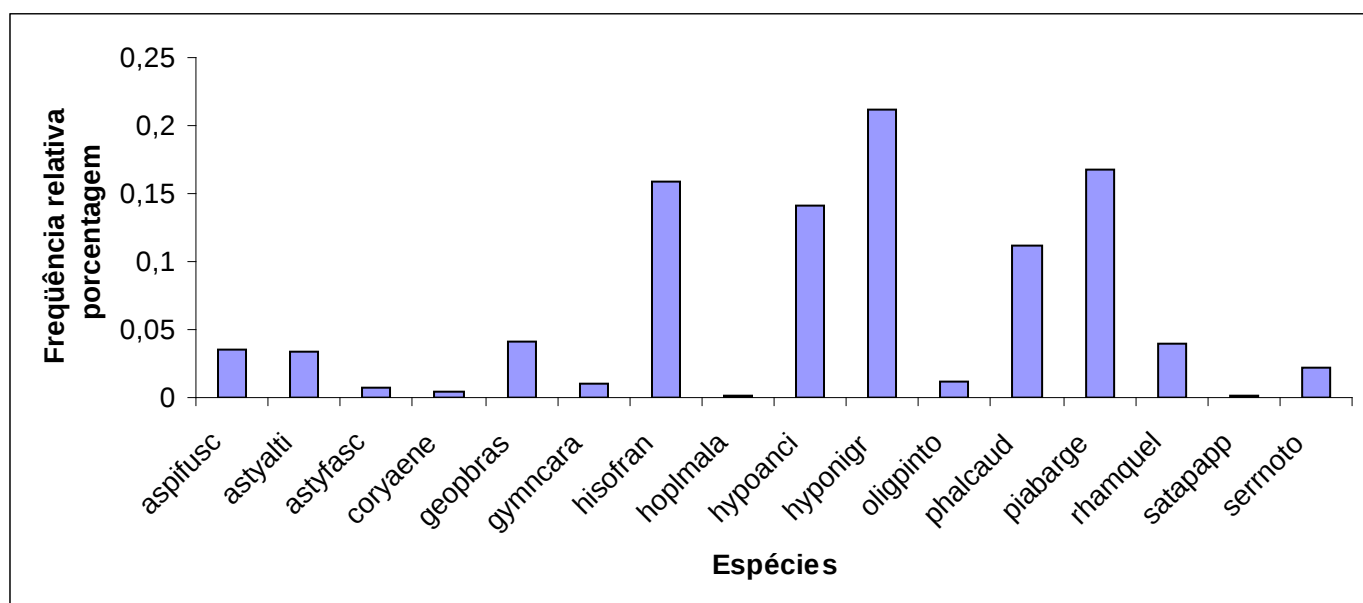


Figura 14. Frequência de ocorrência das espécies para o córrego do Machado amostrados no município de São José do Rio Preto, SP, construída com base em seis amostragens, realizadas no período de abril de 2004 a fevereiro de 2005.

A categoria de constância de uma determinada espécie pode ser muito diferente entre um córrego e outro (Lemes & Garutti 2002). Cerca de 52% das espécies foram constantes no córrego do Macaco, 47% no córrego da Lagoa e 62% no córrego do Machado. As acessórias somaram 36% no córrego Macaco, 29% no córrego da Lagoa e 25% no córrego do Machado. Já as acidentais somaram 12% no córrego do Macaco, 24% no córrego da Lagoa e 13% no córrego do Machado (figura 15).

A espécie *Corydoras aeneus* foi acessória nos córregos do Macaco e Machado e constante no córrego da Lagoa. *Hoplias malabaricus* foi acidental nos córregos da Lagoa e do Machado e acessória no córrego do Macaco. *Oligosarcus pinto*i foi acessória no córrego do Macaco e acidental no córrego da Lagoa. *Gymnotus carapo* foi constante no córrego do Macaco e acessória no córrego do Machado, como ocorreu no córrego do Cedro (Lemes & Garutti 2002). *Rhamdia quelen* foi constante nos córregos do Macaco e do Machado e acessória no córrego da Lagoa, como ocorreu no córrego do Cedro (Lemes & Garutti 2002).

Outros estudos sobre constância de ocorrência para a bacia do alto Paraná (Uieda 1984, Pavanelli & Caramaschi 1997, Lemes & Garutti 2002), encontraram resultados parecidos com o deste trabalho. Nos três córregos estudados, cinco espécies, de modo geral pouco exigentes quanto à qualidade ambiental, foram constantes (tabela 6). Tal resultado expressa um padrão registrado em outros cursos d'água, por outros autores: *Astyanax altiparanae* (Uieda 1984, Garutti 1988, Pavanelli & Caramaschi 1997), *A. fasciatus*, *Piabina argentea* (Garutti 1988, Lemes e Garutti 2002), *Hypostomus ancistroides* (Uieda 1984, Lemes e Garutti 2002).

Tabela 6. Constância das espécies coletadas nos três córregos amostrados. Const. = constância, Cat.= categoria, C.= constante (> 50 %), ACE.= acessória (25< e <50) e ACI.= acidental. (< 25).

Espécies	Macaco		Lagoa		Machado	
	Const.	Cat.	Const.	Cat.	Const.	Cat.
<i>Aspidoras fuscoguttatus</i>	83,3	C	33,3	ACE	100	C
<i>Astyanax altiparanae</i>	100	C	100	C	66,7	C
<i>Astyanax fasciatus</i>	100	C	100	C	66,7	C
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	66,7	C	16,7	ACI	-	-
<i>Characidium zebra</i>	33,3	ACE	-	-	-	-
<i>Cichlasoma paranaense</i>	16,7	ACI	-	-	-	-
<i>Corydoras aeneus</i>	33,3	ACE	83,3	C	33,3	ACE
<i>Cyphocharax modestus</i>	33,3	ACE	-	-	-	-
<i>Erythrinus erythrinus</i>	-	-	33,3	ACE	-	-
<i>Geophagus brasiliensis</i>	83,3	C	-	-	67,7	C
<i>Gymnotus carapo</i>	83,3	C	100	C	50	ACE
<i>Hemigrammus marginatus</i>	-	-	16,7	ACI	-	-
<i>Hisonotus francirochai</i>	-	-	-	-	100	C
<i>Hoplias malabaricus</i>	50	ACE	16,7	ACI	16,7	ACI
<i>Hyphessobrycon eques</i>	16,7	ACI	-	-	-	-
<i>Hypostomus ancistroides</i>	100	C	100	C	100	C
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	83,3	C	66,7	C	100	C
<i>Imparfinis schubarti</i>	-	-	50	ACE	-	-
<i>Liposarcus anisitsi</i>	16,7	ACE	-	-	-	-
<i>Oligosarcus pintoii</i>	33,3	ACE	16,7	ACI	50	ACE
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	-	-	-	-	100	C
<i>Piabina argentea</i>	100	C	100	C	100	C
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	50	ACE	50	ACE	-	-
<i>Poecilia reticulata</i>	100	C	83,3	C	-	-
<i>Rhamdia quelen</i>	83,3	C	50	ACE	100	C
<i>Satanoperca pappaterra</i>	83,3	C	-	-	16,7	ACI
<i>Schizodon nasutus</i>	50	ACE	-	-	-	-
<i>Serrapinnus notomelas</i>	-	-	-	-	50	ACE
<i>Steindachnerina insculpta</i>	83,3	C	-	-	-	-
<i>Synbranchus marmoratus</i>	33,3	ACE	-	-	-	-
<i>Tilapia rendalli</i>	16,7	ACI	-	-	-	-

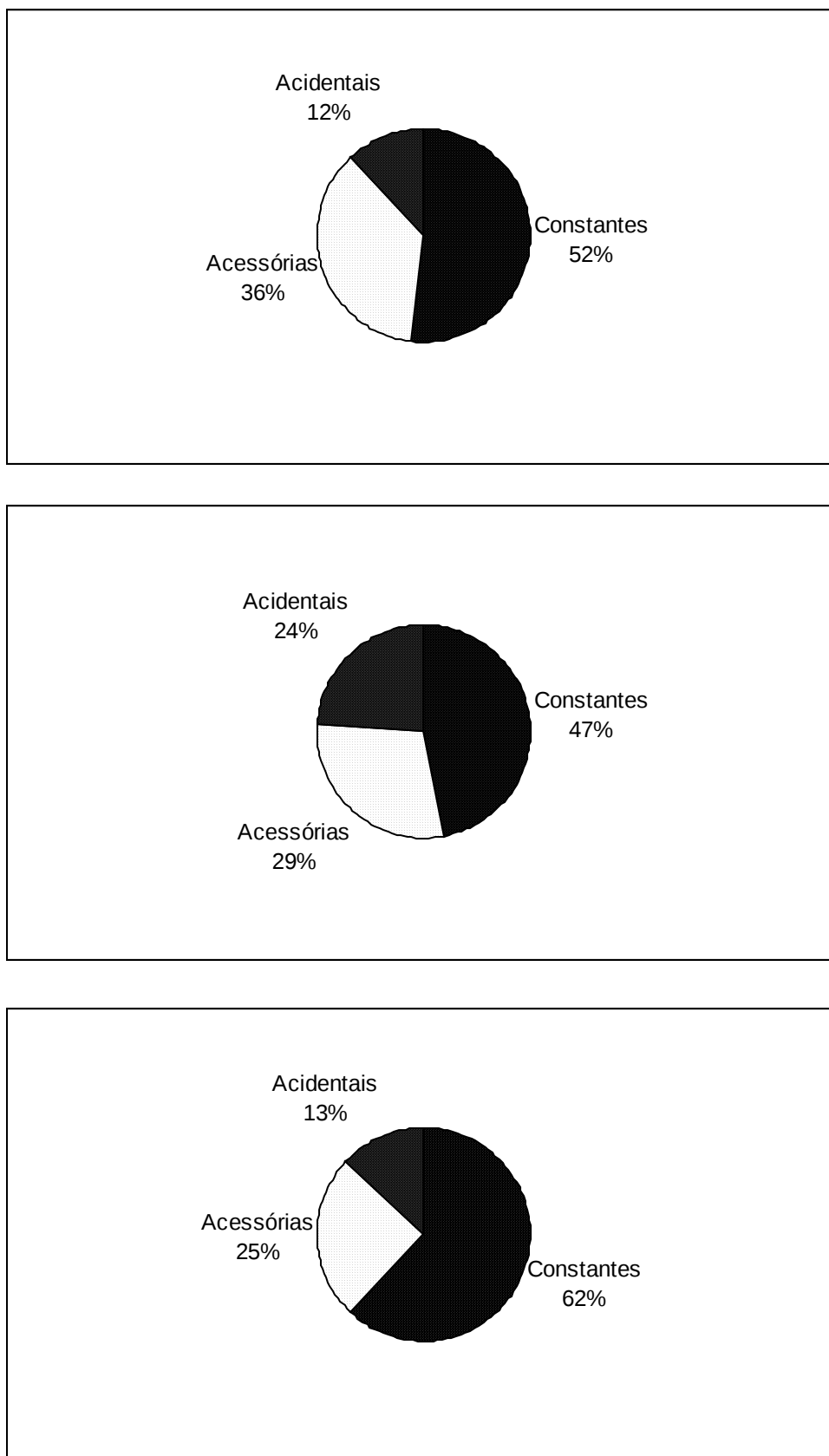


Figura 15. Constância de ocorrência das espécies nos três córregos amostrados no período de abril de 2004 a fevereiro de 2005, no município de São José do Rio Preto, SP. Acima: córrego do Macaco, ao centro: córrego da Lagoa e abaixo: córrego do Machado.

Langeani *et al.* (2005) relataram que comumente as espécies com maior constância de ocorrência são também as mais abundantes. Esse panorama também foi observado nos dos córregos aqui estudados, notadamente para: *Poecilia reticulata*, *Astyanax altiparanae*, *A. fasciatus* e *H. nigromaculatus* no córrego do Macaco; *Astyanax altiparanae*, *A. fasciatus*, *Hypostomus ancistroides* e *Gymnotus carapo* no córrego da Lagoa; *H. nigromaculatus*, *Hypostomus ancistroides*, *Piabina argentea*, *Phalloceros caudimaculatus* e *Hisonotus francirochai* no córrego do Machado (tabela 6).

Os córregos do Macaco (figura 16 e 17) e da Lagoa (figura 18 e 19) apresentaram alta dominância de algumas espécies em relação à contribuição em abundância e biomassa, principalmente para as espécies *Astyanax fasciatus* e *A. altiparanae*. A espécie *Schizodon nasutus* foi a terceira com maior biomassa no córrego do Macaco, devido à característica da espécie, com corpo de porte maior (comprimento padrão entre 178,8-236,8 mm).

No córrego do Machado (figuras 20 e 21) também se constatou alta dominância, no entanto, com distribuição mais uniforme e dominância de outras espécies, diferentemente dos outros dois córregos, como por exemplo, *Hypostomus nigromaculatus* (abundância e biomassa) e *Geophagus brasiliensis* (biomassa). Nesse caso, a alta abundância de *H. nigramaculatus* pode ser explicada pela predominância de substrato rochoso, resultado semelhante ao encontrado por Ferreira & Casatti (2006). Dentro do grupo de dominantes em relação à abundância estão duas espécies que só ocorreram nesse córrego: *Hisonotus francirochai* e *Phalloceros caudimaculatus*.

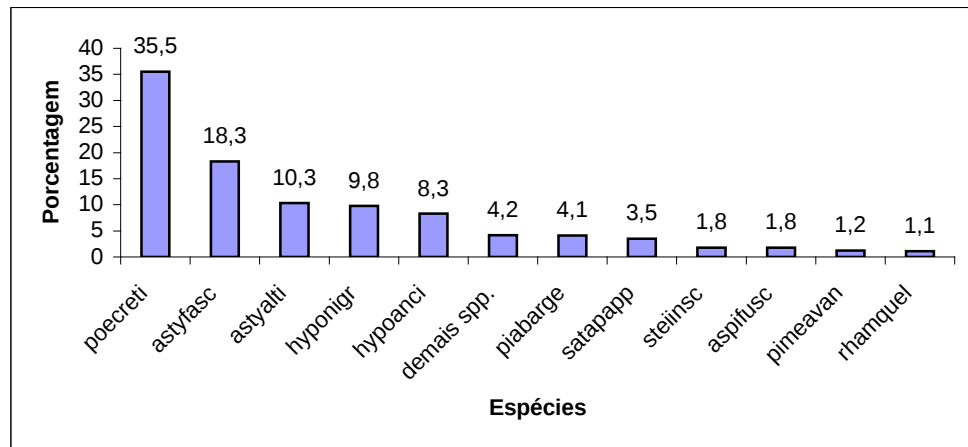


Figura 16. Contribuição das espécies em relação à abundância para o córrego do Macaco.

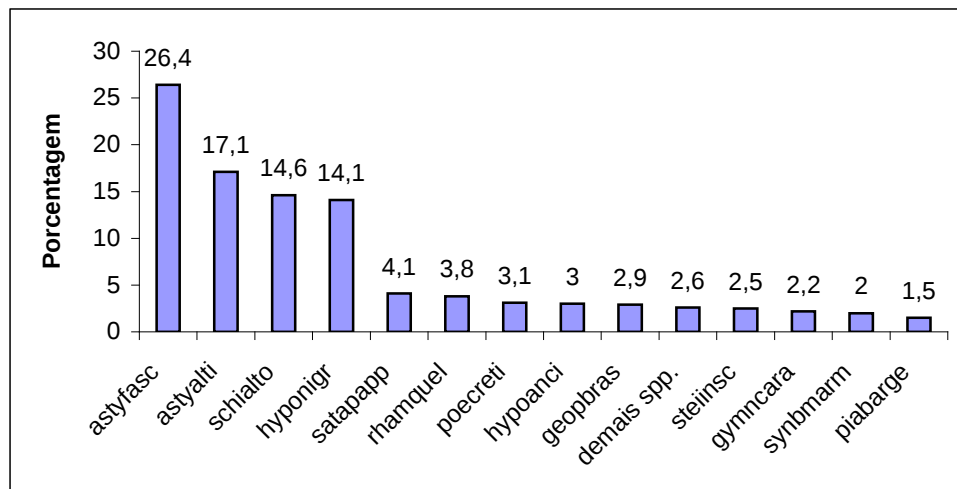


Figura 17. Contribuição das espécies em relação à biomassa para o córrego do Macaco.

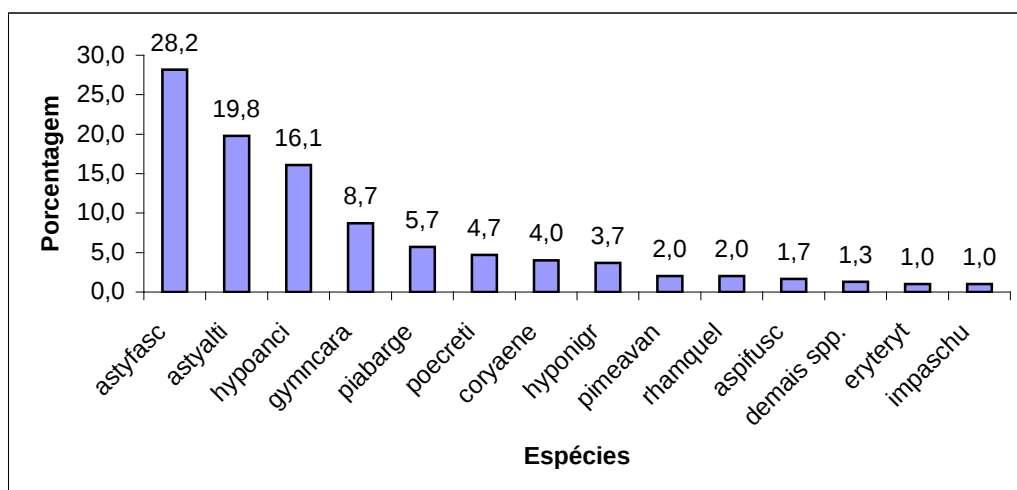


Figura 18. Contribuição das espécies em relação à abundância para o córrego da Lagoa .

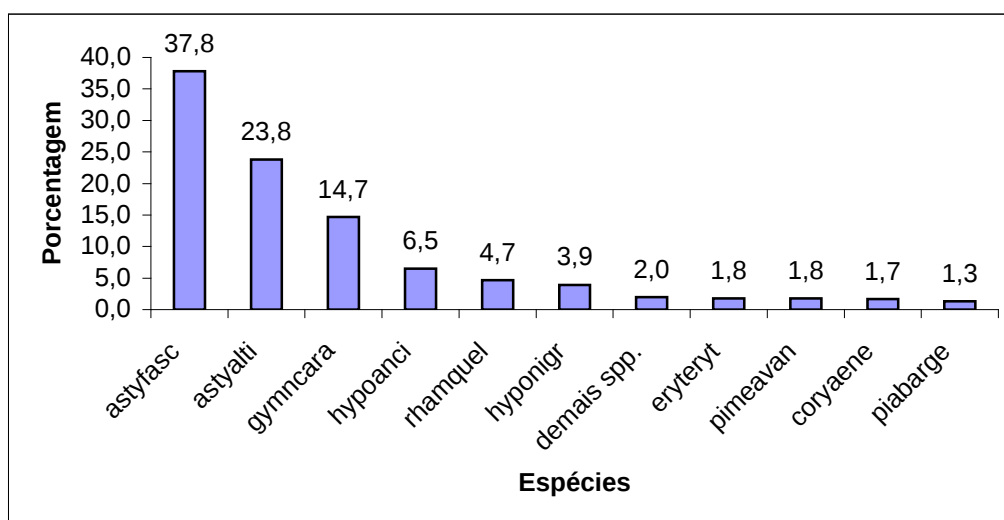


Figura 19. Contribuição das espécies em relação à biomassa para o córrego da Lagoa.

A ocorrência e dominância *H. francirochai* e *P. caudimaculatus* pode ser explicada pela presença de micro-habitats propícios para cada uma dessas espécies, substrato rochoso e correnteza para primeira (comportamento observado particularmente para esse córrego, pois a literatura cita preferência por fixar e “raspar” vegetação presentes nas margens e não o substrato rochoso,

como aqui observado) e remansos para segunda. Também ser um indicativo que o córrego seja o menos degradado, reforçada pela ocorrência de *H. francirochai* somente nesse córrego com a predominância desse tipo de substrato.

A espécie *Poecilia reticulata* teve a expressiva abundância para o córrego do Macaco, representando mais de um terço dos exemplares (525) em relação às outras espécies (figura 16). Também no córrego da Lagoa, embora com abundância bem menor. No Machado foi substituída por *P. caudimaculatus*, que não ocorre em nenhum dos outros dois. Esse fato, talvez, indicaria maior integridade no córrego do Machado. Casatti *et al.* (2006) concluíram que os valores de constância de ocorrência e alta dominância, encontrados para a espécie exótica *Poecilia reticulata* refletiu na qualidade do habitat. Lemes & Garutti (2002) e Cunico *et al.* (2006) relataram a permanência dessa espécie mesmo com a presença de óleos na água, evidenciando sua grande plasticidade perante drásticas alterações ambientais.

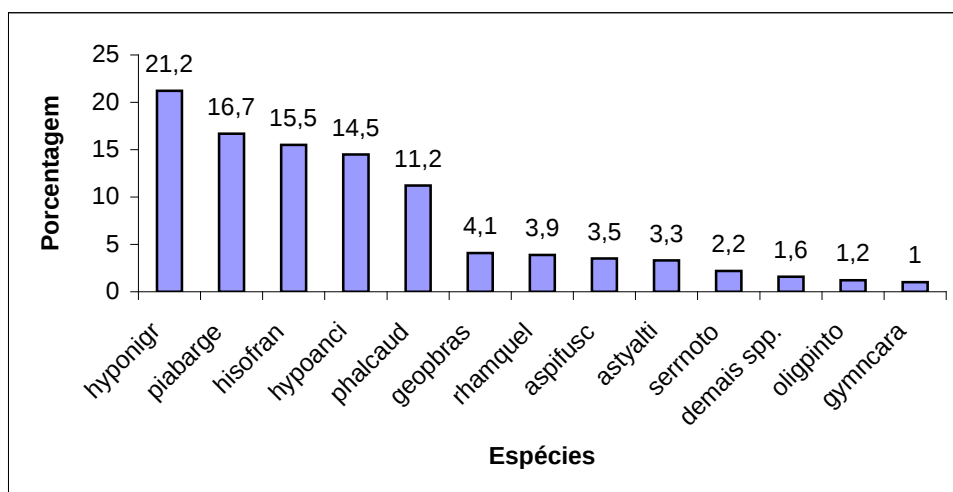


Figura 20. Contribuição das espécies em relação à abundância para o córrego do Machado.

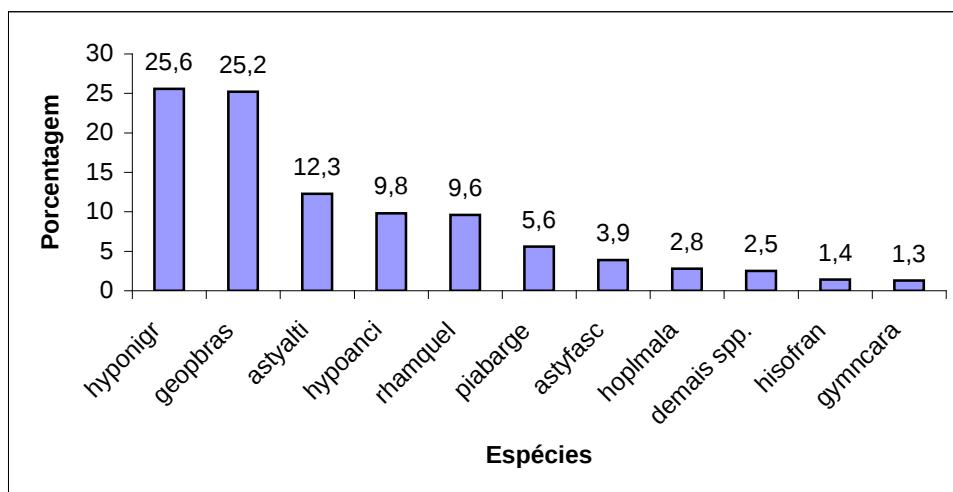


Figura 21. Contribuição das espécies em relação à biomassa para o córrego do Machado.

A estrutura quantitativa da ictiofauna evidencia que a estrutura do habitat é mais importante que a sazonalidade, uma vez que os agrupamentos formados não refletem as amostragem de acordo com o período do ano (seco ou chuvoso), mas sim os riachos e a proximidade das micro-bacias (figura 22). Esse fato pode estar relacionado também com as possíveis barreiras (física e química) existentes entre as micro-bacias do Macaco e Lagoa com a do Machado. Além da existência de represamento de uma parte dessa ligação (três lagos artificiais), ocorre o constante despejo de boa parte do esgoto “in natura” produzido pelos municípios de São José do Rio Preto e Mirassol. Esse despejo pode dificultar o deslocamento, sobrevivência e reprodução da maioria das espécies coletadas nesse estudo. Não foram realizadas coletas nesse trecho de ligação que abrange trechos do rio Preto e o córrego Piedade, porém, em visitas ao local, visualizei apenas a presença de *Tilapia rendalli*, *Liposarcus anisitsi* e *Callichthys callichthys*. A presença destas três espécies, particularmente as duas últimas, que têm respiração aérea acessória, evidencia a provável existência de barreira, principalmente química desse trecho de comunicação entre a micro-bacias.

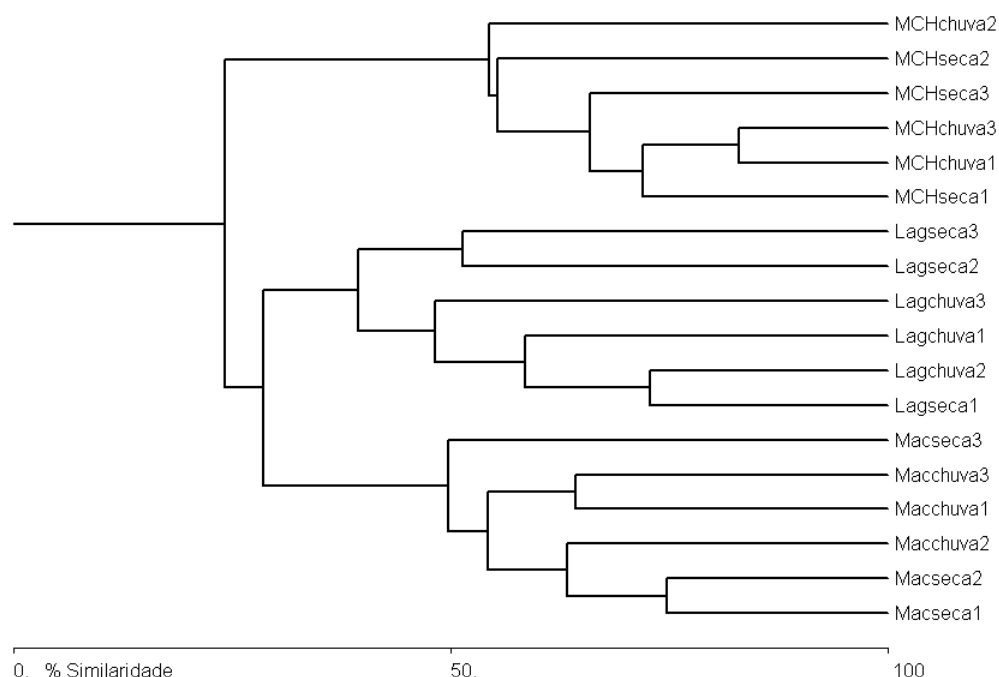


Figura 22. Dendrograma de similaridade utilizando-se o coeficiente de Bray-Curtis e agrupamento por UPGMA para os três córregos estudados.

A vazão foi o descritor ambiental que explicou a maior proporção da estrutura quantitativa da ictiofauna do córrego do Macaco (figura 23), e esteve associado, principalmente ao aparecimento das espécies *Schizodon nasutus* e *Synbranchus marmoratus* na estação chuvosa, provavelmente, por essa primeira espécie apresentar comportamento de migração e por suas características corpóreas (porte médio) e a segunda, o comportamento de estivação. A elevada e rápida variação da vazão e conseqüentemente do nível da água após chuvas acentuadas na área de drenagem da micro-bacia parece ser uma característica peculiar de pequenos córregos e, no presente estudo, foi notadamente marcante no córrego do Macaco (figura 24). Esse evento provoca variações morfoestruturais no ambiente, aparecimento e desaparecimento de micro-habitats, evidenciando áreas de esconderijo, forragimento, carreamento e disponibilização de alimento alóctone, além da formação de remansos em áreas

marginais utilizadas para permanência temporária de algumas espécies. Essa variação, em áreas urbanizadas é agravada pela maior impermeabilização e lixiviação do solo; condutividade – os valores encontrados desse descritor estão próximos aos encontrados em riachos de condição referência (Casatti *et al.* 2006) e sua importância demonstrada no gráfico pode estar relacionada com a maior eficiência do método de coleta aplicado (pesca elétrica) em áreas com maior condutividade e não com a biologia e estruturação dos peixes.

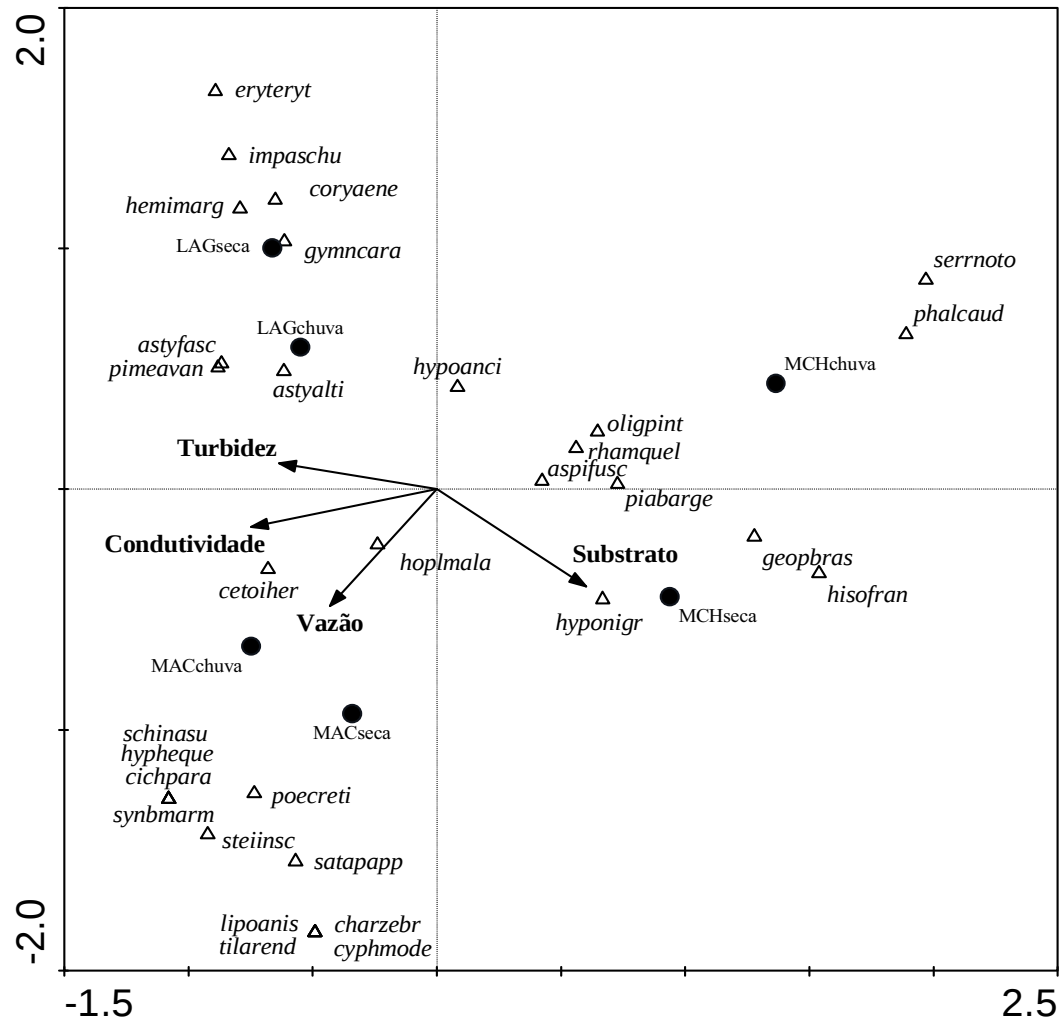
O substrato foi o descritor que melhor explicou a abundância de *Hypostomus nigromaculatus* no córrego do Machado (figura 24). Resultado semelhante foi registrado por Ferreira & Casatti (2006).

Além de demonstrar boa qualidade estrutural do hábitat (tabela 7), o córrego do Machado apresentou os maiores valores de oxigênio dissolvido e os menores valores de turbidez, condutividade, pH e temperatura (figura 25), indicando pouca perturbação de natureza química, sendo classificado como “bom” nos dois períodos de amostragem (tabelas 8 e 9).

O nitrato geralmente ocorre em concentrações-traço em águas superficiais e é encontrado em quantidade maiores no esgoto doméstico fresco. Consiste em nutriente essencial para organismos autótrofos fotossintetizantes, podendo, em alguns casos, atuar como elemento limitante à produtividade do ecossistema.

O fósforo ocorre em águas naturais nas formas de fosfatos condensados e ortofosfatos, sendo encontrados em solução, partículas, detritos e constituindo os organismos. Os ortofosfatos são, ainda, largamente utilizados na agricultura e são geralmente carregados para águas superficiais por ação da água da chuva. Esses parâmetros encontram-se dentro dos padrões dos protocolos aplicados pelo laboratório de análises e do protocolo apresentado por Casatti *et al.* (2006).

Não há uma homogeneidade em relação aos parâmetros analisados em estudos sobre a qualidade da água. De maneira geral, os parâmetros utilizados são escolhidos de forma a contemplar os impactos mais relevantes nos corpos d'água estudados.



Marginal Effects

Variable	Var.N	Lambda1
cond	1	0.45
substr	4	0.37
turb	2	0.36
vaz	3	0.29

Conditional Effects

Variable	Var.N	LambdaA	P	F
cond	1	0.45	0.028	2.86
substr	4	0.25	0.052	1.94
vaz	3	0.15	0.292	1.43
turb	2	0.12	0.492	1.09

Figura 23. Diagrama de dispersão mostrando os resultados da análise de correspondência canônica para os três córregos estudados. Os círculos representam os locais amostrados, as espécies estão representadas pelos triângulos e os descritores pelas setas.

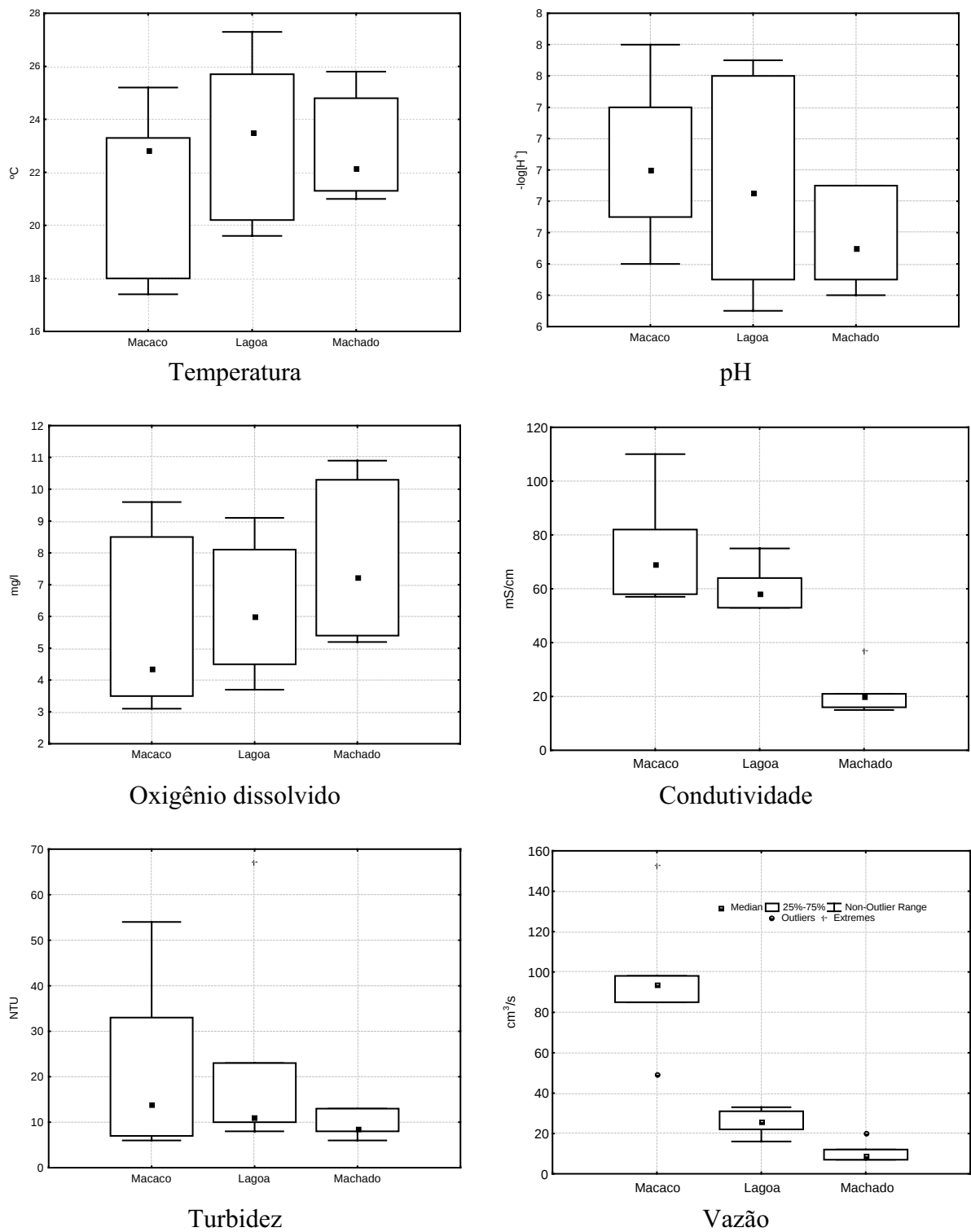


Figura 24. Representações gráficas dos valores de mediana, primeiro e terceiro quartil, outliers e extremos de seis descritores ambientais dos riachos estudados.

Tabela 7. Escores do PHI (“physical habitat index”) obtidos para os três córregos estudados, seguindo protocolo apresentado por Casatti *et al.* (2006).

PARÂMETROS	Córregos		
	Macaco	Lagoa	Machado
Estabilidade do substrato	7	10	14
Variabilidade de velocidade e profundidade	11	7	13
Estabilidade de fluxo	8	10	12
Grau de deposição no fundo	5	8	13
Combinação de poços-corredores-corredeiras	7	4	12
Alteração do canal	10	15	16
Cobertura marginal	2	14	12
Estabilidade vegetativa dos barrancos	4	12	10
Estabilidade dos barrancos	4	10	14
TOTAL	58	90	116
CATEGORIA	Pobre	Pobre	Regular

Tabela 8. Escores do SWI (“stream water index”) obtidos na estação seca (agosto) para os três córregos estudados, seguindo protocolo apresentado por Casatti *et al.* (2006).

PARÂMETROS	Córregos		
	Macaco	Lagoa	Machado
Oxigênio dissolvido	4	4	4
Condutividade	3	3	4
pH	4	4	4
Turbidez	4	4	4
Nitrato	4	3	4
Amônia	4	3	4
Ortofosfato	4	3	3
Odor	1	4	4
Óleos	1	4	4
TOTAL	29	32	35
CATEGORIAS	Regular	Bom	Bom

Tabela 9. Escores do SWI (“stream water index”) obtidos na estação chuvosa (fevereiro) para os três córregos estudados, seguindo protocolo apresentado por Casatti *et al.* (2006).

PARÂMETROS	Córregos		
	Macaco	Lagoa	Machado
Oxigênio dissolvido	1	2	3
Condutividade	3	3	4
pH	4	4	4
Turbidez	4	4	4
Nitrato	4	4	4
Amônia	4	4	4
Ortofosfato	3	3	3
Odor	1	4	4
Óleos	1	4	4
TOTAL	25	32	34
CATEGORIAS	Regular	Bom	Bom

O protocolo apresentado por Casatti *et al.* (2006) foi desenvolvido e aplicado em regiões de pastagem, podendo apresentar limitações de tais análises químicas, especialmente em corpos d’água próximos a áreas urbanas e com aporte de esgoto doméstico e industrial. Há outros parâmetros que não foram analisados neste estudo, tais como, presença de metal pesado e presença de anomalias.

Navarro (2005) estudando indicadores de qualidade de recursos hídricos registrou, em um ponto no córrego do Macaco, à jusante e próximo ao trecho coletado nesse estudo, alguns parâmetros em desacordo com o padrão estabelecido para qualidade de recursos hídricos para proteção da vida aquática, utilizando uma compilação de normas apresentada por Pádua (2007). Para o item água, os parâmetros encontrados em desacordo foram os íons Cu, Fe e Zn. Para o item sedimento foram encontrados os íons Cr, Fe, Zn, Pb, Ni e fosfato total. Tais resultados podem provocar importantes alterações limitantes para o desenvolvimento da biota presente nesse córrego, sugerindo a necessidade de futuros estudos para verificar a influência dessas alterações, relacionando-as com parâmetros biológicos (por exemplo, peixes).

Em uma escala regional, pode-se dizer que em locais com menores aportes de esgotos domésticos e industriais e solo usado para pastagens, a estrutura quantitativa da ictiofauna está notadamente relacionada com a qualidade estrutural do hábitat. Particularmente na região noroeste do Estado de São Paulo, a espécie que melhor explica a dissimilaridade entre riachos com hábitats menos ou mais degradados é a exótica *Poecilia reticulata* (Casatti *et al.* 2006).

Na ocorrência de grandes impactos no ambiente, a tendência é que permaneçam as espécies mais tolerantes e as exóticas passem a representar a maioria dos indivíduos da ictiofauna (Lyons *et al.* 1995). A ocorrência e elevada abundância de *Poecilia reticulata* em ambientes alterados pelo homem, como geralmente ocorre em cursos d'água próximos à urbanização, parece ser um fato constante e relevante. Oliveira & Bennemann (2005), registraram a dominância de *Poecilia reticulata* nos trechos mais impactados de riachos em Londrina, no Estado do Paraná. Isso deve-se ao fato dessa espécie ser resistente a altas temperaturas, suportar baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Moyle & Cech Jr. 1996, Vieira & Shibatta 2007) e ser oportunista quanto à alimentação (Oliveira & Bennemann 2005).

As espécies *Poecilia reticulata* e *Phalloceros caudimaculatus* pertencem à mesma família, têm hábitos comportamentais semelhantes, principalmente na exploração do ambiente e alimentação. No entanto, *P. caudimaculatus* parece ser mais abundante em águas limpas (Castro & Casatti 1997), embora seja capaz de sobreviver em ambientes desflorestados, desde que a vegetação marginal esteja presente (Oliveira & Bennemann 2005). Tais constatações talvez expliquem a ausência de *P. caudimaculatus* no córrego do Macaco e a presença dela entre as espécies dominantes no córrego do Machado, indicando ser esse córrego o menos degradado dos três estudados.

CONCLUSÕES

1. A riqueza e dominância foram proporcionais à ordem dos cursos d'água estudados e provavelmente refletem a heterogeneidade ambiental e diversificação de meso-habitats nos mesmos.

2. A menor diversidade e equitabilidade no córrego do Macaco, apesar da maior grandeza fluvial, reflete a alta dominância de *Poecilia reticulata*, uma espécie bem sucedida em riachos degradados. Tais informações, juntamente com as avaliações de qualidade física e química do habitat refletem o elevado grau de degradação deste riacho.

3. A maior equitabilidade registrada no córrego do Machado, juntamente com a presença de espécies mais sensíveis a alterações ambientais (*Hisonotus francirochai* e *Phalloceros caudimaculatus*), e as melhores condições físicas e químicas, indicam que este é o mais bem conservado dos córregos estudados.

4. A estrutura quantitativa da ictiofauna demonstrou pouca influência da sazonalidade e, por outro lado, reforçou a importância da estrutura ambiental como fator determinante na estrutura da ictiofauna desses córregos.

5. Para manutenção das espécies nessas micro-bacias, é necessária a recuperação da vegetação marginal, não despejar esgotos nos corpos d'água e promover o manejo correto do solo nas áreas adjacentes, principalmente na área de drenagem das micro-bacias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A.A. & JÚLIO, Jr., H.F. 1999. Peixes da bacia do Alto rio Paraná. In: Lowe-McConnell, R.H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais (A.E.A.M. Vazzoler, A.A. Agostinho & P.T. Cunningham, tradutores). EDUSP, São Paulo, p. 374-400.
- ALMEIDA, F.F.M., 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. Geologia do Estado de São Paulo. Boletim do Instituto de Geologia do Estado de São Paulo. 41:167-263.
- APHA STANDARD METHODS, 1992, Standard Methods for the examination of water and wastewater. American Publish Health Association. 18th ed., p.4-89, method 4500 NO₂.
- ARAÚJO, F.G., 1996. Composição e estrutura da comunidade de peixes do médio e baixo rio Paraíba do Sul, RJ, Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, 56(1):111-126.
- ARID, F.M., 1966. A formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Faculdade de Ciência e Letras de São José do Rio Preto. Tese de doutoramento. 98p.
- BARCHA, S.F., ARID, F.M., 1971. Estudo da evapotranspiração na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Revista de Ciências da Faculdade de Ciência e Letras de Votuporanga, SP. 1:99-122.
- BERRA, T.M. 2001. Freshwater fish distribution. Academic Press, San Diego, 604 p.
- BÖHLKE, J.E., WEITZMAN, S.H., MENEZES, N.A., 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. Acta Amazonica. 8(4):657-677.
- CASATTI, L.; SILVA, A.M.; LANGEANI, F. & CASTRO, R.M.C. 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, L.; LANGEANI, F.; FERREIRA, C.P. 2006. Effects of physical habitat degradation on the stream fish assemblage structure in a pasture region. *Environ Manage.* 38:974-982.
- CASTRO, A.C.L. 1997. Aspectos ecológicos da comunidade ictiofaunística do reservatório de Barra Bonita, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 57(4):665-676.
- CASTRO, R.M.C. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: *Ecologia de peixes de riachos: Estado Atual e perspectivas* (E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril, PR. Peres-Neto, eds). *Oecologia Brasiliensis*, v. VI, Rio de Janeiro, p. 139-155.
- CASTRO, R.M.C. & CASATTI, L. 1997. The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná river basin, southeastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters.* 7:337-352.
- CASTRO, R.M.C. & CASATTI, L., SANTOS, H.F., FERREIRA, K.M., RIBEIRO, A., BENINE, R.C., DARDIS, G.Z.P., MELO, A.L.A., STOPIGLIA, R., ABREU, T.X., BOCKMANN, F.A., CARVALHO, M., GILBRAN, F.Z. & LIMA.F.C.T. 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. *Biota Neotropica* 3:1-31 (www.biotaneotropica.org.br)
- CASTRO, R.M.C., CASATTI, L., SANTOS, H.F., MELO, A.L.A., MARTINS, L.S.F., FERREIRA, K.M., GILBRAN, F.Z., BENINE, R.C., CARVALHO, M. RIBEIRO, A.C, ABREU, T.X., BOCKMANN, F.A., PELIÇÃO, G.Z., STOPLIGLIA, R., LANGEANI, F., F.S., 2004. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 4:1-39. (www.biotaneotropica.org.br)

- COLWELL, R.K. 1997. EstimateS 5. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5.0.1 (viceroy.eeb.uconn.edu/estimates, 08.ix.2001), University of Connecticut.
- 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.
- DAJOZ, R. 1978. *Ecologia Geral*. Editora Vozes e EDUSP, São Paulo, 747p.
- FERREIRA, C.P. & CASATTI, L. 2006. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23 (3): 642-651.
- FERRETTI, C.M.L., GOMES, L.C., AGOSTINHO, A.A. & LUIS. E.A. 1998. Diversidade, densidade e biomassa instantânea em lagoas e ambientes litorâneas da planície de inundação do alto rio Paraná. *Anais do VII Seminário de ecologia. Resumos*, São Carlos, SP. 1539-1550p.
- GARUTTI, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do estado de São Paulo, Bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia* 48(4):747-759.
- HALL, L.W. JR., R.P. MORGAN, E.S. PERRY AND A. WALTZ. 1999. Development of a provisional physical habitat index for Maryland freshwater streams. Maryland Department of Natural Resources, Monitoring and Non-tidal Assessment Division, Annapolis.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA - I.B.G.E., 1972. Carta do Brasil. Esc. 1:50.000. Folha SF - 22 - X - B - IV - III. São José do Rio Preto. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Departamento de Cartografia.
- KARR, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6:21-27.
- KREBS, C.J. 1998. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman, New York, 620P.

- LANGEANI, F., CASATTI, L., GAMEIRO, H.S., CARMO, A.B., & ROSSA-FERES, D.C. 2005. Riffle and fish communities in a large stream of southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 3(2):305-311.
- LEE, S.M. & CHAO, A. 1994. Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. *Biometrics*. 50:88-97.
- LEMES, E.M. & GARUTTI, V. 2002. Ecologia da ictiofauna de um córrego de cabeceira da bacia do alto Paraná, Brasil. *Iheringia*, Porto Alegre, 92(3): 69-78.
- LUIZ, E.A., AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C. & HAHN, N.S. 1998. Ecologia trófica de peixes em dois riachos da bacia do Rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*. 58:273-285.
- LYONS, J., NAVARRO-PÉREZ, S., COCHRAN, P.A., SANTANA, C. & GUZMÁN-ARROYO, M. 1995. Index of biotic integrity based on fish assemblages for the conservation of streams and rivers in west-central Mexico. *Cons. Biol*. 9(3):569-584.
- MAGNANINI, R. C. C., 1959. Clima In.: Atlas do Brasil (Geral e regional). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2ª edição. 84p.
- MALABARBA, L.R., PEREIRA, E.H.L., SILVA, J.F.P., JUNIOR, W.B., FLORES-LOPES, F. 2004. Avaliação da qualidade da água através da frequência de anomalias morfológicas em peixes: estudo de caso no lago Guaíba, Rio Grande do Sul. *Comunicações de Museu de Ciências e Tecnologia, PUCRS, Sér.Zool.*, Porto Alegre, v. 17, n2, p. 91-96, jul.-dez. 2004.
- Mapa Geológico do Estado de São Paulo, 1981. Escala 1:500.000. Volume I. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – São Paulo, SP. 125pp.

- MIRANDA, E.E. & COUTINHO, A.C. (Coord.). Brasil Visto do Espaço. 2004 Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 26 jan. 2005.
- MIRANDA, J.C., MAZZONI, R., 2003. Composição da ictiofauna de três riachos do alto rio Tocantins – GO. Biota Neotropica 3:1-11 (www.biotaneotropica.org.br).
- MOYLE, P.B. CECH JR. J.J. 1996. fishes: AN INTRODUCTION TO ICHTHYOLOGY. 3º ed. Prentice Hall. New Jersey.
- NAVARRO, A.L.S. 2005. Estudo de indicadores da qualidade de recursos hídricos em manancial superficial de abastecimento público. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas. IBILCE/UNESP. São José do Rio Preto, SP. 76 p.
- OLIVEIRA, D.C., BENNEMANN, S.T. 2005. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no Sul. Biota Neotropica 5:1-13 (www.biotaneotropica.org.br).
- PÁDUA, H.B. 1997. Variáveis físicas, químicas e biológicas para caracterização das águas de sistemas abertos. In: MAIA, N.B. & MARTOS, H.L. Indicadores Ambientais. Sorocaba: Liber Arte/Bandeirantes. 266 p.
- PAVANELLI, C.S. & CARAMASCHI, E.P. 1997. Composition of the ichthyofauna of two small tributaries of the Paraná river, Porto Rico, Paraná state, Brazil. Ichthyol. Explor. Freshwaters. 8:23-31.
- REIS, R.E.; S.O.KULANDER & C.J.FERRARIS JR. 2003. Check list of the freshwater fishes of south and central America. Porto Alegre, Edipucrs, 742p.
- SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2006. Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo. 498 p.
- STRAHLER, A.N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union, 38:913-920.
- UIEDA, V.S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. Revista Brasileira de Biologia, 44:203-213.

- VALENTIN, J.L. 1995. Agrupamento ordenação. In: Tópicos em tratamento de dados biológicos (P.R. PERES-NETO; J.L.VALENTIN & F.^aS. FERNANDEZ, eds.) Oecologia Brasiliensis, volume II. Rio de Janeiro, 27 – 55p.
- VIEIRA, D.B & SHIBATTA O.A. 2007. Peixes como indicadores da qualidade ambiental do ribeirão Esperança, município de Londrina, Paraná, Brasil.. Biota Neotropica v7 (n1) : 57-65 (www.biotaneotropica.org.br).
- WISCHMATH, L.1993. Atlas of livebearers of the world. T.H.F. Publications, Neptune City, 336 p.
- WOOTTON, R.J. 1995. Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall Press. 404p.

APÊNDICES

Apêndice I

Fichas de campo (parte I e II) utilizadas para anotação da localização, fisiografia, descritores físico e químicos e físicos do hábitat de cada trecho coletado.

Ficha de campo – parte I

Registro da localidade: _____ Código de campo: _____ Coord.: _____ " S _____ " W UTM: 22K _____ Altitude: _____ m Carta topográfica (1:50.000): _____ Estado: São Paulo Bacia: Turvo-Grande Micro-bacia: _____ Município: _____ Propriedade: _____ Proprietário: _____ Telefone p/ contato: _____ Riacho: _____ Data: ____/____/____ Hora: ____:____ Participantes: _____ _____ _____		Escrevente: _____ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Uso da terra:</th> <th style="text-align: left; padding: 5px;">Plantas aquáticas (A, P, E):</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> ☐ Campo abandonado ☐ Área de reserva legal ☐ Reserva do Estado ☐ Pasto ☐ Residencial ☐ Industrial ☐ Agricultura: _____ ☐ Outros: _____ </td> <td style="padding: 5px;"> Enraizada emergente ☐ Enraizada submersa ☐ Enraizada flutuante ☐ Flutuante ☐ Algas aderidas ☐ Algas flutuantes ☐ A, ausente P, presente E, extensiva </td> </tr> </table>		Uso da terra:	Plantas aquáticas (A, P, E):	☐ Campo abandonado ☐ Área de reserva legal ☐ Reserva do Estado ☐ Pasto ☐ Residencial ☐ Industrial ☐ Agricultura: _____ ☐ Outros: _____	Enraizada emergente ☐ Enraizada submersa ☐ Enraizada flutuante ☐ Flutuante ☐ Algas aderidas ☐ Algas flutuantes ☐ A, ausente P, presente E, extensiva
Uso da terra:	Plantas aquáticas (A, P, E):						
☐ Campo abandonado ☐ Área de reserva legal ☐ Reserva do Estado ☐ Pasto ☐ Residencial ☐ Industrial ☐ Agricultura: _____ ☐ Outros: _____	Enraizada emergente ☐ Enraizada submersa ☐ Enraizada flutuante ☐ Flutuante ☐ Algas aderidas ☐ Algas flutuantes ☐ A, ausente P, presente E, extensiva						
Canalização: ☐ Não ☐ Sim Tipo: _____ Vegetação ripária (A, P, E): ☐ Orquídeas e bromélias ☐ Sangra d' água ☐ Cecropia ☐ Lianas ☐ Folheto ☐ Samambaias ☐ Palmeiras		Troncos e galhos no habitat interno: ☐ Ausentes ☐ Presentes nos poços ☐ Raros ☐ Abundantes em toda extensão Avaliação da qualidade da vegetação ripária: ☐ estrato arbóreo (D, denso; Ab, aberto; A, ausente) altura máxima: _____ diâmetro máximo: _____ Vegetação marginal em contato com a água: _____ _____ _____					

Parâmetros para a análise de qualidade física do habitat:

Poços	Corredeiras
Substrato: A (ausente), P (presente), E (extensivo) () Areia, argila, silte () cascalho (até 5 cm de diâmetro) () pedra (bloco de até 40 cm diâmetro) () matacão (pedra solta, diam. > 40 cm) () laje (superfície de pedra) () folheto () galhos e troncos Diâmetro (soma): _____ Distribuição: _____ _____ Prof. máxima: _____	Substrato: A (ausente), P (presente), E (extensivo) () Areia, argila, silte () cascalho (até 5 cm de diâmetro) () pedra (bloco de até 40 cm diâmetro) () matacão (pedra solta, diam. > 40 cm) () laje (superfície de pedra) () folheto () galhos e troncos Extensão: _____ Distribuição: _____ _____ Prof. máxima: _____

Corredores

Substrato: A (ausente), P (presente), E (extensivo)

- ☐ Areia, argila, silte
☐ cascalho (até 5 cm de diâmetro)
☐ pedra (bloco de até 40 cm diâmetro)
☐ matacão (pedra solta, diam. > 40 cm)
☐ laje (superfície de pedra)
☐ folhiço
☐ galhos e troncos

Extensão: _____

Distribuição: _____

Prof. máxima: _____

DESENHO DA UNIDADE AMOSTRAL:**Perfil poço****Perfil corredeira****Perfil corredor**

Ficha de campo – parte II

Registro da localidade: _____	Condição do tempo:	Chuva forte:
Código de campo: _____	☐ Sol com céu limpo	☐ sim
Escrevente: _____	☐ Sol com céu nublado	☐ não
	☐ Nublado	
	☐ Chuvoso	

Medidas de velocidade (3 réplicas, 30 s cada):	Odor da água:
poços	☐ Normal ☐ Esgoto ☐ Petróleo
corredeiras	☐ Químico ☐ Peixe ☐ Outro: _____
corredores	Óleos na superfície da água:
	☐ Ausente ☐ Presente ☐ Extenso

Parâmetros químicos:

OD (mg/l)

pH

Cond. (mS/cm)

Turbidez (NTU)

Temp. (°C)

Grau de sombreamento do canal:

() 0-25%

() 26-50%

() 51-75%

() 76-100%

Grau de estabilidade dos barrancos:

() Nível 1: solo exposto

() Nível 2: estrato herbáceo

() Nível 3: arbustos e raízes expostas

() Nível 4: mata

Descriptors	Good	Fair	Poor	Very Poor	Total
1. Substrate stability	> 70 % (50 % for LG streams) of substrate favorable to colonization; mix of snags, submerged logs, or other stable habitat not temporary	40-70 % (30-50 % for LG streams) of substrate favorable to colonization; presence of additional substrate in the form of new fall, but not prepared for colonization	20-40 % (10-30 % for LG streams); substrate often removed or disturbed	<20 % (10 % for LG streams) of stable substrate; obvious absence of habitats	
2. Velocity and depth variability	HG streams: slow-deep, slow-shallow, fast-deep, fast-shallow LG streams: large-shallow, large-deep, small-shallow, small-deep in pools	HG: 3 of 4 patterns present LG: majority of pools large-deep; very few shallow	HG: 2 of 4 patterns present LG: shallow pools much more prevalent than deep pools	HG: dominated by one pattern (often slow-deep) LG: majority of pools small-shallow, or pools absent	
3. Flow stability	water reaches base of both lower banks, and minimal amount of channel substrate is exposed	water fills 75 % of the available channel	water fills 25-75 % of the available channel; and/or riffle substrate is exposed	very little water in channel and mostly present as standing pools	
4. Bottom deposition	little or no enlargement of island or point bars and less than 5 % (<20 % for LG streams) affected by sediment deposition	5-30 % (20-50 % for LG streams) affected by sediment deposition; slight deposition in pools	30-50 % (50-80 % for LG streams) affected by sediment deposition; sediment deposition at obstructions; moderate deposition in pools	>50 % (80 % for LG streams) affected by sediment deposition; pools almost absent due to substantial deposition	
5. Combinations of pool-riffles-runs	HG: riffles, runs in lesser extent, and small marginal pools LG: runs, pools, riffles in lesser extent, and small marginal pools	HG streams: runs more predominant than riffles, and small marginal pools LG streams: runs, pools, and small marginal pools	HG and LG streams: runs and small marginal pools	HG and LG streams: only runs	
6. Channel alteration	channelization or dredging absent or minimal	some channelization present, usually in areas of bridges, including signals of past dredging	extensive channelization; embankments or shoring structures; 40-80 % of the stream reach channelized or disrupted	banks shored with cement; over 80 % of the stream reach channelized or disrupted	
Scale:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0	
7. Streamside cover (see stream width)	up to 10 m: 30-20 m 10 to 50 m: 50-38 m	21-14 m 37-26 m	13-8 m 25-13 m	< 5 m < 12 m	
8. Bank vegetative stability	>90 % of the streambank surfaces protected by native vegetation, including trees, shrubs, nonwoody macrophytes; almost all plant growing naturally	70-90 % of the streambank surfaces protected by native vegetation; but none class is well-represented; disruption evident but not affecting full plant growth potential	50-70 % of the streambank covered by vegetation; disruption obvious; patches of bare soil common	<50 % of the streambank surfaces covered by vegetation; disruption very high	
9. Bank stability	stable; 0-10 % of evidence of erosion	moderately stable; 5-30 % of bank in reach has areas of erosion	moderately unstable; 30-60 % of bank in reach has areas of erosion; high erosional potential during floods	unstable; many eroded areas; 60-100 % of bank has erosional scars	
Right	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0	
Left	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0	

Descriptors 7 to 9 must be evaluated broader than sampling reach

Apêndice II

Habitat assessment sheet (modified from Roth *et al.*, 1999. Kasyak, 2001). Descriptors 7 to 9 must be evaluated broader than sampling reach. (HG, high gradient; LG, low gradient), proposto por Casatti *et al*, 2006.

Descriptors	Good	Fair	Poor	Very Poor	Total
1.Substrate stability	> 70% (50% for LG streams) of substrate favorable to colonization; mix of snags, submerged logs, or other stable habitat not temporary	40-70% (30-50% for LG streams) of substrate favorable to colonization; presence of additional substrate in the form of newfall, but not prepared for colonization	20-40% (10-30% for LG streams); substrate often removed or disturbed	< 20% (10 for LG streams) of stable substrate; obvious absence of habitats	-
2.Velocity and depth variability	HG streams: slow-deep, slow-shallow, fast-deep, fast-shallow LG streams: large-shallow, large-deep, small-shallow, small-deep in pools	HG: 3 of 4 patterns present LG: majority of pools large-deep; very few shallow	HG: 2 of 4 patterns present LG: shallow pools much more prevalent than deep pools	HG: dominated by one pattern (often slow-deep) LG: majority of pools small-shallow, or pools absent	-
3.Flow stability	water reaches base of both lower banks, and minimal amount of channel substrate is exposed	water fills 75% of the available channel	water fills 25-75% of the available channel; and / or riffle substrate is exposed	very little water in channel and mostly present as standing pools	-
4.Bottom deposition	little or no enlargement of island or point bars and less than 5% (< 20% for LG streams) affected by sediment deposition	5-30% (20-50% for LG stream) affected by sediment deposition; slight deposition in pools	30-50% (50-80% for LG streams) affected by sediment deposition; sediment deposition at obstructions; moderate deposition in pools	> 50% (80% for LG streams) affected by sediment deposition; pools almost absent due to substantial deposition	-
5. Combinations of pool-riffles-runs	HG: riffles, runs in lesser extent, and small marginal pools LG: runs, pools, riffles in lesser extent, and small marginal pools	HG streams: runs more predominant than riffles, and small marginal pools LG streams: runs, pools, and small marginal pools	HG and LG streams: runs and small marginal pools	HG and LG streams: only runs	-
6.Channel alteration	channelization or dredging absent or minimal	some channelization present, usually in areas of bridges, including signals of past dredging	extensive channelization; embankments or shoring structures; 40-80% of the stream reach channelized or disrupted	banks shored with cement; over 80% of the stream reach channelized or disrupted	-
Scale:	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0	-
7.Streamside cover (see stream width)	up to 10 m: 30-20 m 10 to 50 m: 50-38 m	21-14 m 37-26 m	13-6 m 25-13 m	< 5 m < 12 m	-
8. Bank vegetative stability	> 90% of the streambank surfaces protected by native vegetation, including trees, shrubs, nonwoody macrophytes; almost all plant growing naturally	70-90% of the streambank surfaces protected by native vegetation; but none class is well-represented; disruption evident but not affecting full plant growth potential	50 - 70% of the streambank covered by vegetation; disruption obvious, patches of bare soil common	< 50% of the streambank surfaces covered by vegetation; disruption very high	-
9.Bank stability	stable; 0-10% of evidence of erosion	moderately stable; 5-30% of bank in reach has areas of erosion	moderately unstable; 30 - 60% of bank in reach has areas of erosion; high erosional potential during floods	unstable; many eroded areas; 60-100% of bank has erosional scars	-
Right	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0	
Left	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0	

Apêndice III

Scores for physicochemical water descriptors for small streams in the upper rio Paraná basin, southeastern Brazil. SWI (stream water index) is the total score for a site: good (36-30); fair (29-23); poor (22-16); and very poor (15-9), proposto por Casatti *et al*, 2006.

Descriptors	Score 4	Score 3	Score 2	Score 1
Dissolved oxygen (mg/l)	≥ 6.0	5.0-5.9	4.0-4.9	< 4.0
Conductivity	≤ 50	51-100	101-150	> 150
pH	6 to 9	5.0-5.9	4.0-4.9	< 4.0
		9.1-10.0	10.1-11.0	> 11.0
Turbidity (NTU)	≤ 40	41-150	151-300	> 300
Nitrate (mg/l)	≤ 1.0	1.1-1.5	1.6-1.75	> 1.75
Ammonia (mg/l)	≤ 0.01	0.02-0.5	0.6-1.0	> 1.0
Orthophosphate (mg/l)	≤ 0.03	0.04 -0.5	0.6-1.0	> 1.0
Odor	normal	-	-	sewage, petroleum, chemical, dead fish
Surface oils	absent	-	-	present

Descriptions of stream physical habitat condition (adapted from Roth *et al.*, 1996), segundo Casatti *et al*, 2006.

Categories	Sum of scores	Description
Good	180-136	Comparable to minimally disturbed reference streams. Falls within upper 75% of theoretical reference condition.
Fair	135-91	Some aspects of physical habitat may not resemble those found in minimally Disturbed streams. Falls within the lower portion of the range of the theoretical reference sites (75-50% of the reference).
Poor	90-46	Significant deviation from minimally disturbed reference conditions, with many aspects of physical condition not resembling those of minimally disturbed streams, indicating some degradation (50-25% of the reference).
Very poor	45-0	Strong deviation from minimally disturbed reference conditions, with most aspects Of physical condition not resembling those found in minimally disturbed streams, indicating severe degradation (below 25% of the reference).