



Biota Neotropica  
ISSN: 1676-0611  
cjoly@unicamp.br  
Instituto Virtual da Biodiversidade  
Brasil

Ferreira, Cristiane de Paula; Casatti, Lilian  
Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de  
peixes  
Biota Neotropica, vol. 6, núm. 3, 2006  
Instituto Virtual da Biodiversidade  
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199114290002>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

---

# Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes

Cristiane de Paula Ferreira<sup>1,2</sup> & Lilian Casatti<sup>1</sup>

Biota Neotropica v6 (n3) –<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00306032006>

Recebido em 15/03/06

Versão reformulada 20/07/06.

Publicado em 01/09/06.

1. UNESP - Universidade Estadual Paulista, Laboratório de Ictiologia, Departamento de Zoologia e Botânica, IBILCE (www.ibilce.unesp.br), Rua Cristóvão Colombo, 2265, 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil. E-mail:

[cristianebio@gmail.com](mailto:cristianebio@gmail.com), [lcasatti@ibilce.unesp.br](mailto:lcasatti@ibilce.unesp.br)

2. Autor para correspondência: Cristiane de Paula Ferreira, e-mail: [cristianebio@gmail.com](mailto:cristianebio@gmail.com)

## Abstract

Ferreira, C.P. and Casatti, L. **Stream biotic integrity assessed by fish assemblages in the Upper Rio Paraná basin.** *Biota Neotrop.* Sep/Dec 2006 vol. 6, no. 3 <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00306032006> ISSN 1676-0603

The state of conservation of the Córrego da Água Limpa, an important water supply for the Monte Aprazível city in the northwestern portion of the São Paulo State, was evaluated. Attributes were selected to compose the fish index of biotic integrity (IBI), aiming to establish a long term monitoring analysis protocol for that basin. The IBI of four equidistant sites along the stream was calculated using two sampling protocols and during dry and wet periods. Biological attributes comparisons were carried out based on the reference scenarios, following a site-specific approach. Few influences of the sampling protocols and seasonality were detected in the IBI final values. Sites 1 and 4 showed fair IBI, site 2 was considered poor and site 3 very poor; such results agree with aspects of the physical habitat quality.

**Key words:** streams, ichthyofauna, IBI, northwestern São Paulo, biomonitoring

## Resumo

Ferreira, C.P. and Casatti, L. **Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes.** *Biota Neotrop.* Sep/Dec 2006 vol. 6, no. 3 <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00306032006> ISSN 1676-0603

Neste estudo avaliamos o estado de conservação do Córrego da Água Limpa, uma importante fonte de abastecimento de água para a cidade de Monte Aprazível no noroeste do Estado de São Paulo. Atributos da comunidade de peixes foram selecionados para compor um índice de integridade biótica (IBI), visando gerar um protocolo para monitoramento daquela micro-bacia. O IBI de quatro trechos equidistantes ao longo do riacho foi calculado para dois protocolos de amostragem e nos períodos seco e chuvoso. As comparações de atributos selecionados foram realizadas com base em cenários referência, seguindo uma abordagem sítio-específico. Houve pouca influência do esforço de amostragem e da sazonalidade nos valores finais do IBI. De modo geral, os trechos 1 e 4 apresentaram integridade biótica regular, o trecho 2 foi considerado pobre e o trecho 3, muito pobre; tais resultados coincidem com aspectos da qualidade física do hábitat.

**Palavras-chave:** riachos, ictiofauna, IBI, noroeste paulista, biomonitoramento

## Introdução

Os impactos que as ações antrópicas causam aos ambientes lóticos levam à perda de qualidade e dificultam a manutenção da integridade desses ecossistemas, além de interferir na sustentabilidade de suas comunidades (Karr & Schlosser 1978, Karr & Dudley 1981, Allan & Flecker 1993, Karr 1999). Embora seja comum o emprego de critérios químicos para detectar os danos causados aos ambientes aquáticos, avaliações dessa natureza geralmente subestimam a real magnitude desses danos (Karr & Chu 1999). As abordagens mais recentes de avaliação da qualidade da água empregam descritores físicos e químicos da água e informações sobre a biota aquática em diferentes níveis de organização. Além disso, a estrutura física do habitat também deve ser considerada na avaliação da qualidade desses ecossistemas, pois influenciam na estrutura e composição das comunidades biológicas, notavelmente peixes (Gorman & Karr 1978) e macroinvertebrados bentônicos (Callisto et al. 2001).

O índice de integridade biológica ou biótica (doravante IBI) foi proposto por Karr (1981) para investigar o estado de conservação de riachos nos Estados Unidos utilizando, para isso, atributos observados em comunidades de peixes. Tais atributos devem representar a ampla diversidade ecológica existente e os diversos níveis de organização biológica, e devem ser comparados com condições referência, definidas como aquelas que possuem a menor influência antrópica possível em uma dada região (Hughes 1995). Apesar de algumas limitações, este índice é considerado adequado para identificar a capacidade do ambiente em manter uma comunidade de espécies, com diversidade e organização funcional comparáveis àquelas registradas em áreas minimamente impactadas (Tejerina-Garro et al. 2005).

Baseados no trabalho pioneiro de Karr (1981), o IBI utilizando comunidades de peixes foi adaptado para diversas regiões do mundo, tais como América do Norte (Karr 1981, Angermeier & Karr 1986, Miller et al. 1988), Europa (Oberdorff & Hughes 1992, Angermeier & Davideanu 2004), América Central (Lyons et al. 1995), Índia (Ganasan & Hughes 1998), África (Kamdem Toham & Teugels 1999), Brasil (Araújo et al. 2003, Bozzetti & Schulz 2004, Terra 2004) e Nova Zelândia (Joy & Death 2004). Adaptações foram feitas para ambientes marinhos (Jameson et al. 2001), estuarinos (Weisberg et al. 1997), lacustres (Karr & Dionne 1991) e terrestres (Kimberling et al. 2001), como também para incorporar outros elementos da biota aquática, tais como macroinvertebrados bentônicos (Kerans & Karr 1994, Stribling et al. 1998), algas (Hill et al. 2000) e anfíbios (Micacchion 2002).

Apesar da expansão e aplicação em vários sistemas ecológicos, são escassos estudos onde o IBI é interpretado em associação com descritores de qualidade química da água e de integridade física do habitat ou ainda com aspectos da paisagem e da história de uso da terra (Oberdorff et al. 2002),

com exceção de alguns estudos produzidos na América do Norte (Roth et al. 1996, Stauffer et al. 2000), Europa (Angermeier & Davideanu 2004) e Brasil (Araújo et al. 2003, Bozzetti & Schulz 2004).

Na região noroeste do Estado de São Paulo restam apenas 3,3 % de vegetação natural (SMA/IF 2005), dispostos em pequenos fragmentos (a maioria com até 10 ha), o que a caracteriza como uma das mais degradadas áreas do Estado. Na bacia do Rio São José dos Dourados, o Córrego da Água Limpa é a principal fonte de abastecimento para a cidade de Monte Aprazível e, em razão de tal importância, foi implementado um plano de recuperação de suas matas ciliares, com a coordenação do Ministério Público de Monte Aprazível e participação da CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral) e do 4º Batalhão da Polícia Ambiental do Estado de São Paulo.

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o estado de conservação do Córrego da Água Limpa, por meio da adaptação de um índice de integridade biótica empregando características da ictiofauna, passível de ser utilizado para monitorar em longo prazo os efeitos do plano de recuperação das matas ciliares recentemente implementado nesta micro-bacia. Investigamos ainda o efeito de diferentes esforços de amostragens e a influência da sazonalidade no valor do IBI para cada trecho.

## Material e métodos

### Área de estudo

O riacho estudado é o Córrego da Água Limpa, um afluente da margem esquerda do Rio São José dos Dourados (Figura 1), uma das principais bacias de drenagem da região noroeste do Estado de São Paulo. Da área total da micro-bacia do Córrego da Água Limpa (7.384 ha), 64% são utilizados para pastagens e 59% são considerados muito susceptíveis à erosão (A. M. da Silva dados não publicados). Ao longo de seu curso de aproximadamente 16 km até a cidade de Monte Aprazível, foram selecionados quatro trechos equidistantes, de hierarquia fluvial crescente, cuja descrição detalhada é apresentada por Ferreira & Casatti (2006).

### Coleta de peixes e análise dos conteúdos estomacais

Foram aplicados dois protocolos amostrais para verificar a influência de diferentes esforços de coletas e da sazonalidade no cálculo do IBI. Um dos protocolos (doravante Protocolo 1) foi aplicado em abril de 2004, utilizando-se de duas passagens de pesca elétrica em 75 metros de extensão em cada trecho, bloqueado nos limites jusante e montante, de acordo com metodologia modificada a partir de Mazzoni et al. (2000) e Castro et al. (2003). Em um segundo protocolo (doravante Protocolo 2) foi aplicada uma passagem de pesca elétrica em 60 metros de extensão em cada trecho, nos três principais meses dos períodos seco (julho, agosto e setembro de 2004) e chuvoso (janeiro, fevereiro e março de 2005), totalizando seis amostragens em cada trecho. Em ambos os

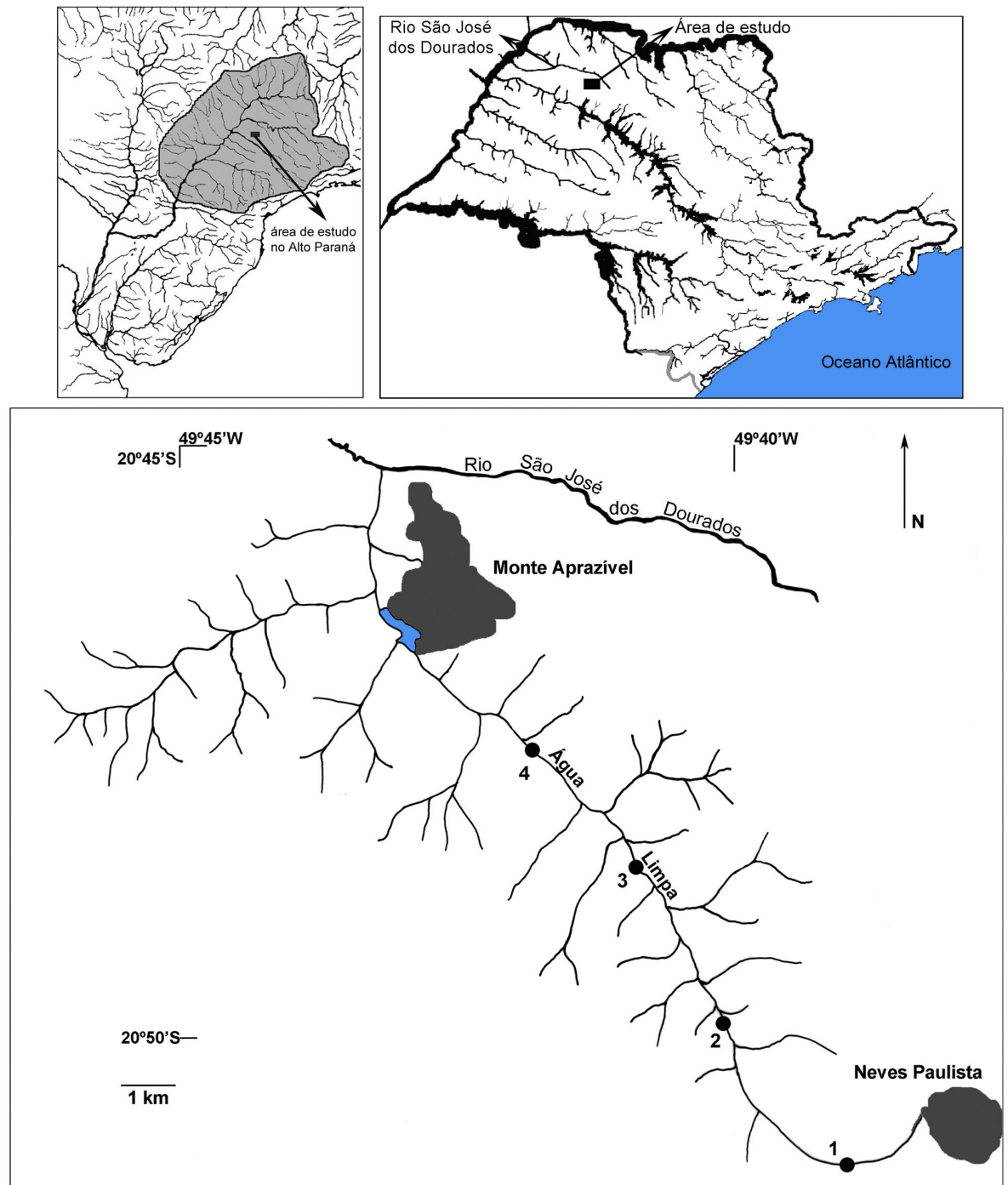


Figura 1. Localização da área de estudo no sistema do Alto Rio Paraná e no Estado de São Paulo, sudeste do Brasil (acima) e os trechos estudados (1-4) ao longo do Córrego da Água Limpa, mostrando sua proximidade com as cidades de Neves Paulista e Monte Aprazível (abaixo).  
 Figure 1. Location of the study area in the Alto Rio Paraná system and in the São Paulo State, southeastern Brazil (above) and the studied stretches (1-4) along the Córrego da Água Limpa, showing their proximity with the cities of Neves Paulista and Monte Aprazível (below).

protocolos, os exemplares capturados foram fixados em solução de formalina a 10% e, após 36 horas, em média, transferidos para solução de EtOH a 70%. Os exemplares foram depositados na Coleção de Peixes do Departamento de Zoologia e Botânica (DZSJRP 8038-8312), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, Brasil.

Com a finalidade de identificar atributos de natureza trófica, foi analisada a dieta de todas as espécies coletadas com o Protocolo 2. Para cada item alimentar encontrado nos conteúdos gástricos foi calculada a frequência de ocorrência (Gelwick & Matthews 1996) e a dominância (Frost & Went 1940 *apud* Hynes 1950), esta dada como a porcentagem do número de vezes em que o item ocupa a maior parte do conteúdo de cada estômago em função do número total de exemplares analisados. Os grupos tróficos de cada espécie (com mais que cinco indivíduos coletados, possuindo conteúdo estomacal) foram determinados a partir da identificação dos itens mais dominantes e frequentes; para tal, a dominância (eixo y) de cada item foi plotada em função da frequência de ocorrência (eixo x), segundo a proposta de Bennemann et al. (2006), que consiste em uma adaptação do método gráfico de Costello (1990).

### Composição do cenário referência para cada trecho e seleção de atributos biológicos

Um cenário referência deveria representar as condições existentes numa época anterior à intensa ocupação dos continentes pelo homem, o que é praticamente impossível. Assim, idealmente um cenário referência deveria ser determinado com base em condições observadas em áreas que sofreram a menor interferência antrópica possível, tanto em escala regional quanto sítio-específico (Hughes 1995). Além disso, para se avaliar os reais danos antrópicos causados aos ambientes aquáticos, são necessárias adaptações em atributos já utilizados ou elaboração de novos atributos, de acordo com as características fisiográficas da região e da biota local (Tejerina-Garro et al. 2005). No presente estudo foi adotada a abordagem sítio-específico, visto que cada trecho possui fisionomias diferenciadas, o que tornaria impraticável aplicar um mesmo cenário referência para aferir a integridade biótica de todos os trechos e, de acordo com as características de cada trecho e da composição da ictiofauna, alguns atributos consagrados na literatura foram adaptados e outros novos foram propostos.

Para compor o cenário referência do trecho 1 do Córrego da Água Limpa (1ª ordem) foram utilizadas informações de estudos realizados em áreas de referência na bacia do Alto Rio Paraná (Casatti 2002, 2003, 2005, Casatti et al. 2001, Castro et al. 2003) e foram selecionadas nove métricas com poder de discriminar riachos referência daqueles impactados (Lilian Casatti, estudo em preparação). A determinação de cenários referência para os demais trechos foi prejudicada em razão da escassez de áreas de referência comparáveis, do longo histórico de degradação da região (há pelo menos 100 anos, segundo Monbeig 1998) e da falta de conhecimento sobre o histórico de uso do solo, que dificulta ainda mais a

determinação da magnitude dos danos ocasionados (Harding et al. 1998). Assim, os cenários referência para trechos de segunda a quarta ordem foram compostos a partir da combinação de informações publicadas, dados da coleção científica do Departamento de Zoologia e Botânica (DZSJRP) do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (UNESP campus de São José do Rio Preto) e experiência de campo dos autores. É importante salientar que o conjunto de atributos biológicos para os trechos de segunda a quarta ordem são de natureza qualitativa, e sua validação está condicionada à realização de testes adicionais.

O cenário referência para o trecho 2 foi adaptado a partir do estudo de Castro & Casatti (1997), no qual foram analisadas características bióticas e abióticas de um riacho afluente do Rio Pardo, que naquela época corria dentro de um dos raros fragmentos íntegros da região norte do Estado de São Paulo (Tabela 1). Para o trecho 3 foi utilizado o trabalho de Stopiglia (2001), desenvolvido na porção florestada do Ribeirão Bonito, localizada no parque Estadual Morro do Diabo, município de Teodoro Sampaio (Tabela 1). O cenário referência para o trecho 4 foi elaborado com base em coletas realizadas por Valdener Garutti no Córrego da Barra Funda, município de São José do Rio Preto, durante o período seco de 1980 (Tabela 1), e tais informações foram obtidas perante consulta à Coleção de Peixes do Departamento de Zoologia e Botânica (também disponível em <http://www.splink.org.br>).

### Pontuação dos atributos

Após definir o conjunto de atributos que melhor discrimina os riachos referência daqueles impactados, foram estabelecidos o escore superior e inferior para cada atributo. O escore superior representa 75% ou mais da condição encontrada nas referências; o escore inferior corresponde a 25% ou menos da condição encontrada nas referências (Schleiger 2000). Ao primeiro caso é dada a nota 5; ao segundo caso, nota 1; condições intermediárias, ou seja, entre 75 e 25% das encontradas nas referências, recebem nota 3. Tais valores foram adaptados a partir do estudo de Roth et al. (1999), onde os autores delimitam os escores extremos como 50 e 10%. O IBI para cada trecho foi determinado a partir do cálculo da média dos escores de todos os atributos e classificado em uma das quatro categorias de integridade biótica (Tabela 2).

### Resultados e Discussão

Com o Protocolo 1 foram coletadas 22 espécies, totalizando 338 indivíduos (Tabela 3), e com o Protocolo 2 foram coletadas 27 espécies e 1.241 indivíduos, dos quais 563 (45,4%) no período seco e 678 (54,6%) no período chuvoso (Tabela 3). Os grupos tróficos (Tabela 4) foram determinados para aquelas espécies com pelo menos cinco indivíduos coletados com o Protocolo 2 (Figuras 2 a 4). No caso de espécies com menos de cinco indivíduos coletados, foram mencionados apenas os itens mais abundantes nos conteúdos gástricos (Tabela 4).

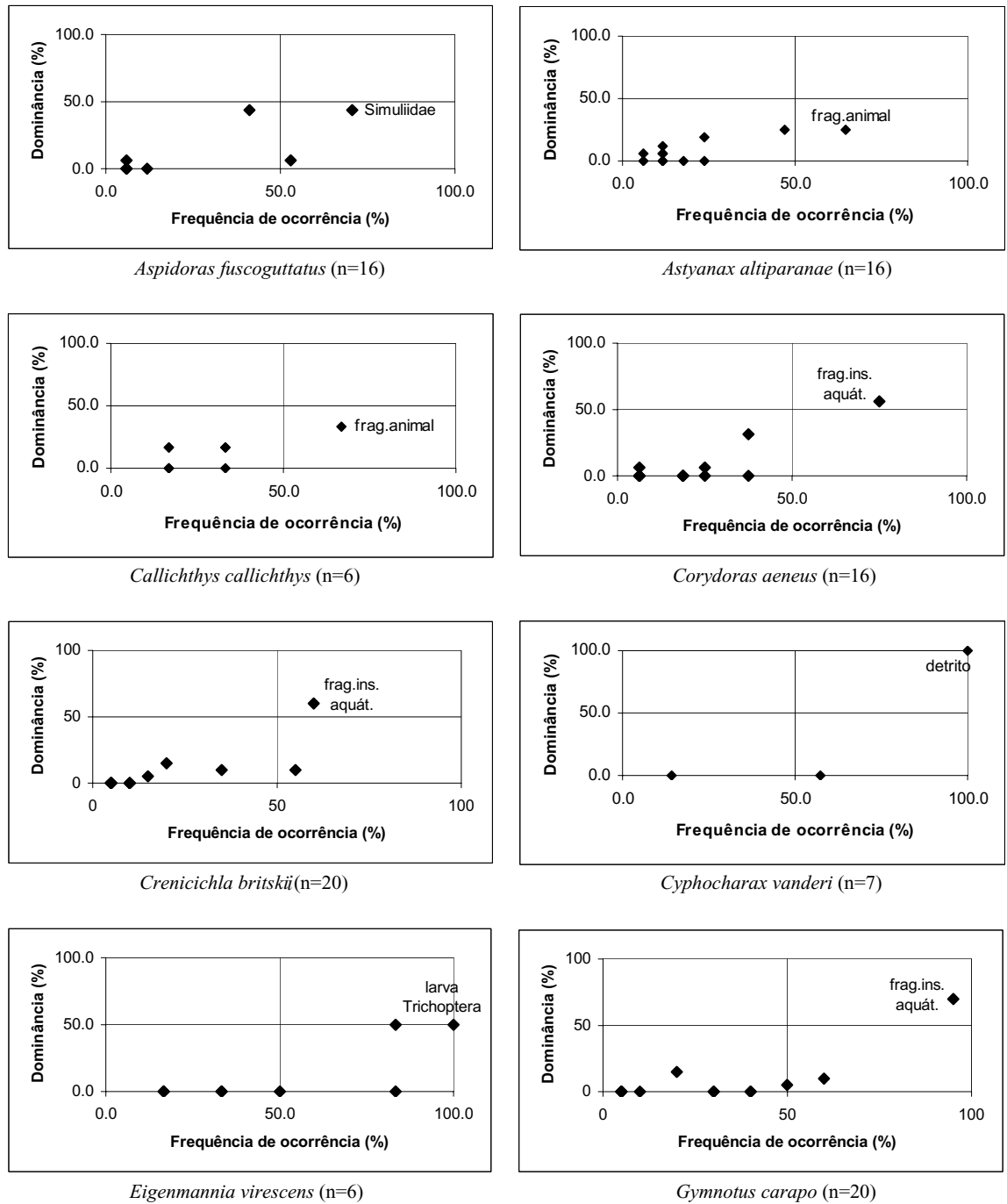


Figura 2. Representação gráfica da dominância (eixo y) e frequência de ocorrência (eixo x) dos itens alimentares encontrados nos conteúdos gástricos de *Aspidoras fuscoguttatus*, *Astyanax altiparanae*, *Callichthys callichthys*, *Corydoras aeneus*, *Crenicichla britskii*, *Cyphocharax vanderi*, *Eigenmannia virescens* e *Gymnotus carapo* no Córrego da Água Limpa. Os números entre parênteses se referem aos indivíduos que continham conteúdo gástrico.

Figure 2. Graphic representation of the dominance (axis y) and frequency of occurrence (axis x) of the feeding items registered in the gastric contents of *Aspidoras fuscoguttatus*, *Astyanax altiparanae*, *Callichthys callichthys*, *Corydoras aeneus*, *Crenicichla britskii*, *Cyphocharax vanderi*, *Eigenmannia virescens* and *Gymnotus carapo* from the Córrego da Água Limpa. The numbers between parentheses means the number of examined specimens with gastric contents.

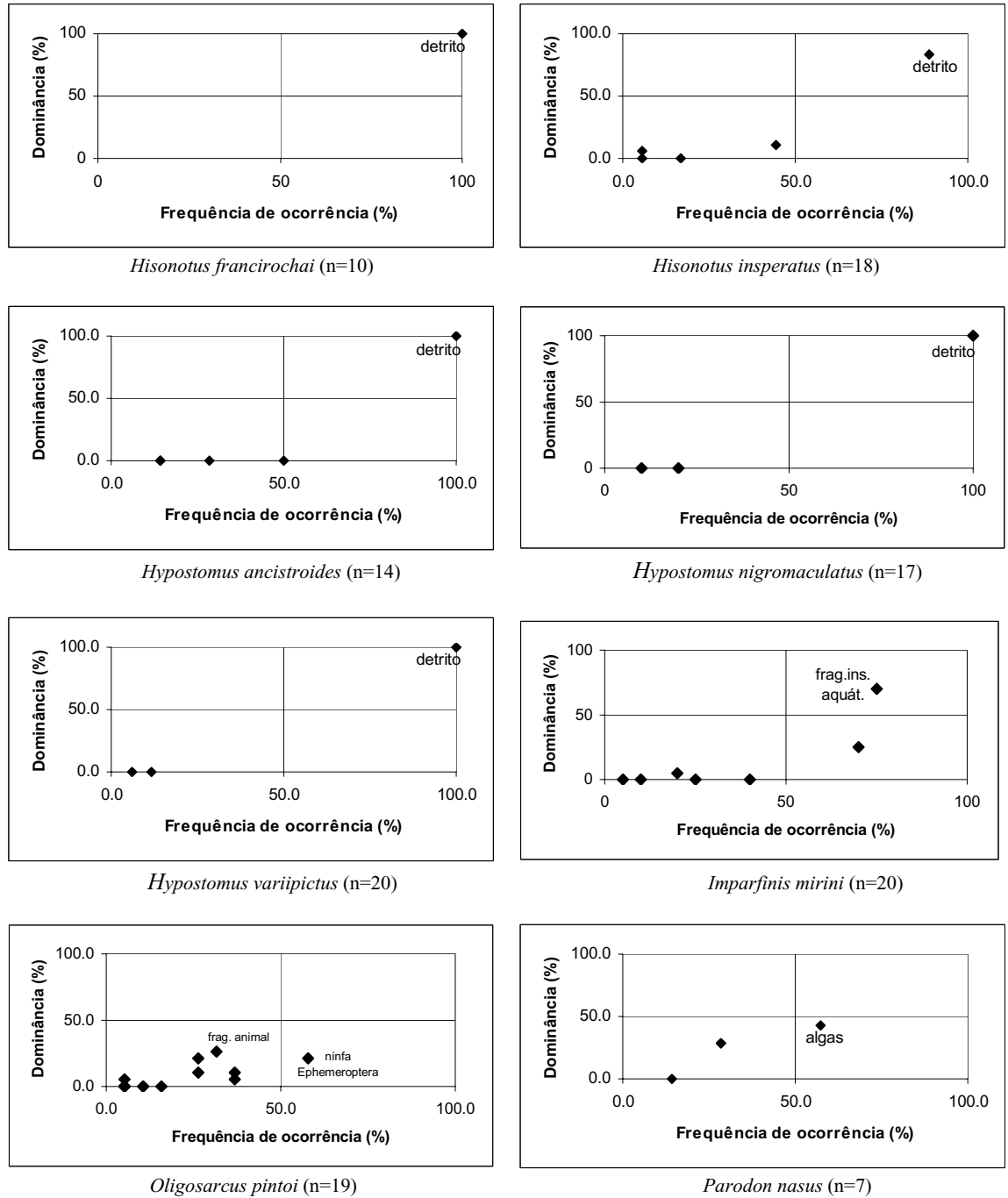


Figura 3. Representação gráfica da dominância (eixo y) e frequência de ocorrência (eixo x) dos itens alimentares encontrados nos conteúdos gástricos de *Hisonotus francirochai*, *H. insperatus*, *Hypostomus ancistroides*, *H. nigromaculatus*, *H. variipictus*, *Imparfinis mirini*, *Oligosarcus pintoi* e *Parodon nasus* no Córrego da Água Limpa. Os números entre parênteses se referem aos indivíduos que continham conteúdo gástrico

Figure 3. Graphic representation of the dominance (axis y) and frequency of occurrence (axis x) of the feeding items registered in the gastric contents of *Hisonotus francirochai*, *H. insperatus*, *Hypostomus ancistroides*, *H. nigromaculatus*, *H. variipictus*, *Imparfinis mirini*, *Oligosarcus pintoi* and *Parodon nasus* from the Córrego da Água Limpa. The numbers between parentheses means the number of examined specimens with gastric contents.

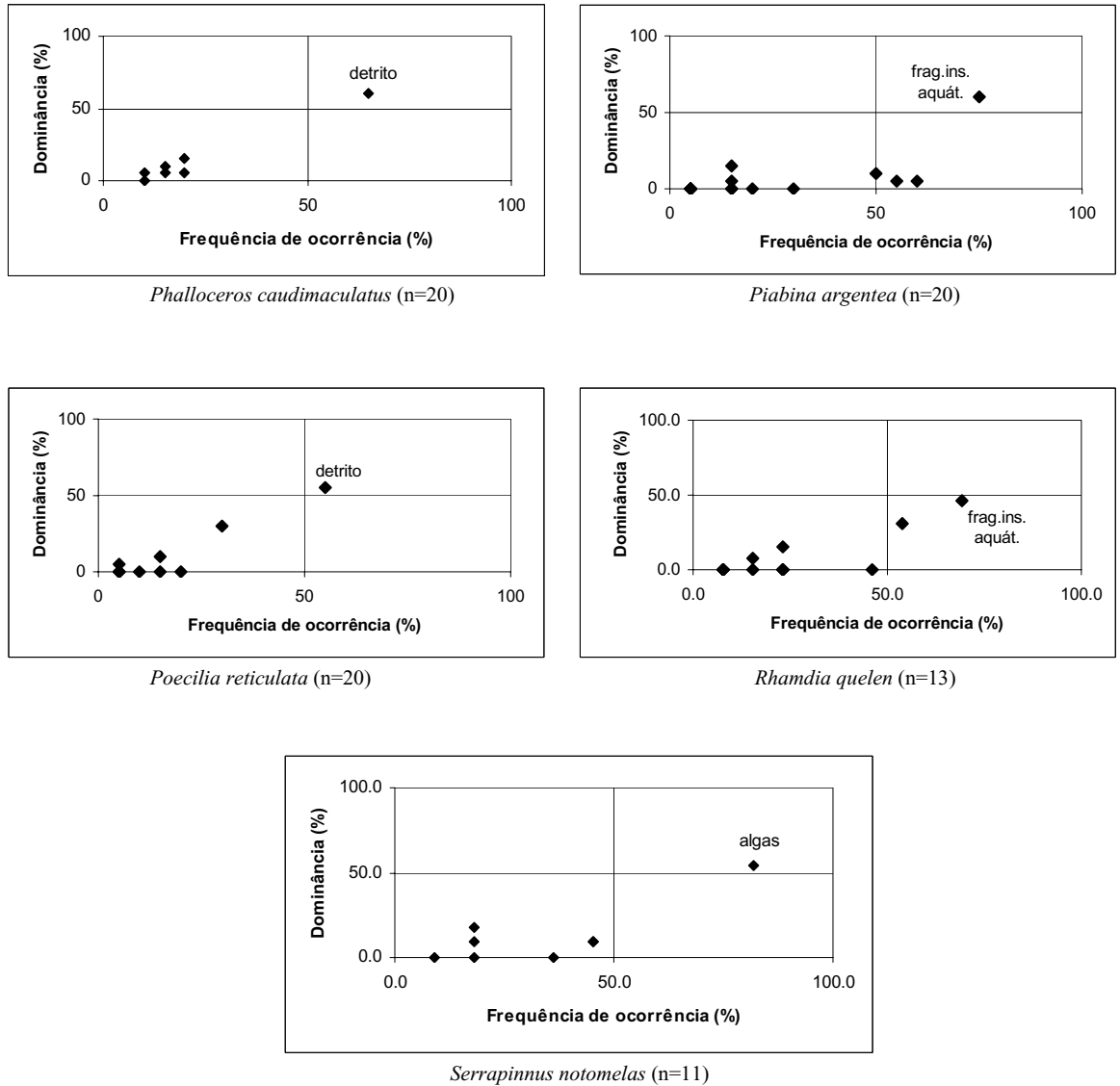


Figura 4. Representação gráfica da dominância (eixo y) e frequência de ocorrência (eixo x) dos itens alimentares encontrados nos conteúdos gástricos de *Phalloceros caudimaculatus*, *Piabina argentea*, *Poecilia reticulata*, *Rhamdia quelen* e *Serrapinnus notomelas* no Córrego da Água Limpa. Os números entre parênteses se referem aos indivíduos que continham conteúdo gástrico.

Figure 4. Graphic representation of the dominance (axis y) and frequency of occurrence (axis x) of the feeding items registered in the gastric contents of *Phalloceros caudimaculatus*, *Piabina argentea*, *Poecilia reticulata*, *Rhamdia quelen* e *Serrapinnus notomelas* from the Córrego da Água Limpa. The numbers between parentheses means the number of examined specimens with gastric contents.

### **Análise dos atributos biológicos para cada trecho**

Todos os atributos considerados quali ou quantitativamente consistentes para responder aos impactos antrópicos impostos ao Córrego da Água Limpa estão mencionados na Tabela 5. Os valores dos atributos dos trechos estudados no Córrego da Água Limpa, baseados no cenário referência adaptado para cada um deles, e seus respectivos escores estão listados nas Tabelas 6 a 9.

Os atributos “número de espécies nativas” e “número de categorias tróficas” foram adaptados a cada trecho, visto que a riqueza e complexidade trófica tendem a aumentar conforme a hierarquia fluvial (Barreto & Uieda 1998, Casatti 2005, Braga & Andrade 2005). Os valores para os atributos “percentual de indivíduos tolerantes”, “percentual de abundância de *Poecilia reticulata*” e “percentual de riqueza de Characiformes e Siluriformes” foram os mesmos atribuídos aos trechos de primeira ordem, visto que refletem padrões gerais encontrados em riachos de regiões pouco impactadas na bacia do Alto Rio Paraná (Böhlke et al. 1978, Lowe-McConnell 1987, Menezes 1996, Castro & Menezes 1998).

### **Avaliação da integridade biótica**

#### **Comparação entre diferentes protocolos de amostragem**

O IBI obtido por meio dos dois protocolos de amostragem foi semelhante para cada trecho (Tabelas 10 a 13). Houve pequenas variações quanto aos escores de alguns atributos, com pouca influência na nota final. Assim, para riachos de baixa ordem, é possível obter dados consistentes para análises de integridade biótica da ictiofauna empregando um menor esforço de coleta (Protocolo 1), onde foram aplicadas duas passagens de pesca elétrica em 75 metros de extensão em uma única ocasião.

Dentre os estudos realizados com o propósito de adequar IBIs utilizando atributos da ictiofauna em riachos, há grande variação entre os esforços amostrais estabelecidos em função da largura e profundidade do riacho. Em geral são empregados protocolos amostrais capazes de explorar uma amostra representativa de habitats presentes no local (p. ex., Karr 1981), podendo variar de duas passagens de pesca elétrica em 75 metros de extensão (Roth et al. 1999), uma passagem de pesca elétrica em 93 metros (Schleiger 2000) ou ainda três passagens de pesca elétrica em 100-150 metros (Bozzetti & Schulz 2004). Apesar da pesca elétrica se mostrar um método eficiente para coletar peixes em riachos de baixa ordem, vários fatores podem afetar sua eficiência, dentre os quais condutividade, turbidez, flutuações sazonais, velocidade da corrente e, principalmente, profundidade e largura do canal (Zalewski & Cowx 1990).

### **Comparação entre os períodos do ano**

Foi calculado o IBI entre os períodos do ano, utilizando dados obtidos com o Protocolo 2 de amostragem. Foi observada menor integridade no trecho 2 no período seco, sendo que para os demais trechos não houve alteração do valor final do IBI (Tabelas 10 a 13).

Os valores de IBI do Córrego da Água Limpa variaram pouco com relação à sazonalidade. A única mudança de categoria foi referente ao trecho 2, que passou de pobre no período seco para regular no período chuvoso e pode ser explicada pelos maiores escores dos atributos “percentual de indivíduos tolerantes à hipóxia”, “riqueza de espécies nativas” e “riqueza de espécies nectônicas”. Neste caso, a melhoria na qualidade desses atributos pode estar ocasionalmente associada ao recrutamento de espécies de áreas adjacentes devido ao aumento no volume de água. Pouca influência sazonal no IBI também foi registrada por Bozzetti & Schulz (2004) em riachos do Sul do Brasil. Em locais com maior grau de poluição química, contudo, Araújo (1998a) observou maiores valores de IBI no período seco e menores no período chuvoso, explicando tais resultados pelo maior aporte de material alóctone para dentro dos trechos estudados, diminuindo a qualidade química da água e influenciando negativamente o valor final do IBI.

### **Comentários Gerais**

Houve pouca alteração da integridade biótica perante diferentes esforços de amostragem e entre os períodos seco e chuvoso (Tabela 14). Por tais razões e para que seja possível comparar os quatro trechos do Córrego da Água Limpa como outros estudos em andamento no noroeste do Estado de São Paulo (L. Casatti dados não publicados), as comparações com condições físicas, químicas e estruturais do habitat (Tabela 14) foram conduzidas com o IBI calculado para o Protocolo 1 de amostragem.

Paralelamente ao cálculo do IBI de cada trecho, foram também calculados o Índice de Qualidade Química para riachos (“Stream Water Index”, SWI) e o Índice Físico do Habitat (“Physical Habitat Index”, PHI), seguindo propostas e adaptações de Casatti et al. (2006). Os detalhes das avaliações do SWI e PHI no Córrego da Água Limpa estão apresentados e discutidos por Ferreira & Casatti (2006). O SWI foi considerado bom para todos os trechos; por outro lado, o PHI foi considerado regular para os trechos 1 e 4 e pobre para os trechos 2 e 3 (Tabela 14).

A integridade da biota aquática pode ser influenciada pela queda na qualidade química da água (Karr 1993), representada tanto pela lavagem dos solos contendo defensivos agrícolas e adubos à base de nitrogênio e fósforo (Brodie & Mitchell 2005) quanto pela descarga de esgoto doméstico. Tais compostos, quando lançados na água, podem reduzir as concentrações de oxigênio dissolvido que é consumido durante a decomposição das altas quantidades

de compostos orgânicos e conseqüentemente ocasionar a mortandade de muitas espécies de peixes menos tolerantes a tais condições (Eklöv et al. 1998). Um outro tipo de impacto ocorre em áreas mais urbanizadas, onde indústrias despejam seus efluentes químicos *in natura* nos rios que correm dentro das cidades, podendo levar ao aparecimento de diversas patologias nos peixes e ao acúmulo de compostos tóxicos ao longo da cadeia trófica, além de eliminar espécies mais sensíveis (DelValls et al. 1998, Eklöv et al. 1998). As condições registradas no Córrego da Água Limpa indicam que a qualidade química da água não influencia diretamente a integridade biótica local. Contudo, as nascentes desse riacho estão localizadas na periferia do município de Neves Paulista, e a manutenção das boas condições registradas depende da prevenção de lançamento inadequado de efluentes domésticos.

Mais interligados, no entanto, foram os resultados da integridade física do hábitat e da integridade biótica de cada trecho. O trecho 1 apresentou integridade física regular, reflexo principalmente da boa diversidade de hábitats (poços, corredores e corredeiras). Tal diversidade de hábitats permite a ocorrência de várias espécies com características biológicas diferenciadas, tais como *Astyanax altiparanae* e *Piabina argentea*, espécies neotônicas, que ocupam a coluna d'água; *Aspidoras fuscoguttatus* e *Corydoras aeneus* que forrageiam no fundo arenoso; *Gymnotus carapo* que utiliza os bancos de gramíneas marginais para abrigo e forrageio e *Hypostomus nigromaculatus* que ocorre nas corredeiras de substrato rochoso. A alta diversidade de espécies e equitabilidade possivelmente estão associadas à maior heterogeneidade de hábitats disponíveis (Ferreira & Casatti 2006). Tais características de estrutura e composição da ictiocenose se refletem no IBI do trecho 1, que obteve os maiores escores nos atributos “número de espécies nativas”, “número de espécies de corredeiras”, “percentual de espécies reofílicas”, “percentual de abundância de *P. reticulata*” e “dominância”.

No trecho 2 o PHI foi considerado pobre, principalmente por ser um corredor único, sem diversidade de hábitats e substrato instável, fatores que favoreceram algumas espécies mais generalistas de hábitos bentônicos em fundo arenoso e, em contraste, inviabilizaram a ocorrência de espécies reofílicas. Tais fatores também foram refletidos no IBI; por exemplo, a abundância de gramíneas nas margens, ao longo de todo trecho, disponibilizam um micro-hábitat que favorece a ocupação de *G. carapo*, espécie que, sendo dominante no ambiente (Ferreira & Casatti 2006), contribui como um atributo de influência negativa no IBI. A elevada abundância de *P. reticulata* nesse trecho também colaborou para a queda no resultado final do IBI, pois além de ser uma espécie exótica, está geralmente associada a hábitats simplificados, alimenta-se de uma grande variedade de recursos e possui poucas exigências quanto à disponibilidade de sítios para reprodução (Reznick & Bryga 1987, Trexler 1988, Oliveira & Bennemann 2004). A ausência de espécies

reofílicas e o baixo percentual de espécies de Characiformes e Siluriformes notadamente influenciaram o baixo valor do IBI neste trecho.

No trecho 3 foi marcante a baixa riqueza de espécies, quando comparado com a condição referência e algumas características físicas podem estar diretamente associadas à baixa integridade biótica encontrada neste trecho. A baixa estabilidade do substrato, elevada turbidez e profundidade deste local podem inviabilizar o estabelecimento do perifíton e, conseqüentemente, a ocorrência de espécies de hábitos perifítonívoros, como os parodontídeos e loricariídeos. A ausência de vegetação ripária, também inviabiliza a ocorrência de espécies que se alimentam exclusivamente de material vegetal alóctone, como frutos e sementes. Em razão da ausência dessas várias categorias de espécies, os escores dos atributos “número de espécies nativas”, “percentual de indivíduos perifítonívoros”, “número de espécies da família Curimatidae”, “número de espécies de Characiformes frugívoros ou herbívoros alóctones” e “número de espécies piscívoras” receberam pontuação muito baixa ou não foram pontuados, influenciando negativamente a nota final do IBI deste trecho, classificado como muito pobre.

O trecho 4, embora estruturalmente menos heterogêneo do que o trecho 1 em razão da predominância de corredeiras, também mostrou integridade biótica regular. Tal resultado se deve principalmente às características físicas do hábitat que disponibilizam micro-hábitats para diversas espécies de hábitos reofílicos, especialmente Siluriformes, influenciando positivamente o IBI. Além disso, em razão da forte correnteza, não foram registrados micro-hábitats que seriam utilizados por espécies tolerantes e por *P. reticulata*, contribuindo para que os escores desses atributos fossem altos.

Em síntese, mesmo com o emprego de atributos ainda não testados quantitativamente (trechos 2-4) em razão da urgência no desenvolvimento deste protocolo de monitoramento, ficou evidente que a integridade biótica do Córrego da Água Limpa sofre notável influência da estrutura do hábitat. A combinação de ferramentas de análise que incluem informações físicas, químicas, estruturais do hábitat e biológicas, tal como aplicada neste estudo, permitirá realizar um monitoramento em longo prazo da micro-bacia em questão, empregando pouco tempo de trabalho no campo, baixo custo e rápida liberação de resultados. Finalmente, consideramos fundamental o incentivo à preservação de remanescentes florestais na região e seus corpos d'água, que serão valiosos como áreas comparativas em futuros estudos de biomonitoramento.

## Agradecimentos

Agradecemos à equipe do Laboratório de Ictiologia DZSJRP-IBILCE pelo auxílio no campo; Francisco Langeani pelo auxílio nas identificações taxonômicas dos peixes;

Alexandre M. Silva pela análise de uso e ocupação do solo da micro-bacia; Departamento de Zoologia e Botânica e Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal IBILCE-UNESP pelo apoio; IBAMA pela licença de coleta (001/2003); 4º Batalhão da Polícia Ambiental do Estado de São Paulo pelo auxílio na localização e reconhecimento dos pontos de coleta; Ricardo M. C. Castro, Sirlei T. Bennemann e assessores anônimos por valiosas sugestões. Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) dentro do Programa BIOTASP/FAPESP - O Instituto Virtual da Biodiversidade ([www.biota.org.br](http://www.biota.org.br)) - através do Auxílio à Pesquisa "Avaliação da integridade biótica dos riachos da região noroeste do Estado de São Paulo, bacia do Alto Paraná, utilizando comunidades de peixes" (FAPESP nº 01/13340-7). As autoras foram bolsistas da FAPESP (processos nº 02/05996-2, 03/09612-7).

### Referências bibliográficas

- ALLAN, J.D. & FLECKER, A.S. 1993. Biodiversity conservation in running waters. *BioScience* 43:32-43.
- ANGERMEIER, P.L. & KARR, J.R. 1986. Applying an index of biotic integrity based on stream-fish communities: considerations in sampling and interpretation. *N. Am. J. Fish. Manage.* 6:418-429.
- ANGERMEIER, P.L. & DAVIDEANU, G. 2004. Using fish communities to assess streams in Romania: initial development of an index biotic integrity. *Hydrobiol.* 511:65-78.
- ARAÚJO, F.G. 1998a. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o Rio Paraíba do Sul. *Revta Bras. Zool.* 58:547-558.
- ARAÚJO, F.G. 1998b. Uso da taxocenose de peixes como indicadora de degradação ambiental no Rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro, Brasil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 41:370-378.
- ARAÚJO, F.G., FICHBERG, I., PINTO, B.C.T. & PEIXOTO, M.G. 2003. A preliminary index of biotic integrity for monitoring the condition of the Rio Paraíba do Sul, southeast Brazil. *Environ. Manage.* 32:516-526.
- BARRETO, M.G. & UIEDA, V.S. 1998. Influence of the abiotic factors on the ichthyofauna composition in different orders stretches of Capivara River, São Paulo State, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26:2180-2183.
- BENNEMANN, S.T., CASATTI, L. & OLIVEIRA, D.C. 2006. Alimentação de peixes: proposta para análise de itens registrados em conteúdos gástricos. *Biota Neotrop.* 6(2):<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn01206022006>
- BÖHLKE, J., WEITZMANN, S.H. & MENEZES, N.A. 1978. Estado atual da sistemática de peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amaz.* 8:657-677.
- BOZZETTI, M. & SCHULZ, U.H. 2004. An index of biotic integrity based on fish assemblages for subtropical streams in southern Brazil. *Hydrobiol.* 529:133-144.
- BRAGA, F.M.S. & ANDRADE, P.M. 2005. Distribuição de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, Serra da Mantiqueira Oriental, São Paulo, Brasil. *Iheringia, Ser. Zool.* 95:121-126.
- BRODIE, J.E. & MITCHELL, A.W. 2005. Nutrients in Australian tropical rivers: changes with agricultural development and implications for receiving environments. *Mar. Fresh. Res.* 56:279-302.
- CALLISTO, M., MORETTI, M. & GOULART, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Rev. Bras. Rec. Hídricos* 6:71-82.
- CASATTI, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, Sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 2(2):<http://www.biotaneotropica.org.br/v2n2/pt/abstract?article+BN02502022002>
- CASATTI, L. 2003. Biology of a catfish, *Trichomycterus* sp. (Pisces, Siluriformes), in a pristine stream in the Morro do Diabo State Park, Southeastern Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 38:105-110.
- CASATTI, L. 2005. Fish assemblage structure in a first order stream, Southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality and microhabitat diversity. *Biota Neotrop.* 5(1):<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1/pt/abstract?article+BN02505012005>
- CASATTI, L., LANGEANI, F. & CASTRO, R.M.C. 2001. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, SP. *Biota Neotrop.* 1(1/2):<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?inventory+BN00201122001>
- 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. *Braz. J. Biol.* 66:681-696.
- 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. & 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 & FAPESP, São Paulo, p.1-13.

- CASTRO, R.M.C., CASATTI, L., SANTOS, H.F., FERREIRA, K.M., RIBEIRO, A.C., BENINE, R.C., DARGIS, G.Z.P., MELO, A.L.A., STOPIGLIA, R., ABREU, T.X., BOCKMANN, F.A., CARVALHO, M., GIBRAN, F.Z. & LIMA, F.T.C. 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 3(1):<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n1/pt/abstract?article+BN01703012003>
- COSTELLO, M.J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *J. Fish Biol.* 36:261-263.
- DELLVALLS, T.A., CONRADI, M., GARCIA-ADIEGO, E., FORJA, J.M. & GÓMEZ-PARRA, A. 1998. Analysis of macrobenthic community structure in relation to different environmental sources of contamination in two littoral ecosystems from the Gulf of Cádiz (SW Spain). *Hydrobiol.* 385:59-70.
- EKLÖV, A.G., GREENBERG, L.A., BRÖNNMARK, C., LARSSON, P. & BERGLUND, O. 1998. Response of stream fish to improved water quality: a comparison between the 1960s and 1990s. *Freshwater Biol.* 40:771-782.
- FERREIRA, C.P. & CASATTI, L. 2006. Influência da estrutura do habitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Revta Bras. Zool.* 23:642-651.
- FROST, W.E. & WENT, A.E.J. 1940. River Liffey survey. III. The growth and food of young salmon. *Proc. R. Irish Acad.* 46B:53-80.
- GANASAN, V. & HUGHES, R.M. 1998. Application of an index of biological integrity (IBI) to fish assemblages of the rivers Khan and Kshipra (Madhya Pradesh), India. *Freshwater Biol.* 40:367-83.
- GARUTTI, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. *Rev. Brasil. Biol.*, 48:747-759.
- GELWICK, F.P. & MATTHEWS, W.J. 1996. Trophic relations of stream fishes. In *Methods in stream ecology* (G. Lamberti & R. Hauer, eds.). Academic Press, New York, p.475-492.
- GORMAN, O.T. & KARR, J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology* 59:507-515.
- HARDING, J.S., BENFIELD, E.F., BOLSTAD, P.V., HELFMAN, G.S. & JONES III, E.B.D. 1998. Stream biodiversity: The ghost of land use past. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 95:14843-14847.
- HARRIS, J.H. 1995. The use of fish in ecological assessments. *Aust. J. Ecol.* 20:65-80.
- HILL, B.H., HERLIHY, A.T., KAUFFMANN, P.R., STEVERSON, R.J., MCCORMICK, F.H. & JOHNSON, C.B. 2000. Use of periphyton assemblage data as an index of biotic integrity. *J. North Am. Benth. Soc.* 19:50-67.
- HUGHES R.M. 1995. Defining acceptable biological status by comparing with reference conditions. In *Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision making* (W.S. Davis & T.P. Simon, eds.). CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, p.31-47.
- HYNES, H.B.N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.* 19:36-57.
- JAMESON, S.C., ERDMANN, M.V., KARR, J.R. & POTTS, K.W. 2001. Charting a course toward diagnostic monitoring: a continuing review of coral reef attributes and a research strategy for creating coral reef indexes of biotic integrity. *B. Mar. Sci.* 69:701-44.
- JOY, M.K. & DEATH, R.G. 2004. Application of the index of biotic integrity methodology to New Zealand freshwater fish communities. *Environ. Manage.* 34:415-428.
- KAMDEM TOHAM, A.K. & TEUGELS, G.G. 1999. First data on an index of biotic integrity (IBI) based on fish assemblages for the assessment of the impact of deforestation in a tropical West African river system. *Hydrobiol.* 397:29-38.
- KARR, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6:21-27.
- KARR, J.R. 1993. Measuring biological integrity: lessons from streams. In *Ecological integrity and the management of ecosystems* (S. Woodley, J. Ray & G. Francis, eds.). Saint Lucie Press, Ottawa, p.83-103.
- KARR, J.R. 1999. Defining and measuring river health. *Freshwater Biol.* 41:221-234.
- KARR, J.R. & SCHLOSSER, I.J. 1978. Water resources and the land-water interface. *Science* 201:229-234.
- KARR, J.R. & DUDLEY, D.R. 1981. Ecological perspective on water quality goals. *Environ. Manage.* 5:55-68.
- KARR, J.R. & DIONNE, M. 1991. Designing surveys to assess biological integrity in lakes and reservoirs. In *Biological criteria: research and regulation*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C., EPA – 440/5-91-005, p.62-72.
- KARR, J.R. & CHU, E.W. 1999. Restoring life in running waters: better biological monitoring. Island Press, Washington DC.
- KERANS, B.L. & KARR, J.R. 1994. A benthic index of biotic integrity (B-IBI) for rivers of the Tennessee Valley. *Ecol. Appl.* 4:768-785.
- KIMBERLING, D.N., KARR, J.R. & FORE, L.S. 2001. Measuring human disturbance using terrestrial invertebrates in the shrub-steppe of eastern Washington (USA). *Ecol. Indic.* 1:63-81.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, Cambridge.
- LYONS, J., NAVARRO-PEREZ, S., COCHRAN, P.A., SANTANA, E. & GUZMÁN-ARROYO, M. 1995. Index of biotic integrity based on fish assemblages for the conservation of streams and rivers in West-Central México. *Conserv. Biol.* 9:569-584.
- MAZZONI, R., FENERICH-VERANI, N. & CARAMASCHI, E.P. 2000. Electrofishing as a sampling technique for coastal stream fish populations and communities in the southeast of Brazil. *Rev. Brasil. Biol.* 60:205-216.

- MENEZES, N. A. 1996. Methods for assessing freshwater fish diversity. In Biodiversity in Brazil (C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes, eds.). CNPq, São Paulo, p.289-295.
- MICACCHION, M. 2002. Amphibian index of biotic integrity (AmphIBI) for wetlands. Final Report EPA Grant nºCD985875-01, Ohio.
- MILLER, D.L., LEONARD, P.M., HUGHES, R.M., KARR, J., MOYLE, P.B., SCHRADER, L.H., THOMPSON, B.A., DANIELS, R.A., FAUSCH, K.D., FITZHUGH, G.A., GAMMON, J.R., HALLIWELL, D.B., ANGERMEIER, P.L. & ORTH, D.J. 1988. Regional applications of an index of biotic integrity for use in water resource management. Fisheries 13:12-20.
- MONBEIG, P. 1998. Pioneiros e fazendeiros de São Paulo. Hucitec, São Paulo.
- OBERDORFF, T. & POCHER, J.P. 1994. An index of biotic integrity to assess biological impacts of salmonid farm effluents on receiving waters. Aquaculture 119:219-235.
- OBERDORFF, T. & HUGHES, R.M. 1992. Modification of an index of biotic integrity based on fish assemblages to characterize rivers of the Seine Basin, France. Hydrobiol. 228:117-30.
- OBERDORFF, T., PONT, D., HUGUENY, B. & PORCHER, J.P. 2002. Development and validation of a fish-based index for the assessment of 'river health' in France. Freshwater Biol. 47:1720-1734.
- OLIVEIRA, D.C. & BENNEMANN, S.T. 2004. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. Biota Neotrop. 5(1):<http://www.biotaneotropica.org.br/v5n1/pt/abstract?article+BN02905012005>
- REZNICK, D.N. & BRYGA, H. 1987. Life-history evolution in guppies (*Poecilia reticulata*): 1. Phenotypic and genetic changes in an introduction experiment. Evolution 41:1370-1385.
- ROTH, N.E., ALLAN, J.D. & ERICKSON, D.L. 1996. Landscape influences on stream biotic integrity assessed at multiple spatial scales. Landscape Ecol. 11:141-156.
- ROTH, N.E., SOUTHERLAND, M.T., MERCURIO, G., CHAILLOU, J.C., KAZYAK, P.F., STRANKO, S.S., PROCHASKA, A.P., HEIMBUCH, D.G. & SEIBEL, J.C. 1999. State of the streams: 1995-1997 Maryland biological stream survey results. Prepared by Tetra Tech Inc. for the Maryland Department of Natural Resources, Monitoring and Non-Tidal Assessment division, Annapolis, Maryland, CBWP-MANTA - EA-99-6.
- SCHLEIGER, S.L. 2000. Use of an index of biotic integrity to detect effects of land uses on stream fish communities in West-Central Georgia. Trans. Am. Fish. Soc. 129:1118-1133.
- SMA/IF (Secretaria do Meio Ambiente / Instituto Florestal). 2005. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo.
- STAUFFER, J.C., GOLDSTEIN, R.M. & NEWMAN, R.M. 2000. Relationship of wooded riparian zones and runoff potential to fish community composition in agricultural streams. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57:307-316.
- STOPIGLIA, R. 2001. Diversidade e aspectos da biologia de duas comunidades de peixes do Ribeirão Bonito, bacia do Alto Rio Paraná, SP. Monografia de Bacharelado, FFCLRP-USP, Ribeirão Preto.
- STRIBLING, J.B., JESSUP, B.J., WHITE, J.S., BOWARD, D. & HURD, M. 1998. Development of a benthic index of biotic integrity for Maryland streams. Prepared by Tetra Tech Inc. for the Maryland Department of Natural Resources, Monitoring and Non-Tidal Assessment division, Annapolis, Maryland, CBWP-EA-98-3.
- TEJERINA-GARRO, F.L., MALDONADO, M., IBAÑEZ, C., PONT, D., ROSET, N. & OBERDORFF, T. 2005. Effects of natural and anthropogenic environmental changes on riverine fish assemblages: a framework for ecological assessment of rivers. Braz. Arch. Biol. Technol. 48:91-108.
- TERRA, L.C.C. 2004. Avaliação da integridade biótica do Rio Formoso e Córrego Bonito, na bacia do Rio Formoso, município de Bonito, Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado, UNIDERP, Campo Grande.
- TREXLER, J.C. 1988. Phenotypic plasticity in poeciliid life histories. In Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae) (G.K. Meffe & F.F. Snelson, eds.). Prentice Hall, New Jersey, p.201-214.
- WEISBERG, S.B., RANASINGHE, J.A., SCHAFFNER, L.C., DIAZ, R.J., DAUER, D.M. & FRITHSEN, J.B. 1997. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. Estuaries 20:149-58.
- ZALEWSKI, M. & COWX, I.G. 1990. Factors affecting the efficiency of electric fishing. In Fishing with electricity - applications in freshwater fisheries management (I.G. Cowx & P. Lamarque, eds.). Fishing News Books, Oxford, p.89-111.
- Título: Integridade biótica de um córrego na bacia do Alto Rio Paraná avaliada por meio da comunidade de peixes.

Autores: Ferreira, C.P. and Casatti, L.

Biota Neotropica, Vol. 6 ( número 3 ): 2006  
<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00306032006>

Recebido em 15/03/06 - Versão reformulada 20/07/06  
Publicado em 01/09/06.

ISSN 1676-0603

Tabela 1. Abundância total e relativa de cada espécie registrada no estudo de Castro & Casatti (1997), utilizado como referência para o trecho 2, e no estudo de Stopiglia (2001), utilizado como referência para o trecho 3. A referência do trecho 4 foi composta com base em exemplares coletados por Valdener Garutti, em 1980, depositados da Coleção de Peixes do Departamento de Zoologia e Botânica (DZSJRP) IBILCE/UNESP.

Table 1. Total and relative abundance of each species registered in the study of Castro & Casatti (1997), used as reference to site 2, and in the study of Stopiglia (2001), used as reference to site 3. The reference to site 4 was based on fishes sampled by Valdener Garutti, in 1980, deposited in the fish collection of the Departamento de Zoologia e Botânica (DZSJRP) IBILCE/UNESP.

Espécies	Trecho 2		Trecho 3		Trecho 4	
	N	%	N	%	N	%
<i>Aspidoras fuscoguttatus</i>	-	-	-	-	30	7,5
<i>Astyanax altiparanae</i>	305	26,8	-	-	9	2,3
<i>Astyanax fasciatus</i>	323	28,4	11	7,7	18	4,5
<i>Astyanax paranae</i> <sup>1</sup>	96	8,4	-	-	-	-
<i>Astyanax</i> sp. 1	5	0,4	3	2,1	-	-
<i>Astyanax</i> sp. 2	-	-	-	-	6	1,5
<i>Bryconamericus stramineus</i>	-	-	85	59,4	-	-
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	-	-	-	-	3	0,8
<i>Characidium fasciatum</i>	-	-	-	-	61	15,3
<i>Characidium gomesi</i>	3	0,3	-	-	-	-
<i>Characidium zebra</i>	31	2,7	-	-	-	-
<i>Cheirodon stenodon</i>	-	-	-	-	2	0,5
<i>Corydoras difluviatilis</i> <sup>2</sup>	3	0,3	-	-	-	-
<i>Crenicichla britskii</i>	-	-	1	0,7	5	1,3
<i>Eigenmannia virescens</i>	2	0,2	-	-	23	5,8
<i>Gymnotus carapo</i>	13	1,1	-	-	2	0,5
<i>Hisonotus francirochai</i>	8	0,7	10	7,0	90	22,6
<i>Hisonotus insperatus</i>	-	-	1	0,7	-	-
<i>Hoplias malabaricus</i>	4	0,4	-	-	-	-
<i>Hypostomus ancistroides</i>	37	3,3	12	8,4	-	-
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	-	-	6	4,2	-	-
<i>Hypostomus</i> sp.	-	-	-	-	10	2,5
<i>Imparfinis mirini</i>	5	0,4	1	0,7	3	0,8
<i>Imparfinis schubarti</i>	-	-	-	-	1	0,3
<i>Leporinus striatus</i>	-	-	-	-	2	0,5
<i>Moenkhausia sanctaefilomenae</i>	-	-	-	-	6	1,5
<i>Oligosarcus pintoii</i>	9	0,8	-	-	6	1,5
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	232	20,4	10	7,0	-	-
<i>Piabina argentea</i>	-	-	-	-	57	14,3
<i>Pimelodella avanhandavae</i>	-	-	-	-	46	11,6
<i>Pimelodella</i> sp.	1	0,1	-	-	-	-
<i>Pyrrhulina australis</i>	-	-	-	-	7	1,8
<i>Rhamdia quelen</i>	48	4,2	2	1,4	1	0,3
<i>Rhamdiopsis</i> sp.	3	0,3	-	-	-	-
<i>Serrapinnus notomelas</i>	-	-	-	-	6	1,5
<i>Steindachnerina inculpta</i>	-	-	-	-	1	0,3
<i>Synbranchus marmoratus</i>	-	-	-	-	3	0,8
<i>Tatia neivai</i>	-	-	1	0,7	-	-
<i>Trichomycterus</i> sp.	9	0,8	-	-	-	-
<b>Abundância total</b>	<b>1.137</b>	<b>100</b>	<b>143</b>	<b>100</b>	<b>398</b>	<b>100</b>

1. Espécie mencionada como *Astyanax scabripinnis* no estudo de Castro & Casatti (1997)

2. Espécie mencionada como *Corydoras* aff. *cochui* no estudo de Castro & Casatti (1997)

*Tabela 2. Descrição das categorias de integridade biótica empregadas no presente estudo (adaptadas a partir de Roth et al. 1999).*  
*Table 2. Description of the biotic integrity categories applied to the present study (adapted from Roth et al. 1999).*

<b>Categoria</b>	<b>Valor numérico</b>	<b>Descrição</b>
<b>Bom</b>	4,0-5,0	Comparável aos riachos referência e considerados minimamente impactados. Em média, os atributos biológicos se enquadram acima de 75% da condição referência.
<b>Regular</b>	3,0-3,9	Comparável aos riachos-referência, porém com alguns aspectos da biologia comprometidos. Em média, os atributos situam-se entre 75 e 50% da condição referência.
<b>Pobre</b>	2,0-2,9	Significativo desvio da condição referência, com muitos aspectos da integridade biológica distantes da situação minimamente impactada. Em média, os atributos situam-se entre 50 e 25% da condição referência.
<b>Muito pobre</b>	0-1,9	Forte desvio da condição referência, com muitos aspectos da integridade biológica alterados, indicando degradação séria. A maioria dos atributos biológicos está abaixo de 25% da condição referência

Tabela 3. Abundância das espécies de peixes do Córrego da Água Limpa, coletadas de acordo com os Protocolos 1 e 2 de amostragem (Protocolo 2 inclui amostragens em períodos seco e chuvoso).  
 Table 3. Abundance of the fish species from Córrego da Água Limpa, sampled according to the Protocol 1 and 2 (Protocol 2 includes samples in both dry and wet periods).

Espécies	Protocolo 1				Protocolo 2							
	trecho 1	trecho 2	trecho 3	trecho 4	trecho 1		trecho 2		trecho 3		trecho 4	
					seco	chuvoso	seco	chuvoso	seco	chuvoso	seco	chuvoso
<i>Apareiodon ibitiensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Apareiodon piracicabae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Aspidoras fuscoguttatus</i>	8	-	-	-	11	1	2	6	-	-	-	-
<i>Asyanax aliparanae</i>	11	-	4	2	13	9	-	2	4	1	3	2
<i>Callichthys callichthys</i>	-	2	-	-	2	5	2	-	-	-	-	-
<i>Characidium gomesi</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Cichlasoma paranaense</i>	1	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Corydoras aeneus</i>	2	10	1	1	4	4	20	15	-	-	1	2
<i>Crenicichla brisskii</i>	6	5	3	5	9	11	2	15	3	-	6	7
<i>Cyphocharax vanderi</i>	1	-	-	-	6	-	-	-	-	1	1	-
<i>Eigenmannia virescens</i>	-	3	-	-	-	-	4	2	-	1	-	-
<i>Geophagus brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>Gymnotus carapo</i>	12	33	-	2	16	43	55	36	1	1	2	5
<i>Hisonotus francirochai</i>	-	23	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hisonotus insperatus</i>	-	9	-	-	-	-	8	13	-	-	-	-
<i>Hoplias malabaricus</i>	-	-	1	-	1	3	1	-	-	1	-	-
<i>Hypostomus ancistroides</i>	8	-	-	1	6	13	17	67	1	3	2	15
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	4	-	2	87	10	5	-	-	-	2	109	107
<i>Hypostomus variipictus</i>	1	-	-	19	-	-	-	-	-	-	37	21
<i>Imparfinis mirini</i>	9	4	-	1	9	9	4	38	-	-	-	-
<i>Oligosarcus pinto</i>	5	3	-	1	5	45	3	12	2	-	5	15
<i>Parodon nasus</i>	4	-	-	1	-	-	-	-	1	-	3	5
<i>Phallocheros caudimaculatus</i>	-	-	-	-	-	-	6	2	9	11	-	-
<i>Piabina argentea</i>	9	1	9	7	30	13	15	8	36	11	33	16
<i>Poecilia reticulata</i>	-	-	7	3	6	4	-	1	27	23	-	2
<i>Rhamdia quelen</i>	-	1	1	1	4	1	1	9	-	-	-	1
<i>Serrapimetus notomelas</i>	-	-	-	-	-	25	1	1	-	-	-	2
<i>Synbranchus marmoratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<b>Riqueza de espécies</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<b>Abundância</b>	<b>81</b>	<b>94</b>	<b>28</b>	<b>135</b>	<b>132</b>	<b>191</b>	<b>141</b>	<b>229</b>	<b>84</b>	<b>55</b>	<b>206</b>	<b>203</b>

Tabela 4. Grupos tróficos das espécies registradas no Córrego da Água Limpa. \*Quando menos de cinco exemplares foram examinados, são mencionados apenas os itens predominantes nos conteúdos gástricos.

Table 4. Trophic groups of the fish species registered in the Córrego da Água Limpa. \*When less than five specimens were examined, only predominant items in each stomach were mentioned.

<b>Espécies</b>	<b>Grupos Tróficos / Itens predominantes</b>
<i>Apareiodon ibitiensis</i> *	Vegetais superiores e larvas de Chironomidae
<i>Apareiodon piracicabae</i> *	Vegetais superiores
<i>Aspidoras fuscoguttatus</i>	Insetívoro aquático generalista
<i>Astyanax altiparanae</i>	Onívoro
<i>Callichthys callichthys</i>	Onívoro
<i>Characidium gomesi</i> *	Fragmentos de insetos aquáticos
<i>Cichlasoma paranaense</i> *	Fragmentos de insetos aquáticos
<i>Corydoras aeneus</i>	Insetívoro aquático generalista
<i>Crenicichla britskii</i>	Insetívoro aquático generalista
<i>Cyphocharax vanderi</i>	Detritívoro
<i>Eigenmannia virescens</i>	Insetívoro aquático generalista
<i>Geophagus brasiliensis</i> *	Fragmentos de insetos aquáticos
<i>Gymnotus carapo</i>	Insetívoro aquático generalista
<i>Hisonotus francirochai</i>	Detritívoro
<i>Hisonotus insperatus</i>	Detritívoro
<i>Hoplias malabaricus</i> *	Decápodes, hemípteros e peixes
<i>Hypostomus ancistroides</i>	Detritívoro
<i>Hypostomus nigromaculatus</i>	Detritívoro
<i>Hypostomus variipictus</i>	Detritívoro
<i>Imparfinis mirini</i>	Insetívoro aquático generalista
<i>Oligosarcus pinto</i>	Insetívoro generalista
<i>Parodon nasus</i>	Algívoro
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	Detritívoro
<i>Piabina argentea</i>	Insetívoro aquático generalista
<i>Poecilia reticulata</i>	Detritívoro
<i>Rhamdia quelen</i>	Insetívoro aquático generalista
<i>Serrapinnus notomelas</i>	Algívoro
<i>Synbranchus marmoratus</i> *	Fragmento animal

Tabela 5. Atributos utilizados no cálculo do índice de integridade biótica dos trechos estudados no Córrego da Água Limpa e respectivos trechos onde cada atributo foi utilizado. \*Os valores dos atributos foram adaptados a cada trecho.  
Table 5. Attributes used to calculate the biotic integrity index of the Córrego da Água Limpa stretches sampled and respective stretches in which such attributes were applied. \*The attributes values were adapted to each stretch.

Atributos	Comentários	trechos			
		1	2	3	4
Percentual de espécies de Characiformes e Siluriformes	A proporção de espécies pertencentes às ordens Characiformes e Siluriformes em águas continentais conservadas da região Neotropical é bem conhecida <sup>1</sup> ; contudo, em condições degradadas o ambiente pode ser dominado por espécies mais tolerantes das ordens Perciformes e Cyprinodontiformes <sup>15</sup> .	X	X	X	X
Percentual de abundância de <i>Poecilia reticulata</i>	Além de ser uma espécie exótica, é considerada pioneira por ocupar habitats bastante impactados <sup>3</sup> . Em riachos integros normalmente tal espécie não ocorre <sup>4</sup> .	X	X	X	X
Percentual de indivíduos tolerantes à hipóxia*	Em ambientes degradados que apresentem baixa concentração de oxigênio dissolvido, espera-se encontrar um maior número de indivíduos que suportam tais condições, devido a adaptações fisiológicas e/ou comportamentais <sup>5</sup> .	X	X	X	X
Riqueza de espécies nativas*	O número de espécies presente em um ambiente pode diminuir conforme a degradação aumenta. Nesse atributo foram excluídas as espécies exóticas ou alóctones por indicarem algum grau de interferência antitropical <sup>6</sup> .	X	X	X	X
Número de categorias tróficas*	Em pequenos riachos integros geralmente são registradas espécies de peixes com hábitos onívoros, insetívoros ou peritívoros. Conforme o grau de interferência antitropical aumenta, o número de categorias alimentares tende a diminuir em função da oferta menos variada de itens alimentares <sup>7, 8</sup> .	X	X	X	X
Riqueza de espécies nectônicas	As espécies com hábitos nectônicos (principalmente dos gêneros <i>Astyanax</i> , <i>Bryconamericus</i> , <i>Moenkhausia</i> e <i>Hemigrammus</i> em riachos do Sistema do Alto Rio Paraná) são geralmente desfavorecidas em condições de menor volume de habitat, especialmente em consequência do assoreamento, um dos impactos mais comuns neste sistema hidrográfico <sup>4, 5</sup> .	X	X		
Riqueza de espécies reofílicas	Em riachos de primeira ordem bem conservados é esperado encontrar várias espécies reofílicas, ou seja, espécies adaptadas a áreas de corredeiras, que geralmente possuem substratos rochosos. Com o aumento da degradação, especialmente da zona ripária, pode ocorrer intensificação do assoreamento e soterramento de tais substratos, comprometendo aspectos da biologia alimentar e reprodutiva dessas espécies, o que pode se refletir em um menor número de espécies dessa categoria <sup>9, 10</sup> .	X			X
Percentual de indivíduos reofílicos	Em riachos de primeira ordem a ocorrência de uma ou outra espécie reofílica pode não demonstrar as reais condições da saúde do ambiente, visto que pode se tratar de um registro acidental. Em condições pouco impactadas, espera-se que a abundância relativa desse grupo seja pelo menos de 6% <sup>4, 10</sup> .	X			X
Dominância (Índice de Simpson)	Em ambientes conservados há baixa dominância por uma espécie em particular, mas com a degradação ambiental as populações das espécies mais sensíveis são eliminadas ou reduzidas a poucos indivíduos, permanecendo em alta abundância as espécies mais generalistas, o que geralmente ocasiona valores de dominância mais elevados <sup>2</sup> .	X			
Percentual de indivíduos que se abrigam na vegetação marginal	Atributo baseado na principal característica do trecho 2, que é a ocorrência de amplos bancos de gramináceas (Poaceae) semi-submersas nas margens, representando um micro-habitat que favorece a ocorrência de <i>Gymnotus carapo</i> . Espécies desse gênero, embora presentes, ocorrem em abundâncias relativamente mais baixas em riachos com vegetação ripária íntegra provavelmente em razão da menor oferta de abrigos marginais <sup>15</sup> .		X		
Percentual de indivíduos nectônicos	Em riachos com maior volume de habitat (geralmente ordens maiores que 1) apenas o registro do número de espécies nectônicas pode se tratar de registros acidentais e, em tais condições torna-se importante avaliar se tais espécies também são representadas por populações relativamente numerosas <sup>15</sup> .		X	X	

Continuação da Tabela 5

Atributos	Comentários	trechos			
		1	2	3	4
Riqueza de espécies reofílicas com hábito alimentar insetívoro aquático	Em riachos íntegros são geralmente encontradas espécies reofílicas com hábitos alimentares perifívoros ou insetívoros; neste último caso alimentando-se principalmente de larvas aquáticas de insetos. Em condições degradadas, vários grupos de insetos aquáticos são eliminados do ambiente, reduzindo a oferta alimentar para as espécies de peixes reofílicos e consequentemente, sua riqueza <sup>15</sup> .		X		
Percentual de indivíduos com hábito alimentar insetívoro generalista	Em riachos íntegros são encontradas espécies de peixes insetívoros que ingerem itens tanto autóctones quanto alóctones, caracterizando-os como generalistas quanto à origem do alimento. Com o aumento da degradação, especialmente da zona ripária, as espécies que se alimentam de itens alóctones são geralmente desfavorecidas e raramente são registradas no ambiente <sup>15</sup> .		X		
Percentual de indivíduos perifívoros	Em riachos íntegros de ordens mais elevadas, comparáveis ao trecho 3, o sombreamento ocasionado pela presença da vegetação ripária seria relativamente restrito, incrementando a produtividade primária, especialmente do perifíton, utilizado como recurso alimentar por parodontídeos e loriciários <sup>15</sup> . Em condições degradadas, o intenso aporte de sedimento torna o substrato instável, dificultando a fixação de organismos que compõem o perifíton; dessa forma, as espécies de peixes com tais hábitos se tornam raras no ambiente.			X	
Riqueza de espécies da família Curimatidae	Em riachos íntegros de ordens mais elevadas geralmente são registradas espécies da família Curimatidae <sup>11</sup> , que se alimentam de detritos floclados. No entanto, em riachos muito assoreados, com intenso aporte de sedimento, essas espécies se tornam raras, provavelmente devido à falta de substrato ideal para deposição desses detritos.			X	
Riqueza de espécies de Characiformes frugívoros/herbívoros	Em riachos íntegros de ordens mais elevadas, comparáveis aos trechos 3 e 4, são registradas espécies que se alimentam de frutos e sementes provenientes da vegetação ripária, principalmente <i>Brycon</i> spp. e <i>Leptorinus</i> spp. <sup>11,12, 15</sup> . À medida que a degradação se intensifica na zona ripária, tais recursos alimentares se tornam escassos, e essas espécies se tornam raras no ambiente.			X	X
Riqueza de espécies piscívoras	Em riachos íntegros de ordens mais elevadas, o maior volume de habitat permitiria a ocorrência de espécies de peixes com hábitos alimentares piscívoros, tais como <i>Asceorhynchus lacustris</i> <sup>13, 14,15</sup> . À medida que a interferência antrópica aumenta (representada por represamentos, assoreamento, pesca predatória, entre outros) tais espécies se tornam raras.			X	
Riqueza de espécies de Siluriformes	Em riachos íntegros de ordens mais elevadas, comparáveis aos trechos 3 e 4, seria esperado encontrar várias espécies da ordem Siluriformes <sup>14, 15</sup> . Em condições degradadas, especialmente pelo assoreamento, a riqueza de Siluriformes tende a diminuir, provavelmente em razão de tais espécies terem seus sítios de alimentação e reprodução prejudicados.			X	X

1. Lowe-McConnell 1987; Castro & Menezes 1998, 2. Oscar Shibatta, Sirlei T. Bennemann & Ângela T. Silva-Souza dados não publicados, 3. Schleiger 2000, 4. Casatti et al. 2006, 5. Karr 1981, 6. Oberdorff & Porcher 1994, 7. Casatti 2002, 8. Castro & Casatti 1997, 9. Harris 1995, 10. Casatti 2005, 11. Garutti 1988, 12. Ferreira & Casatti 2006, 13. Terra 2004, 14. Stopiglia 2001, 15. Observações pessoais.

Tabela 6. Atributos biológicos e escores utilizados no Índice de Integridade Biótica para o trecho 1 do Córrego da Água Limpa.  
Table 6. Biological attributes and scores used in the Index of Biotic Integrity for the stretch 1 of the Córrego da Água Limpa.

Atributos	Escores		
	5	3	1
Percentual de Characiformes e Siluriformes	$x \geq 83$	$76 \leq x < 83$	$x < 76$
Percentual de abundância de <i>Poecilia reticulata</i>	$x < 6,3$	$6,3 \leq x < 9$	$x \geq 9$
Percentual de indivíduos tolerantes à hipóxia	$x < 12$	$12 \leq x < 16,3$	$x \geq 16,3$
Riqueza de espécies nativas	$x \geq 12$	$12 < x \leq 4$	$x < 4$
Número de categorias tróficas	$x \geq 4$	$2 < x < 3$	$x = 1$
Riqueza de espécies nectônicas*	$x \geq 3$	$x = 2$	$x = 1$
Riqueza de espécies reofilicas*	$x \geq 3$	$x = 2$	$x = 1$
Percentual de indivíduos reofilicos	$x \geq 3$	$3 < x \leq 1$	$x < 1$
Dominância	$x < 25$	$25 \leq x < 35$	$x \geq 35$

\* atributo pontuado como zero quando tais espécies não foram registradas

Tabela 7. Atributos biológicos e escores utilizados no Índice de Integridade Biótica para o trecho 2 do Córrego da Água Limpa.  
Table 7. Biological attributes and scores used in the Index of Biotic Integrity for stretch 2 of the Córrego da Água Limpa.

Atributos	Escores		
	5	3	1
Percentual de Characiformes e Siluriformes	$x \geq 83$	$76 \leq x < 83$	$x < 76$
Percentual de abundância de <i>Poecilia reticulata</i>	$x < 6,3$	$6,3 \leq x < 9$	$x \geq 9$
Percentual de indivíduos tolerantes à hipoxia	$x < 36$	$50 > x > 36$	$x \geq 50$
Riqueza de espécies nativas	$x \geq 14$	$5 \leq x < 14$	$x < 5$
Número de categorias tróficas	$x \geq 5$	$2 < x < 5$	$x \leq 2$
Riqueza de espécies nectônicas*	$x \geq 3$	$x = 2$	$x = 1$
Percentual de indivíduos que se abrigam na vegetação marginal	$x < 2,5$	$2,5 \leq x < 3,5$	$X \geq 3,5$
Percentual de indivíduos nectônicos	$x \geq 48$	$16 \leq x < 48$	$x < 16$
Riqueza de espécies reofilicas com hábito alimentar insetívoro aquático*	$x \geq 3$	$x = 2$	$x = 1$
Percentual de indivíduos com hábito alimentar insetívoro generalista	$x \geq 5$	$2 \leq x < 5$	$x < 2$

\* atributo pontuado como zero quando tais espécies não foram registradas

Tabela 8. Atributos biológicos e escores utilizados no Índice de Integridade Biótica para o trecho 3 do Córrego da Água Limpa.  
Table 8. Biological attributes and scores used in the Index of Biotic Integrity for stretch 3 of the Córrego da Água Limpa.

Atributos	Escores		
	5	3	1
Percentual de Characiformes e Siluriformes	$x \geq 83$	$76 \leq x < 83$	$x < 76$
Percentual de abundância de <i>Poecilia reticulata</i>	$x < 6,3$	$6,3 \leq x < 9$	$x \geq 9$
Percentual de indivíduos tolerantes à hipóxia	$x < 36$	$50 > x \geq 14$	$x \geq 50$
Riqueza de espécies nativas	$x > 9$	$3 < x \leq 9$	$x \leq 3$
Número de categorias tróficas	$x \geq 4$	$2 \leq x < 4$	$x < 2$
Percentual de indivíduos nectônicos	$x > 52$	$17 < x \leq 52$	$x \leq 17$
Percentual de indivíduos perfitivos	$x \geq 9,5$	$3 < x < 9,5$	$x \leq 3$
Riqueza de espécies da família Curimatidae*	$x = 3$	$x = 2$	$x = 1$
Riqueza de espécies de Characiformes frugívoros/herbívoros*	$x \geq 3$	$x = 2$	$x = 1$
Riqueza de espécies piscívoras*	$x \geq 3$	$x = 2$	$x = 1$
Riqueza de espécies de Siluriformes	$x \geq 5$	$2 \leq x < 5$	$x \leq 2$

\* atributo pontuado como zero quando tais espécies não foram registradas

Tabela 9. Atributos biológicos e escores utilizados no Índice de Integridade Biótica para o trecho 4 do Córrego da Água Limpa.  
Table 9. Biological attributes and scores used in the Index of Biotic Integrity for stretch 4 of the Córrego da Água Limpa.

Atributos	Escores		
	5	3	1
Percentual de Characiformes e Siluriformes	$x \geq 83$	$76 \leq x < 83$	$x < 76$
Percentual de abundância de <i>Poecilia reticulata</i>	$x < 6,3$	$6,3 \leq x < 9$	$x \geq 9$
Percentual de indivíduos tolerantes à hipóxia	$x < 36$	$50 > x \geq 36$	$x \geq 50$
Riqueza de espécies nativas	$x \geq 18$	$6 < x < 18$	$x \leq 6$
Número de categorias tróficas	$x \geq 5$	$2 \leq x < 5$	$x \leq 2$
Riqueza de espécies reofilicas	$x \geq 5$	$2 \leq x < 5$	$x < 2$
Percentual de indivíduos reofilicos	$x > 60$	$20 < x \leq 60$	$x \leq 20$
Riqueza de espécies de Characiformes frugívoros/herbívoros*	$x \geq 3$	$x = 2$	$x = 1$
Riqueza de espécies de Siluriformes	$x \geq 6$	$2 < x < 6$	$x \leq 2$

\* atributo pontuado como zero quando tais espécies não foram registradas

Tabela 10. Valores de cada atributo, seus respectivos escores, IBI final e categoria de integridade obtidos com os dois protocolos de amostragem e em períodos seco e chuvoso no trecho 1 do Córrego da Água Limpa.

Table 10. Values of each attribute, scores, final IBI and integrity category obtained with the two sampling protocols in the dry and wet periods in the stretch 1 of the Córrego da Água Limpa.

Atributos	Protocolo 1		Protocolo 2		Protocolo 2			
	valor obtido	escore	valor obtido	escore	valor obtido	escore	valor obtido	escore
Percentual de espécies de Characiformes e Siluriformes	78,6	3	81,2	3	80	3	80	3
Percentual de abundância de <i>Poecilia reticulata</i>	0	5	3,1	5	5	5	2	5
Percentual de indivíduos tolerantes à hipoxia	42	1	48	1	40	1	36	1
Riqueza de espécies nativas	14	5	15	5	14	5	14	5
Número de categorias tróficas	5	5	7	5	6	5	7	5
Riqueza de espécies neotônicas	2	3	2	3	2	3	2	3
Riqueza de espécies reofílicas	3	5	1	1	1	1	1	1
Percentual de indivíduos reofílicos	21,4	5	4,6	5	7,6	5	2,6	3
Dominância	10	5	10	5	11	5	14	5
<b>IBI</b>	<b>4,1</b>		<b>3,7</b>		<b>3,7</b>		<b>3,4</b>	
<b>Categoria</b>	<b>BOM</b>		<b>REGULAR</b>		<b>REGULAR</b>		<b>REGULAR</b>	

Tabela 11. Valores de cada atributo, seus respectivos escores, IBI final e categoria de integridade obtidos com os dois protocolos de amostragem e em períodos seco e chuvoso no trecho 2 do Córrego da Água Limpa.  
 Table 11. Values of each attribute, scores, final IBI and integrity category obtained with the two sampling protocols in the dry and wet periods in stretch 2, Córrego da Água Limpa.

Atributos	Protocolo 1		Protocolo 2		Protocolo 2			
	valor obtido	escore	valor obtido	escore	Período Seco		Período Chuvoso	
					valor obtido	escore	valor obtido	escore
Percentual de espécies de Characiformes e Siluriformes	73	1	58	1	73	1	60	1
Percentual de abundância de <i>Poecilia reticulata</i>	0	5	0,3	5	0	5	0,4	5
Percentual de indivíduos tolerantes à hipoxia	47,8	3	38,5	3	57	1	27	5
Riqueza de espécies nativas	11	3	18	5	11	3	16	5
Número de categorias tróficas	4	3	7	5	6	5	6	5
Riqueza de espécies neotônicas	1	1	2	3	1	1	2	3
Percentual de indivíduos que se abrigam na vegetação marginal	72,4	1	31,9	1	47,5	1	22,3	1
Percentual de indivíduos neotônicos	1,1	1	6,7	1	10,6	1	4,4	1
Riqueza de espécies reofílicas com hábito alimentar insetívoro aquático	0	0	0	0	0	0	0	0
Percentual de indivíduos de hábito insetívoro generalista	3,2	3	4,1	3	2,1	3	5	5
<b>IBI</b>	<b>2,1</b>		<b>2,7</b>		<b>2,1</b>		<b>3,1</b>	
<b>Categoria</b>	<b>POBRE</b>		<b>POBRE</b>		<b>POBRE</b>		<b>REGULAR</b>	

Tabela 12. Valores de cada atributo, seus respectivos escores, IBI final e categoria de integridade com os dois protocolos de amostragem e em períodos seco e chuvoso no trecho 3 do Córrego da Água Limpa.  
 Table 12. Values of each attribute, scores, final IBI and integrity category obtained with the two sampling protocols in the dry and wet periods in stretch 3, Córrego da Água Limpa.

Atributos	Protocolo 1		Protocolo 2		Protocolo 2			
					Período Seco		Período Chuvoso	
	valor obtido	escore	valor obtido	escore	valor obtido	escore	valor obtido	escore
Percentual de espécies de Characiformes e Siluriformes	75	1	62	1	67	1	60	1
Percentual de abundância de <i>Poecilia reticulata</i>	25	1	36	1	32,1	1	41,8	1
Percentual de indivíduos tolerantes à hipoxia	42,9	3	41,7	3	40	3	47	3
Riqueza de espécies nativas	7	3	12	5	8	1	9	3
Número de categorias tróficas	4	5	7	5	6	5	5	5
Percentual de indivíduos neotônicos	46,4	3	37,4	3	47,7	3	22	3
Percentual de indivíduos perifívoros	0	1	0	1	0	1	0	1
Riqueza de espécies da família Curimatidae	0	0	0	0	0	0	0	0
Riqueza de espécies de Characiformes frugívoros/herbívoros	0	0	0	0	0	0	0	0
Riqueza de espécies piscívoras	0	0	0	0	0	0	0	0
Riqueza de espécies Siluriformes	3	3	2	1	1	1	2	1
IBI	1,8		1,8		1,5		1,6	
Categoria	MUITO POBRE		MUITO POBRE		MUITO POBRE		MUITO POBRE	

Tabela 13. Valores de cada atributo, seus respectivos escores, IBI final e categoria de integridade com os dois protocolos de amostragem e em períodos seco e chuvoso no trecho 4 do Córrego da Água Limpa.  
 Table 13. Values of each attribute, scores, final IBI and integrity category obtained with the two sampling protocols in the dry and wet periods in stretch 4, Córrego da Água Limpa.

Atributos	Protocolo 1		Protocolo 2		Protocolo 2			
	Protocolo 1		Protocolo 2		Período Seco		Período Chuvoso	
	valor obtido	escore	valor obtido	escore	valor obtido	escore	valor obtido	escore
Percentual de espécies de Characiformes e Siluriformes	75	1	78	3	80	3	73,3	1
Percentual de abundância de <i>Poecilia reticulata</i>	2,2	5	0,5	5	0	5	1	5
Percentual de indivíduos tolerantes à hipoxia	7,4	5	4,8	5	3,4	5	6,4	5
Riqueza de espécies nativas	15	3	17	3	15	3	14	3
Número de categorias tróficas	5	5	6	5	6	5	6	5
Riqueza de espécies reofílicas	4	3	6	5	6	5	4	3
Percentual de indivíduos reofílicos	79,9	5	69,9	5	74	5	66	5
Riqueza de espécies de Characiformes frugívoros/herbívoros	0	0	0	0	0	0	0	0
Riqueza de espécies Siluriformes	5	3	5	3	4	3	5	3
<b>IBI</b>	<b>3,3</b>		<b>3,8</b>		<b>3,8</b>		<b>3,3</b>	
<b>Categoria</b>	<b>REGULAR</b>		<b>REGULAR</b>		<b>REGULAR</b>		<b>REGULAR</b>	

*Tabela 14. Índice de qualidade química da água para riachos (SWI, "Stream Water Index"), índice de integridade física do hábitat (PHI, "Physical Habitat Index") e índice de integridade biótica (IBI, "Index of Biotic Integrity") calculado com diferentes métodos de amostragem e nos dois períodos do ano para os trechos estudados no Córrego da Água Limpa.*

*Table 14. Stream Water Index (SWI), Physical Habitat Integrity Index (PHI) and Index of Biotic Integrity (IBI) calculated applying different sampling methods in both seasons to the studied stretches of the Córrego da Água Limpa.*

Trechos	SWI	PHI	IBI	IBI	IBI	IBI
			Protocolo 1*	Protocolo 2**	Período Seco**	Período Chuvoso**
1	Bom	Regular	Bom	Regular	Regular	Regular
2	Regular	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Regular
3	Bom	Pobre	Muito pobre	Muito Pobre	Muito Pobre	Muito Pobre
4	Bom	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular

\* duas passagens de pesca elétrica em 75 metros de extensão / 2 passes of electrofishing in 75 meters long

\*\* uma passagem de pesca elétrica em 60 metros de extensão / 1 pass of electrofishing in 60 meters long