

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

EDSON FONTES DE OLIVEIRA
BRUNO LUIZ GAMBAROTTO

**ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE ÍNDICE DE
INTEGRIDADE AMBIENTAL PARA RIACHOS DE MATA
ATLÂNTICA UTILIZANDO A ASSEMBLEIA DE PEIXES COMO
REFERÊNCIA**

PROJETO DE PESQUISA

LONDRINA

2013

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ecológicos negativos decorrentes do crescimento e ordenação espacial da população humana são profundos. A extensa perda de áreas florestadas para os meios urbano e agrícola influencia o microclima local e qualidade do ar, altera o fluxo de energia e nutrientes, reduz a disponibilidade de micro-habitats e promove a homogeneização da biota nos ecossistemas aquáticos (MCKINNEY, 2006, p.268; DI GIULIO, HOLDEREGGER e TOBIAS 2009, p. 2960; CUNICO, 2010, p.20).

A intensa degradação do ambiente em função das atividades antrópicas tem gerado cada vez mais a necessidade de ordenamento, desenvolvimento e adequação de métodos de avaliação da qualidade ambiental. Nesse contexto, a avaliação efetiva das condições ambientais requer compreensão de múltiplos fatores de estresse na biota aquática, incluindo a perda e degradação de habitat, a introdução de espécies exóticas, exploração desordenada, extinções secundárias, além das poluições química e orgânica (ALLAN e FLECKER 1993, p. 32; FLORES-LOPES, CETRA e MALABARBA, 2010, p. 184).

Segundo Galves, Jerep e Shibatta (2007, p. 56), estudos envolvendo apenas variáveis físicas e químicas (como por exemplo pH, condutividade elétrica, nitrogênio, turbidez, sólidos totais, entre outros) não fornecem uma visão abrangente e adequada do histórico ambiental, mas sim um resultado instantâneo do que está ocorrendo. Justamente por isso, Karr (1981, p. 21) afirma que a composição faunística de um determinado local é o resultado do processo histórico de intervenções ao qual o ambiente esteve sujeito. Logo, é necessário avaliar as possíveis relações entre os dados físicos e químicos com padrões biológicos, para verificar as reais condições ambientais apresentadas e, de certa forma, resgatar dados históricos do ambiente aquático em análise.

Segundo Ligeiro (2013, p. 46), o objetivo da avaliação ambiental a partir de dados bióticos é verificar como o ambiente estudado difere da sua condição natural. Nesse contexto, para Stoddard et al. (2006), uma das formas de prever a condição natural é através da condição de menor impacto ambiental da região: esta condição se refere ao local com melhores indicadores estruturais físicos, químicos e biológicos presentes. Muitos autores utilizam tal

abordagem em razão de ser a mais viável tecnicamente, visto que em várias regiões já é difícil encontrar ambientes completamente íntegros (BOZZETTI e SCHULZ, 2004; PINTO e ARAÚJO, 2007, p. 492; MACHADO, VENTICINQUE e PENHA, 2011; TERRA et al., 2013, p. 139).

2 JUSTIFICATIVA

A avaliação ambiental prévia é uma ferramenta crucial para definir estratégias e prioridades para a recuperação, conservação e manutenção da biodiversidade. O ambiente é um sistema dinâmico, onde as mais diversas variáveis físicas, químicas e biológicas influenciam concomitantemente as mais diferentes formas de vida e a estrutura e funcionamento dos ecossistemas.

Diante disso, a elaboração e a discussão de critérios mais objetivos de diagnóstico ambiental tem o intuito de aumentar a agilidade da sua aplicação, sem prejuízo para o protocolo de investigação das informações observadas *in loco*. A partir desse contexto, Sadiq et al. (2010, p. 706), afirmam que a proposta dos índices de qualidade ambiental é sumarizar um grande volume de informações em um número menor, facilitando a compreensão e interpretação dos processos ambientais.

Nesse contexto, trechos de nascentes de cursos de água, como aquelas encontradas na área do Parque Estadual Mata dos Godoy, revelam-se importantes modelos de áreas não degradadas, servindo como referência de qualidade ambiental por se tratar de um dos poucos ambientes considerado preservado na Bacia do Baixo Tibagi. Por fim, consideramos que a inserção de índices tende a aumentar a viabilidade de um monitoramento ambiental adequado, a partir do estabelecimento de um protocolo de tomada de dados. Além disso, seus resultados científicos podem servir para o poder público definir prioridades de manejo e recuperação ambiental para áreas parcialmente ou totalmente degradadas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Elaborar uma proposta de índice de integridade ambiental para riachos tropicais e comparar padrões de estrutura de assembleias de peixes submetidas a diferentes graus de conservação ambiental.

3.2 Objetivos Específicos

- Coletar dados físicos, químicos e biológicos de um trecho de cabeceira de um riacho íntegro, inserido na área do Parque Estadual Mata dos Godoy;
- Aplicar o índice selecionado a dados empíricos obtidos em riachos da bacia do rio Tibagi (Município de Londrina);
- Discutir a eficiência do índice na detecção do grau de integridade ambiental dos riachos analisados.
- Analisar os padrões de abundância, tamanho e diversidade total, alfa e beta das assembleias de peixes de riachos sob diferentes graus de conservação, utilizando-os como parâmetros de validação do índice proposto.
- Avaliar se as assembleias dos riachos referência e os que estão sob efeito direto da urbanização apresentam padrões de estrutura significativamente diferentes de padrões tipicamente aleatórios.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

O índice proposto será aplicado aos trechos superiores de três ribeirões presentes na região do município de Londrina: Riacho Cambé (área essencialmente urbana), Taquara (área essencialmente agrícola) e Apertados (trecho dentro do Parque Estadual Mata dos Godoy), sendo este último usado como referência. A seguir estão descritas breves caracterizações das bacias supracitadas:

4.1.1 Bacia do Ribeirão Cambé

A microbacia hidrográfica do Ribeirão Cambé pertence a bacia do Rio Tibagi e está localizada nos municípios de Londrina e Cambé, apresenta uma área de aproximadamente 76 km², dos quais cerca de 50km² de drenagem urbana e 26 km² de drenagem em área rural (ALMEIDA e TORRES, 2010).

Oliveira e Benneman (2005) estudaram a ictiofauna e os recursos alimentares nos trechos superiores do Ribeirão Cambé e constataram o efeito de quatro categorias de impacto: remoção de mata ciliar, lançamento de efluentes na água, introdução de espécies e alterações físicas no leito do corpo d'água. Camargo e Martinez (2006) também afirmaram que a mesma bacia sofre com poluição pontual e difusa de efluentes industriais e domésticos, além da agricultura. Yabe e Oliveira (1998) encontraram elevadas concentrações de metais pesados na bacia, especialmente alumínio e chumbo. Além disso, Camargo e Martinez (2006) e Winkaler et al. (2001) realizaram trabalhos buscando correlacionar parâmetros fisiológicos de peixes com a qualidade ambiental e constataram alterações na fisiologia dos mesmos em razão da baixa qualidade da água da bacia.

4.1.2 Bacia do Ribeirão Taquara

A bacia do Ribeirão Taquara possui uma área de aproximadamente 894,85 km², sendo um dos principais afluentes diretos do Tibagi. Seus limites de drenagem abrangem trechos de quatro municípios eminentemente agropastoris do norte do Paraná (Califórnia, Apucarana, Arapongas e Londrina) (GALVES, 2008, ALVES, 2009). Galves (2008), em seu trabalho que visou caracterizar a ictiofauna de toda a bacia do Ribeirão Taquara e correlacionar com dados físico-químicos, encontrou grande diversidade nos valores de condutividade elétrica ao longo da bacia, e justificou afirmando que isso provavelmente ocorreu em razão das atividades agropecuárias que circundam a bacia, mais uma vez ratificando seu caráter essencialmente agrícola.

4.1.3 Bacia do Ribeirão dos Apertados

A microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados tem sua nascente localizada nas proximidades da área urbana do município de Arapongas, seguindo na direção leste até sua foz no rio Tibagi. O Ribeirão tem sofrido forte pressão ambiental pela intensa atividade agropecuária ao longo do seu percurso (LUIZ e STIPP, 2010). Machado (2005) confirmou as conclusões dos autores anteriores ao fazer uma análise do uso e ocupação do solo da bacia dos Apertados e constatar que de uma área total de 335km², 72,67% estavam ocupadas por atividades de agropecuária, 13,97% por mata secundária e capoeirão, 13,01% por mata e apenas 0,35% por área urbana.

A bacia demarca o limite sul do Parque Estadual Mata dos Godoy, que abrange uma área de 656 ha de formação florestal estacional semidecidual (ANJOS et al., 2007; PIMENTA et al., 2010). Camargo e Martinez (2006), em um trabalho avaliando o impacto da qualidade da água sobre a fisiologia de peixes, também consideraram o Ribeirão dos Apertados como o ambiente de referência. Galves, Jerep e Shibatta (2007) estudaram um riacho dentro da Mata e obtiveram bons indicadores de qualidade ambiental através da

aplicação de um protocolo de avaliação rápida, bem como análise da comunidade de peixes a partir de curvas de abundância e biomassa, e presença de espécies indicadoras de qualidade ambiental, como o *Trichomycterus diabolus*.

4.2 Amostragem de dados

Será utilizada a metodologia de amostragem aleatória estratificada, onde serão definidos quatro transectos ao longo de cada ponto estudado nos três diferentes Ribeirões, sendo estes dois pertencentes a um trecho de corredeira e outros dois pertencentes a um trecho de remanso, em uma extensão total de aproximadamente 100m.

4.2.1 Dados abióticos

Nestes transectos serão analisados parâmetros de caráter hidrodinâmico, tais como velocidade do fluxo da água, profundidade, largura e vazão. Também serão coletadas amostras de sedimentos, para posterior ensaio de granulometria, o qual será realizado no Laboratório de Solos do IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná).

Nos mesmos transectos citados anteriormente também serão coletados dados físico-químicos da água. Um conjunto de parâmetros serão estimados *in loco*, com equipamentos portáteis, tais como: oxigênio dissolvido (com um oxímetro portátil, INSTRUTHERM), pH (com um peagâmetro portátil TECNOPON), condutividade elétrica (com um condutivímetro portátil), turbidez (turbidímetro portátil TECNOPON), sólidos totais dissolvidos, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio e fósforo total.

4.2.2 Dados de mata ciliar

Para analisar a integridade da mata ciliar serão avaliados trechos perpendiculares ao corpo d'água, ao longo da extensão estudada, onde serão analisados parâmetros baseados em Medeiros e Torezan (2006) e nas resoluções CONAMA 10/1993 e CONAMA 2/1994 que dispõem sobre os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica, como número de estratos arbóreos, número de espécies exóticas, percentual do solo ocupado por gramíneas, número de epífitas, amplitude diamétrica, lianas herbáceas e lianas lenhosas.

4.2.3 Coleta dos peixes

As coletas de peixes serão implementadas com a devida licença do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), utilizando equipamento de pesca elétrica (gerador portátil de corrente alternada, 2,5 kW, 400 V, 2A) em uma passada ao longo do trecho estudado, delimitando-o com rede de contenção multifilamentada com 2 mm entre nós. Além disso, também serão utilizadas, com esforço amostral de 40 minutos, peneiras, redinhas, tarrafa e puçás. Devido à dificuldade na identificação das espécies em campo, os indivíduos capturados, após anestesiados (eugenol) e sacrificados, serão fixados em solução de formol 10%, sendo posteriormente identificados no Laboratório de Ecologia Teórica e Aplicada da UTFPR-Campus Londrina, com o auxílio de chaves de identificação.

4.3 Análise dos dados

4.3.1 Teste de Eficiência do Índice

Após a definição e aplicação do índice, será testada sua eficiência, inicialmente aplicando a análise de similaridade de Bray Curtis entre os ambientes, com o intuito de verificar quais deles são mais similares entre si e dando suporte para concluir se o índice foi capaz de detectar as diferenças entre os três ambientes estudados. A Correlação de Pearson entre os

parâmetros analisados será aplicada visando testar a redundância dos dados, permitindo selecionar as variáveis com efeito significativo puro sobre a estrutura dos dados. Além disso, será aplicada a análise multivariada de ordenação CCA (análise de correspondência canônica), visando detectar os parâmetros físico, químicos e bióticos que mais contribuem para segregação dos ambientes.

4.3.2 Testes Complementares de Validação

Testes complementares serão realizados para fornecer robustez ao teste da eficiência do índice proposto, comparando o mesmo com resultados obtidos a partir de parâmetros de diversidade estabelecidos na Ecologia, como diversidade alfa e beta, além de analisar se há um padrão na distribuição das espécies nos pontos através dos modelos nulos, a partir da análise dos padrões de não coocorrência propostos por Stone e Roberts (1990), e na identificação de espécies indicadoras para cada bacia a partir do cálculo do IndVal (Dufrêne e Legendre, 1997).

4.3.2.1 Diversidade Alfa

A diversidade alfa avaliará a riqueza de espécies e a equitabilidade na distribuição dos indivíduos capturados entre as espécies, baseando-se na equação: $E = H'/\log S$, na qual H' = diversidade de Shannon-Wiener e S = riqueza. O índice de diversidade (H') será estimado a partir da equação: $H' = -\sum (n_i/N) \cdot \log(n_i/N)$, na qual n_i = número de indivíduos na i -ésima espécie e N = número total de indivíduos. As variáveis de estrutura da assembleia serão estimadas com base na abundância relativa (CPUE) das espécies no software PC-ORD-v.3.2 (McCUNE; MEFFORD, 1997).

4.3.2.2 Diversidade Beta

A diversidade beta será estimada de acordo com os modelos propostos por Harrison, Ross e Lawton (1992): $\beta-1 = [(SR / \alpha_{\text{méd}}) - 1]/[N - 1]*100$ e $\beta-2 = [(SR / \alpha_{\text{máx}}) - 1]/[N - 1]*100$. Duas escalas espaciais serão estudadas: dentro de cada riacho e entre os riachos com diferentes graus de conservação. No primeiro caso, SR = riqueza total em cada riacho; $\alpha_{\text{méd}}$ = riqueza média das estações dentro de cada riacho; $\alpha_{\text{máx}}$ = riqueza máxima das estações dentro de cada riacho; e N = número de estações em cada riacho. No segundo caso será investigada avaliada a diferenciação entre pares de estações de todos os riachos estudados, sendo SR = número total de espécies nas duas estações combinadas; $\alpha_{\text{méd}}$ = riqueza média nas duas estações; $\alpha_{\text{máx}}$ = riqueza máxima entre as estações; e N o número de estações.

4.3.2.3 IndVal

Para a determinação de espécies indicadoras será aplicado o método recomendado por Dufrêne e Legendre (1997; IndVal), tendo como dados de entrada a abundância e frequência de ocorrência das espécies em cada grupo, calculando valores indicadores para cada espécie para cada um dos ribeirões estudados. Espécies que sejam realocadas aleatoriamente pelo teste de Monte Carlo ($p < 0,05$), não rejeitam a hipótese nula de que o valor indicador da espécie *i* dentro do riacho *j* seja aleatória (McCune e Mefford, 1997). O IndVal será calculado no software PC-ORD v.3.2 (McCune e Mefford, 1997).

4.3.2.4 Modelos Nulos

A hipótese nula de aleatoriedade da estrutura da assembleia de peixes nos ribeirões analisados será testada pelo modelo nulo de coocorrência de espécies proposto por Stone e Roberts (1990; C-Score), o qual mede a segregação das espécies (i.e., detecta pares de espécies que não co-ocorrem frequentemente), mas não requer distribuição checkerboard perfeita. Uma unidade de checkerboard (UC) é calculada para cada par de espécies como:

$$UC = (r_i - S).(r_j - S),$$

na qual, S é o número de locais que contêm ambas as espécies, e r_i e r_j são os totais das linhas para as espécies i e j . O C-Score é então obtido calculando uma média entre todos os possíveis pares de espécies, da seguinte forma:

$$C - score = \frac{\sum UC}{R \cdot (R - 1) / 2},$$

na qual, R é o número total de espécies na matriz. Se as assembleias estão estruturadas por interações bióticas ou segregação espaço-temporal das espécies decorrente de fatores físicos, então o C-Score deve ser maior que o esperado ao acaso. Contrariamente, caso o C-Score seja menor do que o esperado ao acaso, as comunidades podem estar estruturadas devido à agregação de pares de espécies (p.e., por facilitação ou afinidades com o ambiente físico). Porém, as distribuições aleatórias podem ser interpretadas como a ação de vários fatores antagônicos agindo simultaneamente, como por exemplo, requerimentos do hábitat e interações bióticas, evitando a formação de um padrão de estrutura das comunidades. O C-Score será testado no software ECOSIM (GOTELLI; ENTSMINGER, 2001).

5 CUSTOS DO PROJETO

O projeto proposto será custeado pela Diretoria de Pesquisa e Pós Graduação - DIRPPG/UTFPR, além da parceria com o Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura, da Universidade Estadual de Maringá, além do apoio via financiamento de estagiários por meio da Fundação Araucária e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Seguem abaixo as especificações:

- Meio de transporte, motorista, combustível: custeado pela DIRPPG/UTFPR;
- Equipamentos como, oxímetro, turbidímetro, peagâmetro, condutivímetro, redinha, peneiras, puçás, rede de arrasto, molinete, reagentes: custeados pelo Laboratório de Ecologia Teórica e Aplicada - LETA/UTFPR.
- Gerador, conversor de energia e puçás elétricos: cedidos mediante parceria entre o Laboratório de Ecologia Teórica e Aplicada e o Nupelia/UEM.
- Laboratório para execução do Projeto, que dispõe de uma área de aproximadamente 70 m², com quatro bancadas para tratamento dos dados biológicos e provido de mobiliário para o adequado armazenamento de materiais de laboratório e equipamentos de coleta e análise de dados, capela, computadores e impressora, além de livros com chaves de identificação taxonômica das espécies de peixes: LETA/UTFPR.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. David; FLECKER, Alexander. Biodiversity Conservation in running waters. **Bioscience**. v. 43, n. 1, p. 32-44, Jan. 1993.

ALMEIDA, Maria Natalina; TORRES, Eloiza Cristiane. **A importância da conservação da mata ciliar: o caso do córrego da mata no município de Londrina-PR**. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010. Porto Alegre. Anais de Congresso.

ALVES, Thiago Luiz. **Abordagem geográfica a partir da análise ambiental em áreas de fragmentos florestais na bacia hidrográfica do ribeirão Taquara**. 2009. 97f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia, Meio ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

ANJOS, Luiz dos; VOLPATO, Grazielle H; LOPES, Edson; SERAFINI, Patrícia; POLETTTO, Fabíola; ALEIXO, Alexandre. The importance of riparian forest for the maintenance of bird species richness in an Atlantic Forest remnant, southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v.24, n.4, p.1078-1086, dez. 2007.

BOZZETTI, Márcia; SCHULZ, Uwe H. An index of biotic integrity based on fish assemblages for subtropical streams in southern Brazil. **Hydrobiologia**. v. 529, p. 133-144, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA 10**, de 01 de outubro de 1993.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA 02**, de 18 de março de 1994.

CAMARGO, Marina M. P.; MARTINEZ, Cláudia B. R. Biochemical and physiological biomarkers in *Prochilodus lineatus* submitted to in situ tests in an urban stream in southern Brazil. **Environmental Toxicology and Pharmacology**. v.21, p. 61-69, 2006.

CUNICO, Almir Manuel. **Efeitos da urbanização sobre a estrutura das assembleias de peixes em córregos urbanos neotropicais**. 2010. 78f. Tese (Programa de Pós Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

DI GIULIO, Manuela; HOLDEREGGER, Rolf; TOBIAS, Silvia. Effects of habitat and landscape fragmentation on humans and biodiversity in densely populated landscapes. **Journal of Environmental Management**. n. 90, p. 2959-2968, Maio 2009.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. **Ecological Monographs**, V. 67, n. 3, p. 345-366. 1997.

FLORES-LOPES, Fabio; CETRA, Maurício; MALABARBA, Luiz Roberto. Utilização de índices ecológicos em assembleias de peixes como instrumento de avaliação da degradação ambiental em programas de monitoramento. **Biota Neotropica**. v. 4, n. 10, p. 183-194, Fev. 2010.

GALVES, Wanner. **Diversidade de peixes na bacia hidrográfica do Rio Taquara, Bacia do Rio Tibagi, Alto Rio Paraná, Brasil**. 2008. 185f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

GALVES, Wanner; JEREP, Fernando Camargo; SHIBATTA, Oscar Akio. Estudo da condição ambiental pelo levantamento da fauna de três riachos na região do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR, Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. v. 2, n. 1, p. 55-65, 2007.

GOTELLI, N.J.; ENTSMINGER, G.L. (2001). EcoSim Null models software for ecology. **Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear**, Version 7.2. Disponível em: <<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>>. Acesso em: 21 de abr. 2013.

HARRISON, S.; ROSS, S.J.; LAWTON, J.H. Beta diversity on geographic gradients in Britain. **Journal of Animal Ecology**. V. 61, p. 151-158. 1992.

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

LIGEIRO, Raphael; HUGHES, Robert M.; KAUFMANN, Philip R.; MACEDO, Diego R.; FIRMIANO, Kele R.; FERREIRA, Wander R.; OLIVEIRA, Déborah; MELO, Adriano; CALLISTO, Marcos. Defining quantitative stream disturbance gradients and the additive role of habitat variation to explain macroinvertebrate taxa richness. **Ecological Indicators**. v.25, p. 45-57, 2013.

LUIZ, Leliana Aparecida Casagrande; STIPP, Nilza Aparecida Freres.
Estratégias para a conservação da biodiversidade ao longo do Ribeirão dos Apertados. In: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, 2010. Coimbra, Universidade de Coimbra. Anais de Congresso.

MACHADO, N.G.; VENTICINQUE, E.M.; PENHA, J. Effect of environmental quality and mesohabitat structure on a biotic integrity index based on fish assemblages of cerrado streams from Rio Cuiabá basin, Brazil. **Brazilian Journal of Biology.** v. 71, n.3, p. 577-586, ago. 2011.

MACHADO, Walquíria Silva. **Avaliação comparativa do processo de ocupação e degradação das terras das microbacias hidrográficas dos Ribeirões Três Bocas e Apertados no norte do Paraná.** 2005.182f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. 1997. **PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data.** Oregon: MjM Software Design, 1997. V. 3.0. 47p.

MCKINNEY, Michael L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. **Biological Conservation.** v. 3, p. 247-260, Jan. 2006.

MEDEIROS, Hugo Reis; TOREZAN, José Marcelo. Evaluating the ecological integrity of Atlantic Forest remnants by using rapid ecological assessment. **Envir. Monit. Assess,** set. 2012.

OLIVEIRA, Deise Cristiane; BENNEMANN, Sirlei Terezinha. Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. **Biota Neotropica.** v.5, n.1, p. 1-13, 2005.

PIMENTA, José Antonio; ROSSI, Leopoldo Bopp; TOREZAN, José Marcelo Domingues; CAVALHEIRO, Alba Lúcia; BIANCHINI, Edmilson. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica.** v. 25, n.1, p.53-57, 2011.

PINTO, Benjamin Carvalho Teixeira; ARAUJO, Francisco Gerson. Assessing of biotic integrity of the fish community in a heavily impacted segment of a tropical river in Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology.** v.50, n.3, p. 489-502, Maio 2007.

STODDARD, John; LARSEN, David P.; HAWKINS, Charles; JOHNSON, Richard; NORRIS, Richard. Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. **Ecological Applications**. v.16, n.4, p.1267-1276, ago. 2006.

STONE, L.; ROBERTS, A. The checkerboard score and species distributions. **Oecologia**. V. 85, p. 74–79. 1990.

TERRA, Bianca de Freitas; HUGHES, Robert M; FRANCELINO, Marcio Rocha; ARAÚJO, Francisco Gerson. Assessment of biotic condition of Atlantic Rain Forest streams: A fish-based multimetric approach. **Ecological Indicators**. v.34, p. 136-148, 2013.

YABE, Maria Josefa Santos; OLIVEIRA, Elisabeth. Metais pesados em águas superficiais como estratégia de caracterização de bacias hidrográficas. **Revista Química Nova**. v. 21, n.5, p.551-556, 2008.

Edson Fontes de Oliveira – Coordenador do Projeto

Bruno Luiz Gambarotto – Estagiário vinculado ao laboratório