

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/220191277>

Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do reservatório de Itupararanga (SP, Brasil)

Article · January 2011

CITATIONS

7

READS

418

2 authors:



Ricardo Hideo Taniwaki
Universidade Federal do ABC (UFABC)

23 PUBLICATIONS 44 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Welber Senteio Smith
Universidade Paulista

98 PUBLICATIONS 255 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



FUNÇÕES ECO-HIDROLÓGICAS DE FLORESTAS RIPÁRIAS EM GRADIENTES DE INTENSIDADE DE MANEJO AGRÍCOLA DA PAISAGEM [View project](#)



Denitrification and greenhouse gas emissions in riparian forests and small tropical streams [View project](#)

Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, Votorantim – SP, Brasil

Using benthic macroinvertebrates for biomonitoring the anthropic activity in the drainage basin of Itupararanga reservoir, Votorantim – SP, Brazil

Ricardo Hideo Taniwaki¹, Welber Senteio Smith²

¹Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual Paulista, Sorocaba-SP, Brasil; ²Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual Paulista, Sorocaba-SP, Brasil.

Resumo

Objetivo – A Represa de Itupararanga é a principal fonte de abastecimento de água da região de Sorocaba, banhando os municípios de Ibiúna, Piedade, São Roque, Cotia, Vargem Grande Paulista, Mairinque, Alumínio e Votorantim, no Estado de São Paulo. O trabalho tem como objetivo avaliar a diversidade de macroinvertebrados bentônicos abordando as relações de parâmetros bióticos e abióticos em diferentes pontos da bacia de drenagem da Represa de Itupararanga. **Métodos** - Realizou-se quatro coletas no período de setembro de 2008 a abril de 2009, cada uma com 5 pontos amostrais, dos quais dois foram lagoas marginais à represa, um riacho, um ponto na Represa de Itupararanga e um ponto na Cachoeira da Chave. Os macroinvertebrados bentônicos foram coletados com ajuda do aparelho amostral “Surber” sendo triados e identificados no Laboratório de Ciências Biológicas da Universidade Paulista, campus Sorocaba. **Resultados** – No inventário foram encontradas 22 taxas, sendo 5 famílias de Diptera, 1 família de Megaloptera, 5 famílias de Odonata, 3 famílias de Coleoptera, 5 famílias de Hemiptera e 3 famílias de Ephemeroptera. Houve predominância de Chironomidae (Diptera) com 68,6% dos organismos, seguidos de Pleidae (Hemiptera) com 7,14% dos organismos e Libellulidae (Odonata) com 4,48% dos organismos coletados. Os pontos com valores mais altos no índice de diversidade de Shannon-Wiener foram as lagoas marginais que coincidiram com valores mais baixos de condutividade e sólidos totais dissolvidos. **Conclusão** – Analisando a bacia através do índice biótico BMWP, concluiu-se que encontra-se em estado aceitável, com algumas evidências de contaminação.

Descritores: Fauna bentônica; Monitoramento ambiental; Monitoramento da água; Bacias fluviais; Reservatórios

Abstract

Objective – The Itupararanga reservoir is the main supply source of potable water for the Sorocaba region, in the state of São Paulo, Brazil, and it supplies the municipalities of Ibiúna, Piedade, São Roque, Cotia, Vargem Grande Paulista, Mairinque, Alumínio and Votorantim. The purpose of this study was to analyze the diversity of benthic macroinvertebrates, including the relationships between biotic and abiotic parameters, at different points around the drainage basin of the Itupararanga reservoir. **Methods** – Four sets of samples were taken over the period between September 2008 and April 2009, with each set consisting of following 5 sampling points: two from the lakes adjacent to the reservoir, one from a nearby stream, one from a point in the Itupararanga reservoir and one from the local Chave Waterfall. The benthic macroinvertebrates were collected with the aid of a "Surber" sampling apparatus, and they were subsequently triaged and identified in the Laboratory of Biological Sciences of Sorocaba, campus of the University Paulista. **Results** – We found 22 taxa were found in the species inventory present in the samples, including 5 families of Diptera, 1 family of Megaloptera, 5 families of Odonata, 3 families of Coleoptera, 5 families of Hemiptera and 3 families of Ephemeroptera. There was a predominance of Chironomidae (Diptera), accounting for 68.6% of the organisms, followed by Pleidae (Hemiptera) and Libellulidae (Odonata), which accounted for 7.14% and 4.48% of the organisms collected, respectively. The sampling locations with the highest values in the Shannon-Wiener diversity index were the adjacent lakes, which were also the locations with the lowest values for conductivity and total dissolved solids. **Conclusion** – Upon analyzing the basin with the BMWP biotic index, we concluded that its overall condition is acceptable, although there is some evidence of contamination.

Descriptors: Benthic fauna; Environmental monitoring; Water monitoring; River basins; Reservoirs

Introdução

O Rio Sorocaba é o maior afluente da margem esquerda do Rio Tietê. Suas águas abastecem a população urbana e rural contida em sua bacia hidrográfica. Ao longo de todo seu percurso, fornece água e outros recursos, que muitas vezes são explorados demasiadamente, poluídos ou perturbados, prejudicando o ambiente e por consequência, a própria oferta desses mesmos recursos naturais¹. A importância do Rio Sorocaba e de seus afluentes na economia da região é fundamental, pois suas águas são utilizadas para inúmeros fins, como irrigação, abastecimento público, resfriamento de caldeira, matéria-prima para diferentes processos e como diluidor de despejos domésticos e industriais².

Os organismos que habitam os ecossistemas aquáticos apresentam diversas adaptações evolutivas e limites de tolerância a determinadas condições ambientais. Estes limites de tolerância variam de espécie para espécie, sendo umas mais tolerantes e

outras intolerantes aos diversos tipos de impactos ambientais³. Portanto, é importante compreender o comportamento das espécies na sua seleção de habitats, sua interação com as outras espécies e a tolerância de cada população às variações físicas e químicas do ambiente⁴.

Os organismos mais comumente utilizados para avaliar impactos ambientais em ambientes aquáticos são os macroinvertebrados bentônicos, peixes e a comunidade perifítica, e dentre estes grupos, as comunidades de macroinvertebrados bentônicos têm sido utilizada constantemente para a avaliação de impactos ambientais e monitoramento biológico⁵⁻⁶. Macroinvertebrados bentônicos são organismos que habitam o fundo de ecossistemas aquáticos durante total ou parcial tempo de seu ciclo de vida, associado aos mais diversos tipos de substratos, tanto orgânicos como inorgânicos⁴⁻⁵.

Os macroinvertebrados bentônicos são eficientes para o monitoramento e avaliação de impactos ambientais e atividades antró-

picas em ecossistemas aquáticos continentais, porque apresentam uma grande diversidade de espécies, sendo encontrados em quase todos os tipos de habitats de água doce, sob diferentes condições ambientais, além de serem relativamente sésses⁷. A análise biológica dos macroinvertebrados aquáticos como indicadores da qualidade da água, tem sido realizada durante quase um século e atualmente fazem parte de programas de monitoramento na Europa, América do Norte, Austrália⁸ e Brasil⁹. A composição qualitativa e quantitativa da fauna bentônica é um bom indicador das condições tróficas e do grau de poluição dos rios e lagos porque existem organismos, como Chironomus, que resistem a baixas concentrações de oxigênio dissolvido⁴.

O uso de bioindicadores é também sustentado pela legislação dos Recursos Hídricos (Lei 9433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos), tendo como um de seus preceitos “considerar que a saúde e o bem estar humanos, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas”, justificando a necessidade da avaliação das comunidades biológicas para a manutenção da integridade dos ecossistemas aquáticos¹⁰.

De acordo com os estudos de Fusari e Fonseca-Gessner¹¹ (2006), com o intuito de analisar a aplicabilidade de métricas da comunidade de macroinvertebrados bentônicos avaliando as condições ambientais em represas, concluiu que, das onze métricas aplicadas, nove responderam conforme predito por informações da literatura considerando a influência humana e o estado de conservação.

No Rio Sorocaba, Fagundes e Shimizu¹² (1997) concluíram em seus estudos que os fatores que determinaram a baixa riqueza da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi o processo progressivo de degradação ambiental, que tem como consequência baixo teor de oxigênio dissolvido.

Thorne e Williams¹³ (1997), a fim de comparar as respostas do biomonitoramento através de macroinvertebrados a nível taxonômico de família em três países diferentes (Tailândia, Ghana e Brasil), concluíram que as respostas da comunidade frente à poluição foram similares, provando a eficiência do método em diferentes partes do mundo.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade ambiental dos sistemas lóticos e lênticos de parte da bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga através da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, que atualmente, sofre grande pressão antropogênica devido a diversos fatores que incluem industrialização exacerbada, despejo de efluentes, supressão da vegetação ripária, aplicando o índice BMWP – *Biological Monitoring Working Party*, utilizado atualmente em muitos programas de monitoramento ecológico e o índice de diversidade de Shannon-Wiener.

Métodos

Realizou-se quatro coletas no período de setembro de 2008 a abril de 2009, na bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, localizado na bacia hidrográfica do Rio Sorocaba, a qual abrange 19 municípios: Araçoiaba da Serra, Boituva, Capela do Alto, Cerquillo, Cesário Lange, Cotia, Ibiúna, Iperó, Itu, Laranjal Paulista, Mairinque, Piedade, Salto de Pirapora, São Roque, Sarapuí, Sorocaba, Tatuí, Vargem Grande Paulista e Votorantim¹⁴. Foram analisadas 5 estações amostrais, sendo duas lagoas marginais à represa (LM1 – 23°59'06"S, 47°28'65"W e LM2 – 23°58'20"S, 47°28'09"W), um riacho (RIA – 23°59'13"S, 47°39'74"W), um ponto na Represa de Itupararanga (REP – 23°59'51"S, 47°30'03"W) e um ponto na Cachoeira da Chave (localizado a jusante da represa) (CAC – 23°54'88"S, 47°44'53"W). A vegetação predominante da bacia de drenagem da Represa de Itupararanga é Floresta Estacional Semidecidual¹⁵.

No próprio local de coleta foram levantados os seguintes dados físicos e químicos: pH, condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), sólidos totais dissolvidos ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$).

Para a coleta dos macroinvertebrados bentônicos foram utilizados aparelhos amostrais tipo “Surber”, que consiste em um quadrado com área amostral de 900 cm^2 , com malha de 500 micras em uma de suas extremidades, na qual é transferido todo material contido dentro desse quadrado para a área da malha, capturando assim os macroinvertebrados bentônicos. Outro método de coleta foi a utilização do aparelho amostral tipo “kick net” com malha de 500 micras. Esse aparelho consiste em uma rede com área de 10000 cm^2 com suas extremidades rígidas para que possa ser introduzido dentro dos habitats colonizados pelos macroinvertebrados bentônicos. A abertura da malha foi escolhida a partir dos estudos de Buss e Borges¹⁶ (2008), que compararam malhas de 125 micras, 250 micras e 500 micras para a coleta dos macroinvertebrados bentônicos e concluíram que nas malhas de 125 e 250 micras foram encontradas maiores abundâncias de macroinvertebrados bentônicos e necessário mais tempo para processar as amostras, no entanto sem produzir diferenças significativas no número de taxas e em valores do índice BMWP.

Após a coleta, esse material foi transferido para sacos plásticos contendo álcool etílico 70% para fixação dos organismos ali presentes, conforme sugerido por Silveira *et al.*¹⁰ (2004). Cada amostra foi identificada imediatamente, contendo dados como ponto de coleta, tipo de substrato e data.

A triagem dos organismos foi realizada no Laboratório de Ciências Biológicas da Universidade Paulista, campus Sorocaba. O material recolhido e fixado foi lavado em peneira com malha de 500 micras e então colocado sob solução supersaturada de NaCl ou açúcar na proporção de 500 gramas de açúcar ou NaCl para 2 litros de água. Dessa forma os organismos flutuam, facilitando assim sua visualização. Para a identificação dos macroinvertebrados bentônicos foram utilizadas as chaves taxonômicas de Costa *et al.*¹⁷ (2006), chegando até o nível de família, taxa necessária para aplicação do índice biótico. Todo material fixado está depositado no Museu Darwin, na Universidade Paulista campus Sorocaba.

Para análise dos dados coletados utilizou-se a métrica BMWP – *Biological Monitoring Working Party*, criado por Alba-Tercedor³ (1996). Este índice ordena as famílias de macroinvertebrados aquáticos em 9 grupos, seguindo um gradiente de menor a maior tolerância a poluição. A cada família corresponde uma pontuação que começa em 1 e chega a 10, sendo que as famílias mais intolerantes à poluição recebem pontuações maiores, chegando em ordem decrescente, até 1, onde estão aquelas mais tolerantes a poluição¹⁸. Para analisar a estimativa de diversidade de cada ponto foi utilizado o cálculo de Shannon-Wiener (H')¹⁹ (2007).

Resultados e Discussão

As principais características físicas e químicas das diferentes estações amostrais são apresentadas na Tabela 1. A estação amostral CAC foi a que apresentou maior condutividade média de todos os locais estudados ($143,53\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), seguido da estação REP ($98,18\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). As estações LM1 ($43,58\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e LM2 ($36,75\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) foram as que se mostraram mais estáveis quanto à condutividade e também apresentaram valores mais baixos em comparação às estações CAC e REP. A estação RIA ($13,27\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) foi a que apresentou menor condutividade média em todas as coletas, devido ao fato de estar localizada próximo a uma nascente. Segundo Smith e Petreire¹⁴ (2000), os efluentes domésticos representam 81,5 % do total dos efluentes lançados nos corpos d'água da bacia hidrográfica do Rio Sorocaba.

Os teores médios de oxigênio dissolvido apresentaram estabilidade exceto nas coletas do mês de fevereiro, devido a altas temperaturas e consequentemente maior respiração microbiana para decomposição da matéria orgânica que demanda oxigênio¹⁹.

Os sólidos totais dissolvidos médios (STD) foram maiores nas estações CAC ($0,57\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) e REP ($0,38\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) (Tabela 1) que também apresentaram vegetação ripária em menor estado de conservação, remetendo a lixiviação dos solos e assim maiores valores de STD.

Quanto à fauna de macroinvertebrados bentônicos, foram coletados 602 organismos, distribuídos em 22 taxas, sendo 5 famílias de Diptera, 1 família de Megaloptera, 5 famílias de Odonata, 3 famílias de Coleoptera, 5 famílias de Hemiptera e 3 famílias de Ephemeroptera. Houve predominância de Chironomidae (Diptera) com 68,6% dos organismos, seguidos de Pleidae (Hemiptera) com 7,14% dos organismos e Libellulidae (Odonata) com 4,48% dos organismos coletados (Tabela 2).

A predominância de organismos da família Chironomidae deve-se pela alta tolerância a variações ambientais¹⁷. Esses organismos podem viver em condições de anoxia por várias horas, além de serem organismos detritívoros, se alimentando de matéria orgânica depositada no sedimento, favorecendo sua adaptação aos diversos tipos de ambientes e não exigindo diversidade de habitats e micro-habitats⁵.

Analisando a bacia ponto a ponto, através do índice de diversidade de Shannon-Wiener, os locais que obtiveram maiores índices

Tabela 1. Valores médios das variáveis físicas e químicas da água da bacia de drenagem da Represa de Itupararanga e variáveis biológicas

Variáveis	Estações amostrais				
	CAC	REP	LM1	LM2	RIA
pH	6,85	7,02	6,44	6,54	6,66
Cond ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	143,53	98,18	43,58	36,75	13,27
T água (°C)	22,86	23,45	23,53	24,1	22,33
T° ar (°C)	24,88	25,32	25,73	26,8	26,1
OD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	7,02	6,96	5,93	5,43	7,78
STD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0,57	0,38	0,15	0,15	0,03
Densidade total	189	122	167	72	52
Diversidade H'	0,03	0,13	1,87	2,57	0,97
Riqueza	2	3	13	17	7
BMWP por ponto	6	14	48	57	36
BMWP total			84		

Tabela 2. Composição taxonômica de macroinvertebrados bentônicos nos pontos amostrais da bacia de drenagem da Represa de Itupararanga

Taxa
DIPTERA
Chironomidae
Ephydriidae
Culicidae
Tabanidae
Ceratopogonidae
MEGALOPTERA
Sialidae
ODONATA
Gomphidae
Coenagrionidae
Libellulidae
Aeshnidae
Protoneuridae
COLEOPTERA
Hydrophilidae
Dysticidae
Scirtidae
HEMIPTERA
Corixidae
Belostomatidae
Pleidae
Naucoridae
Gerridae
EPHEMEROPTERA
Beatidae
Caenidae
Leptophlebiidae

(e consequentemente maior qualidade de suas águas) foram as estações amostrais LM1 (H' 1,87) e LM2 (H' 2,57), que apresentaram também menor condutividade e menor taxa de sólidos totais dissolvidos (Tabela 1). Os locais com valores menores no índice foram as estações amostrais CAC (H' 0,03) e REP (H' 0,13).

Essa diferença entre os pontos pode ser caracterizada pelo fato de que as lagoas marginais da represa apresentam sua vegetação ripária mais conservada²⁰, dispendo de maior quantidade de micro-habitats, não sofrerem despejo direto de efluentes domésticos e outros tipos de intervenções antrópicas que o restante dos pontos sofre diretamente, e consequentemente apresenta menor valor de condutividade, que segundo Melo²¹ (2009) é um fator relevante para a distribuição dos macroinvertebrados bentônicos, e também porque a estabilidade do substrato permite uma maior densidade de organismos⁴. Segundo Smith *et al.*² (2005), apenas 25% da bacia do Rio Sorocaba encontra-se com cobertura de mata natural.

A estação amostral mais impactada considerando todas as análises foi a CAC, posicionado à jusante da represa; e entre os diversos fatores que ocasionaram tal resultado, os mais evidentes são: localização próxima à área urbanizada, visitação descontrolada, vegetação ripária suprimida e como consequência é o ponto que sofre maior pressão das atividades antrópicas²².

Utilizando o método BMWP para caracterizar a qualidade dos ambientes aquáticos estudados (Tabela 1), ficaram evidentes as estações amostrais mais impactadas, dentre eles a estação CAC (BMWP = 6) e REP (BMWP = 14), e os mais conservados, LM1 (BMWP = 48) e LM2 (BMWP = 57). A estação amostral RIA apresentou baixa pontuação no BMWP (36), porém foi o local que apresentou as melhores qualidades físicas e químicas, evidenciando que outros fatores podem estar interferindo na distribuição dos organismos como por exemplo, pesticidas e outros produtos químicos.

Aplicando o método BMWP incluindo os organismos coletados em toda a bacia, chegou-se ao número 84 de pontuação (Tabela 1), indicando que a bacia de drenagem da Represa de Itupararanga encontra-se com suas águas em estado "aceitável, com algumas evidências de contaminação" e com coloração verde, para representações cartográficas³.

Apesar da métrica BMWP ter considerado a bacia de drenagem da Represa de Itupararanga em estado aceitável, foi observado durante as coletas muitos impactos antropogênicos em todos os pontos amostrais, dos quais o mais significativo foi a supressão de vegetação ripária, ponto chave para os grupos fragmentadores e raspadores de macroinvertebrados bentônicos, que se alimentam do *litter* depositados através desse tipo de vegetação e que consequentemente sem a presença desses grupos, os predadores e os parasitas também são afetados²³.

Segundo estudos de Smith e Petrere Jr.¹⁴ (2000), o Rio Sorocaba encontra-se em estado poluído e segundo os estudos de Fagundes e Shimizu¹² (1997) o Rio Sorocaba encontra-se degradado pela poluição orgânica, porém os locais estudados não foram os mesmos que os do presente estudo porém estão localizados na mesma bacia hidrográfica.

Conclusão

A bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga mostrou-se em estado aceitável da qualidade de suas águas, porém analisando ponto a ponto, ficaram evidentes os locais que necessitam de medidas mitigadoras com maior urgência, como a Cachoeira da Chave e o Reservatório de Itupararanga, ressaltando que estes locais apresentam grande potencial turístico, porém não estão sendo conservados como deveriam.

O estudo também mostrou que os pontos que não pertencem diretamente ao *continuum* da Represa de Itupararanga (lagoas marginais e riacho) estão menos impactados, devido principalmente ao não despejo de efluentes domésticos, já que a condutividade foi o fator crucial na distribuição dos organismos para este estudo.

Agradecimentos

Agradeço à Ednilse Leme, coordenadora do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Paulista campus Sorocaba pelo apoio e espaço cedido para a realização deste projeto.

Referências

1. Smith WS. Os peixes do Rio Sorocaba: a história de uma bacia hidrográfica. Sorocaba: Editora TCM – Comunicação; 2005.
2. Smith WS, Salmazzi BA, Possomato HM, Oliveira LCA, Almeida MAG, Pupo R *et al.* A bacia do rio Sorocaba: caracterização e principais impactos. *Rev Cient IMAPES.* 2005;5:51-7.
3. Alba-Tercedor J. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *In: IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almeria.* 1996;2:203-13.
4. Tundisi JG, Tundisi TM. *Limnologia.* São Paulo: Oficina de Textos; 2008.
5. Goulart MDC, Callisto M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Rev FAPAM.* 2003;2(1).
6. Bonada N, Prat N, Resh VH, Statzner B. Developments in aquatic insect bio-monitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annu Rev Entomol.* 2006;51:495-523.
7. Esteves FA. *Fundamentos em limnologia.* 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda; 1988.
8. Eaton DP. Macroinvertebrados aquáticos como indicadores ambientais da qualidade de água. *In: Cullen Júnior L, Rudram R, Pádua CV. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.* 2ª ed. Curitiba: Editora UFPR; 2006.
9. São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Cetesb, 2008. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. São Paulo: Cetesb; 2009 (Série Relatórios).
10. Silveira MP, Queiroz JF, Boeira RC. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. Jaguariúna: Embrapa; 2004.
11. Fusari LM, Fonseca-Gessner AA. Environmental assessment of two small reservoirs in southeastern Brazil, using macroinvertebrates metrics. *Acta Limnol Bras.* 2006;18(1):89-99.
12. Fagundes RC, Shimizu GY. Avaliação da qualidade da água do rio Sorocaba-SP, através da comunidade bentônica. *Rev Bras Ecol.* 1997;1:63-6.
13. Thorne RSJ, Willians WP. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. *Freshw Biol.* 1997;37:671-86.
14. Smith WS, Petreire Júnior M. Caracterização limnológica da bacia de drenagem do Rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Acta Limnol Bras.* 2000;12:15-27.
15. Queiroz RP, Imai NN. Mapeamento das atividades antrópicas na área de entorno do reservatório de Itupararanga – SP: uma abordagem baseada na diminuição gradativa do grau de complexidade da cena interpretada. *In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007.* Florianópolis, SC: INPE; 2007. p.1039-45.
16. Buss DF, Borges EL. Application of rapid bioassessment protocols (RBP) for benthic macroinvertebrates in Brazil: comparison between sampling techniques and mesh sizes. *Neotrop Entomol.* 2008;37(3):288-95.
17. Costa C, Ide S, Simonka CE. *Insetos imaturos. Metamorfose e identificação.* Ribeirão Preto: Holos Editora; 2006.
18. Loyola RGN. Atual estágio do IAP no uso de índices biológicos de qualidade. *In: Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação.* UFES, Vitória – ES, 10 a 15 out 2000. v. 1, p.46-52.
19. Begon M, Townsend RC, Harper JL. *Ecologia – de indivíduos a ecossistemas.* 4ª ed. Porto Alegre: Arted; 2007.
20. Corbi JJ, Trivinho-Strixino S. Influence of taxonomic resolution of stream macroinvertebrate communities on the evaluation of different land uses. *Acta Limnol Bras.* 2006;18(4):469-75.
21. Melo AS. Explaining dissimilarities in macroinvertebrate assemblages among stream sites using environmental variables. *Zoologia.* 2009;26(1):79-84.
22. Taniwaki RH, Smith WS. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água na cachoeira da Chave – Votorantim, SP. *Rev Estud Univ.* 2009;35(1):1-1.
23. Marques MGSM, Ferreira RL, Barbosa FAR. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. *Rev Bras Biol.* 1999;59(2):203-10.

Endereço para correspondência:

Ricardo Hideo Taniwaki
Rua João Delgado Hidalgo, 164 – Apto. B-73
Sorocaba-SP, CEP 18016-180
Brasil

E-mail: rht.bio@gmail.com

Recebido em 13 de outubro de 2010
Aceito em 6 de dezembro de 2010