

Avaliação da importância da unidade de conservação na preservação da diversidade de Chironomidae (Insecta: Diptera) no córrego Vargem Limpa, Bauru, Estado de São Paulo

Fabio Laurindo da Silva^{1*}, Diana Calcidoni Moreira², Sonia Silveira Ruiz³ e Gabriel Lucas Bochini²

¹Laboratório de Entomologia Aquática, Departamento de Hidrobiologia, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235, Cx. Postal 676, 13565-905, São Carlos, São Paulo, Brasil. ²Laboratório de Organismos Aquáticos, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo, Brasil. ³Universidade Paulista, Bauru, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: fabelha@hotmail.com

RESUMO. Este estudo avaliou a qualidade das águas do córrego Vargem Limpa e testou a hipótese de que trechos protegidos, do sistema aquático, localizados no interior de uma unidade de conservação, favorecem a preservação da diversidade de Chironomidae (Insecta: Diptera). Foram realizadas amostragens em quatro pontos e algumas variáveis físicas e químicas da água foram aferidas. Os resultados, obtidos com o estudo, indicaram o predomínio de gêneros associados a substratos arenosos e que os trechos protegidos pela unidade de conservação apresentaram melhor qualidade ambiental, com diversidade de Chironomidae mais preservada, demonstrando a importância destas áreas na manutenção da diversidade de Chironomidae.

Palavras-chave: unidade de conservação, Chironomidae, diversidade.

ABSTRACT. Assessment of importance of the conservation unit in the preservation of Chironomidae (Insecta: Diptera) diversity in the Vargem Limpa stream, Bauru, São Paulo State. This study evaluated the water quality of the Vargem Limpa stream and tested the hypothesis that protected stretches of the aquatic system, located within a conservation unit, favor the preservation of the diversity of Chironomidae (Insecta: Diptera). Samplings were conducted in four stations, where some physical and chemical variables were measured. The results obtained by the study indicated the predominance of genera associated with arenaceous substrata, and that the stretches protected by the conservation unit presented better environmental conditions, with better-preserved Chironomidae diversity, demonstrating the importance of these areas in maintaining the diversity of Chironomidae.

Key words: conservation unit, Chironomidae, diversity.

Introdução

As unidades de conservação (UCs) são espaços ambientais que têm importantes características naturais e são legalmente instituídos pelo poder público com objetivos de conservação (Rylands e Brandon, 2005). Segundo os mesmos autores, estes locais possuem limites definidos e existem sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. A criação dessas unidades de conservação é a principal proposta para diminuir os efeitos da destruição dos ecossistemas no Brasil, pois são áreas geográficas destinadas à preservação dos ecossistemas naturais.

A maioria das áreas protegidas tem sido criada para proteger espécies da fauna e flora terrestres, porém elas protegem ocasionalmente um número

considerável de ecossistemas aquáticos, o que as torna de grande importância para as espécies aquáticas (Agostinho *et al.*, 2005). Dentre estas espécies, os macroinvertebrados bentônicos têm sido amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade de água. De acordo com Callisto *et al.* (2005), os bioindicadores são organismos cuja presença, quantidade e distribuição indicam a dimensão de impactos ambientais e permitem a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por diferentes fontes de poluição em ecossistemas hídricos. Entre esses organismos, os macroinvertebrados destacam-se por estarem relacionados com o enriquecimento orgânico dos corpos aquáticos e apresentarem grande eficácia na detecção de perturbações antrópicas, por causa da baixa mobilidade, grande abundância, alta

longevidade dos organismos e baixo custo dos métodos empregados em seu estudo, além da fácil implementação e obtenção de dados que possam ser sumarizados e interpretados por não-especialistas (Queiroz *et al.*, 2000; Roque e Trivinho-Strixino, 2000).

A comunidade de macroinvertebrados em ambientes lóticos está representada por vários filos, como Arthropoda (insetos, ácaros, crustáceos), Mollusca (gastropódos e bivalves), Annelida (oligoquetos), Nematoda e Platyhelminthes (Hauer e Resh, 1996). Desta fauna de invertebrados, os insetos destacam-se em termos de diversidade e abundância (Lake, 1990), sendo sua distribuição relacionada às características morfológicas e físico-químicas do habitat, à disponibilidade de recursos alimentares e ao hábito das espécies (Merritt e Cummins, 1996). Entre os insetos aquáticos, os Chironomidae destacam-se por representarem um dos mais importantes grupos de insetos aquáticos, participando significativamente da composição faunística dos mais variados biótopos lacustres e fluviais, em que, geralmente, ocorre em elevadas densidades numéricas, na condição de larvas (Trivinho-Strixino e Strixino, 1995).

O número de espécies de Chironomidae que coexistem em qualquer sistema hídrico continental é, normalmente, muito maior que aquele encontrado em qualquer outro grupo taxonômico (Int Panis, 1995 *apud* Callisto e Esteves, 1998). Em certas condições, como baixas concentrações de oxigênio dissolvido, as larvas de Chironomidae podem ser os únicos insetos presentes no sedimento (Epler, 1995). Algumas espécies de Chironomidae, em sua fase larval, apresentam adaptações para viver em extremos de temperatura, pH, salinidade, profundidade, velocidade de correnteza e produtividade (Cranston, 1995).

O Córrego Vargem Limpa atravessa uma unidade de conservação (UC), sendo que suas nascentes estão localizadas no interior do Jardim Botânico Municipal de Bauru e, ao longo de seu curso pela cidade, recebe elevadas quantidades de efluentes domésticos e de produtos químicos provenientes de atividades industriais da região.

Este estudo objetivou avaliar a qualidade da água do córrego Vargem Limpa, utilizando a fauna de Chironomidae, e testar a hipótese de que trechos protegidos, do sistema aquático, localizados no interior da unidade de conservação, favorecem a preservação destes organismos.

Material e métodos

Este estudo foi realizado no Córrego Vargem

Limpa, no município de Bauru (22° 19'18"S e 49°04'13"W), situado na região centro-oeste do Estado de São Paulo (Figura 1). Foram realizadas, em dezembro de 2004, sete coletas, em quatro pontos do Córrego Vargem Limpa, sendo dois localizados no interior da unidade de conservação e outros dois situados fora desta área de conservação: Ponto 1 (P1), no interior do Jardim Botânico Municipal de Bauru, corresponde a uma das nascentes do córrego, apresenta diversas áreas de deposição; Ponto 2 (P2), trecho de caráter lântico, tem comunicação com a lagoa do Zoológico Municipal de Bauru, que recebe água proveniente da lavagem de jaulas de 500 animais, além de excrementos de aves e mamíferos; Ponto 3 (P3), situado no km 231 da Rodovia SP-225, ao lado de uma indústria de acumuladores, apresenta diversas áreas de deposição, devido ao assoreamento. Ponto 4 (P4), situa-se no Distrito Industrial do município de Bauru. Neste local, foi observado grande perturbação por causa do despejo de esgoto doméstico e efluentes industriais.

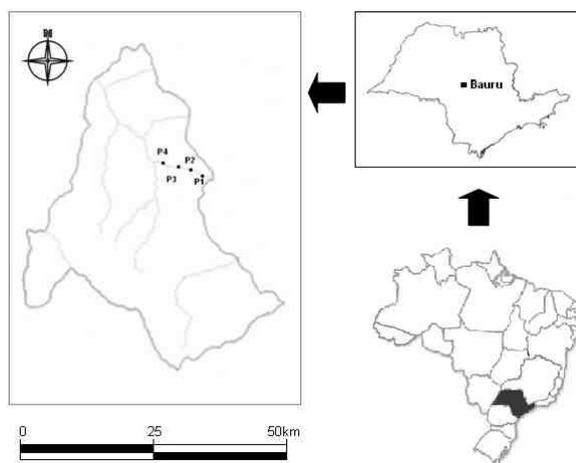


Figura 1. Mapa do córrego Vargem Limpa (Bauru, Estado de São Paulo), evidenciando os pontos de amostragem.

O sedimento foi coletado em trélicas, com auxílio de uma draga de Ekman-Birge (Brandimarte *et al.*, 2004). Em laboratório, o substrato foi lavado e peneirado, sendo que o material retido nas peneiras passou por triagem e os indivíduos pertencentes à família Chironomidae foram isolados e preservados em etanol 70%. Posteriormente, foram montadas lâminas semipermanentes, das cápsulas cefálicas e do corpo das larvas de Chironomidae, preparadas em meio de Hoyer. A identificação foi realizada em microscópio óptico, com auxílio de chaves de identificação específicas (Trivinho-Strixino e Strixino, 1995).

Para avaliar a qualidade das águas, foram aferidas

algumas variáveis abióticas. O pH foi determinado por um medidor Corning – Modelo pH 30. O oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) foi obtido por meio do método clássico de Winkler, descrito em Golterman *et al.* (1978). A condutividade elétrica (µS cm⁻¹) foi aferida com um medidor Corning – Modelo CD-55.

A diversidade do ecossistema foi avaliada por meio da riqueza taxonômica (S), do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e da equitabilidade (E), todos com metodologia descrita por Pinto-Coelho (2000). Análises de correlação de Spearman (r) (Zar, 1974) foram realizadas entre os descritores das associações (S, H', E) e as variáveis da água, utilizando-se nível de significância de 5% (p < 0,05).

Resultados e discussão

A distribuição e a abundância dos indivíduos de Chironomidae são influenciadas pelas condições físicas e químicas da água, assim como pelas características do substrato e pelas relações tróficas com outros grupos, daí serem particularmente usadas em estudos de dinâmicas espacial e temporal (Johnson *et al.*, 1992). Neste estudo, um total de 803 exemplares de Chironomidae foi obtido.

O gênero *Polypedilum* foi o mais abundante em P1 e P2 (Tabela 1), apresentando também número significativo de abundância relativa em P3 (23,5%). Este é um gênero herbívoro coletor (Coffman e Ferrington, 1984), pertencente ao grupo de Chironomidae psamófilos, geralmente associados a sedimentos arenosos. O assoreamento e formação de zonas de deposição, ocorrido em grande parte da margem do córrego, podem ter contribuído para a maior presença das larvas desse gênero no local.

Em P3, *Cladopelma* apresentou a maior abundância relativa (52,9%). Este gênero, assim como *Polypedilum*, é herbívoro coletor e está comumente associado a substratos arenosos, característica do ponto de amostragem e que possivelmente contribuiu para dominância do gênero no local.

O gênero *Chironomus* foi dominante em P4, com 99,1% (Tabela 1) de abundância relativa. De acordo com Marques *et al.* (1999), *Chironomus* apresenta forte tolerância a condições de eutrofização, mostra significativo aumento, em abundância, em resposta a enriquecimento orgânico por ações antrópicas e conseqüente deterioração da qualidade da água, sendo considerado um indicador de perturbação ambiental de confiança. O predomínio deste gênero em P4, possivelmente, está associado aos despejos de

efluentes domésticos, que conseqüentemente elevam a carga de matéria orgânica no local e reduzem os níveis de oxigênio dissolvido, tornando o ambiente propício ao desenvolvimento deste gênero.

Tabela 1. Abundância relativa (%) de Chironomidae (Diptera) registrados nos pontos do córrego Vargem Limpa, em dezembro de 2004.

Táxons	P1	P2	P3	P4
<i>Ablabesmyia</i>	8,9%	17,5%	2,4%	0,2%
<i>Beardius</i>	0,5%	1,6%	1,2%	
<i>Caladomyia</i>	1,4%	15,9%		
<i>Chironomus</i>	0,9%	1,6%	0,0%	99,1%
<i>Cladopelma</i>			52,9%	
<i>Clinotanytus</i>			1,2%	
<i>Corynoneura</i>	0,5%			
<i>Cricotopus</i>	1,9%	1,6%		
<i>Cryptochironomus</i>	0,5%		7,1%	
<i>Dicrotendipes</i>		11,1%		
<i>Endotribelos</i>			1,2%	
<i>Fissimentum</i>	0,9%	19,0%	10,6%	0,2%
<i>Harnischia</i>	22,0%	7,9%		
<i>Lopescladius</i>	0,5%			
<i>Polypedilum</i>	50,9%	20,6%	23,5%	0,5%
<i>Tanytus</i>		1,6%		
<i>Tanytarsus</i>	11,2%	1,6%		

A análise dos dados indicou que a maior diversidade foi apresentada por P2 (2,01) (Tabela 2), neste local, a relação entre a riqueza e a abundância relativa dos gêneros e/ou espécies de Chironomidae explica a maior diversidade encontrada. Em P4, que apresentou a menor diversidade (0,06), houve o predomínio de um gênero (*Chironomus*) e também foi o ponto que apresentou a menor riqueza. A maior equitabilidade foi obtida no Ponto 2, que apresentou a distribuição mais homogênea dos indivíduos entre os gêneros amostrados. Em P4, foi registrado o menor valor de equitabilidade, sendo explicado pela maior abundância do gênero *Chironomus*, que deteve 99,1% dos organismos do ponto. P1 e P3 apresentaram valores de diversidade relativamente próximos entre si (1,46 e 1,35). No entanto, quando se analisa a equitabilidade, observa-se que P3 apresentou maior valor que P1, ou seja, a distribuição dos organismos, neste ponto, foi mais homogênea que em P1. Esta maior equitabilidade pode estar ligada ao fato de P3 ter uma menor riqueza e distribuição semelhante à do P1.

Tabela 2. Valores de riqueza (S), de diversidade (H') e de equitabilidade (E) de Chironomidae (Diptera) registrados nos pontos do córrego Vargem Limpa, em dezembro de 2004.

Pontos	S	H'	E
P1	12	1,46	0,59
P2	11	2,01	0,84
P3	8	1,35	0,65
P4	4	0,06	0,04

Segundo Esteves (1998), a maioria dos ecossistemas aquáticos continentais apresenta pH variando entre 6 e 8, podendo-se, no entanto, encontrar ambientes mais ácidos ou mais alcalinos. Os valores médios de pH registrados no córrego Vargem Limpa variaram entre 5,65 e 6,9 (Tabela 3), caracterizando o ambiente como de águas levemente ácidas. Esta variável é influenciada pela concentração de gás carbônico presente na água e por elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos na água, que reduzem o pH, entre outros fatores.

Tabela 3. Valores médios de pH, condutividade elétrica (CE) e oxigênio dissolvido (OD) registrados nos pontos de amostragem do córrego Vargem Limpa, em dezembro de 2004.

Pontos	pH	CE ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	OD (mg L^{-1})
1	6,02	35,14	6,41
2	5,65	51,57	2,86
3	6,3	44,14	4,88
4	6,9	312,86	1,29

O menor valor de condutividade elétrica foi registrado em P1 e o maior valor em P4, sendo $35,14 \mu\text{s cm}^{-1}$, em P1, e $312,86 \mu\text{s cm}^{-1}$, em P4. Os valores de condutividade elétrica são mais influenciados por fatores físicos (clima, hidrologia) e químicos (geologia local, solubilidade de minerais) e por impactos humanos (uso de fertilizantes, alterações da vegetação e outros) do que por fatores biológicos (Pedrosa e Rezende, 1999). Porém, uma alta concentração de matéria orgânica em decomposição aumenta a quantidade de íons dissociados na água, que resulta no aumento da condutividade elétrica. Em P4, uma grande quantidade de material alóctone pode ter contribuído para os altos valores desta variável (Tabela 3). P2 e P3 apresentaram, respectivamente, $51,57$ e $44,14 \mu\text{s cm}^{-1}$; valores maiores que em P1 e bem menores que P4. P2 e P3 são áreas que sofrem ação antrópica, no entanto, em menor quantidade que P4, pois são locais de mais difícil acesso. P2 é uma área de águas calmas, enquanto P3 é uma área de maior correnteza, facilitando o transporte de materiais encontrados em seu curso para outros lugares, resultando na menor condutividade.

A concentração de oxigênio dissolvido (OD), na água, depende de dois fatores principais: a temperatura da água e a pressão atmosférica. Quanto menor a temperatura e maior a pressão, maior é a oxigenação da água. As principais fontes de perda de OD são o consumo pela decomposição de matéria orgânica, perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como o ferro e o manganês (Esteves, 1998). Em relação a esta variável, os valores mais baixos foram

registrados em P4, localizado em área urbana industrial e com maior alteração das características físicas e químicas da água (Tabela 3), e os mais altos em P1, localizado no Jardim Botânico Municipal de Bauru, que é o ponto mais próximo às nascentes e, conseqüentemente, com menor possibilidade de entrada de efluentes de natureza antrópica, por ser uma área de proteção ambiental e de difícil acesso.

Tabela 4. Correlações significativas entre os descritores da fauna de Chironomidae e variáveis ambientais do córrego Vargem Limpa, em dezembro de 2004.

Descritores	Variáveis Ambientais		
	pH	CE ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	OD (mg L^{-1})
Riqueza	-0,80*	-0,80*	0,80*
Diversidade	-1,00*		
Equitabilidade	-0,80*		
<i>Caladomyia</i>		0,79*	0,79*
<i>Chironomus</i>	0,60*	0,60*	0,60*
<i>Clinotanytus</i>	0,74*	0,74*	0,74*
<i>Corynoneura</i>	0,74*		
<i>Cryptochironomus</i>	0,89*		
<i>Dicortendipes</i>		0,74*	0,74*
<i>Endotribelos</i>	0,74*	0,74*	0,74*
<i>Fissimentum</i>		0,80*	0,80*
<i>Lopescladius</i>	0,74*		
<i>Polypedilum</i>	0,60*		
<i>Tanytus</i>	0,74*		

Uma outra análise foi realizada a partir da determinação da riqueza, da diversidade e da equitabilidade e das variáveis ambientais, em cada um dos pontos e dias de amostragem. Estes dados permitiram a determinação de correlações por meio do teste de Spearman, que auxiliou na constatação de evidências.

Neste sentido, a associação negativa entre a riqueza, a diversidade e a equitabilidade com o pH e a condutividade elétrica mostra que estas variáveis, possivelmente, estão desfavorecendo a fauna em relação a sua densidade e composição, o que interfere diretamente nos resultados dessas métricas (S, H' e E). Por outro lado, o oxigênio dissolvido exibiu associação positiva com alguns descritores, o que indica que esta variável contribui para o desenvolvimento de alguns gêneros de Chironomidae.

Conclusão

Neste estudo, os resultados demonstraram que os trechos do córrego Vargem Limpa, protegidos pela unidade de conservação, apresentaram uma boa qualidade de água e a diversidade de Chironomidae foi mais preservada, do que em trechos localizados fora da área de proteção, demonstrando a importância destas áreas como mantenedora da diversidade de Chironomidae. No entanto, análise da fauna indicou sinais de perturbação (inclusive

dentro da unidade de conservação) ao longo do córrego Vargem Limpa, visto que o predomínio de gêneros de Chironomidae psamófilos (comumente associados a substratos arenosos) pode ser um indicativo de processos erosivos, que levam ao assoreamento. Além disso, o Ponto 4 que apresentou os menores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade evidenciou que o Distrito Industrial do município de Bauru está influenciando negativamente a qualidade das águas do córrego Vargem Limpa e a manutenção da biodiversidade de Chironomidae. Tais resultados vêm legitimar os resultados obtidos com as análises físicas e químicas no sistema analisado. Rocha *et al.* (2005) observaram resultados semelhantes em estudo realizado no Rio das Velhas, Estado de Minas Gerais, onde, também, se verificou maior diversidade de macroinvertebrados bentônicos em trechos localizados no interior de unidades de conservação.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Prof^ª. Dr^ª. Jandira Liria Biscalquini Talamoni e aos responsáveis pelo Jardim Botânico Municipal de Bauru.

Referências

AGOSTINHO, A.A. *et al.* Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 70-78, 2005.

BRANDIMARTE, A.L. *et al.* Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. (Ed.). *Amostragem em limnologia*. São Carlos: Rima, 2004. cap. 13, p. 213-230.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. Biomonitoramento da macrofauna bentônica de Chironomidae (Diptera, Insecta) em dois igarapés amazônicos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 5, p. 299-309, 1998.

CALLISTO, M. *et al.* Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: GOULART, E.M.A. (Ed.). *Navegando o rio das Velhas das Minas aos Gerais*: Proj. Manuelzão. Belo Horizonte: Coopmed, 2005. cap. 23, p. 555-567.

COFFMAN, W.P.; FERRINGTON JR, L.C. Chironomidae. In: MERRIT, R.; CUMMINS, K. (Ed.). *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3rd ed. Dubuque: Kendall Hunt, 1984. cap. 25, p. 551-652.

CRANSTON, P.S. Introduction. In: ARMITAGE, P.D. *et al.* (Ed.). *The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges*. London: Chapman and Hall, 1995. cap. 1, p. 1-7.

EPLER, J.H. *Identification manual for the Larvae Chironomidae (Diptera) of Florida*. Tallahassee: Department of Environmental Protection, 1995.

ESTEVES, F.A. *Fundamentos de limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

GOLTERMAN, H.L. *et al.* *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978.

HAUER, F.R.; RESH, V.H. Benthic macroinvertebrates. In: HAUER, F.R.; LAMBERTI, G.A. (Ed.). *Methods in stream ecology*. San Diego: Academic Press, 1996. p. 339-369.

JOHNSON, R.K. *et al.* Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Ed.). *Freshwater biomonitoring and benthics macroinvertebrates*. New York: Chapman and Hall, 1992. cap. 4, p. 40-158.

LAKE, P.S. Disturbing hard and soft bottom communities: a comparison of marine and freshwater environments. *Aust. J. Ecol.*, Carlton, v. 15, p. 477-488, 1990.

MARQUES, M.M.G.S.M. *et al.* Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in South-East Brazil. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 59, n. 4, p. 1-13, 1999.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3rd ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 1996.

PEDROSA, P.; REZENDE, C.E. As muitas faces de uma lagoa. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 6, n. 153, p. 40-47, 1999.

PINTO-COELHO, R.M. *Fundamentos em ecologia*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

QUEIROZ, J.F. *et al.* Organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. (Comunicado Técnico da Embrapa Meio Ambiente, v. 3).

ROCHA, L.G. *et al.* Importância de unidades de conservação na preservação da diversidade de macroinvertebrados bentônicos na bacia do Rio das Velhas (MG). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 7., 2005, Caxambu. *Anais...* Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2005.

ROQUE, F.O.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Avaliação preliminar da qualidade da água dos córregos do município de Luis Antônio (SP) utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores: subsídios para o monitoramento ambiental. *Cienc. Biol. Amb.*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 21-34, 2000.

RYLANDS, A.B.; BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2005.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. *Larvas de Chironomidae (Diptera) do estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros*. São Carlos: UFSCar, 1995.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1974.

Received on June 18, 2007.

Accepted on October 05, 2007.