

MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA POPUCA-BOTINHAS, GUARULHOS (SP)**AQUATIC MACROINVERTEBRATES AS BIOINDICATORS OF THE WATER QUALITY OF THE POPUCA-BOTINHAS WATERSHED, GUARULHOS (SP)**

Camila Irene Ramos¹
Edna Ferreira Rosini²
Reinaldo Romero Vargas³
Fernanda Dall'Ara Azevedo¹

RESUMO

O intenso crescimento da população com consequente urbanização desordenada, a alta demanda e os diferentes usos dados aos recursos hídricos têm colocado em risco a disponibilidade hídrica tanto em quantidade quanto em qualidade. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade das águas da Bacia hidrográfica Popuca-Botinhas, localizada no município de Guarulhos, utilizando macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores, além de variáveis físicas e químicas. As coletas da água foram realizadas em março e junho de 2017 em três pontos de coleta com diferentes uso e ocupação do entorno. As variáveis físico-químicas e biológicas analisadas foram: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, sólidos totais, condutividade elétrica, fósforo total, *Escherichia coli* e macroinvertebrados bentônicos. Os resultados refletem a influência do uso e ocupação do entorno da bacia analisada, uma vez que, dentre os pontos analisados o ponto 1 é o único que apresenta cobertura vegetal no entorno, enquanto que, os demais apresentam área com intensa urbanização e, portanto, sujeitos a impactos ambientais oriundos da urbanização, tais como a poluição dos corpos hídricos.

Palavras-chave: Diagnóstico ambiental. Índice da Comunidade Bentônica. Uso e ocupação da terra.

ABSTRACT

*The intense population growth with consequent disordered urbanization, high demand and the different uses given to water resources have put at risk a very high quantity and quality availability. The objective of this work is to evaluate the water quality of the Popuca-Botinhas watershed, located in the city of Guarulhos, using aquatic macroinvertebrates as bioindicators, as well as physical and chemical variables. The water collections were carried out in March and June of 2017 in three points of collection with different use and occupation of the environment. The physical-chemical and biological variables analyzed were: water temperature, pH, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, turbidity, total solids, electrical conductivity, total phosphorus, *Escherichia coli* and benthic macroinvertebrates. The results reflect the influence of the use and occupation of the environment of the microbasin analyzed, since, among the points analyzed, point 1 is the only one that presents vegetation cover in the surroundings, while the other points analyzed present an area with intense urbanization and, therefore, subject to environmental impacts resulting from urbanization, such as pollution of water bodies.*

Keywords: Environmental diagnosis. Benthic Community Index. Land use and occupation.

¹ Universidade Universus Veritas Guarulhos. Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Praça Tereza Cristina, 239, 07023-070, Guarulhos, SP, Brasil. E-mail: camila_irene94@hotmail.com, fdallara.azevedo@gmail.com.

² Universidade Universus Veritas Guarulhos. Programa de Mestrado em Análise Geoambiental, Praça Tereza Cristina, 239, 07023-070, Guarulhos, SP, Brasil. E-mail: edna.Ferreira@prof.ung.br.

³ Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC. Rua Antônio de Barros, 800 - Tatuapé, São Paulo - SP, 03401-000. E-mail: reinaldo.vargas@fatec.sp.gov.br.

INTRODUÇÃO

Atividades como abastecimento doméstico e industrial, produção de alimento através da agricultura irrigada, demonstram que, atualmente, cada vez mais, a humanidade depende de recurso hídrico para sobreviver. (ESTEVES; MENEZES, 2011).

Em consequência destas atividades antrópicas, além de outras, como desmatamento, introdução de espécies exóticas, construção de barragens e represas, nas últimas décadas, os ambientes aquáticos têm sofrido alterações significativas na qualidade da água e, conseqüentemente, perda da biodiversidade que vive inserida neste sistema (GOULART; CALLISTO, 2010).

Há diversas maneiras de medir a qualidade da água, por exemplo, os parâmetros químicos que envolvem a medição de pH, nível de oxigênio dissolvido, sólidos suspensos, metais pesados e nutrientes, os parâmetros físicos, como a temperatura, cor da água e velocidade dos corpos de água, e os parâmetros biológicos, relacionados à abundância e variedade da flora e fauna (HERMES et al., 2004).

Os bioindicadores são parâmetros biológicos que podem ser espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas, cujas características morfológicas, presença, distribuição e abundância servem como indicativos para impactos causados em um ecossistema, diferenciando-os de seus padrões de normalidade (CALLISTO; GONÇALVES; MORENO, 2004).

O biomonitoramento tendo como bioindicador a fauna de macroinvertebrados bentônicos, tem se mostrado uma ferramenta muito eficiente na medição da qualidade da água de rios e lagos (SILVEIRA; QUEIROZ; BOEIRA, 2004), como pode ser observado nos trabalhos de Oliveira e Callisto (2010) e Deborde, Hernandez e Magbanua (2016).

Segundo Callisto (2000), os macroinvertebrados são invertebrados aquáticos, visíveis a olho nu, como insetos, crustáceos, moluscos, entre outros, que se alimentam de matéria orgânica produzida na coluna d'água ou proveniente da vegetação marginal e fazem parte da dieta de peixes, anfíbios e aves aquáticas. Estes organismos são os mais utilizados no biomonitoramento em águas continentais por ser de fácil coleta, fácil reconhecimento e por possuírem vida relativamente longa, o que permite medir graus de sensibilidade a estresse ao longo do tempo. Além disso, este método de medição possui o custo relativamente baixo e alto conteúdo de informações, ideal para países em desenvolvimento (RESH, 1995).

A diversidade e distribuição de macroinvertebrados aquáticos são influenciadas diretamente pelo tipo de substrato, morfologia do ecossistema, quantidade e tipo de detritos orgânicos, presença de vegetação aquática, presença e tamanho da mata ciliar, e são afetados diretamente por modificações nas concentrações de nutrientes e mudanças na produtividade primária (GALDEAN; CALLISTO; BARBOSA, 2000).

Mudanças de estrutura nas comunidades de ma-

croinvertebrados bentônicos são utilizadas como ótimas ferramentas ecológicas para o monitoramento de fontes poluídas nos ambientes aquáticos. Tais alterações permitem identificar escalas de tolerância à poluição nas comunidades bentônicas (MORENO; CALLISTO, 2010). Por exemplo, há táxons que se mostram resistentes à poluição, tais como larvas de Chironimidae e outros Dipteras e por toda a classe Oligochaeta, que conseguem viver em condições hipóxias (pouco oxigênio total) e podem, até mesmo, se beneficiar do excesso de matéria orgânica. Já os táxons que apresentam sensibilidade à poluição, representados por ordens como os Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera, necessitam de altas concentrações de oxigênio dissolvido na água, deixando de existir em ambientes pouco ou muito impactados (GOULART; CALLISTO, 2010).

Assim, este estudo tem como objetivo utilizar a comunidade de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas da Bacia hidrográfica urbana Popuca-Botinhas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica Popuca-Botinhas insere-se no Município de Guarulhos (Figura 1), localizado na porção norte da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, sendo considerada a segunda maior cidade do estado de São Paulo, com uma população aproximada em 1,3 milhões de habitantes (IBGE, 2010).

Guarulhos encontra-se inserido em duas grandes bacias hidrográficas: a do Alto Tietê e a do Paraíba do Sul, sendo que a primeira ocupa 81% do município, com área de 259 Km² e nela verificam-se 4 sub-bacias, umas das quais é a bacia hidrográfica do Tietê, com área de 28 Km² que ocupa 8,7 % do território municipal (ANDRADE et al., 2008).

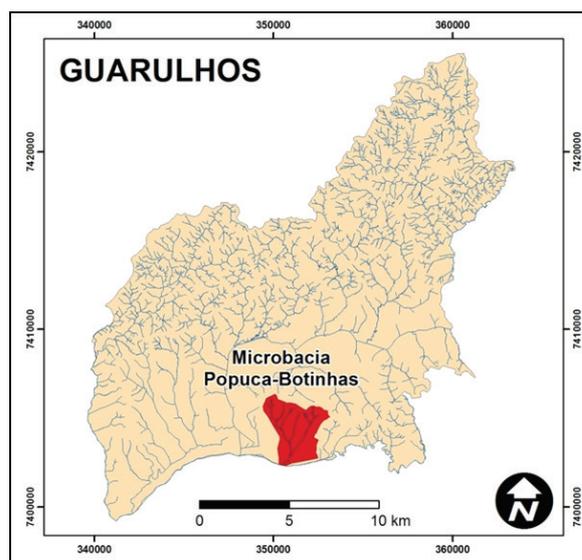


Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica Popuca-Botinhas.

Figure 1: Location Map of the Popuca-Botinhas Watershed.

Delineamento amostral, coleta e processamento

Para as análises das condições limnológicas da Bacia Hidrográfica Popuca-Botinhas foram realizadas coletas em março e junho de 2017, em três pontos. Os pontos foram definidos com visita realizada à campo e uso da terra. Os pontos 1 e 2 estão localizados no córrego Botinhas, nas coordenadas 352.201,586 W, 7.404.957,793 S e 351.569,806 W, 7.403.788,999 S, respectivamente (Figura 2).

O Ponto 1 está em uma área menos impactada, porém não preservada e o Ponto 2 em uma região bastante industrializada. Já o Ponto 3, coordenadas 350.186,206 W, 7.404.458,687 S, está localizado no córrego Popuca e caracteriza-se pela intensa urbanização do entorno (Figura 2).

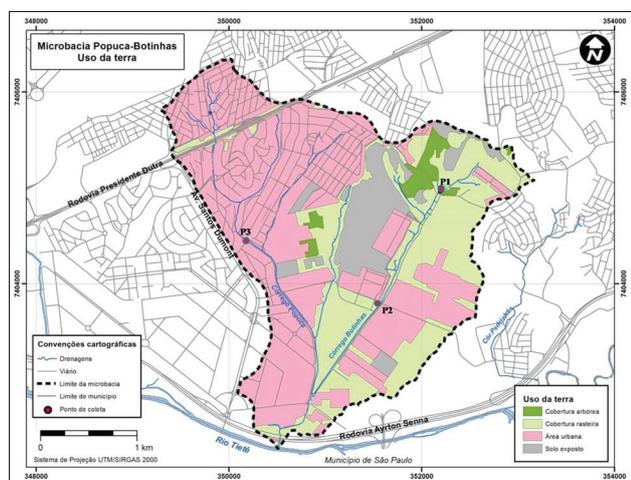


Figura 2: Mapa de uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica Popuca – Botinhas, com os Pontos de amostragem.

Figure 2: Map of land use and occupation of the Popuca - Botinhas Watershed, with Sample Points.

Os perfis de temperatura da água (°C), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), turbidez (UNT) e oxigênio dissolvido (mg/L) foram obtidos in situ com Sonda multiparâmetro SX751. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foi obtida através de analisadores eletrônicos de DBO via método manométrico (VELP, 2017). Os sólidos totais, fósforo total e *Escherichia coli* foram analisados segundo a metodologia descrita na Federation (2005). As amostras foram coletadas de acordo com Guia Nacional de Coleta e Preservação de amostras (ANA, 2011).

Para a análise dos macroinvertebrados foram coletadas 3 réplicas, totalizando 9 amostras, para cada coleta. A coleta de macroinvertebrados aquáticos foi realizada com uma rede em D com tela com abertura de malha 250 micrometros. A rede foi disposta em local adequado e o sedimento até 1 metro a frente da rede foi remexido para que os organismos se desprendam e fossem coletados pela rede. A amostra foi acondicionada em sacos e fixadas com

álcool 80 %.

Em laboratório os organismos foram triados e identificados. A identificação foi realizada com base em caracteres morfológicos específicos e característicos para cada família, com auxílio de chaves taxonômicas específicas e do livro “Insetos Aquáticos na Amazônia Brasileira: taxonomia, biologia e ecologia” (HAMADA; NESSIMIAN; QUERINO, 2014). Para a realização deste trabalho, a contagem dos táxons foi feita utilizando somente as larvas e indivíduos adultos, já as pupas foram descartadas.

Para o cálculo da Diversidade foi utilizado o Índice de Shannon (H') (SHANNON; WEAVER, 1963).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos dados abióticos indicaram que todos os pontos analisados, neste estudo, encontram-se impactados (Tabela 1). De maneira geral, pode-se observar que, apesar de estarem degradados, os pontos 1 e 2 apresentaram uma melhor qualidade de água do que o ponto 3. Em junho, o ponto 1 apresentou as maiores concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) (7,9 mg.L⁻¹ em Junho), e menores concentrações de DBO (6,8 mg.L⁻¹ em Junho) e *Escherichia coli* (5,45 10³ UFC.100mL⁻¹).

Tabela 1: Valores médios dos parâmetros físicos químicos e biológicos dos pontos analisados na Bacia Hidrográfica Popuca Botinhas em Março e Junho de 2017.

Table 1: Mean values of the physicochemical and biological parameters of the analyzed points in the Popuca Botinhas Watershed in March and June of 2017.

Parâmetros	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
	Março	Junho	Março	Junho	Março	Junho
pH (upH)	7,9	7,5	8,3	7,9	7,7	8,2
Temperatura (°C)	25,1	18,9	25,2	18,4	25,2	19,5
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	411	400	499	503	465	403
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,8	7,9	7,6	7,8	1,3	4,2
Turbidez (UNT)	21	10	22	27	36	86
DBO (mg.L ⁻¹)	14,8	6,6	9,8	42,5	89	96
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	171	197	272	203	231	166
Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	0,081	0,150	0,052	0,130	3,980	1,440
<i>Escherichia coli</i> (UFC.100mL ⁻¹)	1,60E+04	5,45E+03	1,50E+04	1,20E+05	1,00E+06	5,00E+05

Para junho o ponto 3 apresentou a pior qualidade de água, em comparação com os pontos 1 e 2. O ponto 3 registrou as menores concentrações de OD, 1,3 mg.L⁻¹ (Março) e 4,2 mg.L⁻¹ (Junho) e a maiores concentrações de DBO, 89 mg.L⁻¹ (Março) e 96 mg.L⁻¹ (Junho) e de *Escherichia coli* (1 10⁶ UFC.100mL⁻¹ em março e 5 10⁵ UFC.100mL⁻¹ em junho).

Os resultados das variáveis analisadas demonstram que a qualidade da água nesses pontos é superior ao ponto 3. Esses resultados refletem a influência do uso e ocupação do entorno da bacia analisada, uma vez que, dentre os pontos analisados, o ponto 1 é o único que apresenta cobertura vegetal no entorno, importante para a comunidade de macroinvertebrados aquáticos, enquanto que, os demais pontos apresentam área urbanizada, o que

resulta em maior poluição dos corpos hídricos (OLIVEIRA et al., 2018).

Quanto à comunidade de macroinvertebrados aquáticos, foram identificados 4292 indivíduos, distribuídos em 8 ordens e 16 famílias em Março de 2017 e 2540 indivíduos, distribuídos em 8 ordens e 11 famílias em Junho de 2017.

A maioria dos indivíduos foram identificados até o nível de família, só não foi

possível chegar a esta classificação nos indivíduos pertencentes às ordens Isopoda, Hirudinea e Polychaeta. Dentre os táxons identificados, destacam-se Chironomidae (Diptera) e Naididae (Oligochaeta), presentes em todas as amostras analisadas (Tabela 2).

Tabela 2: Abundância de indivíduos encontrada em cada Família, em suas respectivas ordens (Março e Junho de 2017).

Table 2: Plenty of individuals found in each Family, in their respective orders (March and June 2017).

Ordem	Família	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
		Março	Junho	Março	Junho	Março	Junho
Diptera	Culicidae	2					
	Chironomidae	391	182	66	334	2289	3
	Tabanidae	6					
	Tipulidae		10			5	1
	Simuliidae		2				
Polychaeta	Psychodidae	1	2			4	91
		14	16				
Oligochaeta	Naididae	283	149	1103	1684	1	8
Coleoptera	Halipilidae	14					
	Hydrophilidae	63	32				
Odonata	Coenagrionidae	18	12				
	Libellulidae	1					
	Calopterygidae	2					
Gastropoda	Ampularidae			2	1		
	Planorbidae			2	1		
	Physidae	1		9	9		
Isopoda	Lymnaeidae			1			
		3					
Hemiptera	Gelastocoridae	3					
Hirudinea		8	1				
Collembola	Hypogastruridae		2				

Os resultados demonstram que a ordem Díptera apresentou a maior riqueza e abundância, com um total de 6 famílias. Em Março, o ponto 1 apresentou o maior número de táxons, 15, já os pontos 2 e 3, seis e quatro táxons, respectivamente. Em Junho observou-se queda na riqueza de táxons nos pontos 1 e 2. O ponto 1 apresentou 10 táxons, e os pontos 2 e 3 apresentaram cinco e quatro táxons, respectivamente. (Figura 3).

Estes resultados refletem as condições ambientais demonstradas nas análises físico química da água dos pontos amostrados, onde é possível observar condições ambientais melhores no ponto 1 portanto, maior riqueza de organismos e condições ambientais piores no ponto 2 e, especialmente, no ponto 3, onde todas as variáveis físico-químicas analisadas demonstraram que existe uma piora na qualidade da água nesse ponto da bacia e, conseqüentemente, queda da riqueza de organismos bastante acentuada com registro de elevada abundância de Chironomidae.

É importante observar que a diversidade de táxons (Figura 4) se mostrou baixa durante todo o período analisado em todos os pontos amostrados, especialmente nos pontos 2 e 3. Estes resultados estão relacionados a elevada abundância de indivíduos tolerantes a impactos ambientais, tais como chironomidae e naididae.

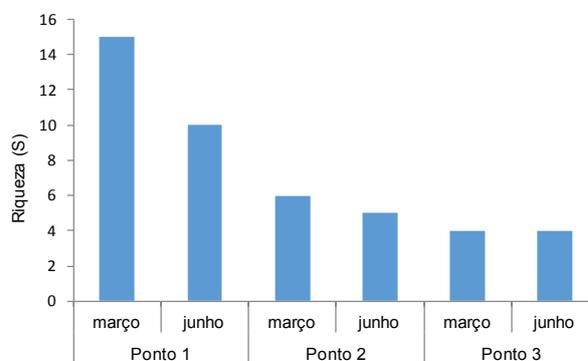


Figura 3: Riqueza de táxons na Bacia Hidrográfica Popuca-Botinhas nos três diferentes pontos amostrais, em duas coletas (Março e Junho de 2017).

Figure 3: Richness of taxa in the Popuca-Botinhas Basin at three different sampling points, in two collections (March and June 2017).

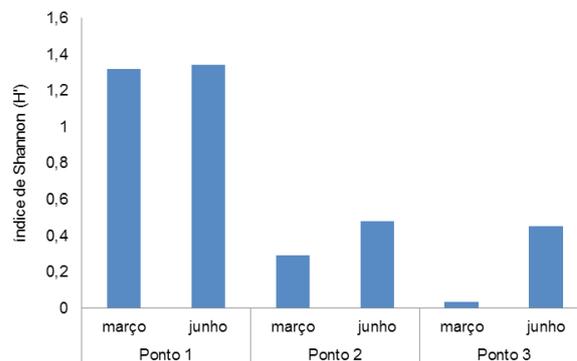


Figura 4: Diversidade de Shannon (H') da Bacia Hidrográfica Popuca-Botinhas nos três diferentes pontos amostrais, em duas coletas (Março e Junho de 2017).

Figure 4: Diversity of Shannon (H') of the Popuca-Botinhas Watershed in the three different sampling points, in two samplings (March and June 2017).

Di Giovanni, Goretti e Tamanti (1996) relatam que a família Chironomidae quase sempre se apresenta como dominante, tanto em ambientes lóticos como lênticos, devido à sua tolerância a situações extremas como hipóxia e grande capacidade competitiva.

Piedras et al. (2006) afirma ainda que, altas densidades de Oligochaeta e Chironomidae são indicadores de elevados teores de matéria orgânica, reforçando ainda mais a relação dos Chironomidae com a degradação ambiental, conforme observado no presente estudo, uma vez que altas concentrações de DBO foram registradas no ponto 3. A relação da alta abundância dos Chironomidae com enrique-

cimento de matéria orgânica no sedimento também foi registrada por Townsend, Begon e Harper (2003) e Machado et al. (2015).

Embora apresente maior número de indivíduos no ponto 3 (Março de 2017) e no ponto 2 (Junho de 2017), os Chironomidae estiveram bem representados nos demais pontos analisados, indicando grande capacidade competitiva desses organismos. Outro fator favorável a esta maior representatividade, pode ser a ampla variedade de habitats e grupos tróficos que ocupam. Estes organismos estão presentes em ambientes lacustres, fluviais e, ainda que em menor proporção, litorâneos (FERRINGTON, 2008; RUARO et al., 2016). Os hábitos alimentares de suas larvas variam dentre predador, minador, coletor, raspador e filtrador (HAMADA; NESSIMIAN; QUERINO, 2014).

Indivíduos da família Naididae, representantes da ordem Oligochaeta e abundantes no ambiente em estudo, especialmente no ponto 2, podem ser encontrados em qualquer lugar do mundo, em água doce ou salgada (SANCHES et al., 2016; MARTIN et al., 2007). A alta abundância desses invertebrados em amostras demonstra, em grande maioria, uma comunidade biótica desestruturada, pois essa família encontra facilidade para sobreviver em ecossistemas eutrofizados e com baixo OD (MANDAVILLE, 2002). Esta afirmação corrobora os resultados obtidos no presente estudo, uma vez que, foram registradas altas concentrações de fósforo total em todos os pontos analisados, indicando alto grau de eutrofização.

Os macroinvertebrados identificados juntamente com as análises físico química caracterizam o ambiente estudado como altamente impactado. Bubinas e Jaminiené (2001) classificam os Chironomidae e Oligochaeta, os macroinvertebrados mais abundantes na área de estudo, como os invertebrados bentônicos mais tolerantes a poluição, assim a elevada abundância dos Chironomidae e dos Naididae na Microbacia Hidrográfica Popuca-Botinhas indica alto grau de poluição, especialmente, situação de anoxia.

CONCLUSÃO

A utilização de macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores da qualidade da água se mostra uma ferramenta muito eficiente no monitoramento de corpos hídricos. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos respondeu de forma eficiente às alterações ambientais, apresentando menor diversidade de táxons e elevada abundância de organismos indicadores de poluição nos pontos mais impactados da Bacia, como é o caso do córrego Popuca. Por outro lado, pontos da bacia onde ainda há vegetação no entorno, a qualidade da água, embora impactada, apresenta melhora e a riqueza de táxons foi maior. Assim, conclui-se que a Bacia Hidrográfica Popuca-Botinhas, encontra-se altamente impactada, provavelmente, em consequência da intensa urbanização do entorno.

REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de águas. **Guia Nacional de coleta e preservação de amostras água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes** líquidos. 2011. Disponível em: <http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/guia-nacional-coleta-2012.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ANDRADE, M. R. M. et al. Aspectos fisiográficos da paisagem Guarulhense. In: OMAR, E. E. H. (org.). **Guarulhos tem História: questões sobre a história natural, social e cultural**. São Paulo: Ananda, 2008.

BUBINAS, A.; JAGMINIENÉ, I. Bioindication of ecotoxicity according to community structure of macrozoobenthic fauna. **Acta Zoológica Lituanica, Vilnius**, v.11, n.1, p. 90-99, 2001.

CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos. In: Bozelli, R. L.; Esteves, F. A.; Roland, F. **Lago Batata: impacto e recuperação de um ecossistema amazônico**. Rio de Janeiro: Eds. IB-UFRJ/SBL, 2000. p. 139-152.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, Jr., J. F.; MORENO, P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 2004. v. 1, p. 1-12.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente 2005 Resolução nº 357**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2017.

DEBORDE, D. D. D; HERNANDEZ, M. B. M.; MAGBANUA, F. S. Benthic Macroinvertebrate Community as an Indicator of Stream Health: The Effects of Land Use on Stream Benthic Macroinvertebrates. **Science Diliman**, v. 28, n. 2, p. 5-26, 2016.

DI GIOVANNI, M. V.; GORETTI, E.; TAMANTI, V. Macroinvertebrates in Montedoglio Reservoir, central Italy. **Hydrobiologia**, v. 321, p. 17-28, 1996.

ESTEVEZ, F. A., MENEZES, C. F. S. A água no dia a dia do homem moderno. In: ESTEVES, F. A. (org.). **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 63-72.

FEDERATION, W. E. & American Public Health Association - APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater**. Baltimore: United Book Press, 2005.

FERRINGTON, L. C. Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 447-445, 2008.

GALDEAN, N.; CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R. Lotic Ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrate community. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v.3, p. 545-552, 2000.

GOULART, M.; CALLISTO, M. **Biomonitoramento de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. 2010. Disponível em: <http://www.urisan.tche.br/~briseidy/P%F3s%20>

Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2017.

HAMADA, E. N., NESSIMIAN, J. L., QUERINO, R. B. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014.

HERMES, L. C. et al. **Participação comunitária em monitoramento da qualidade da água**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2004. (Circular técnica). Disponível em: < https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circular_8ID-cLHaippYeh.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Censo Demográfico de 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/genero/9662-censo-demografico-2010.html>> Acesso em: 20 nov. 2017.

MACHADO, N. G. et al. Chironomus larvae (Chironomidae: Diptera) as water quality indicators along an environmental gradient in a neotropical urban stream. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 2, p. 298-309, 2015.

MANDAVILLE, S. M. 2002. Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters- Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols. **Project H-1, Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax**. XVIII, p. 48, appendices A-B, 2002.

MARTIN, P. et al. Global diversity of oligochaetous clitellates (“Oligochaeta;” Clitellata) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, n.1, p. 117-127, 2007.

MORENO, P.; CALLISTO, M. Insetos aquáticos indicam saúde do corpo d’água. **Scientific American Brasil**, v. 99, n.2, p. 72-75, 2010.

OLIVEIRA, A.; CALLISTO, M. Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in an Atlantic forest fragment. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 100, n. 4, p. 291-300, 2010.

OLIVEIRA, D. G. et al. Land use and its impacts on the water quality of the Cachoeirinha Invernada Watershed, Guarulhos (SP). **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 1, 2018.

PIEDRAS, S. R. N. et al. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 494-500, 2006.

RESH, V. H. Fresh water benthic macroinvertebrates and rapid assessment procedure for water quality monitoring in developing and newly industrializer countries. In: DAVE, W. S.; SIMON, T. P. **Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision-making**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 167-177.

RUARO, R. et al. Comparison of fish and macroinvertebrates as bioindicators of Neotropical streams. **Environmental monitoring and assessment**, v. 188, n. 1, p. 1-13, 2016.

SANCHES et al. Inventário de oligochaeta (annelida: clitellata) em córregos urbanos de Boacaina – SP, Brasil. **Revista Brasileira Multidisciplinar**. v. 19, n. 1, p. 12-24, 2016.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. University of Illinois Press: Urbana, 1963.

SILVEIRA, M. P.; QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Protocolo de coleta preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos**. Jaguariúna: EMPRAPA, 7 pp, 2004 (Comunicado Técnico 19). Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/14553>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

TOWNSEND, CR; M BEGON; JL HARPER. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2003.