

Uso de Bioindicadores no monitoramento da qualidade da água

Alana de Pontes Danzeⁱ

Ilka Schincariol Vercellinoⁱⁱ

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol11ed1.353>

Resumo

Com o avanço da tecnologia e da globalização há cada vez mais um aumento das atividades antrópicas sobre o meio ambiente. Com relação aos recursos hídricos, sabe-se que a qualidade da água é obtida por um conjunto de parâmetros que podem ser medidos por características físicas, químicas e biológicas. Uma das medidas desenvolvidas para melhorar o controle de qualidade hídrico é o biomonitoramento, a técnica utiliza bioindicadores para diagnosticar impactos à saúde do ecossistema e é considerada uma ferramenta importante na administração dos recursos naturais por fornecer informações que podem dar suporte à legislação. Caracterizados por sua variedade de espécies, dinâmica de nutrientes e ciclo de vida longo, os macroinvertebrados bentônicos se destacam e são os mais utilizados em trabalhos de biomonitoramento.

Conhecer e estabelecer novos e melhores bioindicadores de poluição e contaminação da água é de grande importância para facilitar o monitoramento ambiental e torna-lo cada vez mais preciso.

Palavras chave: Qualidade da água. Bioindicadores. Água. Biomonitoramento.

Use of Bioindicators in water quality monitoring

Abstract

With the advancement of technology and globalization the human activities on the environment is growing. With respect to water, the water quality is obtained by a set of parameters that can be measured by physical, chemical and biological properties. One of the measures designed to improve the water quality control is biomonitoring, the technique uses bioindicators to diagnose the impacts on the ecosystem health and is considered an important tool in the management of natural resources by providing information that can support the legislation. Characterized by a variety of species, nutrient dynamics and long life cycle, the benthic macroinvertebrates stand out and are more commonly used in biomonitoring studies. Know and establish new and better

bioindicators of pollution and water contamination is important to facilitate environmental monitoring and makes it increasingly assertive.

Key words: water quality. Bioindicator. Water. Biomonitoring.

Recebido em 10/10/2017 Aceito em 12/10/2017

Introdução

O crescimento das cidades nos últimos anos tem sido o principal fator responsável pelo aumento das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. Nos dias atuais, já não há praticamente nenhum ecossistema que não tenha sofrido influência direta do homem, resultando assim em perda de habitats e de biodiversidade (GOULART; CALLISTO, 2003).

Segundo Evaso et al., (1996) o modelo de desenvolvimento econômico predominante na sociedade contemporânea está relacionado com os problemas ambientais que, por sua vez, geram a perda da qualidade ambiental.

Ao longo dos anos observa-se uma pressão cada vez maior sobre sistema produtivo para obtenção de matéria prima. O desenvolvimento gerado retorna capital para o sistema produtivo que devolve rejeitos e efluentes, além da degradação do meio ambiente (GOULART; CALLISTO, 2003).

Segundo Machado (S/D), pesquisadores nas suas diversas áreas de ação têm contribuído de maneiras diversas na tentativa de minimizar e solucionar as alterações ambientais que as atividades antrópicas introduziram no planeta.

Com relação à poluição dos ambientes aquáticos, sabe-se que o homem usufrui de forma inconsequente do recurso trazendo consequências significantes já que as atividades antrópicas alteram a dinâmica das comunidades biológicas e por esse motivo, é preciso estabelecer metas para a elaboração de um novo modelo de desenvolvimento e crescimento econômico (SOUZA, 2012).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2009), a qualidade da água é composta pela avaliação de parâmetros de turbidez, resíduo total, fósforo, nitrogênio, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio, pH, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido e índice de qualidade ambiental.

O índice de qualidade ambiental foi criado em 1975 e tem como objetivo a avaliação da qualidade da água bruta para o abastecimento público, porém, apresenta limitações já que não analisa parâmetros importantes como: substâncias tóxicas, protozoários patogênicos e substâncias que podem interferir nas propriedades organolépticas da água (ANA, 2009).

Com o passar do tempo desenvolveu-se técnicas que auxiliam no diagnóstico dos ecossistemas. Uma dessas técnicas é o biomonitoramento que, de acordo com a definição da Embrapa (S/D) é a maneira de avaliar a “saúde” de ecossistemas aquáticos e, conseqüentemente, a qualidade de suas águas. Este método consiste no uso sistemático de respostas biológicas para avaliar mudanças ambientais (normalmente antropogênicas, ou seja, provocadas pelo homem) com o objetivo de utilizar esta informação em um programa de controle de qualidade.

Contextualizando a prática de biomonitoramento, e destacando especificamente o monitoramento da água, pode-se citar o uso de bioindicadores. De acordo com os estudos de Airas e colaboradores (2007) bioindicadores são conceituados como qualquer resposta a um contaminante ambiental ao nível individual, medidos no organismo ou matriz biológica, indicando um desvio do status normal que não pode ser manifestado no organismo intacto.

Considerando a necessidade de se estabelecer melhorias na avaliação e monitoramento da qualidade da água, a presente revisão tem o objetivo de levantar os bioindicadores utilizados nessa técnica.

Bioindicadores

Ainda existe uma discussão sobre a efetividade da bioindicação quando utilizada para o diagnóstico ambiental.

De maneira generalizada a CETESB (2012) define os bioindicadores como: seres vivos de natureza diversa, que podem ser vegetais ou animais, utilizados para avaliação da qualidade ambiental.

Já para Andréia (2008) os bioindicadores são organismos resistentes a alguns níveis de contaminação, ou seja, não morrem quando expostos a agentes tóxicos e fornecem informações assertivas sobre a saúde dos ambientes respectivos a cada organismo. Esses indicadores respondem as modificações ambientais por meio de reações comportamentais ou metabólicas que podem ser medidas e que refletem alguma mudança no ambiente onde eles vivem.

De acordo com estudos de Lemos et al (2010) os bioindicadores são classificados em:

- Sentinelas: introduzidos para indicar níveis de degradação e prever ameaças ao ecossistema;
- Detectoras: espécies locais que respondem a alterações ambientais de forma mensurável;
- Exploradoras: reagem positivamente a perturbações;
- Acumuladoras: permitem verificação de bio acumulação;
- Bio ensaio: utilizadas em experimentos;
- Sensíveis: modificam o comportamento.

Medina (2010) já os classifica em:

Espécies indicadoras de saúde do ambiente: usadas para acessar efeitos poluentes ou processos do ecossistema e condições ambientais físicas em organismos. Como exemplo pode se citar: a morte de aves marinhas jovens indica temperatura baixa da água (não conseguem nadar mais profundamente para encontrar peixes);

Espécies indicadoras de populações: usadas para indicar que um determinado habitat é apropriado para outros membros da espécie. Os mais utilizados são invertebrados filtradores por acumularem poluentes em seus tecidos.

Espécies indicadoras de biodiversidade: a riqueza dentro de uma taxa pode ser usada para estimar a riqueza de outros e por consequência de uma região. A diversidade de um besouro pode prever, por exemplo, a diversidade de aves e borboletas em grande escala.

Espécies guarda chuva: usadas para especificar o tamanho e tipo de habitat a ser protegido. Espécies migratórias são bastante utilizadas.

Espécies bandeira: por serem carismáticas com o público são usadas para proteger uma área, protegendo assim outras espécies menos conhecidas e menos carismáticas. O urso panda e o mico leão dourado são exemplos de espécies bandeira.

Os diferentes tipos de bioindicadores podem ser usados em áreas e estudos distintos bem como possuir aplicações diversas (SOUZA, 2011).

Biondicadores de Água

Segundo Perez (1999) as principais fontes de perturbação causadas pelo homem em ecossistemas aquáticos estão relacionadas com a contaminação de origem doméstica, industrial, agrícola, mineradora e também com o desmatamento. E essas perturbações podem ocorrer:

Direto no leito do rio (causando alteração pH, temperatura, destruição habitat, manipulação da cadeia alimentar);

Ou indiretamente:

A) Em área de captação (alterações do meio ocorrem para realização de práticas agrícolas, construção de vias, queimadas);

B) Na zona ribeirinha (modificam a dinâmica de nutrientes e alteram a temperatura da água).

De acordo com a Universidade Federal de Minas Gerais (2012) os bioindicadores mais utilizados em biomonitoramento são aqueles capazes de distinguir entre oscilações naturais (mudanças fenológicas, ciclos sazonais de chuva e seca) e estresses antrópicos

O uso de bioindicadores em diversos países não está apenas focado em medir a saúde ambiental do ecossistema aquático, mas também em definir o impacto potencial para o homem, especialmente o econômico (ESPINO, 2000).

Em 1971, Cairny e Dickson descreveram sobre os benefícios na utilização de bioindicadores no monitoramento da água:

- Dados biológicos são de fácil acesso como os físicos ou químicos;
- As informações podem ser demonstradas numericamente;

Existem conceitos biológicos que, quando bem aplicados, oferecem informações nunca antes fornecidas por outros sistemas de detecção de contaminação;

A coleta e avaliação de dados biológicos estão dentro da capacidade das indústrias de controle de poluição.

Existem vários organismos que podem ser utilizados como indicadores biológicos (CHESSMAN et al, 1999) dentre eles: bactérias, protozoários, macroinvertebrados e peixes (ABEL, 1996).

O grupo com maior incidência na realização de monitoramentos de qualidade de água são os macroinvertebrados bentônicos.

Macroinvertebrados Bentônicos

Segundo Araya e colaboradores (2003) os macroinvertebrados bentônicos já são utilizados para determinação de qualidade de água desde o início do século XX na Europa.

Este grupo é composto por vermes, crustáceos, moluscos e insetos e são valiosos indicadores da degradação ambiental, além de influenciarem na ciclagem de nutrientes, na produtividade primária e na decomposição (SILVA, 2007).

Por possuírem uma grande variedade de espécies, diversidade de formas e modos de vida, os organismos bentônicos podem habitar fundos de corredeiras, riachos, rios, lagos e represas (SILVEIRA et al, 2004).

De maneira geral, se situam em uma posição intermediária na cadeia alimentar, tendo como alimentação principal algas e microorganismos, sendo os peixes e outros vertebrados seus principais predadores (SILVEIRA, 2004).

Alguns autores mencionam sobre as características que os macroinvertebrados possuem para se destacarem como indicadores biológicos.

De acordo com os estudos de Rosenberg e Resh (1993) os macroinvertebrados diferenciam se por apresentarem fácil amostragem, metodologia padronizada e baixo custo.

Já para Callisto (2001) as vantagens são que estes organismos possuem uma diversidade taxonômica elevada, identificação é simples e são organismos sensíveis a diferentes concentrações de poluentes no meio fornecendo respostas abrangentes em diversos níveis de contaminação ambiental.

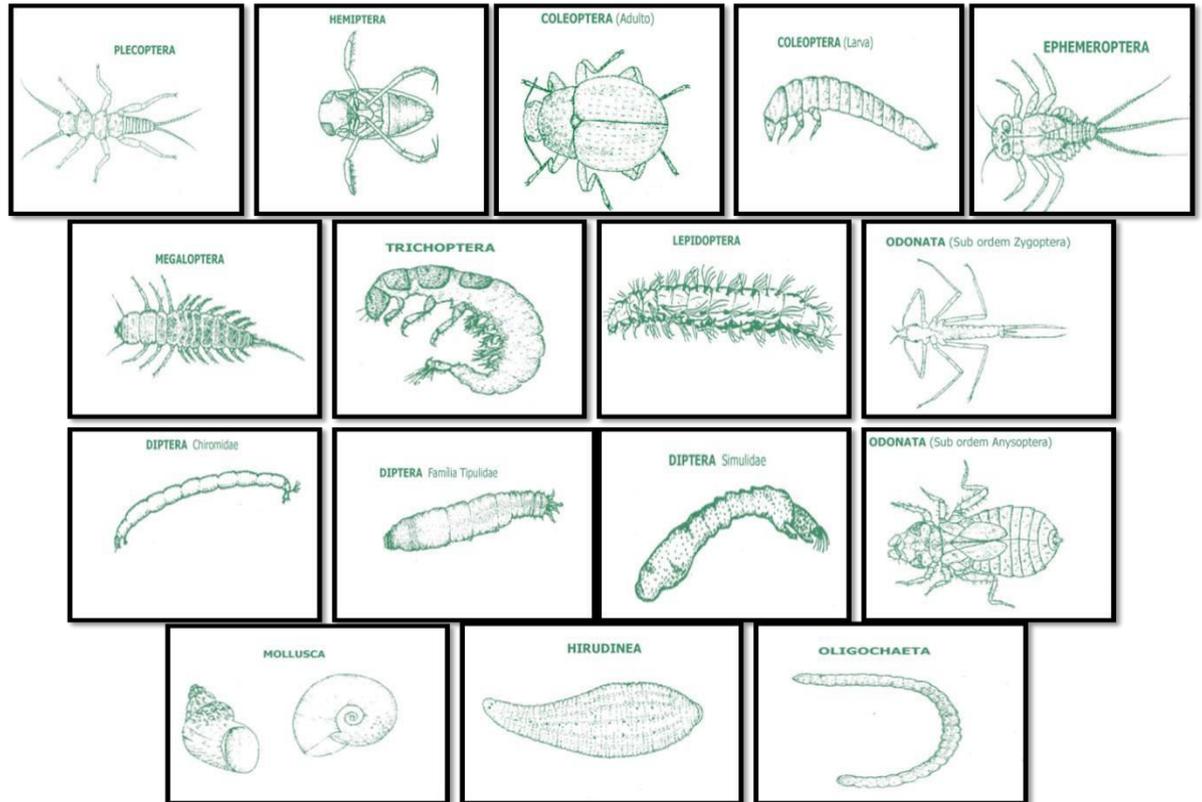


Figura 1 - Diversidade de macroinvertebrados bentônicos utilizados no biomonitoramento da água.

Fonte: Embrapa

Para Peres (1999), são organismos com ciclo de vida longo, são grandes, sedentários e variam limitadamente em termos genéticos.

Macroinvertebrados Utilizados na Biondicação: Características principais

De acordo com os estudos de Chadde (S/D) os macroinvertebrados são dispostos em três categorias: sensíveis à poluição, um pouco tolerantes a poluição e tolerantes a poluição.

Serão destacados alguns destes organismos encontrados em diversos trabalhos analisados para a realização da presente revisão.

Para os estudiosos Chadde (S/D); Abílio (2007); Klem (1990) e seus colaboradores as ordens que mais se destacam em pesquisas com macroinvertebrados indicadores são:

- Ordem Plecoptera: Segundo a Universidade Federal de Minas Gerais (S/D) são conhecidos popularmente como moscas da pedra e são predadores táteis que

buscam suas presas de maneira ativa através de suas antenas sensíveis. Seu habitat mais comum são rios de montanha, mas podem ser encontradas no cimo de pedras, ou em troncos submersos e nos depósitos de folhas dos rios (BIS; KOSMALA, 2005). O corpo desses organismos é levemente achatado dorso-ventralmente, esclerotizado e de cor sombria. O abdômen é composto de onze segmentos, sendo dez distintos e visíveis. O oitavo esternito da fêmea e o nono do macho formam uma placa subgenital (LECCI; FROEHLICH, 2008).

- Ordem Ephemeroptera: Para Silva (2007) os macroinvertebrados da ordem Ephemeroptera vivem em ambientes aquáticos lânticos e lóticos, sendo que a maior diversidade é encontrada em rios de cabeceira, com fundo rochoso e água oligotrófica a mesotrófica. Atualmente composta por cerca de 4000 espécies, essa ordem constitui o grupo mais antigo dentre os insetos alados (SALLES et al.; 2004). O corpo possui 5-6 cm contanto com a cauda (CHADDE, S/D). Esses organismos se alimentam basicamente de material vegetal como algas unicelulares e coloniais do biofilme, além de detritos, incluindo material vegetal alóctone (SILVA, 2007).
- Ordem Megaloptera: De acordo com os estudos de Azevedo e Hamada (2008) essa ordem possui 34 gêneros e aproximadamente 300 espécies. Possuem brânquias ao longo do abdômen, a boca semelhante a uma pinça e a cabeça é dura. São comumente encontrados em águas de boa e média qualidade (EMBRAPA, 2012). Os organismos pertencentes a esta ordem se alimentam de invertebrados aquáticos, e na fase adulta são importantes na alimentação de peixes. Além disso, são sensíveis aos baixos níveis de oxigênio da água e preferem águas frias saturadas de oxigênio a águas quentes (BIS; KOSMALA, 2005).
- Ordem Odonata: Os Odonata são conhecidos popularmente como libélula, lavadeira, cavalo-de-judeu, entre outros. São insetos hemimetábolos com adultos terrestre-aéreos e larvas aquáticas. Os adultos, são em sua maioria diurnos, com alguns crepusculares. São voadores ativos que apresentam hábitos territoriais e sexuais bastante complexos (SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2004). Segundo pesquisas da Universidade Federal de São Carlos (S/D) já são catalogadas cerca de 5500 espécies, sendo uma das ordens mais abundantes, nos trópicos, entre os insetos aquáticos. Para Bouchard (2004) os Odonatas são

classificados em dois grupos: Zygoptera e Anyptera. Porém, pelos estudos de Souza e colaboradores (2004) ainda existe mais um grupo: os Anisozygopteras que são restritos à região asiática.

Os grupos mais conhecidos Zygoptera e Anyptera são aos quais pertencem as libélulas, apenas se diferenciando pela forma do corpo. Os Anysoptera possuem espinhos, corpo curto e duro, já os Zygoptera possuem o corpo longo e fino esses organismos são encontradas em águas limpas ou pouco poluídas, ou seja, de qualidade razoável (EMBRAPA, 2012; UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, S/D).

Sobre as Anisozygoperas sabe se que são extremamente raras e que seu corpo é coberto por tubérculos e as antenas possuem cinco segmentos (HARTMANN, 2006).

- Ordem Diptera: Ordem que compreende moscas, mosquitos e afins. É um dos grupos de insetos mais diverso, tanto ecologicamente quanto em termos de riqueza de espécies (PINHO, 2008).

A taxonomia dos diptera está em constante revisão. Sabe se que esses macroinvertebrados são divididos em duas subordens Nematocera e Brachycera que são novamente subdividas (RAMEL, 2012).

Segundo a Universidade Federal de Minas Gerais (2000), a subordem Nematocera engloba os dípteros com antenas com mais de seis segmentos livremente articulados, já a subordem Brachycera agrupa os dípteros que possuem antenas de 3 a 5 segmentos, sendo o último anelado ou com arista (pêlo único localizado na antena do invertebrado).

- Ordem Coleoptera: Composta pela maior e mais diversa ordem de organismos vivos do planeta: os besouros. A ordem Coleoptera possui mais de 350.000 espécies (SILVEIRA, 2009).

Estes insetos podem ser encontrados em quase todos os habitats terrestres e também em água doce. Algumas espécies terrestres vivem apenas em cavernas, enquanto outras vivem em ninhos de vertebrados ou insetos sociais, ambientes artificiais. Já as espécies aquáticas, vivem em locais como piscinas, riachos e planos de lama (CSIO, 2012; PACTO..., 2004).

De acordo com os estudos de Vanin e Ide (2002) os coleptoras se subdividem em quatro grupos: Archostemata, Myxophaga, Adephaga e Polyghaga.

Esses quatro subgrupos são assim divididos devido a algumas diferenças de habitat, tamanho e morfologia do corpo (COSTA, S/D; UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO,S/D).

Biomonitoramento

Biomonitoramento ou monitoramento biológico é apresentado por alguns autores como a técnica que vem substituindo e complementando os parâmetros físicos e químicos que são utilizados para aferir a saúde dos corpos d' água (RIGHI, 2005).

Sabe se ainda, que o biomonitoramento é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar de maneira qualitativa e quantitativa as condições de um ecossistema em determinado momento, bem como suas tendências com o passar do tempo ao longo do tempo (RAMOS; JUNIOR, 2007).

De acordo com Kamrin (2004) o biomonitoramento pode ser utilizado para avaliar os níveis de quaisquer produtos químicos, naturais ou sintéticos, que estão ou alguma vez estiveram no meio ambiente.

Por oferecer informações e conhecimentos relevantes para monitorar os sistemas ambientais, avaliar presença de contaminantes e por dar suporte as legislações ambientais, o biomonitoramento é considerado uma importante ferramenta para administração dos recursos naturais (PUC-RIO, S/D)

Segundo a Unesp (S/D), o biomonitoramento possui o objetivo de:

- Verificar se determinados impactos ambientais estão ocorrendo;
- Dimensionar sua magnitude;
- Avaliar a eficácia das medidas mitigadoras de impactos;
- Propor a adoção de medidas mitigadoras complementares, quando necessário.

Considerações Finais

Uma das definições utilizadas pelo IBAMA (S/D) para qualidade ambiental é: o estado as condições do meio ambiente, expressas em termos de indicadores ou índices relacionados com os padrões de qualidade ambiental.

Pela contextualização de Sperling (2005) conceito de qualidade da água, na ótica ambiental é muito mais amplo do que a simples caracterização da água. Isto porque a água, devido às suas propriedades de solvente universal e à capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a qualidade da água.

Para que se estabeleça um nível adequado de qualidade ambiental nos ecossistemas uma das técnicas utilizadas é o biomonitoramento.

O monitoramento de qualidade das águas é um dos mais importantes instrumentos da gestão ambiental e ele consiste, basicamente, no acompanhamento sistemático de aspectos qualitativos das águas, priorizando o fornecimento de informações e é destinado à comunidade científica, ao público em geral e, principalmente, às diversas instâncias decisórias. (INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE-RJ, S/D).

A ideia de que espécies possam ser usadas para indicar certas condições ambientais tem sido verificada com frequência ao longo dos anos, e tem se tornado um complemento dos parâmetros químicos e físicos em análises de diagnóstico ambiental. (BUSS et al.; 2003). De maneira geral o uso de macroinvertebrados têm sido satisfatório por possuírem extrema sensibilidade aos fatores do meio e por possuírem extensa biodiversidade.

No Brasil, a Resolução Conama 357/05 prevê o uso de indicadores biológicos na avaliação de qualidade de ambientes aquáticos, porém existem alguns problemas que interferem na execução dessa avaliação. Um dos problemas hoje é que as metodologias de avaliação biológicas utilizadas em cada estado são diferentes, quando o ideal seria o uso de um método único, para possibilitar comparações (LEMLE, 2003).

Recentemente a CETESB (2012) publicou um protocolo desenvolvido para o diagnóstico de ambientes críticos com comunidades bentônicas estudadas desde 2002 e supre a necessidade de protocolos brasileiros sobre esses organismos e da sua aplicação em programas de biomonitoramento.

Entende-se que a água seja um bem renovável. Porém, não deixa de ser limitado. A disponibilidade de água é reduzida em função das diversas ações provocadas pelo homem. (HERNANDEZ; JUNIOR, 2001).

Para Carvalho e colaboradores (S/D) as alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e as demais espécies do planeta, estando o desenvolvimento econômico e social dos países fundamentados na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção.

Por este motivo, para garantir o controle de qualidade hídrico é necessário realizar monitoramentos físicos, químicos e biológicos. Contudo, nota-se que as análises físico-químicas são capazes de detectar a causa da contaminação e não seus efeitos que são aparentes apenas com os organismos vivos, ou seja, indicadores biológicos.

Referências

ABEL, P. D. WATER POLLUTION. Chichester: John Wiley and Sons, 1996.

ABILIO, F. J. P.; RUFFO, T. L. M.; DE SOUZA, A. H. F. F.; FLORENTINO, H. S.; JUNIOR, E. T. O.; MEIRELES, B. N.; SANTANA, A. C. D. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga. *Oecol. Bras.*, v.11,n.3,p307-409, 2007.

ANA-Agência Nacional das Águas. 2009. Disponível em: <<http://www.pnqa.ana.gov.br>>. Acesso em: 24 nov. 2012.

ANDREIA, M. M. Bioindicadores ecotoxicológicos e agrotóxicos. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=83>. Acesso em: 25 nov. 2012.

ARAYA, E.; PARRA, O.; FIGUEROA, R.; VALDOVINOS, C. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de calidad de agua de rios del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, v 76, p 275-285, 2003.

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; DE ALBUQUERQUE, C.; INACIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Revista Ciência e Saúde Coletiva*, v.12, n.1, p 61-72, 2007.

AZEVEDO, C. A. S.; HAMADA, N. Ordem Megaloptera Latreille, 1802 (Arthropoda: Insecta). In: Froehlich, C. G. (Org). *Identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo*, 2008.

BIS, B.; KOSMALA, G. *Chave para identificação de macroinvertebrados bentônicos de água doce*. Educação e Cultura Sócrates, 2005.

BUSS, D. F; BAPTISTA, D. F; NESSIMIAN, J.L. Bases conceituais para aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cad Saúde Pública*. v.19, ano 2,p 465-473, 2003.

CALLISTO, M. Diversidade de macroinvertebrados bentônicos e sua utilização como indicadores de qualidade de água. In: *SBPC*, 2001. Disponível em <<http://www.icb.ufmg.br/~limnos/bioindicadores.html>>. Acesso em: 26 nov. 2012.

CARVALHO, L.M.T; MARQUES, J.J.; LOUZADA, J. N; MELLO, O.R; PEREIRA, J.R. Qualidade ambiental, risco ambiental e prioridades para conservação e recuperação. S/D.

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.c1996-2012.Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/informacoesB%C3%A1sicas/Vegeta%C3%A7%C3%A3o/8-Bioindicadores>>. Acesso em: 25 nov. 2012.

CETESB- Companhia de Tecnológica de Saneamento Ambiental. Protocolo para biomonitoramento com comunidades bentônicas de rios e reservatórios do Estado de São Paulo. 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/noticia/470,Noticia>>. Acesso em 29 nov. 2012.

CHADDE, J.S. *Macroinvertebrates as bioindicators of stream health*.S/D.

CHESSMAN, B; GROWS, I; CURREY, J. Predicting diatom communities at the genes level for the rapid biological assessment of rivers. *Freshwater Biology*, v.41, n.2,p 317-332,1999.

COSTA, Cleide. Coleoptera Linnaeus, 1758. In: *Reino Animalia Coleoptera* – Museu de Zoologia da USP. S/D.

CSIRO- Commonwealth scientific and industrial research organization. S/D. Disponível em <<http://www.ento.csiro.au/education/insects/coleoptera.html>>. Acesso em 27 nov. 2012.

E SILVA, M. S. G. M. *Biomonitoramento*. Embrapa, c2005-2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CO_NTA_G01_49_210200792814.html>. Acesso em: 24 nov. 2012.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. S/D. Disponível em <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 27 nov.2012.

ESPINO, G. L. Criterios generales para la elección de bioindicadores. In: PEREZ, J. L. C; PULLIDO, S.H; ESPINO, G. L (Orgs). Organismos indicadores del agua y de la contaminación. México: Plaza y Valdés, 2000. p 17-41.

EVASO, A. S; BITTENCOURT JUNIOR, C; VITIELLO, M. A; NOGUEIRA, S. M; RIBEIRO, W.C. *Desenvolvimento sustentável mito ou realidade?* Terra Livre, São Paulo: AGB, n.11-12, p. 91-101,1996.

GOULART, M. D. C; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, ano 2, n.1, 2003.

HARTMANN, A. *Regional capacity building work shop at the macroinvertebrates taxonomy and systematics for evaluating the ecological states of rivers in the Hindu Kush-Himalayan region*. Nepal, 2006.

INEA- Instituto Estadual do Meio Ambiente-RJ. Qualidade da água. S/D. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/qualidade-agua.asp>>. Acesso em: 28 nov. 2012.

JR, C; DICKSON, K. L. A simple method for the biological assessment of the effects of waste discharges on aquatic bottom-dwelling organisms. *Journal of water pollution control federation*, v.42, n.5, p 722-755, 1971.

JUNIOR BOUCHARD, R.W. *Guide to aquatic macroinvertebrates on the upper wildwest*. Saint Paul, 2004.

JUNIOR, A. A; Hernandez, F.B. Água: nova realidade. *A voz do povo*. ano 1. n.28. p 3, 2001. KAMRIN, M. A. Biomonitoring Basics- a report from biomonitoringinfo.org. *Environmental health research foundation*, 2004.

KLEM, D.J; LEWIS, P. A, FULK,F; LAZORCHAK, J. M. Macroinvertebrate field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters. Washington: EPA, 1990.

LECCI, L.S; FROEHLICH, C. G. Plecoptera. In: *Levantamento e biologia de Insecta e Oligochaeta aquáticos de sistemas lóticos do Estado de São Paulo*, 2008.

LEMLE, M. Biomonitoramento: um filme sobre a qualidade das águas. 2003. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/omsambiental/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=215&sid=13>> . Acesso em: 28 nov. 2012.

LEMO, G. D. et al. Bioindicadores. UFJF- Universidade Federal de Juiz de Fora. p 1-29, 2010

MACHADO, L. M. C. P. A Percepção do meio ambiente como suporte para educação ambiental. Instituto Geociências e Ciências Exatas, UNESP. S/D.

MARIANO,R. Ephemeroptera. In: FROENLICH, C. G.(Org). *Identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo*, 2007.

MEDINA, B.M.O. Ecologia hoje: Indicadores ambientais. S/D. Disponível em<<http://www.biologo.com.br/ecologia/ecologia3.htm>>. Acesso em : 25 nov. 2012.

PACTO. Ordem Coleoptera-Beetles. 2004. Disponível em: <<http://www.budguide.net/nodeview/60>>. Acesso em: 27 nov. 2012.

PEREZ, G. R. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de La calidad del agua. *Rev. Colom.Cienc*, v.23, p 375-387, 1999.

PINHO, L. C. Ordem Diptera. In: Froehlich, C. G. (Org). *Identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo*, 2008.

PUC-RJ- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Monitoramento Ambiental. S/D. Disponível em <www.maxwell.lamda.ele.puc-rio.br/8681/8681_5.pdf>. Acesso em; 28 nov.2012

RAMEL, G. The flies (Diptera).S/D. Disponível em :<<http://www.earthlife.net/insects/diptera.html>>. Acesso em: 26 nov. 2012.

RAMOS, N. P; JUNIOR, A. L. Monitoramento Ambiental-Embrapa, c2005-2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_73_711200516719.html>. Acesso em: 28 nov. 2012.

RIGHI, K. O. *Uso potencial de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento da qualidade d' água no córrego Salobrinha na Serra da Bodoquena*, MS. 2005. 81p.

Dissertação (Conclusão de Mestrado em Tecnologias Ambientais)- Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman and Hall, 1993.

SALLES, F. F; DA SILVA, E. R; HUBBARD, M. D; SERRAO, J. E. As espécies de Ephemoptera(Insecta) registrada para o Brasil. *Biota Neotrópica*, v.4, n.2, 2004.

SILVA, G. Manual de avaliação de monitoramento de integridade ecológica, com uso de bioindicadores e ecologia de paisagens. 2010. 75p. Monografia (Conclusão do Curso de pós graduação em conservação e sustentabilidade)- Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade, Nazaré Paulista.

SILVEIRA, M. P; DE QUEIROZ, J. F; BOZIKA, R.C. *Protocolo de coleta e de preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos*. Comunicado Técnico n.19. Embrapa, 2004.

SILVEIRA, M.H. *Diversidade de besouros (Insecta: Coleoptera) de solo da restinga da praia do pântano do Sul*, Florianópolis, SC, Brasil. 2009. 64p. Monografia (Conclusão do Curso de Ciências Biológicas)- Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVEIRA, M.P. *Aplicação do biomonitoramento da qualidade da água em rios*. Meio Ambiente. Documentos n36. Embrapa, 2004.

SOUZA, G.B. *Uso de herpetofauna como bioindicadores*. 2011. 35p. Monografia (Conclusão do Curso de Ciências Biológicas)-Centro Universitário de Goiás, Goiânia.

SOUZA, L. O; COSTA, J. M; OLDRINI, B. B. Odonata. In: FROENLICH, C. G.(Org). *Identificação de larvas de insetos aquáticos do Estado de São Paulo*, 2007.

SOUZA, M.N. *Degradação dos ecossistemas e os limites do crescimento*. 2012. Disponível em: < [http:// www.portaldoagronegócio.com.br/conteudo.php?id=72001](http://www.portaldoagronegócio.com.br/conteudo.php?id=72001)>. Acesso em 23 nov.2012.

THOMPSON, C. The Biosystematic database of world Diptera. 2008. Disponível em<<http://www.sel.barc.usda.gov/Diptera/names/BDWDabou.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2012.

UFMG- Universidade de Minas Gerais. Dípteros. 2000. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/biq/prodap/2000/diptera/dipteros.html>>. Acesso em: 26 nov. 2012.

UFMG-Arquivo Macroinvertebrados bentonicos como indicadores de qualidade de água.S/D.

UFMG-Universidade Federal de Minas Gerais- Laboratório de Ecologia de Bentos.S/D. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/labs/benthos/index-arquivos/page1631.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2012.

UFMT- Universidade Federal do Mato Grosso.S/D. Disponível em:<<http://www.ufmt.br/famvet/ento/coleopte.doc>>. Acesso em : 27 nov. 2012.

UFSCAR- Universidade Federal de São Carlos. S/D. Disponível em:<<http://www.ufscar.br/~leia/libelula.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2012.

UNESP- Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Monitoramento Ambiental. In: Módulo 6 : Estudos Ambientais- Instrumentos de Gerenciamento Ambiental. S/D. Disponível em: <
http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos_ambientais/ea02a.html>. Acesso em 28 nov. 2012

VANIN, S.A; IDE, S. Classificação comentada de Coleoptera. In: COSTA, C; VANIN, S.A; LOBO, J. M (Org). *Proyecto de Biogeografía y entomología sistemática*, 2002.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 3ª ED. 452p. 2005.

ⁱ Graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário São Camilo; Especialização em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pelas Faculdades Oswaldo Cruz e em Biotecnologia pela Universidade Estadual de Maringá. E-mail para contato: a.danze@intertox.com

ⁱⁱ Graduação em Ciências Biológicas pela UNESP; Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos pela UNESP; Doutorado em Ciências Biológicas pela UNESP.