

I-400 – INVERTEBRADOS AQUÁTICOS COMO BIOINDICADORES: UMA PROPOSTA PARA O RESERVATÓRIO GUARIROBA, CAMPO GRANDE – MS

Carolina de Sena Madureira Figueiró⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso. Especializanda em MBA, Perícia Auditoria e Gestão Ambiental pela Faculdade Oswaldo Cruz de São Paulo (FOC/SP). Engenheira Ambiental Trainee na Concessionária Águas Guariroba S.A., Campo Grande - MS

Endereço⁽¹⁾: Rua Magnetita, 62 - Coopharádio - Campo Grande - MS - CEP: 79052-140 - Brasil - Tel: (67) 9938-9801 - e-mail: carolarecicla@gmail.com

RESUMO

O reservatório Guariroba está inserido dentro da Área de Proteção Ambiental Guariroba (APA Guariroba), e é um dos principais reservatórios de abastecimento público do município de Campo Grande, MS. A APA Guariroba vem enfrentando diversas atividades antrópicas que causam impactos danosos ao meio físico, como erosões, voçorocas, assoreamento dos cursos d'água entre outros. A qualidade da água do reservatório Guariroba é afetada diretamente pelas consequências dessas atividades. A preservação dos corpos d'água é uma alternativa de garantir a sustentabilidade dos recursos naturais, mantendo o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e conseqüentemente sustentando um padrão da qualidade da água que chega até o consumidor. As atividades antrópicas alteram o padrão da qualidade da água e também desestruturam a fauna e a flora aquática. No ambiente aquático, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos apresentam variados graus de tolerância à poluição, e por isso são amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade de água. A proposta deste trabalho é implementar uma metodologia de monitoramento do reservatório Guariroba utilizando a população de macroinvertebrados bentônicos como bioindicador da qualidade da água, outrossim avaliar as condições ecológicas do ambiente aquático. O biomonitoramento utilizando os macroinvertebrados bentônicos subsidiará o conhecimento da estrutura e funcionamento das comunidades faunísticas bioindicadores de qualidade da água, o entendimento da dinâmica dos recursos hídricos na bacia do rio Guariroba, a formulação de modelos ecológicos e no desenvolvimento e aplicação de índices bióticos calibrados para a realidade climática brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: APA Guariroba, reservatório Guariroba, bioindicadores, qualidade da água.

INTRODUÇÃO

O biomonitoramento utilizando macroinvertebrados bentônicos é um dos métodos mais eficazes para avaliação da qualidade da água (QUEIROZ et al., 2000). Constituem um grupo de organismos que vivem no fundo de rios e lagos, e servem de alimento para peixes e crustáceos, participando assim da ciclagem de nutrientes (MORAIS et al., 2007).

Estudos sobre a distribuição e abundância dos organismos aquáticos, comprovam que tais atributos podem ser afetados pela poluição dos ambientes em que eles vivem. Estas reações poderão ser detectadas se houver um suporte de técnicas de amostragem convenientes, análises de dados e o monitoramento das características biológicas das águas, incluindo as mudanças ambientais ecologicamente significantes (ABEL, 1989).

Sendo os reservatórios corpos d'água formados pelo homem com diversas finalidades e construídos para estocagem de água para abastecimento, controle de inundações e geração de energia, eles podem ser considerados como corpos d'água intermediários entre rios e lagos, dependendo do seu tempo de retenção, que varia de acordo com sua operação (BRANDIMARTE et al., 1999; HENRY, 1999; KENNEDY, 1999 apud CALLISTO et al., 2006).

A construção de reservatórios em larga escala nos últimos 50 anos estimulou o desenvolvimento de pesquisas limnológicas para avaliar principalmente a estrutura e função destes ambientes (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2003). Dentre estas, insere-se o estudo dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de

qualidade de água em programas de monitoramento ambiental, principalmente através de inventários de diversidade e estrutura dessas comunidades (MORETTI e CALLISTO, 2005).

Inserida na sub-bacia do Rio Pardo, a sub-bacia do Córrego Guariroba, é a principal fonte de abastecimento (52%) da população urbana do município de Campo Grande- MS. O ponto de captação é formado por uma barragem de acumulação com capacidade atual de 4.235.510 m³, possuindo uma bacia de contribuição de 400 km², distante de aproximadamente 35 km do centro de cidade e acessado pela BR-262. O reservatório Guariroba, assim como é conhecido, está localizado dentro da Área de Proteção Ambiental - APA Guariroba situado entre os paralelos 20° 30' 18" N, 20° 32' 21" S e entre os meridianos 54° 14' 48" L e 54° 16' 59" O.

Através do estudo do Plano de Manejo (2008), a bacia do córrego Guariroba vem sofrendo com a progressiva substituição da vegetação natural por pastagens cultivadas, associada a determinadas situações em que o manejo do gado e do solo não são compatíveis com a capacidade de suporte ambiental local, e com isso tem gerado impactos expressivos na bacia, sobretudo no que se refere a processos erosivos e ao assoreamento dos corpos d'água naturais e do Reservatório Guariroba.

Diante dos impactos levantados através do Plano de Manejo, e considerando a carência de estudos no próprio reservatório Guariroba, o objetivo geral deste trabalho é propor o biomonitoramento como uma ferramenta para avaliação da qualidade da água do reservatório. Sendo os objetivos específicos inventariar os macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água e seus grupos funcionais, relacionar as informações dos usos e ocupação do solo nas áreas de entorno com as características de coluna d'água e sedimento, avaliar a abundância, densidade, riqueza, equitabilidade e diversidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos do reservatório Guariroba e propor uma metodologia prática de avaliação de comunidades bentônicas para monitoramento de melhorias de condições ecológicas.

Este estudo evidenciou a necessidade da implantação de um monitoramento de qualidade da água, com a utilização de bioindicadores ambientais aquáticos (a serem definidos dentro do processo). Tendo em vista que, a região além de possuir uma riqueza em mananciais hídricos, também possui grandes áreas rurais com atividades agrícolas e de pastagem, o que já justificaria a produção deste tipo de trabalho, uma vez que esses seriam fatores relacionados à questão da contaminação de recursos hídricos.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio da Concessionária de Saneamento Águas Guariroba S.A., Campo Grande-MS

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Inserida na sub-bacia do Rio Pardo, a sub-bacia do Córrego Guariroba, é a principal fonte de abastecimento (52%) da população urbana do município de Campo Grande-MS. Está localizada dentro da Área de Proteção Ambiental - APA Guariroba situada entre os paralelos 20° 29' 30"N, 20° 46' 5"S e entre os meridianos 54° 19' 39"L e 54° 28' 30"O, com a altitude variando de 480 metros em sua foz e 620 metros na nascente do Córrego Saltinho, afluente do Córrego Guariroba. Além do curso d'água principal correspondente ao córrego Guariroba, a APA é drenada pelos córregos Rondinha, dos Tocos, Desbarrancado e Saltinho, tendo como importante elemento hidrográfico o Reservatório Guariroba.

O reservatório de captação de água, foco deste trabalho, está localizado na foz da bacia, tem o acesso pela rodovia BR 262 (Campo Grande/Três Lagoas), distante aproximadamente 35 km do perímetro urbano. Está situado entre os paralelos 20° 30'18" N, 20° 32' 21" S e entre os meridianos 54° 14' 48" L e 54° 16' 59" O, como mostra a Figura 01.

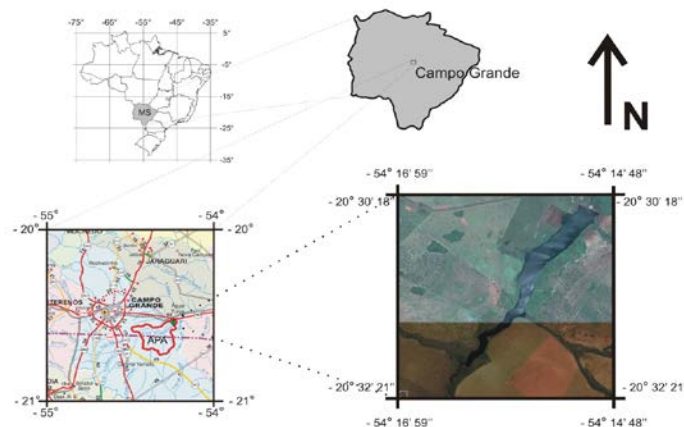


Figura 01 - Localização da APA Guariroba e do local de estudo, o Reservatório Guariroba, Campo Grande-MS.

PONTOS DE COLETAS

Serão coletados nos períodos sazonais (chuva e seca) os sedimentos do fundo do Reservatório Guariroba e de amostras de água para as análises limnológicas nos seguintes pontos: entrada do reservatório (ER), centro do reservatório (CR), margem direita do reservatório (MDR), margem esquerda do reservatório (MER) e saída do reservatório (SR), conforme mostra o esquema ilustrativo abaixo (Figura 02).

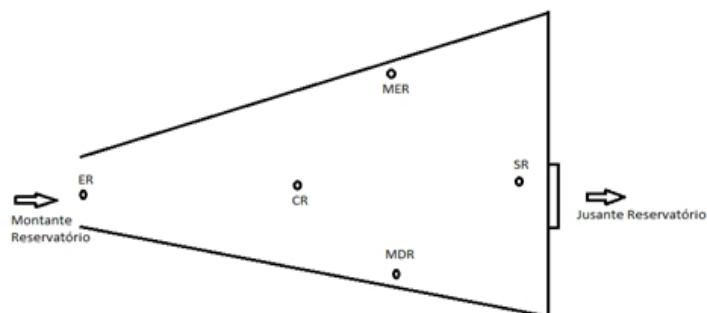


Figura 02 - Esquema ilustrativo do Reservatório Guariroba e os pontos de coletas.

VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS

Para os macroinvertebrados bentônicos, serão realizadas réplicas das coletas dos sedimentos do fundo do reservatório Guariroba, com uma draga do tipo Petersen modificada e/ou Eckman, sendo acondicionados em sacos plásticos, preservados em álcool a 70%, e levados ao laboratório para lavagem em peneiras com malhas 2,0; 1,0; 0,5 e 0,25 mm de diâmetro.

Após lavagem, triagem e identificação dos macroinvertebrados bentônicos utilizando as chaves de identificação necessárias, no laboratório equipado, serão estimados: abundância (% ind/m²), densidade (ind/m²), composição dos grupos tróficos funcionais (coletores, fragmentadores, predadores, raspadores), índices bióticos (riqueza taxonômica, equitabilidade de Pielou, diversidade de Shannon-Wiener).

Para a granulometria e matéria orgânica serão coletados com os mesmos equipamentos para avaliar em laboratório, a composição granulométrica dos sedimentos e teores de matéria orgânica por gravimetria.

As variáveis propostas para análises limnológicas seguem descritas na Tabela 1. As análises limnológicas serão realizadas em campo para cada ponto amostrado, com exceção da matéria orgânica e granulometria que serão realizadas em laboratório.

Tabela 1 - Variáveis propostas para análises limnológicas.

| VARIÁVEIS | EQUIPAMENTOS |
|--|--|
| Condutividade elétrica (μ S.cm⁻¹) | Condutivímetro OREON - 1150A+ |
| Granulometria (mm) | Estufas a 80 °C |
| Matéria Orgânica (g) | Mufla a 550 °C Cápsulas de porcelana Balança eletrônica de precisão 0,1μg (Scientech/AS-210) |
| Oxigênio Dissolvido (mg.L⁻¹) | Termistor Oxímetro - 200WSI |
| pH | pHmetro - 100YSI |
| Profundidade (m) | Disco de Secchi |
| Temperatura da água (°C) | Termistor Oxímetro - 200WSI |
| Transparência da água (m) | Disco de Secchi |

TRATAMENTO DOS DADOS

Com os dados biológicos serão calculados a abundância sendo ela qualquer medida da densidade ou números de indivíduos de um táxon ou outra categoria classificatória. Atualmente a densidade é expressa em número de indivíduos por área ou por volume de substrato (água, solo, meio de cultura, etc). A riqueza está expressa em número total de espécies presentes em cada um dos locais determinados.

Para a diversidade dos diferentes taxa serão utilizados dados de abundância. Para o cálculo de diversidade foi utilizado o índice proposto por Shannon - Wiener (MAGURRAN, 1988 apud FIGUEIRÓ, 2007).

O índice de diversidade permite estabelecer diferenças que se relacionam com a riqueza o número de espécies presentes e a uniformidade da distribuição das abundâncias relativas dos indivíduos dentro de cada espécie (PIELOU, 1966). Para a obtenção do índice de diversidade (H') utilizou-se o Índice de Shannon-Wiener, definido pela equação 1:

$$H = -\sum P_i \log P_i \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

$$P_i = n_i/N$$

n_i = número total de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos

A Equitabilidade (E) representa a participação relativa das populações na diversidade real estimada em função da diversidade máxima teoricamente esperada (equação 2), calculada segundo Pielou (1969) apud Magurran (1991).

$$\text{equação (2)}$$

$$E = H'/H_{\max}$$

Onde:

E = Equitabilidade (“Evenness”)

H' = Diversidade real

Hmax = Diversidade máxima teoricamente esperada ($\ln S$) = riqueza

Com o objetivo de se determinar as relações entre as variáveis ambientais e os possíveis táxons encontrados no reservatório Guariroba, poderá ser utilizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA) com auxílio do programa Canoco for Windows 4.5. Os pontos poderão ser agrupados pela análise de Cluster com o programa Primer 6 Beta, utilizando-se a matriz dos dados de abundância baseada na similaridade de Bray-Curtis.

Para a análise da matéria orgânica será aplicada a técnica de aquecimento em mufla a 550°C, que consiste em colocar as amostras em cadinhos de porcelana, sofrendo um aquecimento em mufla a 550°C por três horas, com posterior secagem em dissecador e medições antes e depois por pesagens dos cadinhos em uma balança analítica.

Para análise granulométrica, conforme recomendação de Suguio (1973), o sedimento coletado no fundo do reservatório passará pelo processo de secagem, durante alguns dias até que não tenha nenhum tipo de umidade no material. Após esta etapa as amostras serão divididas em quatro partes, através do processo de quarteramento. Tal método é simples para obtenção de amostras pequenas que consiste basicamente em dividi-la e amostrar em quatro partes com a mão. Tal processo é utilizado porque geralmente as amostras coletadas em campo possuem mais materiais do que o necessário para as análises de laboratório normais.

Sedimentos inconsolidados podem ser selecionados durante o transporte ou durante a transferência para outro recipiente, dessa maneira, os minerais pesados e os fragmentados maiores das amostras podem ficar concentrados na parte inferior do recipiente, então, quando parte dessa amostra é retirada, ela não está representativa da amostra (SUGUIO, 1973).

O material coletado passará por uma análise granulométrica por peneiramento a seco, com auxílio de um jogo de peneiras na escala *wentworth* e agitador, utilizando certa quantia conhecida da amostra a seco, peneirada por 10 minutos.

Em seguida, os dados granulométricos serão pesados em uma balança semi-analítica. As amostras dos sedimentos de fundo serão classificadas a partir das dimensões das partículas.

RESULTADOS ESPERADOS

A comunidade de macroinvertebrados está representada por vários filos: Arthropoda, insetos, ácaros, crustáceos; Mollusca, gastrópodos e bivalves; Annelida, oligoquetos e sanguessugas; Nematoda e Platyhelminthes (HAUER e RESH, 1996 apud SILVA et al., 2009). Entre estes, os insetos destacam-se pela diversidade e abundância (LAKE, 1990 apud SILVA et al., 2009), sendo sua distribuição relacionada às características morfométricas, físicas e químicas do *habitat*, à disponibilidade de recursos alimentares e ao hábito das espécies (MERRIT e CUMMINS, 1996).

As avaliações da qualidade de água que utilizam métodos multivariados prometem comprometer um sistema complexo reduzindo o grande número de variáveis coletadas em corpos hídricos. Porém, com o objetivo de determinar as relações entre as variáveis ambientais e os possíveis táxons encontrados no reservatório Guariroba, poderá ser utilizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA), que são amplamente utilizados para fins como a redução da dimensionalidade ou visualização (HASTIE et al., 2001).

Os macroinvertebrados bentônicos possíveis de serem encontrados no reservatório Guariroba estarão associados aos mais diversos tipos de uso e ocupação da bacia podendo ou não apresentar todos os descritos na Figura 6 e/ou os que também não foram mencionados.

A probabilidade de ocorrência da família dos *Chironomidae* é alta, pois são comumente encontrados em ambientes aquáticos, tanto em rios, como lagos e corixos (LIMA, 2002). E estes organismos têm a capacidade

de resistirem a mais severa escassez de recursos alimentares, explorarem diferentes substratos e conseguir suportar a diferentes condições limnológicas (BURGHERR, et al., 2002 apud FIGUEIRÓ, 2007).

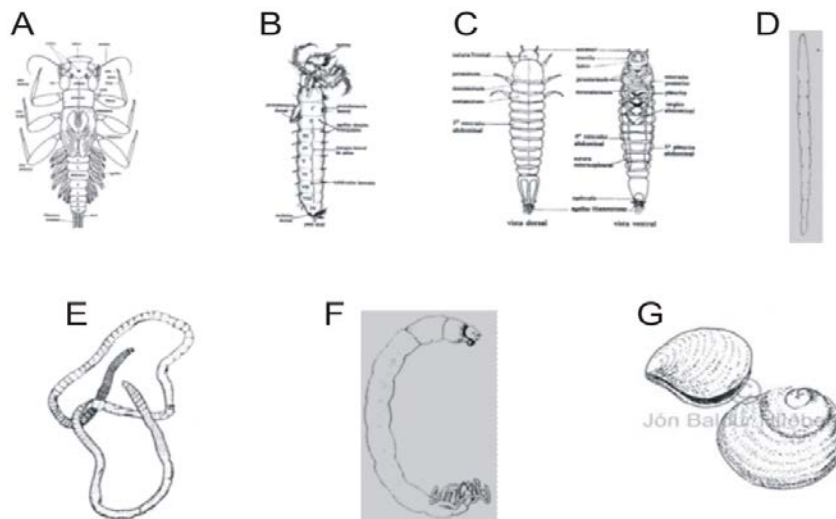


Figura 03 - Macroinvertebrados Bentônicos que poderão ser encontrados no reservatório Guariroba: A - Ephemeroptera; B - Thricoptera; C - Coleoptera; D - Ceratopogonidae; E - Oligochaeta; F - Chironomidae; G - Mollusca.

A composição em espécies e a distribuição espaço-temporal dos organismos aquáticos alteram-se pela ação dos impactos. Quanto mais intensos forem, mais pronunciadas serão as respostas ecológicas dos organismos aquáticos bioindicadores de qualidade de água, podendo haver inclusive a exclusão de organismos sensíveis à poluição (como as formas imaturas de muitas espécies de *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera*) (CALLISTO et al., 2001a).

A utilização destes bioindicadores de qualidade de água para o biomonitoramento ambiental do reservatório Guariroba contribuirá para o diagnóstico das condições ambientais e proporcionará informações científicas que subsidiarão os tomadores de decisão. Esta abordagem é baseada na busca do conhecimento da estrutura e funcionamento das comunidades de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água, o entendimento da dinâmica dos recursos hídricos na bacia do rio Guariroba, a formulação de modelos ecológicos e no desenvolvimento e aplicação de índices bióticos calibrados para a realidade climática brasileira.

Os resultados obtidos servirão para apontar áreas prioritárias para a preservação do meio ambiente e decidir quais as medidas corretas para efetuar o manejo sustentado para a exploração racional pela sociedade, incluindo principalmente o abastecimento público e a conservação da vida aquática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propriedades rurais contribuintes da Bacia do córrego Guariroba são, a maior parte delas, destinadas à criação de bovinos de corte, cria e recria, de forma extensiva e consequentemente houve a retirada da vegetação natural e adição de sementes de pastagens, principalmente braquiárias. Os proprietários que exploram esta região, na sua maioria, não utilizam as práticas adequadas de conservação do solo e preservação da vegetação ciliar, conforme levantado pelo Plano de Manejo (2008).

O assoreamento que ocorre na Bacia do córrego Guariroba acontece devido ao desmatamento de grande parte da vegetação ciliar, pelo acesso por bovinos nos mananciais de contribuição para sua dessedentação, e devido às pastagens estarem bastante degradadas pela falta de práticas adequadas de manejo e conservação dos solos, conforme o Plano de Manejo, 2008. A compactação dos solos, as estradas mal planejadas e as chuvas fortes na região, contribuem para a erosão superficial acarretando como consequência o assoreamento dos corpos

hídricos da região da APA Guariroba e principalmente do Reservatório Guariroba.

Os reservatórios são como um sistema intermediário entre rios e lagos apresentando muitos mecanismos específicos de funcionamento (MARGALEF, 1983; DUSSART, 1984 apud TUNDISI 2000) no propósito prático de gerenciamento, principalmente: heterogeneidade espacial, compartimentalização, correntes advectivas, flutuação do nível de água e tempo de residência (TUNDISI, 2000).

Os reservatórios, quando comparados com os ecossistemas lênticos naturais, recebem maior aporte de material particulado e dissolvido a partir da bacia de drenagem. Este fato é decorrente do posicionamento dos reservatórios nos trechos mais a jusante de afluentes, funcionando como pontos de convergência da bacia de drenagem e recebendo a maior parte dos aportes de água, nutrientes e sedimento, a partir de um único ou de poucos tributários (THORTONN, 1990; KIMMEL et al., 1990 apud THOMAZ e BINI, 1998).

Os fatores limnológicos que devem ser considerados, principalmente em relação às consequências após a construção dos reservatórios, as quais têm relação direta com o processo de urbanização da bacia hidrográfica, com seus usos múltiplos do sistema e com o período de formação do reservatório, culminando eutrofização, assoreamento, perda da diversidade biológica, alterações na cadeia alimentar, aumento da toxicidade, mudanças socioeconômicas, salinização do solo e da água, entre outros impactos à saúde dos ecossistemas (TUNDISI, 2000).

O monitoramento ambiental de ecossistemas aquáticos envolve o levantamento rotineiro da qualidade desses ambientes, geralmente por meio de análises físicas e químicas da água. Variáveis como o oxigênio dissolvido, temperatura, pH, nutrientes e mesmo contaminantes, como metais pesados, são monitorados na água, em diversos programas de monitoramento. Esses resultados fornecem importantes informações sobre o ambiente e possibilitam um acompanhamento das condições ambientais (CETESB, 2008).

Em contraponto, a utilização de indicadores biológicos para a avaliação ambiental acusa alterações nas condições limnológicas do rio que não podem ser detectadas apenas por monitoramentos através de análises físico-químicas da água, pois existem mais de 11 milhões de substâncias químicas registradas no CAS (Chemical Abstracts Service) passíveis de atingir o ambiente hídrico. Os bioindicadores indicam integralmente os efeitos produzidos por todas as substâncias existentes na água, incluindo substâncias novas, que surgem a partir de interações entre elementos que se subtraem à química (JUNQUEIRA et al., 2000 apud SILVA et al., 2007).

Atualmente, o enquadramento dos rios brasileiros em classes de águas é realizado segundo padrões físico-químicos e bacteriológicos, considerando a toxicidade relativa ao consumo humano, sem levar em conta informações sobre organismos bioindicadores de qualidade de água.

A fauna bentônica, com predominância de insetos, integra as condições ambientais durante períodos prolongados e está exposta a todas as variações de parâmetros ambientais, fornecendo, portanto, uma resposta integrada que permite uma avaliação dos efeitos no ecossistema à poluição de uma maneira holística (MOULTON, 1998).

Os macroinvertebrados bentônicos são os organismos atualmente mais considerados na aplicação de métodos biológicos de monitoramento dos ecossistemas aquáticos continentais. As principais razões desta escolha são atribuídas principalmente aos diferentes níveis de tolerância que as espécies apresentam aos poluentes, aos ciclos de vida relativamente longos, a vida sedentária e a abundância destes organismos no ambiente aquático. A contaminação ambiental influencia de forma diferente nesses organismos, porque as espécies dos diversos grupos taxonômicos apresentam diferentes níveis críticos capazes de serem suportados.

O uso de bioindicadores tem sido corrente na avaliação de impactos ambientais provocados pela má administração do ambiente, pois animais, plantas, microrganismos e suas complexas interações com o meio ambiente respondem de maneira diferenciada às modificações da paisagem, produzindo informações, que não só indicam a presença de poluentes, mas como estes interagem com a natureza, proporcionando uma melhor indicação de seus impactos na qualidade dos ecossistemas (SOUZA, 2001).

Ambientes fortemente impactados mostram poucas espécies que, se estiverem bem adaptadas, podem exibir ótimo desenvolvimento e o monitoramento de estações a montante e a jusante da fonte poluidora, pode

identificar as consequências ambientais para a qualidade de água e saúde do ecossistema aquático (TUNDISI, MATSUMURA-TUNDISI & ROCHA, 1999). O uso de bioindicadores é bastante amplo e sua aplicação vai desde a verificação de normas de qualidade por indústrias até na elaboração de legislação específica para o controle de poluição (MACDONALD e SMART, 1993). Ademais, o uso de indicadores tem sido frequentemente incorporado em políticas e regulamentações a fim de se monitorar a integridade ecológica de bacias hidrográficas (MOYLE e RENDALL, 1998).

Parte significativa da poluição dos rios tem origem em pequenos afluentes, que estão diretamente submetidos à grande parte dos problemas ambientais. Para propor medidas adequadas de manejo existe a necessidade de monitorar os cursos d'água, onde as comunidades biológicas em geral indicam a integridade do ambiente. O gerenciamento da rede hídrica na bacia hidrográfica do córrego Guariroba constitui-se num dos maiores desafios para o futuro, visando o saneamento ambiental e à avaliação de impactos das múltiplas atividades e usos da água.

RECOMENDAÇÕES

Para utilizar bioindicadores de qualidade de água é necessária a obtenção de informações científicas. Especificamente, é necessário saber quais são as comunidades biológicas que deverão ser monitoradas em um ecossistema aquático, como monitorá-las e interpretar os dados, e também qual será o custo do monitoramento (recursos financeiros, técnicos, infra-estrutura, entre outros), visto que existe a viabilidade econômica deste tipo de estudo por ser de baixo custo.

O desenvolvimento de um programa de biomonitoramento adequado dependerá de critérios, padrões e avaliação dos riscos de ocorrência de impactos ambientais. As informações poderão ajudar as Secretarias de Meio Ambiente, o Conselho Estadual de Controle Ambiental, a Concessionária de Abastecimento Público do município, Conselho Gestor da APA Guariroba entre outros, na classificação da qualidade das águas e a orientar os diferentes segmentos da sociedade sobre seu uso adequado.

Este estudo evidenciou a necessidade da implantação de um monitoramento de qualidade da água, com a utilização de bioindicadores ambientais aquáticos (a serem definidos dentro do processo). Tendo em vista que, a região além de possuir uma riqueza em mananciais hídricos, também possui grandes áreas rurais com atividades agrícolas e de pastagem, o que já justificaria a produção deste tipo de trabalho, uma vez que esses seriam fatores relacionados a questão da contaminação de recursos hídricos.

O biomonitoramento utilizando os macroinvertebrados bentônicos deverá estar concomitantemente associado às análises físico-químicas da água do reservatório Guariroba. Para tal, a concessionária já realiza as coletas e análises físico-químicas para subsidiar o estudo proposto. Deve considerar o retorno futuro deste tipo de projeto, uma vez que podem gerar reduções de gastos para saúde pública, com a redução das doenças relacionadas aos fatores de contaminação da água para consumo humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABEL, P. D. Water Pollution. New York. John Wiley & Sons, 1989.
2. CALLISTO, M., MORENO, P. e BARBOSA, F. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 61(2):259-266 - 2001a.
3. CALLISTO, M.; MORENO, P. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental. In: Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental. Anais Erechim: URI, 2006.
4. CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Indicadores Biológicos para a Proteção da Vida Aquática em Águas Continentais. Apostila para Cursos de Treinamentos Práticos Especializados, 2008.
5. DIAS, F. A. Reflexão sobre o Uso da Terra na Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba - Campo Grande/MS: Uma Proposta de Reordenamento. FFLCH. USP. 1999.
6. DIAS, F. A. Plano de Ação para Recuperação e Manutenção da Qualidade e Quantidade das Águas nos Mananciais Superficiais dos Córregos Guariroba e Lajeado. Campo Grande-MS, 2001.
7. ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP, 1998.
8. FIGUEIRÓ, C. de S. M. Composição da Comunidade Bentônica em Ambientes Léntico e Lótico sob a

- Influência do Lançamento de Efluente do Hotel SESC - Pantanal, Município de Poconé - MT. Monografia de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Instituto de Ciências Exatas e da Terra-ICET/UFMT. 2007.
9. HASTIE, T., TIBSHIRANI, R. e FRIEDMAN, J. Os elementos de aprendizagem de Estatística. Springer-Verlag, 2001.
 10. LIMA, J. B. Impactos das Atividades Antrópicas sobre a Comunidade dos Macroinvertebrados Bentônicos do rio Cuiabá no Perímetro Urbano das Cidades de Cuiabá e Várzea Grande - MT. UFSCar. São Carlos-SP. 2002.
 11. MACDONALD, L. H. e A. SMART. Beyond the guidelines: Practical Lessons for Monitoring. Environmental Monitoring and Assessment, 26: 203-218, 1993.
 12. MAGURRAN, A. E. Ecological Diversity and its Measurement. Chapman & Hall, 1991.
 13. MARGALEF, R. Diversity and Stability: a practical proposal and a model of interdependence. Brookhaven Symposium Biology, 1969.
 14. MEERIT, R. W. e CUMMINS. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company. 1996.
 15. METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. Environmental Pollution, 1989.
 16. MORAIS, M. M., QUINTANILHA, L. F. e RESENDE, D.C. Relação entre a Diversidade de Macroinvertebrados Bentônicos e Baixos Níveis de Poluição em um Riacho, no Município de Marliéria, MG. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu-MG, 2007.
 17. MORETTI, M. e CALLISTO, M. Biomonitoring of Benthic Macroinvertebrates in the Middle Doce River Watershed. Acta Limnologica Brasiliensia, 17:267-282, 2005.
 18. MOULTON, T. P. Saúde e Integridade do Ecossistema e o Papel dos Insetos Aquáticos. In NESSIMIAN, J. L. e CARVALHO, A. L. Ecologia de Insetos Aquáticos. Séries Oecologia Brasiliensis, vol V, Rio de Janeiro, 1998.
 19. MOYLE, P. B. e P. J. RENDALL. Evaluating the biotic integrity of watersheds in the Sierra Nevada, California. Conserv. Biol., 12: 1318-1326, 1998.
 20. PIELOU, E. C. An Introduction to Mathematical Ecology. Jhon Wiley & Sons, New York, 1966.
 21. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba – APA do Guariroba, Vol 1, JGP Consultoria e Participações Ltda. Maio 2008.
 22. PRAT, N. e WARD, J. V. The Tamed River. 1997.
 23. PRAT, N.; MUNNÉ, A.; SOLA, C.; BONADA, N. e RIERADEVALL, M. Perspectivas em la Utilización de los Insectos Acuáticos como Bioindicadores del Estado Ecológico de los rios. Aplicación a rios Mediterráneos. Rev. Soc. Entomol. Argent, 1999.
 24. QUEIROZ, J. F., TRIVINHO-STRIXINO, S. e NASCIMENTO, V. M. C. Organismos Bentônicos Bioindicadores da Qualidade das Águas da Bacia do Médio São Francisco. Comunicado Técnico, n. 3, 2000.
 25. REBOUÇAS, A. da C., BRAGA, B. e TUNDISI, J. G. Águas Doces no Brasil. Capital Ecológico, Uso e Conservação. 2002.
 26. ROSENBERG, D. M. e RESH, V. H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall, 488pp, 1993.
 27. SILVA, F. L., MOREIRA, D. C., BOCHINI, G. L. e RUIZ, S. S. Desempenho de dois índices biológicos na avaliação da qualidade das águas do Córrego Vargem Limpa, Bauru-SP, através de macroinvertebrados bentônicos. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 2007.
 28. SILVA, F. L. da; BISCALQUINI TALAMONI, J. L.; BOCHINI, G. L.; SILVEIRA RUIZ, S. y CALCIDONI MOREIRA, D. Macroinvertebrados aquáticos do reservatório do rio Batalha para a captação das águas e abastecimento do município de Bauru, SP, Brasil. Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science [en línea] 2009. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92811747007>.
 29. SOUZA, P. A. P. Importância do Uso de Bioindicadores de Qualidade: O Caso Específico das Águas. In: FELICIDADE, N. et al. Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil. São Carlos: Rima, 2001.
 30. SUGUIO, K. Introdução à Sedimentologia. Edgard Blucher Ltda. EDUSP, 1973.
 31. THOMAZ, S. M. e BINI, L. M. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas em Reservatórios. Acta Brasiliensia, vol. 10 (1). 1998.
 32. TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T. & ROCHA, O. Theoretical basis for reservoir management. In Theoretical reservoir ecology and its applications. (J.G. Tundisi & M. Straskraba, eds.). International Institute of Ecology, São Carlos and Backhuys Publishers, AH Leiden. 1999.
 33. TUNDISI, J. G. Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos - Gerenciamento da Qualidade da Água de

- Represas. Vol. 9, São Carlos-SP. 2000.
34. TUNDISI, J. G. e MATSUMURA-TUNDISI, T. Integration of research and management in optimizing multiple uses of reservoirs: the experience of South America and Brazilian case studies. *Hydrobiologia*. 2003.
35. WARD, J. V. Aquatic insect ecology: In: *Biology and habitat*. John Wiley & Sons, New York. 1992.