Curso de Treinamento

Bioindicadores e Biomonitoramento da Qualidade de Água na Bacia do Rio das Velhas (MG)

EQUIPE RESPONSÁVEL:

Prof. Marcos Callisto – UFMG, ICB, Depto Biologia Geral
Biól. Juliana França – bolsista AT/Projeto Manuelzão
Prof. Marcus Vinicius Polignano – Projeto Manuelzão (Equipe GEM)
Lisia Godinho – pedagoga/Projeto Manuelzão (Equipe GEM)

OBJETIVO

O objetivo deste Curso de Treinamento é oferecer informações que vêm sendo obtidas no Biomonitoramento da bacia do rio das Velhas, através de uma palestra, aulas práticas e demonstrações em campo e laboratório, buscando sensibilizar para o trabaho conjunto entre Escolas e membros da comunidade.

PROGRAMAÇÃO

Módulo I

1ª Parte: Palestra Teórica, tema: Utilização de Bioindicadores de Qualidade de Água para monitorar a qualidade das águas na Bacia do Rio das Velhas (MG).

2ª Parte: Dinâmicas, tema: Educação Ambiental e apresentação do material utilizado em Atividades de Extensão do Laboratório de Ecologia de Bentos do ICB-UFMG (Bioindicadores de qualidade de água: transmissão de metodologias para o ensino fundamental e médio), incluindo: Coleção Itinerante dos Bioindicadores, cartazes didáticos, folder, cartilha e atividades lúdicas.

3ª Parte: Aula Prática em Laboratório, tema: principais metodologias utilizadas no Biomonitoramento (triagem e identificação de organismos bioindicadores de qualidade de água, determinação de turbidez e oxigênio dissolvido).

Módulo II

4ª Parte: Aula Prática em Campo, atividades: Protocolo de Caracterização das Condições Ecológicas proposto por Callisto et al. (2002), mensuração de parâmetros físicos e químicos (determinação de pH e condutividade), coleta de organismos bioindicadores e análise conjunta da turma com os pesquisadores.

INTRODUÇÃO

A importância da Água e da Educação Ambiental na sociedade moderna

Apesar de a Terra possuir um volume total de água que cobre quase dois terços da superfície do planeta, o que efetivamente está disponível para o consumo humano é muito pouco (0,1% compõem rios e lagos) e sua escassez tem sido apontada como um dos problemas mais preocupantes para este novo milênio. Além disso, o consumo mundial de água doce cresce assustadoramente numa velocidade superior às taxas de crescimento populacional. Além do desperdício de água, a sociedade consumista lança grande parte dos efluentes domésticos e industriais diretamente nos corpos d'água reduzindo ainda mais a possibilidade de utilização dos recursos hídricos.

Idealmente, o desenvolvimento urbano deve realizar-se de forma sustentável, contemplando tanto requerimentos de preservação ambiental, quanto necessidades de utilização racional de recursos naturais. Entretanto, o estabelecimento de políticas adequadas depende de uma série de informações detalhadas que somente poderão ser considerados recursos em potencial quanto maior for o somatório de conhecimento disponível.

Os recursos naturais há muito são impactados por atividades humanas, mas foi somente no século XX que as questões ambientais contribuíram para redefinir a economia, a sociedade e a política. No Brasil estas questões vêm sendo amplamente discutidas nos diversos segmentos da sociedade, embora ações mais efetivas que conduzam à convivência harmônica do homem com a natureza, ainda sejam insuficientes. Através da Educação Ambiental nas escolas é possível alcançar uma parcela representativa da sociedade. A faixa etária extremamente jovem apresenta o potencial ideal para a absorção de novos conceitos de ocupação do espaço geográfico e a formação de uma consciência crítica em torno de questões e problemas ambientais.

De acordo com o PCN (Programa Curricular Nacional), um dos pontos de partida a seguir nos modelos educacionais atuais é tratar, como conteúdo de aprendizado, elementos do domínio vivencial dos estudantes, da escola e de sua comunidade. Assim a questão ambiental deve ser considerada como um modo de ver o mundo onde se evidenciem as

interrelações e a interdependência dos diversos elementos na constituição e preservação da vida.

A escola é a instituição designada pela sociedade para promover o acesso de jovens ao conhecimento construído ao longo da história, contribuindo para o crescimento pessoal e social dos educandos. Os professores do ensino médio e fundamental atuam na formação de cidadãos, mudando e construindo o conhecimento, estimulando através do processo educativo a conscientização para a preservação dos ecossistemas, tendo como base a utilização racional dos recursos naturais.

A necessidade de desenvolvimento de uma educação voltada para a discussão de questões relacionadas à conservação e manejo dos recursos naturais é hoje realidade na maioria das escolas brasileiras. Porém, uma das maiores dificuldades dos professores tem sido a escassez de recursos didáticos que favoreçam a transmissão de conteúdo utilizando uma linguagem acessível e de fácil compreensão.

É preciso dar um passo transformador, apontando na direção de reorientar os trabalhos escolares em uma lógica ambiental, a fim de que passemos da *escola informativa* para a *escola formativa*. É preciso, e possível, contribuir para a formação de pessoas, capazes de criar e ampliar espaços de participação nas "tomadas de decisões" de nossos problemas sócio-ambientais. Permanece a questão: como fazer isso no "dia-a-dia" da sala de aula com crianças e adolescentes? É fundamental que a ação educativa esteja intimamente ligada à realidade e à vida de cada escola, de seus alunos, profissionais e da comunidade. Se cada um cuidar adequadamente dos bens naturais que os cercam, essas ações vão se multiplicar e se transformar em consciência coletiva. E uma comunidade consciente é também vigilante, atenta às possibilidades de agressão ao meio ambiente.

O processo de educação ambiental se constrói em três momentos básicos de transformação: a sensibilização, a conscientização e a mobilização, onde suas respectivas tarefas sejam o despertar, o refletir e o agir do aluno.

A sensibilização é de importância vital no processo educacional e condiciona todas as demais fases. Porém, cidadãos sensibilizados precisam ser conscientizados para estarem aptos à construção de novos comportamentos ambientalmente corretos. Completando o processo de educação, a fase de mobilização em que o aluno já sensibilizado e

conscientizado prepara e realiza a sua ação tornando real o abandono de seus hábitos ambientalmente incorretos, e adquirindo novos comportamentos ambientais, corretos.

Biomonitoramento e o uso de Bioindicadores de Qualidade de Água em Educação Ambiental

Através de atividades de extensão pode-se formar sujeitos socialmente ativos, capazes de compreender, opinar e posicionar diante da sociedade. Os pesquisadores devem direcionar a divulgação dos resultados de seus projetos para a comunidade, criando um elo entre a Universidade e a sociedade, utilizando uma linguagem simples e atrativa para o público. A Universidade Federal de Minas Gerais desenvolve Projetos de Extensão voltados para a comunidade extramuros com o desafio de repassar os avanços científicos em uma dada área de conhecimento a partir de informações reunidas nos projetos de pesquisa desenvolvidos em seus laboratórios. O Programa de Educação Ambiental intitulado "Bioindicadores de Qualidade de Água" é um desses projetos e tem como desafio repassar à sociedade informações sobre estudos ecológicos acerca dos macroinvertebrados bentônicos que vêm sendo desenvolvidos pelo Laboratório de Ecologia de Bentos do ICB. O programa procura executar as seguintes ações: desenvolver metodologias de pesquisa e diagnósticos, promover mobilização social através da educação ambiental, elaborar e divulgar materiais informativos e educativos, e informações científicas.

A proposta de utilização dos bioindicadores como ferramenta para avaliar a qualidade de água chama a atenção dos alunos para a importância da preservação de rios e lagos. Os macroinvertebrados bentônicos[1] bioindicadores estão adaptados a um conjunto de características físicas e químicas da água (p.ex. temperatura, oxigênio, transparência da água), relacionadas à sua qualidade e nível de preservação de condições ecológicas. Entre os macroinvertebrados bentônicos existem organismos *sensíveis* à poluição, os indicadores de águas limpas, de boa qualidade; os *tolerantes* a mudanças ambientais e que, portanto, estão presentes em um grande número de ambientes aquáticos; e os *resistentes*, à poluição – os indicadores de má qualidade de água (Figura 1).

1. do grego bénthos = profundidade; conjunto de organismos associados com o fundo d'água.

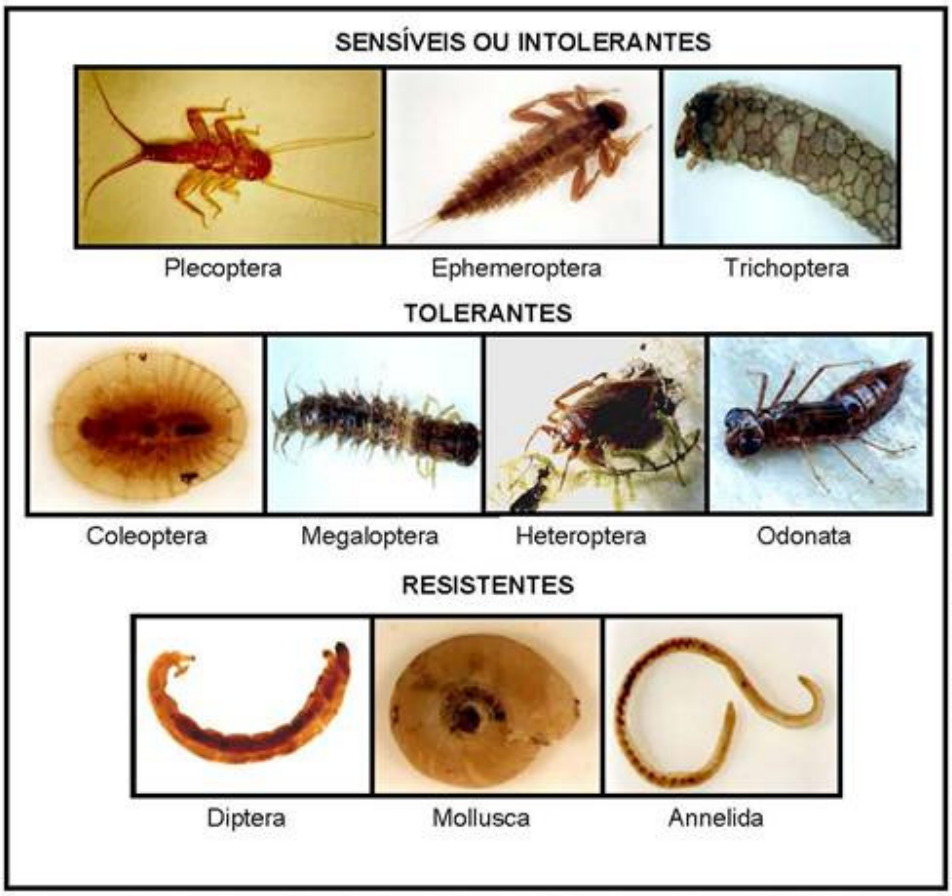

Figura 1 – Macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água

Através de um biomonitoramento[2] podemos avaliar se os organismos são adaptados às condições ecológicas e são capazes de viver em águas com características distintas. Em trechos de rios bem preservados onde as condições são naturais, é possível encontrarmos organismos intolerantes à poluição e indicadores de águas de ótima qualidade. Por outro lado, em rios poluídos, que recebem esgotos domésticos sem tratamento, lixo e efluentes industriais, vivem organismos capazes de viver em águas contaminadas. Essas características nos permitem identificar um gradiente de tolerância à poluição nas comunidades bentônicas. O ideal é que encontremos uma grande variedade de organismos,

2. abordagem de pesquisas que visa avaliar a qualidade das águas através do estudo de organismos vivos

desde sensíveis aos tolerantes e resistentes. O problema começa quando os organismos sensíveis desaparecem, e em seguida, desaparecem os tolerantes e só restam os resistentes.

Estudando os bioindicadores que vivem no fundo dos rios, temos um excelente laboratório ao ar livre, onde é possível aprender muito sobre a qualidade da água. Assim, podemos contribuir para a preservação de nossas águas e ajudar as pessoas a evitar doenças.

BIOMONITORAMENTO NA BACIA DO RIO DAS VELHAS

O projeto "Uso de Bioindicadores para Monitorar a Qualidade da Água na Bacia do Rio das Velhas (MG)", parte integrante do *Projeto Manuelzão - Sub-projeto: SOS Rio das Velhas*, vem realizando o levantamento de parâmetros físico, químicos e microbiológicos e o inventário taxonômico das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos ao longo da calha do Rio das Velhas até a desembocadura no Rio São Francisco. As atividades vêm sendo desenvolvidas trimestralmente, desde março 2003, nos períodos de seca e chuva, no Núcleo Transdisciplinar para Revitalização da Bacia do Rio das Velhas (NUVELHAS).

O objetivo deste projeto é avaliar a qualidade das águas, além de inventariar a biodiversidade bentônica, zooplanctônica (pequenos animais que vivem suspensos na água) e fitoplanctônica (algas), com especial ênfase no estudo da estrutura e funcionamento das comunidades de macroinvertebrados. Desta forma, estaremos contribuindo para a avaliação da saúde ambiental da região e estabelecimento de uma tipologia de ecossistemas aquáticos, de acordo com as características físico-químicas, biológicas e disponibilidade de nutrientes. Com isso subsidiando a formulação de medidas que visem a sua conservação, recuperação e manejo sustentável.

Área de estudos

1. Localização geográfica

A bacia hidrográfica do rio das Velhas está localizada na região central do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 17^{o} 15'e 20^{o} 25' S - 43^{o} 25' e 44^{o} 50' W, apresentando uma forma alongada na direção norte-sul. O rio das Velhas é o maior afluente em extensão

da bacia do rio São Francisco, tendo sua nascente no município de Ouro Preto, desaguando no rio São Francisco, depois da barragem de Três Marias. Possui cerca de 761 km de extensão, 38,4 m de largura média, drenando uma área de 29.173 km^2 (Polignano *et al.*, 2001) (Figura 2).

Integram a bacia do rio das Velhas 51 municípios, e sua população total é de cerca de 4,5 milhões de habitantes. Esses municípios têm uma importância econômica (42% do PIB mineiro) e social significativa devido à sua localização que inclui a maior parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) (Polignano *et al.*, 2001). Além disso, boa parte da bacia do Rio das Velhas, está localizada no Quadrilátero Ferrífero, uma área crítica devido aos inúmeros empreendimentos de mineração.

A região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), apesar de ocupar apenas 10% da área territorial da bacia, é a principal responsável pela degradação do rio das Velhas devido à sua elevada densidade demográfica (mais de 70,8% de toda a população da bacia), processo de urbanização e atividades industriais (Polignano *et al.*, 2001).

As altitudes ao longo da bacia variam de aproximadamente 500 m (na sua foz no rio São Francisco) até cerca de 1500 m (verificados na Serra do Jorge, região de cabeceira). A temperatura média anual é de 20 ^{o}C, com precipitação média de 1400 mm. A vegetação natural predominante é de campos e cerrado, sendo que em 90% da bacia encontra-se modificada devido à ocupação antrópica crescente e desenfreada.

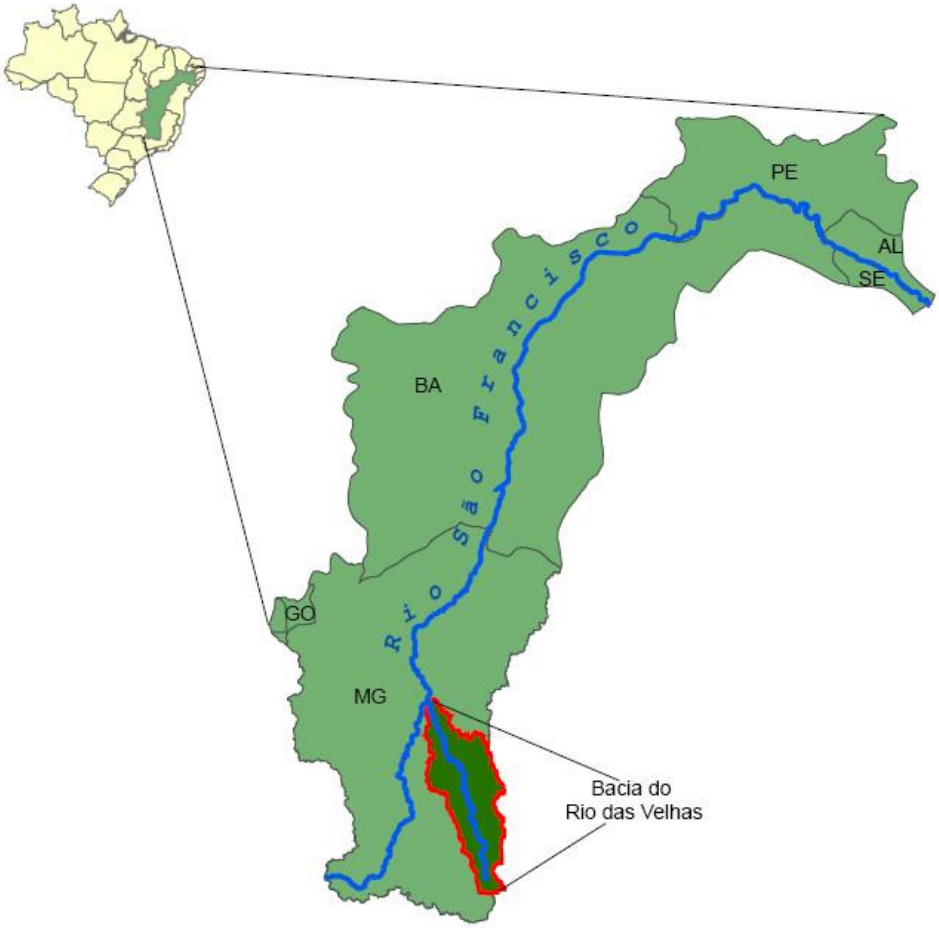

Figura 2: Mapa da bacia do Rio São Francisco e inserção da sub-bacia do rio das Velhas.

A bacia do rio das Velhas é dividida em alto, médio e baixo curso (Figura 3A), onde:

Alto rio das Velhas compreende a porção do rio que vai da Cachoeira das Andorinhas (Ouro Preto), até depois da foz do Ribeirão da Mata, em Santa Luzia;

- Médio rio das Velhas: depois da foz do Ribeirão da Mata até a foz do rio Paraúna;

- Baixo rio das Velhas: do rio Paraúna até a foz no rio São Francisco em Barra do Guaicuí.

As principais sub-bacias da margem direita do rio das Velhas são os rios Taquaraçu, Jaboticatubas, Paraúna, Pardo Grande e Curimataí. Na margem esquerda, os principais são os rios Itabirito, do Peixe, Arrudas, Onça, da Mata, Jequitibá, do Onça; Maquiné e Bicudo (Figura 3B).

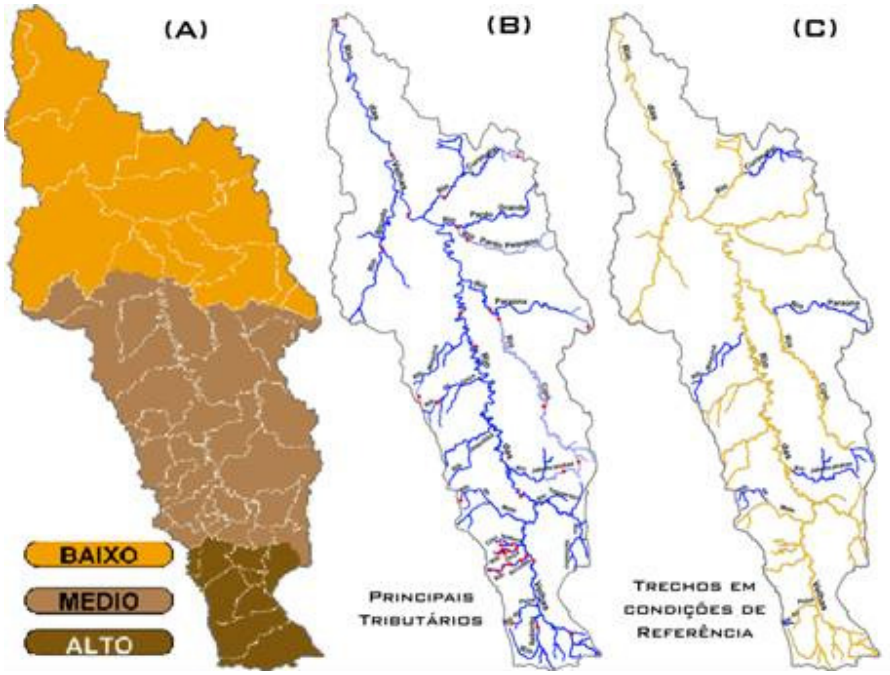

Figura 3: Bacia hidrográfica do Rio das Velhas e sua divisão em trechos (A), principais tributários e pontos de coleta (B) e trechos de rios em condições de referência (C).

2.Qualidade das águas na bacia do rio das Velhas

Os corpos d'água na bacia do rio das Velhas são enquadrados, conforme a Deliberação Normativa do COPAM 020/97, nas seguintes classes de acordo com o uso:

- Águas de **Classe Especial**:

• Abastecimento doméstico, sem prévia ou simples desinfecção;

• Preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas.

- Águas de **Classe 1**:

• Abastecimento doméstico, após tratamento simplificado;

• Proteção das Comunidades aquáticas;

• Recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);

• Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;

•Criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

- Águas de **Classe 2**:

• Abastecimento doméstico, após tratamento convencional;

• Proteção das Comunidades aquáticas;

• Recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho);

• Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;

•Criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

- Águas de **Classe 3**:

• Abastecimento doméstico, após tratamento convencional;

• Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

• Dessedentação de animais

- **Trechos Canalizados**

• Navegação;

• Harmonia paisagística;

• Usos menos exigentes.

Caracterização ecológica de trechos de bacia

O nível de impacto antrópico em cada trecho de bacia é avaliado a partir do "Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitat em Trechos de Bacia Hidrográficas" proposto por Callisto *et al.* (2002), que busca avaliar não só o ambiente aquático, mas também o uso e a ocupação do solo na região de entorno do trecho do rio. O protocolo avalia um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas de 0 a 4 no **Quadro 1,** e de 0 a 5 no **Quadro 2**. O valor final do protocolo de avaliação é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independente. As pontuações finais refletem o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos de bacias estudadas. De 0 a 40 pontos representam trechos impactados; 41 a 60 pontos representam trechos alterados; e acima de 61 pontos, trechos naturais. Para a caracterização das condições ecológicas em um trecho de bacia hidrográfica serão feitas observações em campo seguindo-se o roteiro deste Protocolo.

Quadro 1: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987). (Obs.: 4 pontos (situação natural), 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas).

Descrição do Ambiente			
Localização:			
Data de Coleta: ___/___/___		*Hora da Coleta: _____*	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de Ambiente: Córrego ( ) Rio ( )			
Largura média:			
Profundidade média:			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	***PONTUAÇÃO***		
	4 pontos	***2 pontos***	***0 ponto***
1.Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	*Vegetação natural*	*Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento*	*Residencial/ Comercial/ Industrial*
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	*Ausente*	*Moderada*	*Acentuada*
3. Alterações antrópicas	*Ausente*	*Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)*	*alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilinização do curso do rio)*
4. Cobertura vegetal no leito	*Parcial*	*Total*	*Ausente*
5. Odor da água	*Nenhum*	*Esgoto (ovo podre)*	*óleo/industrial*
6. Oleosidade da água	*Ausente*	*Moderada*	*Abundante*
7. Transparência da água	*Transparente*	*turva/cor de chá-forte*	*opaca ou colorida*
8. Odor do sedimento (fundo)	*Nenhum*	*Esgoto (ovo podre)*	*óleo/industrial*
9. Oleosidade do fundo	*Ausente*	*Moderado*	*Abundante*
10. Tipo de fundo	*pedras/cascalho*	*Lama/areia*	*cimento/canalizado*

Quadro 2: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford et al. (1997). (Obs.: 5 pontos (situação natural), 3, 2 e 0 pontos (situações leve ou severamente alteradas).

PARÂMETROS	**PONTUAÇÃO**			
	5 pontos	*3 pontos*	*2 pontos*	*0 ponto*
11. Tipos de fundo	*Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.*	*30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.*	*10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos freqüentemente modificados.*	*Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.*
12. Extensão de rápidos	*Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.*	*Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.*	*Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.*	*Rápidos ou corredeiras inexistentes.*
13. Freqüência de rápidos	*Rápidos relativamente freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.*	*Rápidos não freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.*	*Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.*	*Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.*
14. Tipos de substrato	*Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).*	*Seixos abundantes; cascalho comum.*	*Fundo formado predominante-mente por cascalho; alguns seixos presentes.*	*Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.*
15. Deposição de lama	*Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.*	*Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.*	*Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.*	*Mais de 75% do fundo coberto por lama.*
16. Depósitos sedimentares	*Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.*	*Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.*	*Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.*	*Grandes depósitos de lama, maior desenvolvi-mento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.*
17. Alterações no canal do rio	*Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.*	*Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.*	*Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.*	*Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.*
18 Características do fluxo das águas	*Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.*	*Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.*	*Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.*	*Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.*
19. Presença de mata ciliar	*Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".*	*Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".*	*Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".*	*Menos de 50% da mata ciliar nativa; defloresta-mento muito acentuado.*
20 Estabilidade das margens	*Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.*	*Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão freqüentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.*	*Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.*	*Instável; muitas áreas com erosão; freqüentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.*
21. Extensão de mata ciliar	*Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).*	*Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.*	*Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.*	*Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.*
22. Presença de plantas aquáticas	*Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.*	*Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.*	*Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.*	*Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLISTO, M., FERREIRA, W., MORENO, P., GOULART, M. D. C. & PETRUCIO, M.. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de hábitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**. 14(1): 91 - 98.

CALLISTO, M., FRANÇA, J. 2004. Bioindicadores de Qualidade de Água: transmissão de metodologias para o ensino fundamental e médio. **Anais do 7° Encontro de Extensão da Universidade Federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte (CD-Room)

CALLISTO, M., FRANÇA, J. 2006. Está Limpo? Ou poluido? Quem vive no rio responde. **Ciência Hoje das Crianças.** Rio de Janeiro, v. 170, n.19, p.11-13.

ESTEVES, F.A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2ª ed. 602p.

PENTEADO, H.D. 2000. **Meio Ambiente e Formação de Professores**. 3ª ed. São Paulo. 120p.

PÉREZ, G.R. 1988. **Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia.** Universidad de Antioquia. Editorial Presencia Ltda. Bogotá, Colombia.

POLIGNANO, M.V.; POLIGNANO, A.H.; LISBOA, A.L.; ALVES, A.T.G.M.; MACHADO, T.M.M.; PINHEIRO, A.L.D. & AMORIM, A. 2001. **Uma viagem ao projeto Manuelzão e à bacia do Rio das Velhas – Manuelzão vai à Escola**. Coleção Revitalizar. Belo Horizonte. Brasil.

SILVEIRA, G.T.R. 2002. Água: Estratégias de Educação Ambiental na Escola. **Educação Ambiental: ação e conscientização para um mundo melhor.** Belo Horizonte. SEE/MG. 144p.

www.icb.ufmg.br/big/benthos

www.manuelzao.ufmg.br

Contatos: nucbio@icb.ufmg.br, (31) 3409-4597/4596