

Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ)

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.¹; GOULART, M.¹ & PETRUCIO, M.²

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Biologia Geral, Lab. de Ecologia de Bentos, CP 486, CEP - 30-840-460, Belo Horizonte, MG, Brasil

¹ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, ICB/UFMG.

² Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, UFScar

RESUMO: Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). O objetivo deste estudo foi aplicar um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats como ferramenta em atividades de ensino e pesquisa, avaliando as características da água e sedimento, tipo de ocupação das margens, erosão e assoreamento, extensão de mata ciliar, cobertura vegetal, largura de rípios e remansos e seu estado de conservação. Este protocolo foi modificado da proposta de Hannaford *et al.* (1997) e da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) - EPA (1987), e adaptado para as condições dos ecossistemas lóticos nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Os resultados foram obtidos em aulas práticas de disciplinas de graduação em Ciências Biológicas e pós-graduação em Ecologia do ICB/UFMG em trechos de bacias no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e Parque Nacional da Bocaina (RJ). Não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados da aplicação do protocolo comparando-se estudantes com um treinamento prévio em ecologia de rios e estudantes sem treinamento, evidenciando a fácil utilização desta ferramenta em atividades de ensino. A utilização deste protocolo na avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas é uma etapa para a preservação das condições naturais em Unidades de Conservação e em estudos de avaliação de impacto ambiental em áreas degradadas.

Palavras-chaves: Avaliação, habitat, rios, treinamento, Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT: The use of a Rapid habitat diversity evaluation protocol in education and research activities (MG-RJ). The objective of this study was to use a protocol of rapid habitat diversity evaluation in teaching and researching activities, assessing the water and sediment characteristics, land use, embankments, riparian vegetative zone width, bank vegetative protection, size and frequency of riffles and pools, and the conservation status. This protocol was elaborated based on Hannaford *et al.* (1997) and on the Environmental Protection Agency (1987) (Ohio, EUA), adapted to the conditions of the altitudinal lotic ecosystems from the Minas Gerais and Rio de Janeiro States. The results were obtained during the Biology undergraduation and Ecology graduation field courses from ICB/UFMG. The study areas were the Serra do Cipó National Park (MG) and the Bocaina National Park (RJ). No significant differences were found in the results when comparing pre-assessment trained students with no pre-assessment trained students, pointing out the easy utilization of the protocol during the building capacity process in habitat assessment. The use of this protocol constitutes a practical tool in research studies on the assessment of habitat diversity in watershed stretches with different conservation levels of their natural conditions, and also on environmental impact evaluation studies.

Key-words: assessment, habitat, stretches, training, watershed.

Introdução

Os múltiplos impactos antrópicos sobre os ecossistemas aquáticos têm sido responsáveis pela deterioração da qualidade ambiental de bacias hidrográficas extremamente importantes no território brasileiro (p. ex. Rio Doce, Rio São Francisco, Rio Paraná, Rio Amazonas, etc.). Em diversos países da Europa e nos EUA, agências governamentais de controle ambiental têm utilizado as abordagens de avaliação de condições ecológicas em rios de cabeceira e monitoramento de bacias hidrográficas utilizando sistemas de referência (Sommerhäuser, *et al.* 2000). Esta abordagem de sistemas de referência visa ter um (ou vários) ecossistema(s) com suas condições naturais preservadas e alta biodiversidade, para ser(em)

comparado(s) com outros em diferentes níveis de impacto antrópico. Além disso, sistemas de referência são indispensáveis para a medição da performance das práticas de manejo dos recursos hídricos e para embasar os tomadores de decisão sobre os investimentos em restauração e conservação de bacias hidrográficas. Devido à grande variabilidade dos rios na natureza, é necessária a proposição de classificações regionais de rios naturais, que deve sempre considerar as condições específicas da região em que estão inseridos (Galdean *et al.*, 1999a; 2000a).

Propostas de tipologias têm sido utilizadas em programas de monitoramento de longa duração, nas mais importantes bacias hidrográficas brasileiras (p. ex. rios São Francisco e Doce), em que pesquisadores têm utilizado comunidades de macroinvertebrados bentônicos para avaliar a qualidade da água (Barbosa *et al.*, no prelo; Galdean *et al.*, 1999a; 2000a). Inventários da diversidade de habitats aquáticos, avaliação dos recursos tróficos disponíveis e levantamentos de macroinvertebrados bentônicos, constituem-se em importantes fatores para a proposição de estratégias de conservação e entendimento do funcionamento dos ecossistemas aquáticos continentais (Galdean *et al.*, 1999b; 2000b, Callisto *et al.*, 2001a).

A avaliação da diversidade de habitats oferece oportunidade para avaliar os níveis de impactos antrópicos em trechos de bacias hidrográficas (Galdean *et al.*, 2000b), constituindo-se em importante ferramenta em programas de monitoramento ambiental (Callisto *et al.*, 2001a). Assim, a qualidade do habitat físico é essencial em qualquer pesquisa biológica porque a fauna aquática frequentemente tem exigências específicas de habitats que são independentes da qualidade de água (Hannaford *et al.*, 1997). Atualmente estudos acerca da avaliação rápida da qualidade de habitats têm sido desenvolvidos visando uma descrição geral e qualitativa dos vários atributos dos habitats que são pontuados ao longo de um gradiente de ótimo a pobre, utilizando observações visuais com um mínimo de medidas (Callisto *et al.*, 2001b). Estas técnicas visam avaliar a estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos contribuindo para o manejo e conservação destes ecossistemas apoiados por protocolos simplificados com parâmetros de fácil entendimento e utilização.

O objetivo deste estudo foi aplicar um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats como uma ferramenta de cunho prático e de fácil compreensão. Este protocolo baseia-se na caracterização das condições ecológicas em trechos de bacias hidrográficas e pode ser utilizado em atividades de pesquisa e ensino. Sua elaboração foi a partir da adaptação do protocolo proposto por Hannaford *et al.* (1997), adequado às condições dos ecossistemas lóticos nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Área de Estudo

Foram selecionados alguns córregos e rios no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e no Parque Nacional da Bocaina (RJ) para a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats durante aulas práticas de disciplinas de ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais entre 1999-2001.

O protocolo foi também utilizado para avaliar a diversidade de habitats ao longo de um gradiente longitudinal nos trechos do alto (Serra do Cipó) e médio Rio Doce, no Estado de Minas Gerais.

O Parque Nacional da Serra do Cipó está localizado ao sul da Cordilheira do Espinhaço, engloba um grande número de córregos e riachos com águas límpidas e frias, representando um divisor de águas das nascentes dos rios Doce e São Francisco, entre as coordenadas 19° 12' - 19° 34' S e 43° 27' - 43° 38' W. Do ponto de vista de mananciais de água de excelente qualidade ambiental (Galdean *et al.*, 2000a; 2000b), as nascentes na Serra do Cipó estão entre as mais importantes do Estado de Minas Gerais, além de serem fundamentais para a conservação dos recursos naturais na região.

O Parque Nacional da Bocaina, na região próxima a Paraty, está situado no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro entre as coordenadas 22° 40' - 23° 20' S e 44° 24' - 44° 54' W e constitui um dos mais belos cenários brasileiros abrigando um conjunto arquitetônico histórico bem preservado. Trechos de bacia do rio do Cunha, próximo à divisa com o Estado de São Paulo, constituem importantes mananciais de boa qualidade de água na Serra do Mar, com importantes remanescentes de mata atlântica. Esta região exibe ambientes aquáticos com boa qualidade de água e alta diversidade de habitats, apesar de sofrer intensa visitação turística e forte pressão de atividades antrópicas, como desflorestamento, pecuária de subsistência e ocupações fundiárias não planejadas.

Material e Métodos

O protocolo utilizado no presente estudo foi composto por dois quadros. O primeiro quadro busca avaliar as características de trechos de bacia e nível de impactos ambientais decorrentes de atividades

antrópicas, adaptado do protocolo proposto pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987). O segundo quadro foi adaptado do protocolo utilizado por Hannaford *et al.* (1997) que busca avaliar as condições de habitat e nível de conservação das condições naturais.

O presente Protocolo (Quadros 1 e 2) foi aplicado em aulas práticas em dois grupos de estudantes de graduação em Ciências Biológicas e pós-graduação em Ecologia do ICB/UFMG. O primeiro grupo foi formado por 50 estudantes com um pré-treinamento em ecologia de rios e um segundo grupo de 50 estudantes sem treinamento, no córrego Indaíá (Parque Nacional da Serra do Cipó-MG) e no rio do Cunha (Parque Nacional da Bocaina-RJ).

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. Esta pontuação é atribuída a cada parâmetro com base na observação das condições de habitat. O valor final do protocolo de avaliação é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independentemente. As pontuações finais refletem o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos de bacias estudados, onde de 0 a 40 pontos representam trechos "impactados"; 41 a 60 pontos representam trechos "alterados"; e acima de 61 pontos, trechos "naturais".

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).

Localização:			
Data de Coleta: ____/____/____		Hora da Coleta: _____	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de Ambiente: Córrego () Rio ()			
Largura			
Profundidade:			
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/ Comércio 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, retilização 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 pontos
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 frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvios; 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. Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; 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 predominantemente 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 desenvolvimento 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; deflorestamento 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 frequentes. 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; frequentes 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 de 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 perfiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perfiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).

O tempo necessário para a aplicação do Protocolo em cada trecho de rio ou bacia estudado foi entre 20 e 30 minutos. Os estudantes foram orientados sobre como aplicar o protocolo, onde foi descrito tecnicamente cada parâmetro a ser avaliado. Em seguida os estudantes foram divididos em grupos com 5 integrantes e distribuídos ao longo dos trechos dos rios, distantes cerca de 100 m uns dos outros. Para a quantificação dos componentes orgânicos (restos de galhos, folhas, lama, algas e musgos) e Inorgânicos (pedras, seixos, cascalhos e areia) que compõem o fundo do rio, foram atribuídos valores em porcentagens para cada trecho avaliado.

Para avaliar a significância estatística da diferença dos resultados obtidos pelos dois grupos de estudantes, foram realizados testes t de Student.

Resultados

Os resultados da utilização do Protocolo no Parque Nacional da Serra do Cipó pelos estudantes com treinamento em ecologia de rios comparados com os obtidos pelos estudantes sem treinamento não foram significativamente diferentes ($t_{(40;0.05)} = 1,5219$; $p = 0,1355$), apesar de que em alguns parâmetros avaliados (parâmetros 11 e 14), as diferenças nas respostas foram evidentes (Fig. 1). Similarmente, os resultados obtidos no Parque Nacional da Bocaina pelos estudantes com treinamento em ecologia de rios comparados com os obtidos pelos estudantes sem treinamento também não foram significativamente diferentes ($t_{(40;0.05)} = 0,11279$; $p = 0,8987$). Entretanto, foram observadas diferenças entre as respostas no parâmetro 14 (Fig. 2).

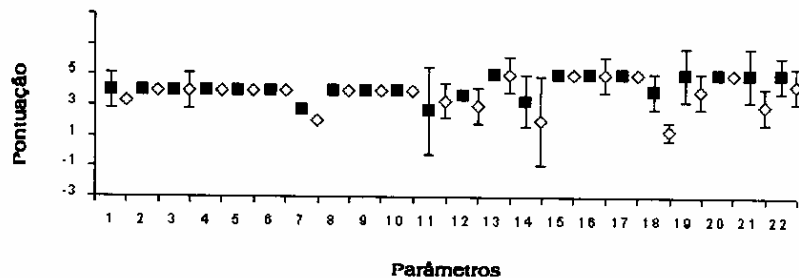


Figura 1: Média e desvio padrão dos parâmetros individuais de avaliação da diversidade de habitats no córrego Indalá, Parque Nacional da Serra do Cipó (MG). Figuras em branco representam os estudantes sem treinamento em Ecologia de Rios e as figuras em preto representam os estudantes treinados.

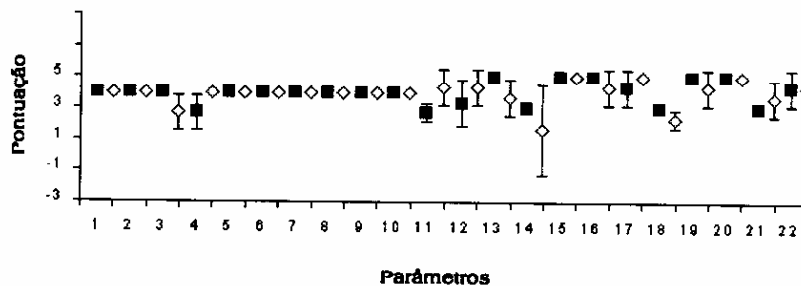


Figura 2: Média e desvio padrão dos parâmetros individuais de avaliação da diversidade de habitats no rio do Cunha, Parque Nacional da Bocaina (RJ). Figuras em branco representam os estudantes sem treinamento em Ecologia de Rios e as figuras em preto representam os estudantes treinados.

A aplicação do protocolo ao longo do gradiente longitudinal nos trechos do alto e médio rio Doce evidenciou que os trechos de cabeceira no interior do Parque Nacional da Serra do Cipó (Tab. I) e no Parque Natural do Caraça (Tab. II) conservam suas características naturais (considerando tipos de fundo, velocidade de correnteza, dimensões dos trechos de rápidos e remansos, e deposição de sedimentos). Nestas áreas (estações # 1 a # 5 e # 8) a aplicação do Protocolo diagnosticou elevada diversidade de habitats, classificando-as na categoria "natural".

Tabela I: Resultados da aplicação do protocolo no alto rio Doce (Serra do Cipó, MG).

Parâmetros	1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem	4ª ordem	5ª ordem	7ª ordem	9ª ordem
Latitude	19° 16.6 S	19° 16.6 S	19° 16.4 S	19° 16.4 S	19° 16.0 S	19° 19.5 S	19° 17.6 S
Longitude	43° 31.5 W	43° 31.5 W	43° 31.2 W	43° 31.2 W	43° 10.9 W	43° 20.9 W	43° 15.5 W
1	4	4	4	4	4	2	2
2	4	4	4	4	4	2	0
3	4	4	4	4	4	2	2
4	0	4	2	2	4	0	0
5	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4	4	4
7	2	2	2	2	2	2	0
8	4	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4	2
11	0	0	5	5	5	5	2
12	5	5	5	5	5	0	0
13	5	5	5	5	5	2	0
14	0	0	3	3	0	2	0
15	5	5	5	5	5	5	5
16	5	5	5	5	5	3	2
17	5	5	5	5	5	5	5
18	0	2	5	3	5	3	5
19	5	5	5	5	5	0	0
20	5	5	5	5	5	0	3
21	5	5	5	5	5	2	0
22	2	3	0	3	5	3	0
Pontuação	76	83	89	88	93	58	44
Avaliação	natural	natural	natural	natural	natural	alterado	alterado

Tabela II: Resultados da aplicação do protocolo no médio rio Doce (MG).

Parâmetros	Caraça	Piracicaba	Sta. Bárbara	Peixe	Severo	Doce	Ipanema
Latitude	20° 20 S	19° 50 S	19° 50 S	19° 15 S	19° 50 S	19° 20 S	19° 30 S
Longitude	43° 30 W	43° 10 W	43° 20 W	43° 10 W	42° 50 W	43° 45 W	42° 30 W
1	4	2	2	0	2	2	0
2	2	2	0	0	2	2	4
3	2	2	0	0	0	2	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	4	4	4	4	4	4	2
6	4	0	0	0	0	0	0
7	4	0	0	0	0	0	0
8	4	2	4	4	4	4	2
9	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	2	2	2	2
11	3	2	2	0	2	2	0
12	3	2	0	0	0	0	0
13	5	2	0	0	0	0	0
14	3	2	3	0	0	0	0
15	5	5	5	2	2	2	2
16	5	3	5	0	0	0	0
17	5	2	5	2	3	5	0
18	2	5	5	3	5	5	5
19	5	5	3	0	0	0	0
20	5	2	5	2	2	2	0
21	2	3	3	0	0	0	0
22	5	0	0	0	0	0	0
Pontuação	80	53	54	23	32	36	21
Avaliação	natural	alterado	alterado	impactado	impactado	impactado	impactado

Nas áreas # 6, # 7, # 9 e # 10 o resultado do somatório da avaliação dos 22 parâmetros classificou-as como "alteradas", ao passo que as demais áreas foram avaliadas como "Impactadas". Nos trechos alterados, observa-se intensa pressão de atividades antrópicas, notadamente criação extensiva de gado e lançamentos pontuais de esgotos domésticos *in natura*. Nos trechos impactados, a qualidade ambiental está seriamente comprometida, devido à forte influência de atividades de monocultura de *Eucalyptus* spp., siderurgia, mineração, além de lançamentos de efluentes domésticos e industriais com elevados

teores de coliformes e metais pesados. Além disso, nestas áreas impactadas, observa-se intenso desflorestamento da mata ciliar, erosão nas margens dos rios e conseqüente assoreamento do leito dos ecossistemas aquáticos.

Discussão

A inexistência de diferenças significativas entre os resultados da aplicação do protocolo entre os estudantes com e sem treinamento nas duas áreas deste estudo sugere que um pré-treinamento em Ecologia de Rios não seria capaz de influenciar na aplicação do protocolo. Contrariamente ao que foi apontado por Hannaford *et al.* (1997), o treinamento anterior à utilização deste protocolo não foi responsável pela diminuição na variabilidade dos resultados obtidos. No entanto, para alguns parâmetros (p.ex. tipo de ocupação das margens, tipo de fundo, presença de erosão nas margens, depósitos de sedimentos) foi observada uma pequena diferença entre os grupos de estudantes com e sem um pré-treinamento. Assim, os resultados globais da aplicação do protocolo refletem um bom entendimento ou uma definição clara da metodologia de avaliação de habitats utilizada. No entanto, este aspecto merece ser avaliado com cautela, uma vez que os dois grupos de estudantes, ao chegarem aos rios onde aplicaríamos o Protocolo, receberam uma explicação detalhada sobre a estrutura e funcionamento de ecossistemas lóticos. Além disso, no protocolo de Hannaford *et al.* (1997), cada parâmetro de avaliação da diversidade de habitats recebia uma pontuação de 0 a 20, o que provavelmente contribuía para uma maior variância entre as respostas obtidas. No Protocolo aqui proposto, optamos por simplificar a pontuação de cada parâmetro para no máximo 5 pontos; desta forma, acreditamos ter favorecido seu uso por estudantes do ensino médio, de graduação e pós-graduação.

Como o objetivo final da utilização deste protocolo é a avaliação da diversidade de habitats e a identificação do nível de preservação de trechos de bacias hidrográficas é necessário considerar os parâmetros de caracterização dos habitats individualmente, visando uma melhor interpretação das condições ecológicas. Em outras palavras, o método de avaliação de habitats com base na avaliação visual constitui-se em importante ferramenta no treinamento de pessoal, devendo ainda contribuir para a capacitação de profissionais especializados e capazes de atuar em projetos de avaliação de impacto ambiental. Esta abordagem deve ser considerada como um complemento na formação desses profissionais, a partir de atividades práticas, para a melhor assimilação de conceitos teóricos e sobre o funcionamento de córregos e riachos em bacias hidrográficas. Esse treinamento também deve incluir explicações dos diferentes tipos de habitats existentes na natureza, pois segundo Hannaford *et al.* (1997), a experiência na avaliação da diversidade de habitats em uma área nem sempre é transferível a outra. Além disso, nem todos os trechos estudados devem apresentar a mesma heterogeneidade ambiental, devendo esta ser maior em regiões de cabeceira com suas condições ecológicas bem preservadas.

Em síntese, o protocolo aqui proposto constitui-se em uma ferramenta na avaliação rápida da diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas brasileiras, podendo ser útil em atividades de pesquisa e ensino de graduação e pós-graduação, na formação de profissionais nas áreas de Ecologia e Ciências Ambientais.

Agradecimentos

Os autores são especialmente gratos aos estudantes das disciplinas de graduação do curso de Ciências Biológicas diurno e noturno no período entre 1999 e 2001, à monitora Juliana França e aos demais integrantes do laboratório de Ecologia de Bentos do ICB/UFMG. Esta pesquisa teve apoio do FAPEMIG, CNPq, Pró-Reitorias de Graduação, Pesquisa e Extensão da UFMG.

Referências citadas

- Barbosa, F.A.R., Callisto, M., Galdean, N. (no prelo). The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. *Aquat. Ecosyst. Health & Manag.*
- Callisto, M., Moreno, P. & Barbosa, F.A.R. 2001a. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. *Rev. Bras. Biol.*, 61: 259-266.
- Callisto, M., Moretti, M. & Goulart, M. 2001b. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Rev. Bras. Rec. Hídricas*, 6: 71-82.
- EPA (Environmental Protection Agency). 1987. Biological criteria for the protection of aquatic life. Division of Water Quality Monitoring and Assessment, Columbus.v.I-III, 120 p.(Surface Water Section)

- Galdean, N., Callisto, M. & Barbosa, F. A. R. 1999a. Benthic macroinvertebrates of the headwaters of river São Francisco (National Park of Serra da Canastra, Brazil). *Trav. Mus. Hist. Nat. Grigori Antipa.*, 16: 455-464.
- Galdean, N., Barbosa, F. A. R., Callisto, M., Rocha, L. A., Marques M. M. G. M. 1999b. A proposed typology for the rivers of Serra do Cipó (Minas Gerais – Brazil) based on the diversity of benthic macroinvertebrates and the existing habitats. *Trav. Mus. Hist. Nat. Grigori Antipa.* 16:445-453.
- Galdean, N., Callisto, M. & Babosa, F. A. R. 2000a. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra do Cipó (MG, Brazil). *Braz. J. Biol.*, 61:1-4.
- Galdean, N., Callisto, N. & Barbosa, F. A. R. 2000b. Lotic Ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentative classification based on the benthic macroinvertebrates community. *Aquat. Ecosyst. Health & Manag.*, (3): 545-552.
- Hannaford, M. J., Barbour, M. T. & Resh, V. H. 1997. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. *J. North Am. Benthol. Soc.*, 16: 853-860.
- Sommerhäuser, M., Podraza, P., Schuhmacher, H. & Tlmm, T. 2000. The classification of running waters – targets, application and state of the art. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, 27: 678-681.

Recebido em: 16 / 10 / 2001

Aprovado em: 18 / 02 / 2002