

UTILIZAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DA DIVERSIDADE DE HABITATS EM AMBIENTES LÓTICOS

RESUMO

Diante da constante degradação dos ecossistemas fluviais torna-se de fundamental importância o desenvolvimento de métodos que avaliem os padrões globais que determinam a qualidade dos sistemas lóticos de forma objetiva, com baixo custo e de maneira eficiente. Assim, o objetivo desse trabalho foi analisar a eficiência da utilização de um Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitat em atividades de monitoramento de ambientes lóticos por estudantes de graduação. O estudo foi conduzido em dois riachos e contou com a participação de 114 estudantes dos cursos de bacharelado em Ciências Biológicas e Engenharia Ambiental, que utilizaram o protocolo adaptado dos propostos pela EPA de Ohio, EUA. Na avaliação, os riachos Curral de Arame e Água Boa foram classificados em "natural" e "alterado", respectivamente. Observou-se baixa variabilidade nas respostas entre os estudantes, o que não interferiu no resultado final da avaliação das condições ecológicas dos riachos. Alguns dos parâmetros físicos e químicos da água mensurados corroboram a classificação do protocolo, uma vez que foi observada diferença significativa para oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água entre os riachos. Entretanto, o protocolo utilizado constituiu-se em um eficiente recurso didático e uma ferramenta simples e dinâmica para atividades de monitoramento.

PALAVRAS-CHAVES: Monitoramento Ambiental; Ecologia de Riachos; Instrumentação Didática, Recursos Hídricos.

USING A PROTOCOL FOR RAPID ASSESSMENT OF HABITAT DIVERSITY IN LOTIC ENVIRONMENTS

ABSTRACT

Faced with the constant degradation of freshwater ecosystems becomes of fundamental importance to develop methods to assess the overall patterns that determine the quality of lotic systems objectively, inexpensively and efficiently. This study aimed to analyze the efficiency of using a Rapid Assessment Protocol on Habitat Diversity in complementary activities and environmental monitoring of undergraduate education of environmental sciences. The study was conducted in two streams, with the participation of 114 undergraduate students of Biological Sciences and Environmental Engineering. It was used a protocol adapted from those proposed by the Ohio EPA, USA. In the assessment, the streams Curral de Arame and Água Boa were classified into natural and altered, respectively. Nevertheless, a low variability was observed in responses between students and between courses, which had no interference with the final result of the ecological conditions of streams. Some of the physical and chemical parameters of water measured corroborate the classification of the protocol, since a significant difference for dissolved oxygen and electrical conductivity of water between streams was observed. Thus, the protocol used consisted in a efficient educational resource and simple and dynamic tool for field activities.

KEYWORDS: Environmental Monitoring; Ecology of Streams; Instrumentation Didactic; Water Resources.

Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.5, n.1, Dez 2013, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai 2014.

ISSN 2179-6858

SECTION: *Articles*
TOPIC: *Gestão Ambiental*



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0009

Emerson Machado de Carvalho

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7341724276580365>
carvalho.em@gmail.com

Márcia Regina Russo

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2828592893802233>
marciarusso@ufgd.edu.br

Jelly Makoto Nakagaki

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0042478160581657>
jelly@uem.br

Received: 24/11/2013

Approved: 15/04/2014

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Referencing this:

CARVALHO, E. M.; RUSSO, M. R.; NAKAGAKI, J. M..
Utilização de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em ambientes lóticos. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.5, n.1, p.129-139, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0009>

INTRODUÇÃO

Os riachos integram tudo que acontece nas áreas de entorno e isto significa que eles estão intimamente conectados ao ambiente terrestre (CALLISTO et al., 2001). Os múltiplos impactos antrópicos sobre os ecossistemas aquáticos têm sido responsáveis pela deterioração da qualidade ambiental de bacias hidrográficas importantes para o território brasileiro (CALLISTO et al., 2002; MINATTI-FERREIRA & BEAUMORD 2006). Os agentes estressores dos ecossistemas fluviais são de natureza e intensidade variada e tem papel relevante na destruição e degradação dos habitats (RODRIGUES et al., 2010).

Diante do crescente cenário de degradação dos ecossistemas fluviais, torna-se urgente o desenvolvimento de métodos que auxiliem na conservação da biodiversidade aquática e a compreensão de padrões globais que determinam a qualidade dos sistemas lóticos (RODRIGUES et al. 2010). Métodos de avaliação que englobam aspectos da integridade ambiental dos recursos hídricos e o conhecimento das variáveis físicas dos sistemas aquáticos são fundamentais para a definição das características gerais dos ecossistemas fluviais (CALLISTO et al., 2002; CORGOSINHO et al., 2004, RODRIGUES & CASTRO, 2008; KRUPEK, 2010). Além disso, diante da elevada variabilidade de recursos hídricos, torna-se fundamental a construção de protocolos que levem em consideração as condições específicas da região onde estes corpos d'água estão inseridos para que sejam incorporados a sistemas de referência que auxiliarão na proposição de novas áreas de conservação e/ou na adoção de práticas de manejo que minimizem os impactos sob esses ecossistemas (CALLISTO et al., 2002; DILLENBURG, 2007).

Protocolos para avaliação rápida da integridade ambiental de rios e riachos são amplamente utilizados atualmente, permitindo a obtenção de dados em curto prazo e com custos reduzidos (CORGOSINHO et al., 2004; RODRIGUES & CASTRO 2008; KRUPEK, 2010). Para uma caracterização rápida de bacias hidrográficas, Callisto et al. (2002) propôs a aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats, utilizando como instrumento uma avaliação visual que possibilita a caracterização *in situ* da qualidade física global do habitat nos segmentos fluviais. O protocolo avalia um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas com base nas observações das condições do habitat, como tipo de substrato, integridade da mata ciliar, estabilidade das margens e presença de poluentes.

Muito além da praticidade e baixo custo, os protocolos de avaliação rápida podem representar um importante recurso de instrumentação didática para estudantes das áreas ambientais. Com isso, a aplicação destes protocolos nas práticas de campo estará fornecendo uma excelente ferramenta para os estudantes na sua atuação profissional, bem como poderá promover a discussão e o entendimento das características fundamentais dos ambientes lóticos. Além disso, enquanto instrumento complementar no monitoramento dos recursos hídricos, a utilização do protocolo exige que indicadores ambientais sejam criteriosamente desenvolvidos para esse fim, os quais devem caracterizar as condições dos sistemas lóticos (CALLISTO et al.,

2001; RODRIGUES & CASTRO 2008).

Ao contrário dos métodos de monitoramento de qualidade da água tradicionais, nos quais os valores dos parâmetros físico-químicos são obtidos através de equipamentos, muitas vezes sofisticados e de alto custo, na aplicação do protocolo não existe a necessidade de um aparelho que forneça uma pontuação para o atributo avaliado (RODRIGUES & CASTRO 2008). Segundo os autores, longe de apresentar caráter universal, os protocolos de avaliação rápida estão sujeitos a complementações e adequações de acordo com as especificidades regionais e locais. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi analisar a eficiência da utilização do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitat em atividades complementares de ensino e monitoramento por estudantes de graduação das áreas de ciências ambientais.

METODOLOGIA

O protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitat foi aplicado em um trecho de pequena ordem dos córregos Curral de Arame (22°13'16"S e 54°48'2"O, altitude de 413m) e Água Boa (22°14'0,21"S e 54°49'49,9"O, altitude de 399m), localizados no Município de Dourados (MS), os quais são importantes tributários do Rio Dourado. O córrego Água Boa apresenta várias alterações de origem antrópica, tendo sua nascente localizada no perímetro urbano do município de Dourados. O córrego Curral de Arame encontra-se em condições mais preservadas, tendo sua nascente e o seu percurso em uma área rural. Os córregos foram selecionados por apresentarem características morfométricas semelhantes, porém níveis de conservação distintos.

As atividades complementares de ensino foram realizadas entre 2010 e 2011, tendo como principal objetivo avaliar a eficiência da utilização de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitat em atividades de campo. As atividades foram realizadas com 40 estudantes do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do sul - UEMS; 47 estudantes do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN; e 27 estudantes do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; os cursos foram identificados como EA, CB 1 e CB 2, respectivamente. O protocolo foi aplicado em atividades de campo relacionado a disciplinas da grade curricular dos cursos de bacharelado em Engenharia Ambiental e Ciências Biológicas, como “ciências do ambiente”, “introdução à avaliação ambiental”, “atividades práticas em ambientes naturais” e “avaliação de impacto ambiental”. Os alunos analisaram individualmente as características dos locais após uma explicação breve da estrutura e funcionamento dos ecossistemas lóticos e, conseqüentemente, da utilização do protocolo.

O protocolo foi utilizado para caracterização das condições ecológicas que indicavam o nível de preservação dos locais, sendo aplicado e recolhido durante a atividade de campo para evitar possíveis trocas de resultados. Este protocolo foi desenvolvido por Callisto et al. (2002), modificado dos protocolos propostos pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA

1987) e Hannaford et al. (1997). A proposta de Callisto et al. (2002) baseia-se na quantificação de 22 parâmetros; os 10 primeiros parâmetros procuram avaliar as características dos trechos e os impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas (Quadro 1); os parâmetros de 11 a 22 foram adaptados do protocolo utilizado por Hannaford et al. (1997) e buscam avaliar as condições de habitat e níveis de conservação das condições naturais (Quadro 2). A pontuação para cada parâmetro é atribuída através da observação das condições do habitat. As pontuações finais refletem o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos da bacia estudada, onde de 0 a 40 pontos representam trechos “impactados”; 41 a 60 pontos representam trechos “alterados”; acima de 61 pontos, trechos “naturais”.

Para permitir avaliar as pontuações de cada um dos 22 parâmetros do protocolo foi adotado, para a presente pesquisa, o critério de ponto crítico, onde os valores iguais ou inferiores a 50% da pontuação foram considerados impactados e/ou alterados. Assim, os valores \leq que 2 do Quadro 1 e os valores \leq que 2,5 do Quadro 2 foram classificados como “pontos críticos”.

Para avaliar o grau de dificuldade ao interpretar/analisar cada parâmetro do protocolo pelos estudantes foi aplicada uma ficha de avaliação onde cada parâmetro foi pontuado de zero a dez. As notas abaixo de 3 foram atribuídas aos componentes de grande dificuldade; entre 4 e 6 de dificuldade moderada; entre 7 e 8 pouca dificuldade; e acima de 9 não apresentaram dificuldades na interpretação.

Para avaliar os parâmetros ambientais dos córregos foram selecionados três pontos para a amostragem (montante, médio e jusante). Em cada trecho de coleta foram mensuradas trimestralmente ao longo de um ano (maio de 2009 a abril de 2010) a largura, profundidade, velocidade da corrente e vazão dos córregos para a caracterização morfométrica. Quanto às variáveis limnológicas os parâmetros mensurados foram: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), potencial hidrogeniônico (pH); condutividade elétrica ($\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$); oxigênio dissolvido (mg/L); luminosidade (LUX); turbidez (FTU); todos os parâmetros foram medidos em campo com equipamento portátil. Os parâmetros ambientais dos trechos médio e jusante foram mensurados somente pelos pesquisadores com o propósito de fomentar as discussões. Somente o trecho montante foi acompanhado dos estudos juntamente com a avaliação do protocolo.

Para avaliar se houve diferença estatística nos parâmetros ambientais entre os córregos e nos resultados obtidos na aplicação e avaliação do protocolo pelos três cursos foi aplicada a análise de variância (One-Way ANOVA). O programa utilizado para análise dos dados foi o Statistica 7.0 (Statsoft Inc, Tulsa, OK, USA).

Quadro 1: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats modificado do protocolo da Agencia de Proteção Ambiental da cidade de Ohio EUA por Callisto et al. (2002).

Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 pontos
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 do seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada

3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alteração de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização 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	Moderado	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 de fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/ cascalho	Lama/ areia	Cimento/ canalizado

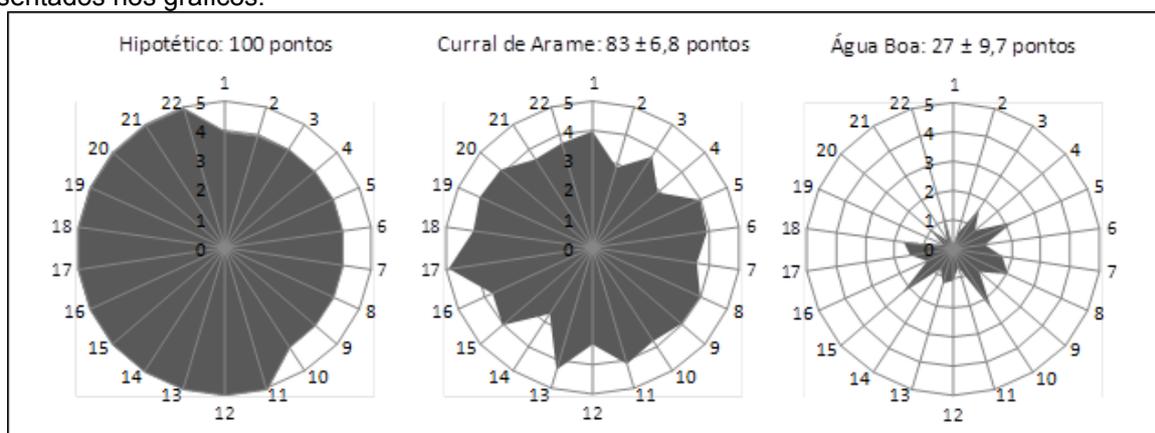
Quadro 2: Protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats modificado de Hannaford et al. (1997) por Callisto et al. (2002).

Parâmetros	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11- Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados (pedaços de troncos, submersos, cascalhos e 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 óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12- Extensão de rápidos.	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidos; remansos 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 menos do que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menos que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13- Frequências de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distâncias entre remansos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distâncias entre remansos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre remansos 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 > 25.
14- Tipos de substrato	Seixos abundantes (principalmente em nascentes de rios).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15- Deposição de lama	Entre 0 e 25 % do fundo coberto por lama (silte e argila).	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. Provavelmente, a correnteza arrasta tudo o material fino.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente 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 e 50 % do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, margens assoreadas; 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 modificação há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80 % do rio modificado.	Margens cimentadas; 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 vegetação ripária.	Acima de 90 % com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas, mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura 'normal'.	Entre 70 e 90 % com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura 'normal'.	Entre 50 e 70 % com vegetação ripária nativa, desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura 'normal'.	Menos de 50 % da vegetação ripária nativa; desflorestamento 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	Largura da vegetação	Largura da vegetação	Largura da vegetação	Largura da vegetação

da vegetação ripária.	ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc).	ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido atividade antrópica.
22- Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifíton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifíton abundantes e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas.
Soma				

RESULTADOS

Figura 1: Valor ideal hipotético e média \pm desvio padrão ($n=114$) do valor global do protocolo apresentados no título dos gráficos. Média ($n=114$) dos parâmetros de avaliação da diversidade de habitat dos riachos apresentados nos gráficos.



A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitat classificou o riacho Curral de Arame em “natural” e o riacho Água Boa em “impactado” (Figura 1). A análise de variância demonstrou existir diferença significativa entre os riachos analisados (ANOVA $F_{2,63} = 212,9$; $p < 0,001$).

Quando analisado cada um dos 22 critérios do protocolo observa-se que no riacho Curral de Arame todos os valores estiveram acima do ponto crítico, por outro lado, no riacho Água Boa todos os valores estiveram iguais ou inferiores ao ponto crítico (Figura 1).

Alguns dos parâmetros físicos e químicos da água corroboram a classificação do protocolo, uma vez que foi observada diferença significativa para oxigênio dissolvido e condutividade entre os riachos; o riacho Água Boa apresentou valores baixos de oxigênio dissolvido, enquanto que a condutividade elétrica da água foi dez vezes maior que o riacho Curral de Arame (Tabela 1).

Na análise do questionário utilizado para avaliar o grau de dificuldade apontado pelos estudantes na utilização do protocolo observou-se que os três cursos apresentaram pontuações semelhantes (Figura 2) não apresentaram diferença significativa (ANOVA $F_{2,17} = 0,21$; $p = 0,81$). Ainda foi observado que 55% dos parâmetros apresentaram “pouca dificuldade”, 45% “não apresentaram dificuldade na interpretação” e nenhuma resposta foi atribuída a “grande dificuldade” ou “dificuldade moderada” (Figura 3).

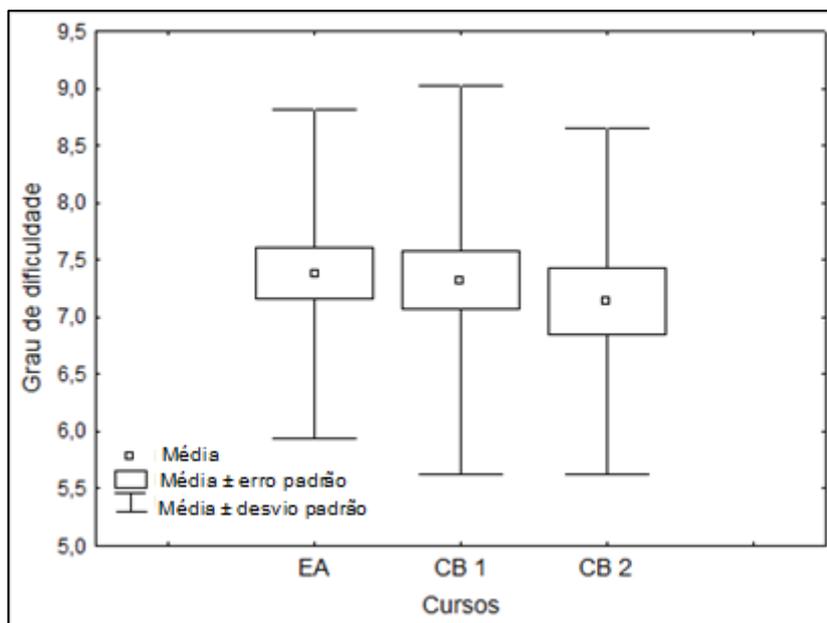


Figura 2: Média do grau de dificuldade atribuído ao protocolo pelos estudantes.

Tabela 1: Valor médio anual de temperatura da água (°C), potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica da água ($\mu\text{s}\cdot\text{s}^{-1}$), turbidez da água (NTU), velocidade da correnteza (m/s) e vazão ($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) dos córregos Curral de Arame e Água Boa. Resultados da Análise de Variância (One-Way ANOVA).

		° C	pH	mg/L	$\mu\text{s}\cdot\text{s}^{-1}$	NTU	m/s	$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$
Curral de Arame	Montante	21,4	7,6	7,6	46	13	0,13	0,06
	Média	21,6	7,7	8,1	56	17	0,34	0,31
	Jusante	20,7	7,7	7,8	55	23	0,36	0,61
Água Boa	Montante	25,2	7,3	5,5	207	31	0,22	0,05
	Médio	24,9	7,4	3,8	423	21	0,21	0,32
	Jusante	20,9	7,4	5,1	458	12	0,33	1,60
One-Way ANOVA	F _{1,22}	2,76	5,58	59,7	14,4	0,56	0,17	1,2
	p (α 0,05)	0,11	0,09	<0,05	<0,05	0,46	0,68	0,28

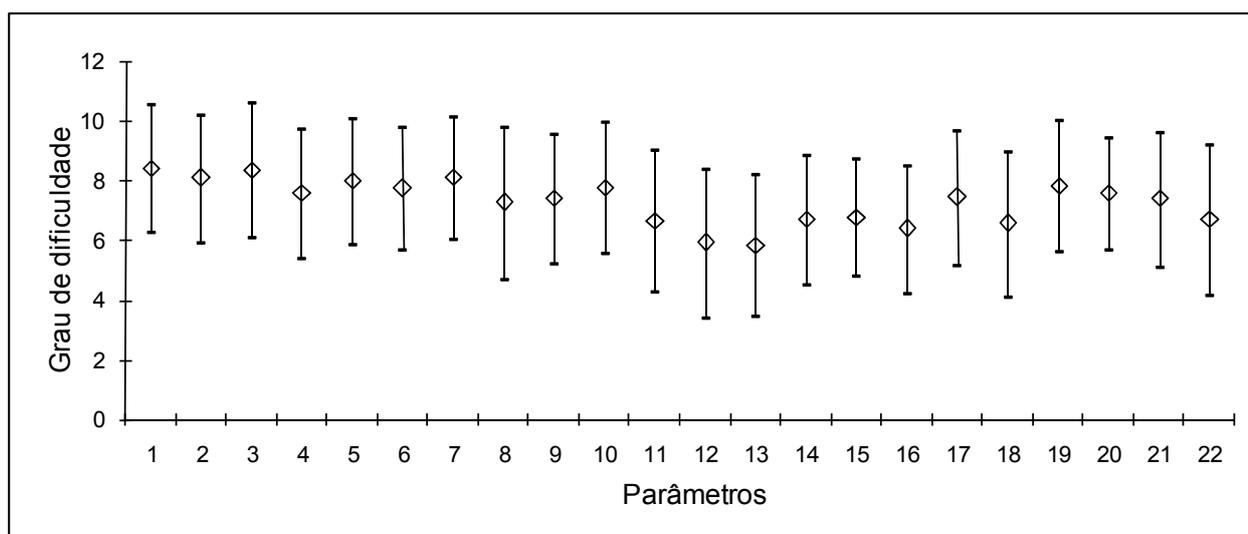


Figura 3: Média ± desvio padrão do grau de dificuldade de interpretação de cada parâmetro utilizado do PARDH.

DISCUSSÃO

Os riachos selecionados para o estudo e monitoramento dos ambientes lóticos pelos estudantes apresentaram, por meio do protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats, fortes evidências do impacto exercido pelas ações antrópicas. Da mesma forma, o oxigênio dissolvido e a condutividade elétrica da água corroboraram tais evidências. Estes parâmetros constituíram fortes indicadores de poluição, decorrentes de esgotos domésticos, industriais e alteração da mata ciliar, verificados no gradiente longitudinal do riacho Água Boa.

O oxigênio dissolvido, por exemplo, é vital para os seres aquáticos aeróbicos e o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (CALLISTO et al. 2001). Os valores de condutividade podem ser o resultado direto ou indireto do processo de decomposição destes despejos orgânicos. Por outro lado, os valores de velocidade da correnteza, vazão, temperatura e turbidez da água não apresentaram diferença significativa, porém foram fundamentais para demonstrar a similaridade morfométrica e de fluxo entre os riachos amostrados. Estes resultados, juntamente com os valores apresentados pelo protocolo demonstram a eficiência do material enquanto instrumentação didática e ferramenta de monitoramento ambiental, mesmo com sua utilização por pessoal com pouco treinamento.

Callisto et al. (2002), ao aplicar o mesmo protocolo constataram que, além de não haver diferença significativa no padrão de respostas obtidas entre os estudantes treinados e não treinados, o tempo utilizado na avaliação de cada trecho foi de apenas 20 a 30 minutos. Os estudantes do presente trabalho utilizaram aproximadamente 40 minutos, incluindo o tempo gasto com orientações e medições dos parâmetros ambientais. Assim, tanto os nossos resultados como os observados por Callisto et al. (2002) refletem um bom entendimento dos aspectos metodológicos utilizados na avaliação rápida de habitats, mesmo que em ambos os trabalhos tenham ocorrido somente uma breve orientação sobre a estrutura e funcionamento dos riachos.

Apesar do riacho Curral de Arame ter sido classificado como “natural” e o riacho Água Boa em “impactado, ambos apresentaram pontuações, entre os 22 critérios do protocolo, próximos aos valores limite de ponto crítico. No Curral de Arame dois critérios foram identificados próximos ao ponto crítico. O critério 4, por exemplo, apresentou 2,9 pontos e está relacionado à cobertura vegetal no leito (parcial). Já o critério 14, que apresentou 2,7 pontos, está relacionado ao tipos de substrato do leito (Seixos abundantes e cascalho comum). No entanto, a presença parcial de cobertura vegetal é um forte indício de um princípio de degradação local, exigindo, assim, ações preventivas ou mitigadoras. Por outro lado, no riacho Água Boa somente os critérios 5, 10 e 15 apresentaram pontuações próximas do limite, porém dentro do ponto crítico, entre 2,2 e 2,4 pontos. Tais critérios estão relacionados, respectivamente, ao odor da água (cheiro de esgoto), Tipo de fundo (Lama/ areia) e deposição de lama (Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama). Mesmo tratando-se dos melhores valores do riacho Água Boa, ainda são fortes indícios de degradação e deterioração do ambiente.

A utilização do protocolo de diversidade de habitat como atividade complementar de ensino foi, uma importante ferramenta de instrumentação didática no monitoramento e avaliação de bacias hidrográficas. A baixa variabilidade nas respostas entre os estudantes e entre os cursos, demonstram a eficácia da ferramenta, mesmo com pouco treinamento.

Minatti-Ferreira e Beaumord (2006), Rodrigues e Castro (2008) e Krupek (2010) apontam que, dentre os aspectos positivos apresentados pelos protocolos de avaliação rápida, está o fato de que o método pode ser estendido a pessoas de qualquer segmento social, bastando para isso um treinamento prévio ou instruções mínimas que permitam que seja aplicado sem grandes divergências. Minatti-Ferreira e Beaumord (2006), semelhante ao que foi observado nesse estudo, constataram que o padrão de respostas dos avaliadores poucas vezes apresentou distorções ou divergências entre os itens nos locais avaliados, indicando assim que o protocolo utilizado apresenta a confiabilidade necessária para aplicações dessa natureza.

Através do desvio nas médias do protocolo, 6,8 no Cural de Arame e 9,7 no Água Boa, foi possível inferir que os alunos encontraram mais facilidade em visualizar os parâmetros do riacho em melhor estado de conservação, o que poderia indicar a necessidade de um treinamento mais aprofundado para identificar e apontar os possíveis parâmetros impactantes. Segundo Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) e Krupek (2010), um dos pontos positivos do protocolo está na oportunidade de educar para identificar, localizar e reconhecer fontes poluidoras e aspectos degradantes do riacho, que é de extrema importância para o sucesso de programas de monitoramento ambiental. Além disso, semelhante ao ocorrido no estudo de Callisto et al. (2002), os alunos solicitaram em campo uma explicação mais detalhada sobre a estrutura e funcionamento de riachos. Esta procura dos alunos por informações nos remete a idéia de que o método de avaliação rápida, com base na avaliação visual, constitui-se em uma importante ferramenta no treinamento de pessoal e capacitação de profissionais especializados e capazes de atuar em projetos de avaliação de impacto ambiental (CALLISTO et al. 2002). Apesar da eficiência metodológica constatada, para uma melhor interpretação das condições ecológicas analisadas, fazem-se necessárias mais atividades de campo que oportunizem conhecer as características físicas, químicas e morfométricas dos ecossistemas aquáticos.

Assim, quando analisado o questionário sobre o grau de dificuldade de interpretação do protocolo não foi apontada qualquer tendência que indicasse falta de clareza ao entendimento do mesmo, pois os estudantes consideraram que os parâmetros do protocolo apresentaram pouca ou nenhuma dificuldade de interpretação. Certamente, tais resultados parecem um tanto redundantes, uma vez que foram apontadas elevados desvios das médias do riacho Água Boa, e que indicaram a necessidade de uma abordagem metodológica mais detalhada. Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) também constataram que a avaliação do protocolo por pessoas mais experientes resultou numa menor variação no padrão de respostas, o que prevê maior eficiência ao método.

Quanto à eficiência global do protocolo, torna-se relevante uma análise mais detalhada de alguns parâmetros. Um dos motivos para a aplicação do protocolo neste estudo somente em trechos de pequena ordem reside no fato de que alguns parâmetros podem apresentar características intrínsecas para estes trechos. Alguns dos critérios utilizados, por exemplo, como tipos de fundo, extensão e frequência de rápidos, tipos de substrato, deposição de lamias e sedimentos e presença de plantas aquáticas, alteram-se naturalmente conforme se observa um aumento na ordem do riacho. À medida que um rio avança para terrenos menos íngremes, a velocidade da água diminui e os mesmos começam a apresentar características como sinuosidade, profundidade e volume (RODRIGUES et al. 2010). Em ambientes lóticos de cerrado, onde os terrenos são consideravelmente mais planos nos trechos jusante, tais características são bem evidentes.

Nos trechos jusante dos riachos avaliados nesta pesquisa, nos critérios supracitados provavelmente seria utilizada a pontuação zero, o qual poderia diminuir em até 35 pontos o resultado final. Com isso, os valores de 83 pontos que classificaram o córrego Curral de Arame em “natural”, sendo 26 pontos somente dos parâmetros 11 a 16 e 22, seria reduzido ao valor final de 57 pontos, passando a ser considerado um trecho “alterado”. Neste aspecto, novas pesquisas serão necessárias para avaliar possíveis distorções nas respostas dos estudantes na aplicação do protocolo em diferentes trechos ao longo do contínuo dos rios. Além disso, faz-se necessária uma nova análise do grau de dificuldade destes estudantes em identificar e reconhecer as características de trechos de maior ordem, onde os critérios mencionados, mesmo em condições naturais, não são tão evidentes.

Conforme argumentado por Minatti-Ferreira e Beaumord (2006), apesar da sua grande utilidade, são poucos os métodos de avaliação desenvolvidos que tenham aplicação em avaliações de estado de preservação regionais ou mesmo local. Por outro lado, quanto maior o número de informações obtidas nos diferentes ecossistemas lóticos com todas as suas particularidades regionais e/ou local, maior a possibilidade de obtenção de um sistema de referência que consiga tornar a avaliação ambiental mais eficiente.

CONCLUSÕES

O protocolo aqui utilizado constitui-se em uma ferramenta simples e dinâmica para atividades de campo e, principalmente, um eficiente recurso didático para explorar questões relacionadas à avaliação da integridade de ambientes lóticos. O protocolo é útil em atividades de ensino de graduação, na formação de profissionais nas áreas de ecologia e ciências ambientais, mesmo com pouco treinamento na área de estudo. No entanto, enquanto instrumentação global para avaliação de impacto ambiental de bacias hidrográficas tornam-se necessários novos estudos, principalmente no que tange os aspectos locais e regionais dos ambientes lóticos.

REFERÊNCIAS

- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M.. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.6, n.1, p.71-82, 2001.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M.. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.14, n.1, p.91-98, 2002.
- CORGOSINHO, P. H. C.; CALIXTO, L. S. F.; FERNANDES, P. L.; GAGLIARDI, L. M.; BALSAMÃO, V. L. P.. Diversidade de habitats e padrões de diversidade e abundância do bentos ao longo de um afluente do reservatório de Três Marias, MG. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, n. 2, p.227-232, 2004.
- DILLENBURG, A. K.. A importância do monitoramento ambiental na avaliação da qualidade de um rio – estudo de caso – Mercedes-PR. **Revista Urutágua**, v.12, p.01-10, 2007.
- EPA. **Biological criteria for the protection of aquatic life**. In: SURFACE WATER MONITORING: A FRAMEWORK FOR CHANGE, Columbus: Division of Water Quality Monitoring and Assessment, 1987.
- HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H.. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v.16, n.1 p.853-860, 1997. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1468176>
- KRUPEK, R. A. . Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. **Ambiência**, v.6, p.147-158, 2010
- MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C.. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v.7, n.1, p.39-47, 2006.
- RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolo de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.13, n.1, p.161-170, 2008.
- RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A.. A importância da avaliação do habitat no monitoramento da qualidade dos recursos hídricos: uma revisão. **Revista Saúde e Biologia**, v.5, p.26-42, 2010.