

UTILIZAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE IMPACTO AMBIENTAL EM SISTEMAS LÓTICOS DO SUL DO BRASIL

Eduardo A. Lobo¹
José Guilherme Voos¹
Edson Fiedler de Abreu Júnior¹

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi aplicar o protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats proposto por Callisto *et al.* (2002), para trechos de bacias no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG, e Parque Nacional da Bocaina, RJ, na sub-bacia do Rio Pardinho, RS, visando desenvolver um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental, eficiente, de fácil utilização, capaz de refletir o impacto ambiental local. A avaliação teve como critério de comparação a precisão das respostas para cada pergunta do protocolo, medida em termos do desvio-padrão. Desta forma, houve um comparativo entre os resultados obtidos a partir da aplicação do protocolo original e após modificações terem sido incorporadas no novo protocolo. Os resultados da aplicação do protocolo original demonstraram que houve uma alta variabilidade nas respostas para cada uma das 22 questões, o que pode ser explicado considerando o fato de este protocolo ter sido desenvolvido para bacias hidrográficas com características distintas da sub-bacia do Rio Pardinho. Desta forma, reformulou-se o protocolo original, modificando, incluindo ou retirando questões que não se aplicavam à situação local. Assim, dos 22 tópicos do protocolo original, um total de 12 questões foram elaboradas, visando atender as características dos cursos d'água da região. Comparando os resultados, verificou-se que houve uma redução significativa (91,3%) do desvio-padrão médio antes e depois das modificações, passando de uma média igual a 6,9 pontos para 0,6 pontos. Estes resultados demonstram que o aumento significativo na precisão deste novo protocolo vem garantir a eficiência na avaliação rápida do impacto ambiental predominante na bacia.

Palavras-chave: Impacto Ambiental. Sistemas Lóticos. Protocolo de Avaliação.

¹ Laboratório de Limnologia, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS (lobo@unisc.br).

USE OF A PROTOCOL FOR RAPID ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL IMPACT IN LOTIC SYSTEMS FROM SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT

The main objective of this study was to apply the protocol for rapid assessment of habitat diversity proposed by Callisto et al. (2002), for stretches of rivers in the Parque Nacional da Serra do Cipo, MG, and Parque Nacional da Bocaina, RJ, in the sub-basin of Rio Pardo, RS, aiming to develop an efficient protocol for rapid assessment of environmental impact, easy to use, capable of reflecting the local environmental impact. The evaluation criterion was to compare the precision of answers to each question of the protocol, measured in terms of standard deviation. Thus, there was a comparison between the results obtained from the application of the original protocol and after modifications have been incorporated in the new protocol. The results of implementing the original protocol showed that there was a high variability in the responses to each of the 22 questions, which can be explained considering the fact that this protocol has been developed for watersheds with different characteristics of the sub-basin of Rio Pardo. In this way, the original protocol was reformulated by changing, adding or removing questions that were not applicable to local circumstances. Thus, from the 22 topics of the original protocol, a total of 12 questions were elaborated, aiming to meet the characteristics of the watercourses in the region. Comparing the results, it was found that there was a significant reduction (91.3%) of the average standard deviation before and after the modifications, from a mean of 6.9 points to 0.6 points. These results demonstrate that the significant increase in the precision of this new protocol will ensure the efficiency in the rapid assessment of environmental impact predominant in the basin.

Keywords: Environmental Impact. Lotic Systems. Assessment Protocol.

INTRODUÇÃO

No Brasil, apesar de detentor de 8% de toda a água doce do mundo, a maioria do volume disponível (80%) está na região amazônica, e o remanescente (20%), encontra-se desigualmente dividido entre as demais regiões, nas quais vivem 95% da população brasileira (UNEP-IETEC, 2001). No Estado do Rio Grande do Sul, por sua vez, as altas densidades populacionais e a multiplicidade de atividades industriais e agrícolas expõem a maioria das bacias hidrográficas a um aumento do impacto ambiental, especialmente poluição por esgoto doméstico, fertilizantes químicos e resíduos industriais (Salomoni *et al.*, 2006).

De fato, recentes trabalhos de monitoramento ambiental em sistemas hídricos da Bacia Hidrográfica do Guaíba, RS, têm demonstrado que os mesmos já apresentam sinais evidentes de contaminação orgânica e eutrofização (Lobo *et al.*, 2002, 2004a,b,c,d, 2010; Oliveira *et al.*, 2001; Rodrigues e Lobo, 2000; Wetzel *et al.*, 2002; Hermany *et al.*, 2006; Salomoni *et al.*, 2006, Dupont *et al.*, 2007). Ainda, segundo Tundisi (2006), esta condição caracteriza de forma generalizada os cursos d'água em toda a região Sul do Brasil, conforme resultados obtidos pelo Projeto Brasil das Águas. Para a realização destas pesquisas, entretanto, é necessário um forte investimento em recursos financeiros, pessoal capacitado e disponibilidade de tempo.

Por esses motivos, enfoques de avaliação qualitativa rápida de habitats têm sido desenvolvidos para descrever a qualidade holística do habitat físico de ecossistemas aquáticos (Hannaford *et al.*, 1997). Estas técnicas incorporam uma série de atributos do habitat, os quais são pontuados ao longo de um gradiente numérico de ótimo a ruim, baseado na inspeção visual ou em uma quantidade mínima de medidas. Estas técnicas visam avaliar a estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos, contribuindo para o manejo e conservação dos mesmos, a partir da aplicação de protocolos simplificados com parâmetros de fácil entendimento e utilização (Callisto *et al.*, 2002). Avaliações rápidas têm-se tornado um método popular para avaliar a qualidade de ambientes aquáticos e do habitat em sistemas lóticos da América do Norte, sendo que um dos motivos para esta popularidade é a facilidade de operação e a reduzida expertise técnica requerida para fazer uma avaliação (Hannaford & Resh, 1995).

No Brasil, Callisto *et al.* (2002) apresentaram um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats, modificado da proposta de Hannaford *et al.* (1997) e da Agência Nacional de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987), adaptando-o as condições dos ecossistemas lóticos nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Os resultados obtidos da aplicação do protocolo em aulas práticas de graduação em Ciências Biológicas e pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de Minas Gerais, em trechos de bacias no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG, e Parque Nacional da Bocaina, RJ, indicaram que não houve 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 pesquisa, ensino e na formação de profissionais nas áreas de Ecologia e Ciências Ambientais.

Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho foi aplicar o protocolo proposto por Callisto *et al.* (2002) na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, objetivando adaptar o mesmo às condições ambientais locais, na tentativa de desenvolver um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental eficiente, de fácil utilização, capaz de refletir o impacto ambiental local predominante na bacia.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Pardo situa-se na região central do Estado do Rio Grande do Sul, sendo uma das principais contribuintes da margem esquerda do Rio Jacuí, na Região Hidrográfica do Guaíba (Figura 1). Possui formato alongado na direção norte-sul, com extensão máxima de 115 km e largura média de 35 km. As nascentes do Rio Pardo encontram-se na borda do Planalto, no município de Barros Cassal, sendo que o curso principal do rio desenvolve-se parcialmente ao longo das escarpas ou degraus do Planalto atingindo posteriormente as coxilhas e a planície formadora da Depressão Central. As duas principais vertentes formadoras da bacia consistem na do Rio Pardo e na do Pardinho. A sub-bacia do Rio Pardinho (1.088,7 km²) responde por 29% da área total da bacia, sendo os restantes 71% (2.660,6 km²) correspondentes à sub-bacia do próprio Rio Pardo (COMITE PARDO, 2010).

Ao longo da sub-bacia do Rio Pardinho, foram selecionados três pontos de coleta para aplicação do protocolo. O ponto P1 localiza-se no Rio Pardinho, município de Sinimbu, correspondendo à parte alta da Bacia, enquanto que os pontos P2 e P3 localizam-se no Arroio Preto, tributário do Rio Pardinho no município de Santa Cruz do Sul (Fig. 2).

Amostragem/Análise dos dados

Ao todo, 20 grupos de estudantes das disciplinas de Ecologia e Análise de Dados, dos cursos de Ciências Biológicas e Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) aplicaram as avaliações no decorrer do segundo semestre de 2008. Inicialmente, 5 grupos aplicaram o protocolo de Callisto *et al.* (2002), nos pontos de coleta P1 e P3. Em seguida, 10 grupos, divididos em duas ocasiões diferentes, aplicaram o mesmo protocolo no ponto de coleta P3. Assim, cada grupo obteve um valor de impactação para o local avaliado, e a partir destes valores calculou-se a média, desvio-padrão e coeficiente de variação em cada amostragem. Calcularam-se, também, as médias e os desvios-padrão das respostas de cada item.

Com base nos resultados obtidos nestas primeiras 15 avaliações, as questões que apresentaram os maiores desvios-padrão, bem como as questões que não correspondiam com as condições locais, foram reavaliadas, modificadas ou descartadas. Ainda, novas modificações pertinentes às condições regionais foram incluídas. Após estas modificações, novas avaliações foram realizadas, sendo que desta vez 5 grupos aplicaram o protocolo modificado nos pontos de coleta P2 e P3, tendo sido novamente calculada a média, desvio-padrão e coeficiente de variação das respostas de cada grupo em cada

amostragem.

A avaliação final teve como critério de comparação a precisão das respostas para cada pergunta, medida em termos do desvio-padrão. Desta forma, houve um comparativo entre os resultados obtidos a partir da aplicação do protocolo original de Callisto *et al.* (2002), com os resultados obtidos nas avaliações após as modificações terem sido incorporadas ao protocolo.

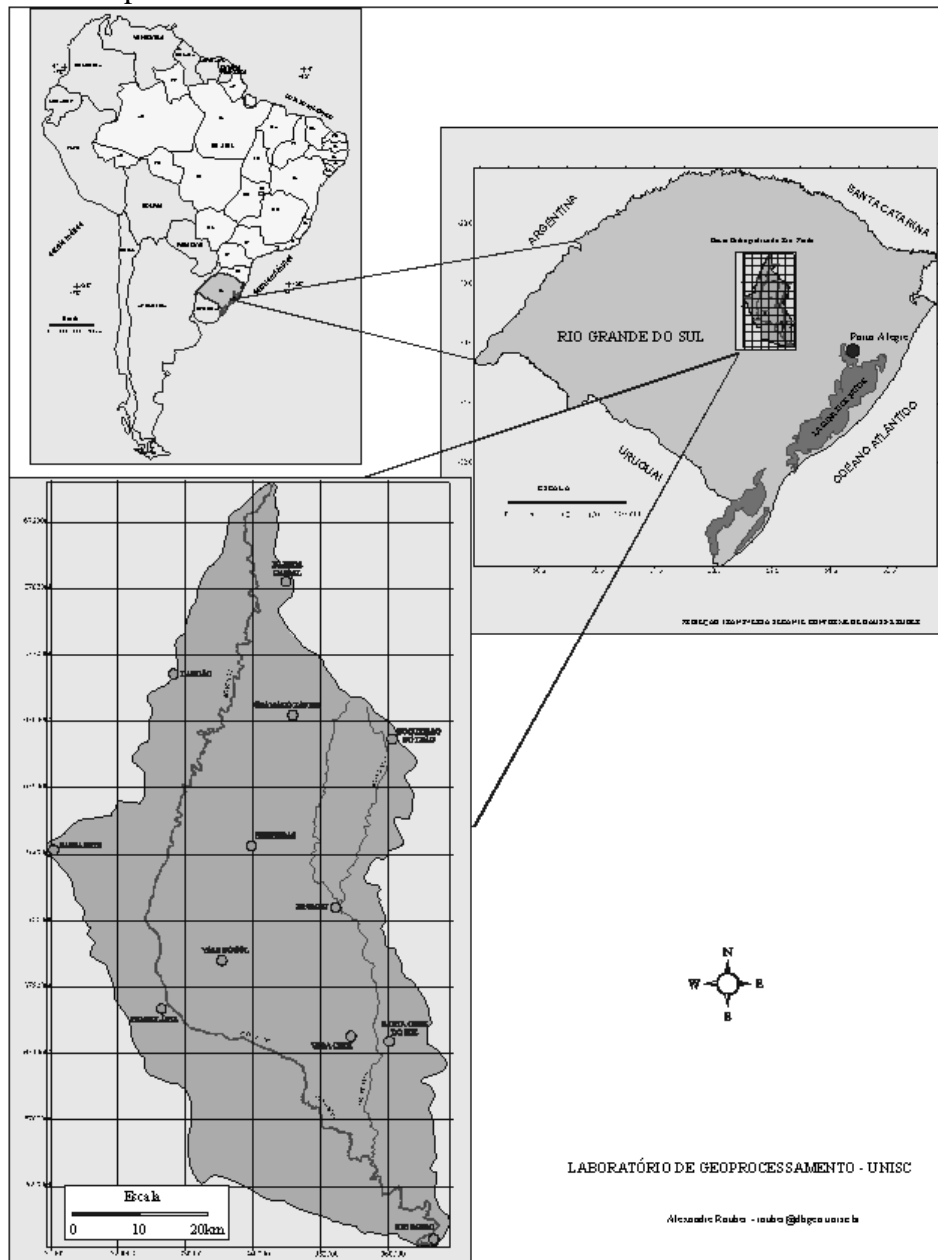


Figura 1. Mapa da Área de Estudo, destacando a localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil.

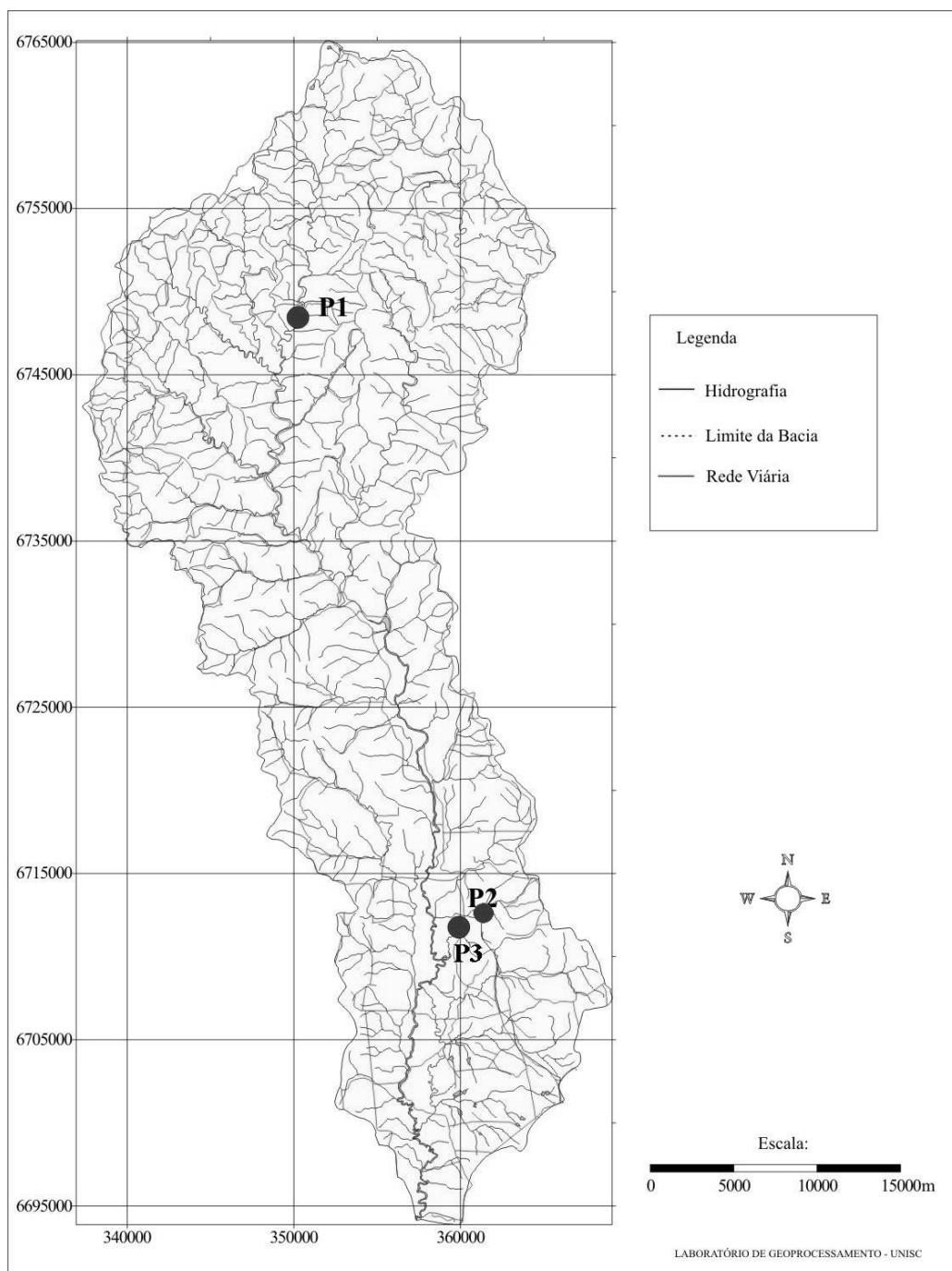


Figura. 2. Mapa da área de estudo mostrando a localização dos pontos de coleta P1, P2 e P3 na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Pardinho, RS, Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros testes realizados com o Protocolo original demonstraram que no ponto de coleta P1 o desvio padrão foi de 4,5 pontos (Coeficiente de Variação, CV: 5,2%), no ponto de coleta P3 o desvio-padrão foi de 5,0 pontos (CV: 12,7%). Na segunda amostragem, realizada no ponto de coleta P3, obteve-se um desvio-padrão de 6,8 pontos (CV: 26,6%) e na terceira amostragem, também no P3, o desvio-padrão foi de 10,2 pontos (CV: 30,5%) (Fig. 3).

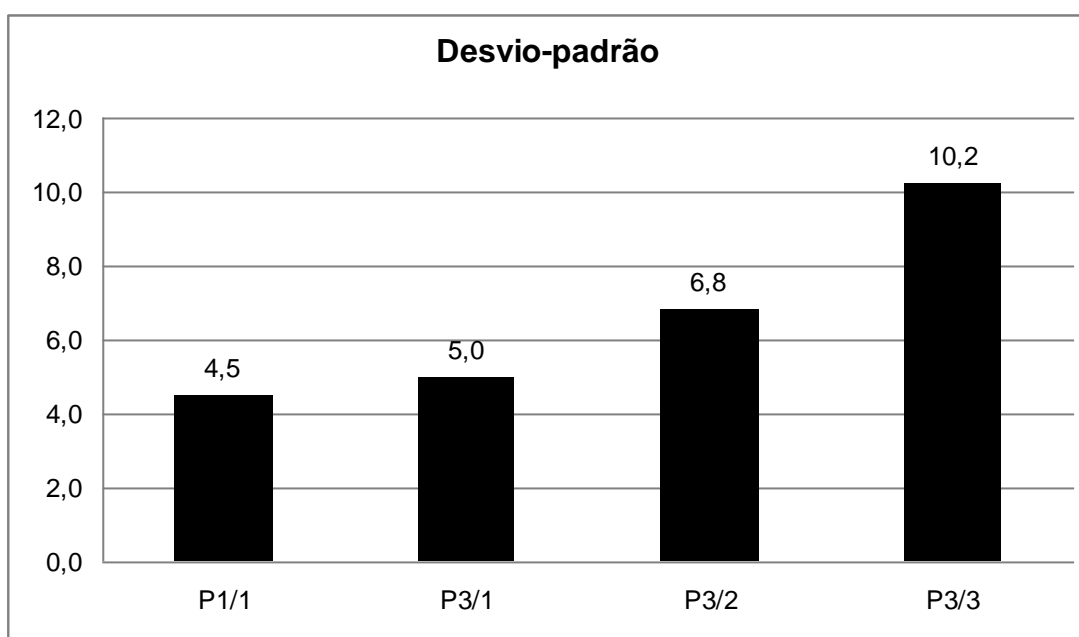


Figura 3. Desvios-padrão das 4 avaliações feitas nos pontos de coleta P1 e P3, nas amostragens 1, 2 e 3, utilizando o protocolo original proposto por Callisto *et al.* (2002).

Os altos valores de desvios-padrão obtidos podem ser explicados considerando o fato de este protocolo ter sido desenvolvido para bacias hidrográficas com características distintas da sub-bacia do Rio Pardinho. Partindo deste princípio reformulou-se o protocolo original, modificando, incluindo ou retirando questões que não se aplicavam à situação local. A figura 4 mostra as variações em relação a cada tópico do protocolo aplicado, apresentando o desvio-padrão individual de cada tópico. Destes, destacaram-se por apresentar os mais altos desvios os tópicos 4 (Cobertura vegetal no leito), 10 (Tipos de fundo), 13 (Frequência de rápidos), 15 (Deposição da lama), 16 (Depósitos sedimentares), 17 (Alterações no canal do rio) e 18 (Características do fluxo das águas).

Desta forma, dos 22 tópicos do protocolo original, 8 foram mantidos na íntegra,

sendo que os demais foram reformulados visando atender as características dos cursos d'água da região (Tabela 1). O parâmetro 1 (Tipo de ocupação das margens do corpo da água) permaneceu o mesmo. O parâmetro 2 (erosão próxima e/ou nas margens do rio) foi excluído, pois já era contemplado no parâmetro 20 (Estabilidade das margens). O parâmetro 3 (Alterações antrópicas) tornou-se o 2 (Impactos antrópicos na margem) no novo protocolo. Os parâmetros 4 (Cobertura vegetal no leito) e 22 (Presença de plantas aquáticas), por se tratarem de parâmetros muito semelhantes, foram agrupados em um novo parâmetro numerado 6 (Presença de plantas aquáticas).

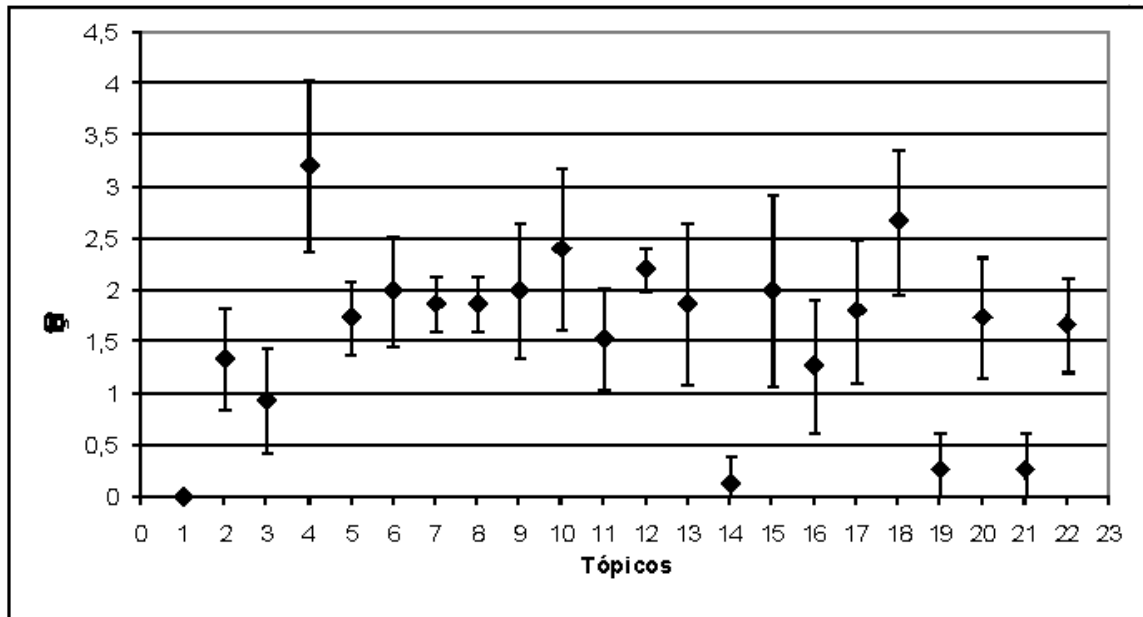


Figura 4. Desvios-padrão dos 22 tópicos do protocolo antes das modificações.

Os parâmetros 5 (Odor da água) e 8 (Odor do sedimento) foram agrupados no tópico 4 (Odor da água e/ou sedimento), pelo fato de que um contaminante (que apresente odor característico) às margens de um curso de água, virá afetar necessariamente a qualidade de suas águas. Os parâmetros 6 (Oleosidade da água) e 9 (Oleosidade do fundo) foram, pelo mesmo motivo anterior, agrupados no tópico de número 5 (Oleosidade da água e/ou sedimento). O tópico 7 (Transparência da água) foi excluído por tratar-se de uma medida que mesmo a olho nu torna-se dúbia, pois na região grande parte dos rios apresenta cor turva pelo fato de carregar muito sedimento. Os tópicos 10 (Tipo de fundo: pedras, cascalhos, etc.) 11 (Tipos de fundos: diversificação de habitats) tornaram-se o 7 (Tipo de Fundo) e 8 (Diversidade de Habitats), respectivamente. Os tópicos 12 (Extensão dos rápidos) e 13 (Frequência dos rápidos) foram excluídos pelo fato de os rios da região não apresentarem rápidos, uma vez que a grande maioria situa-se na Planície Central do Estado do RS. O tópico 14 (Tipos de substratos) era já

contemplado pelo tópico 10, sendo então excluído. O tópico 15 (Deposição de lama) tornou-se o número 9 (Deposição da lama). O tópico 16 (Depósitos sedimentares) foi excluído por ser semelhante ao anterior e principalmente por ser uma medida difícil de ser valorada, mesmo que visualmente. O tópico 17 (Alterações no canal do rio) tornou-se o 10 (Alterações no canal do rio). O tópico 18 (Características do fluxo das águas) foi excluído por apresentar-se muito semelhante ao anterior. Os tópicos 19 (Presença de mata ciliar) e 20 (Estabilidade das margens) tornaram-se o 11 (Presença de mata ciliar) e 12 (Estabilidade das margens), respectivamente.

Após as modificações, o protocolo foi aplicado em dois pontos de coleta, P2 com um desvio-padrão de 0,4 pontos (CV: 1%) e P3, com um desvio-padrão de 0,9 pontos (CV: 18,2%). Em geral os valores dos coeficientes tiveram uma redução eficiente, uma vez que ao comparar com os valores dos coeficientes do protocolo original, verificou-se que houve uma redução de 48,8%, passando de uma média igual a 18,8% para 9,6%.

Tabela 1. Relação entre os tópicos antigos (protocolo original) e modificados.

Tópicos novos	Tópicos antigos	Tópicos excluídos
1	1	2
2	3	7
3 (tópico novo)	-	12
4	5 + 8	13
5	6 + 9	14
6	4 + 22	16
7	10	18
8	11	-
9	15	-
10	17	-
11	19	-
12	20	-

Conforme mostra a Figura 5, após as modificações verificou-se que os desvios-padrão dos tópicos individualmente foram baixos na sua grande maioria (75%), sendo que apenas 3 tópicos apresentaram desvios-padrão mais altos, o tópico 6 (Presença de plantas aquáticas), 7 (Tipos de fundo) e 8 (Diversidade de habitats). No entanto isso deve-se ao fato de não haver sido realizada uma breve capacitação antes das amostragens com o novo protocolo, o que provavelmente diminuiria essa variação, já que os tópicos referem-se a questões específicas de difícil avaliação por pessoas que não tenham um conhecimento básico na área de ecologia de rios.

A Figura 6 apresenta os desvios-padrão das 6 avaliações feitas nos pontos de coleta P1, P2 e P3, nas amostragens 1, 2, 3 e 4, sendo que em preto apresentam-se os desvios obtidos a partir da aplicação do protocolo original de Callisto *et al.* (2002), e em

cinza os desvios-padrão depois das modificações incorporadas ao protocolo. Comparando os resultados, verificou-se que houve uma redução significativa do desvio-padrão médio antes e depois das modificações, igual a 91,3%, passando de uma média igual a 6,9 pontos para 0,6 pontos. Estes resultados demonstram que o significativo aumento da precisão deste novo protocolo vem garantir a eficiência na avaliação rápida do impacto ambiental local predominante na bacia. O novo protocolo apresenta-se na Tabela 2.

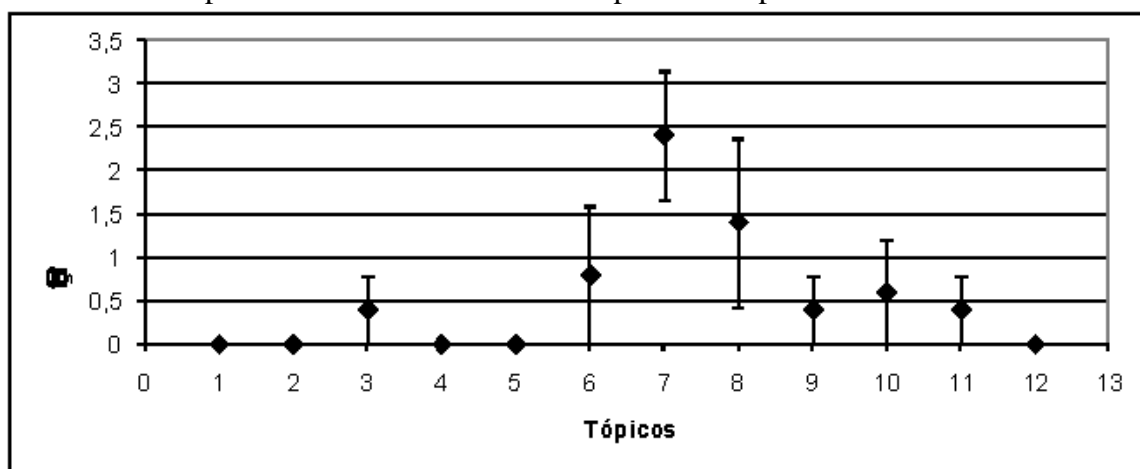


Figura 5. Desvios-padrão dos 12 tópicos do protocolo após as modificações.

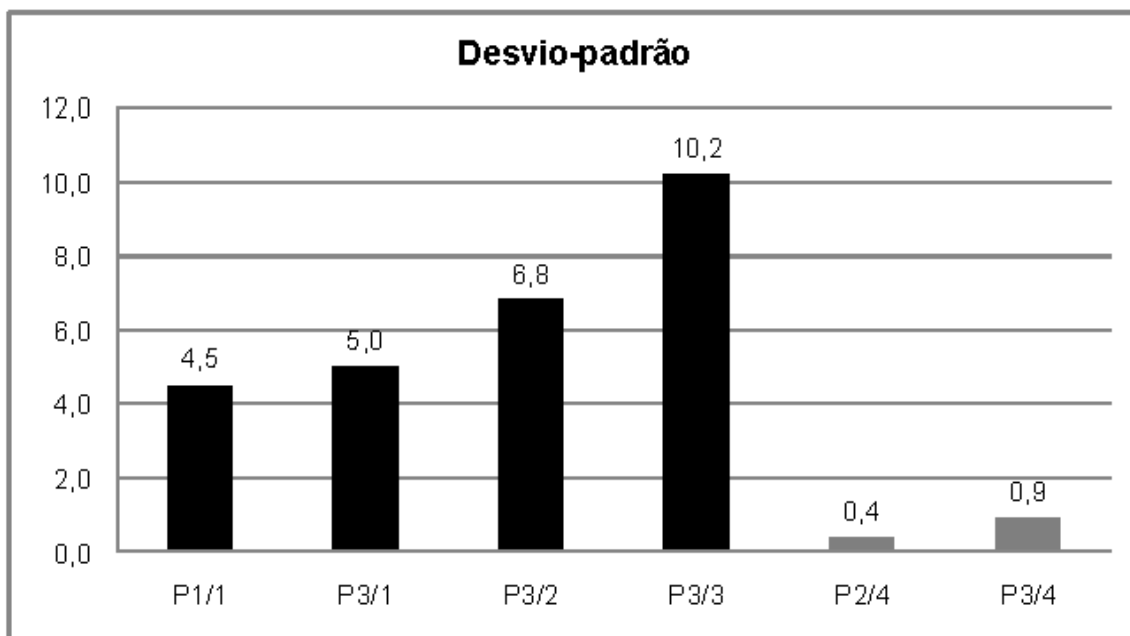


Figura 6. Desvios-padrão das 6 avaliações feitas nos pontos de coleta P1, P2 e P3, nas amostragens 1, 2, 3 e 4. Em preto os desvios antes das modificações no protocolo, e em cinza os desvios-padrão depois das modificações.

Os resultados obtidos da aplicação do protocolo de Callisto *et al.* (2002) em trechos de bacias no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG, e Parque Nacional da Bocaína, RJ, indicaram que não houve diferenças significativas entre os resultados da aplicação do protocolo comparando-se estudantes com um treinamento prévio em ecologia de rios, e estudantes sem treinamento, distintamente dos resultados apresentados por Hannaford *et al.* (1997), os quais concluíram que o treinamento para avaliação de uma ampla gama de habitats é fundamental na implementação de protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats.

Na presente pesquisa, os resultados obtidos demonstraram a eficiência da aplicação deste novo protocolo adaptado para uma avaliação rápida do impacto ambiental local predominante na bacia, entretanto das doze questões formuladas, 3 tópicos apresentaram desvios-padrão mais elevados, em média 1,7 pontos comparativamente aos tópicos que apresentaram baixos desvios-padrão, em média 0,4 pontos. Essa diferença, entretanto, deve-se ao fato desses tópicos serem questões específicas de difícil avaliação por pessoas que não tenham um conhecimento básico na área de ecologia de rios. Sugere-se, da mesma forma como assinalado por Hannaford *et al.* (1997), a realização de uma breve capacitação antes da utilização deste novo protocolo, no intuito de aumentar a precisão da amostragem.

Todavia, conforme Callisto *et al.* (2002), este método de avaliação visual se constitui em importante ferramenta no treinamento de profissionais capazes de atuar em projetos de avaliação de impacto ambiental. Ainda, pode ser útil em atividades de ensino, pesquisa e extensão para alunos da área das Ciências Ambientais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos estudantes das disciplinas de graduação em Ecologia e Análise de Dados, dos cursos de Ciências Biológicas e Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), pela participação na aplicação dos protocolos, no decorrer do segundo semestre de 2008.

Tabela 2. Protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos sul brasileiros.

Código do ponto de coleta:	
Local:	
Data:	
Município:	
Corpo Hídrico:	
Bacia Hidrográfica:	
Coordenadas UTM:	
Altitude (m):	
Condições do tempo:	() seco () chuvoso () chuvas esparsas/úmido

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. Impactos antrópicos na margem	Ausente	Moderada	Acentuada (fábricas, siderúrgicas, canalização, retilização de curso do rio, esgoto, lixo)
3. Impactos antrópicos no leito	Ausente (livre de qualquer material em suspensão/lixo)	Moderada	Acentuada
4. Odor da água e/ou do sedimento	Ausente	Moderada	Acentuada (ovo podre, óleo/ industrial)
5. Oleosidade da água e/ou do sedimento	Ausente	Moderada	Acentuada
6. Presença de plantas aquáticas	Parcial	Total	Ausente
7. Tipo de fundo	Pedras/ Cascalho/Areia	Lama/areia	Cimento/canalização

Tabela 2. Continuação.

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 PONTOS	3 PONTOS	2 PONTOS	0 PONTOS
8. Diversidade de habitats	Mais de 50% com habitats diversificados (pedaços de troncos submersos, cascalho, remansos, folhiço ou outros habitats estáveis).	30 a 50% de habitats diversificados.	10 a 30% de habitats diversificados.	Menos que 10% de habitats diversificados.
9. Deposição da 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.
10. 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.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
11. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento.	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente, mas não afetando o desenvolvimento da vegetação.	Entre 50e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada.	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
12. 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. Canalização.

Pontuação**Nível de Perturbação**

0 - 22

Impactado

23 – 32

Alterado

> 32

Natural

REFERÊNCIAS

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

COMITE PARDO. Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo Disponível em: <http://www.comitepardo.com.br/bacia_riopardo.htm>. Acesso em: 20 de Dezembro de 2010.

DUPONT, A.; LOBO, E. A.; COSTA, A. B.; SCHUCH, M. Avaliação da Qualidade da Água do Arroio do Couto, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. *Caderno de Pesquisa Série Biologia*, Santa Cruz do Sul, 19(1): 56-74. 2007.

EPA. (Environment Protection Agency). *Biological criteria for the protection of aquatic life*. Division of Water Quality Monitoring and Assessment. Columbus v. I-III, 120p. (Surface Water Section). 1987.

HANNAFORD, M. J.; RESH, V. H. Variability in macroinvertebrate rapid-bioassessment survey and habitat assessments in a northern California stream. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 14(3): 430-439. 1995.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessment of stream habitat. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 16(4): 853-860. 1997.

HERMANY, G.; SCHWARZBOLD, A., LOBO, E. A.; OLIVEIRA, M. A. Ecology of the epilithic diatom community in a low-order stream system of the Guaíba hydrographical region: subsidies to the environmental monitoring of southern Brazilian aquatic systems. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(1): 25-40. 2006.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L.; BENDER, P. *Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 127 p. 2002.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L.; HERMANY, G.; BES, D.; WETZEL, C. E.; OLIVEIRA, M. A. Use of epilithic diatoms as bioindicator from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16(1): 25-40. 2004a.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L.; HERMANY, G.; GOMEZ, N.; ECTOR, L. Review of the use of microalgae in South America for monitoring rivers, with special reference to diatoms. *Vie et Milieu*, France, 53(2/3): 35-45. 2004b.

LOBO, E. A.; BES, D.; TUDESQUE, L.; ECTOR, L. Water quality assessment of the Pardino River, RS, Brazil, using epilithic diatom assemblages and faecal coliforms as biological indicators. *Vie et Milieu*, France, 53(2/3): 46-53. 2004c.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L.; WETZEL, C. E.; HERMANY, G.; BES, D. Water quality study of Condor and Capivara streams, Porto Alegre municipal district, RS, Brazil, using epilithic diatoms biocenoses as bioindicatos. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, Poland, 33(2): 77-93. 2004d.

LOBO, E. A.; WETZEL, C. E.; ECTOR, L.; KATOH, K.; BLANCO, S.; MAYAMA, S. Response of epilithic diatom community to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. *Limnetica*, España, 29(2): 323-340. 2010.

OLIVEIRA, M. A.; TORGAN, L.; LOBO, E. A.; SCHWARZBOLD, A. Association of eriphitic diatom species on artificial substrate in lotic environments in the Arroio Sampaio basin, RS, Brazil: relationships with abiotic variables. *Revista Brasileira de Biologia*, 61(4): 523-540. 2001.

RODRIGUES, L. M.; LOBO, E. A. Análise da estrutura de comunidades de diatomáceas epilíticas no Arroio Sampaio, Município de Mato Leitão, RS, Brasil. *Caderno de Pesquisa Série Botânica*, Santa Cruz do Sul, 12 (2): 5-27. 2000.

SALOMONI, S. E.; ROCHA, O.; CALLEGARO, V. L.; LOBO, E. A. Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Hydrobiologia*, 555: 233-246. 2006.

TUNDISI, J. G. *O Futuro dos Recursos Hídricos no Brasil*. Projeto Brasil das Águas. Disponível em <http://www.brasildasaguas.com.br/>. 2006.

UNEP-IETEC. *Planejamento e Gerenciamento de Lagos e Reservatórios: uma abordagem integrada ao problema da eutrofização*. IETEC, 385p. 2001.

WETZEL, C. E.; LOBO, E. A.; OLIVEIRA, M. A.; BES, D.; HERMANY, G. Diatomáceas epilíticas relacionadas a fatores ambientais em diferentes trechos dos rios Pardo e Pardino, Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil: Resultados preliminares. *Caderno de Pesquisa Série Biologia*, Santa Cruz do Sul, 14(2): 17-38. 2002.