RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos *Volume 17 n.3 - Jul/Set 2012, 253-259*

Biomonitoramento de Longo Prazo da Bacia do Rio das Velhas Através de um Índice Multimétrico Bentônico

Wander Ribeiro Ferreira
Programa de PG Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, UFMG
wander@icb.ufmg.br

Daniel Nascimento Rodrigues, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves
Laboratório NUVELHAS/Projeto Manuelzão/UFMG
daniel.manuelzao@gmail.com, cbmalves@ufmg.br

Marcos Callisto
Laboratório Ecologia de Bentos, Departamento Biologia Geral, ICB/UFMG
callistom@ufmg.br

Recebido: 10/11/10 - revisado: 28/07/11 - aceito: 04/02/12

RESUMO

Nesta nota técnica o objetivo foi avaliar a condição ecológica da bacia do Rio das Velhas através da utilização de um índice multimétrico considerando a fauna de macroinvertebrados bentônicos na perspectiva de bioindicadores de qualidade de água. Foram avaliados 28 trechos, sendo 8 na calha do rio e 20 em tributários. As amostragens foram realizadas em quatro campanhas anuais nos anos de 2004 a 2009. O índice multimétrico considera as métricas Riqueza de famílias, % Oligochaeta, % CHOL, % EPT, % coletores-catadores e BMWP e avalia a qualidade de água com base nos valores obtidos: 6-12 refletem condição de qualidade de água ruim; 13-18 qualidade regular; 19-24 qualidade boa e 25-30 qualidade muito boa. O programa de biomonitoramento tem apontado melhorias na qualidade das águas ao longo da bacia, principalmente a jusante da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) em consequência de duas recém-construídas estações de tratamento de esgotos. A RMBH concentra os rios em piores condições ecológicas e águas poluídas pela parcela ainda não tratada dos esgotos e lixo apontados pelo protocolo de avaliação de hábitats e o índice multimétrico.

Palavras-chave: *monitoramento ambiental, bioindicadores de qualidade de água, macroinvertebrados bentônicos, ferramentas ecológicas.*

INTRODUÇÃO

Índices bióticos são utilizados há décadas para incorporar informações sobre a biota aquática na classificação, avaliação e monitoramento de qualidade de cursos d'água (Karr, 1981).

Índices multimétricos têm sido amplamente utilizados no Brasil, Estados Unidos e Europa. Esses índices baseiam-se na estrutura e composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água, que são organismos ecologicamente tolerantes, sensíveis ou resistentes a poluição de origem humana (Karr, 1981; Rosenberg e Resh, 1993).

O rio das Velhas é um dos principais tributários da bacia do rio São Francisco e abriga uma rica fauna de peixes e invertebrados (Alves e Pompeu, 2005).

A ictiofauna é formada por mais da metade de todas as espécies conhecidas em toda a bacia do rio São Francisco (cerca de 130 espécies) distribuídas na calha principal, afluentes e lagoas marginais. Além das espécies nativas, algumas espécies exóticas (p. ex. Carpa, Tilápia, Tucunaré e Tamoatá) foram introduzidas de outros países e/ou de outras bacias hidrográficas brasileiras (Alves e Pompeu, 2005).

Através da articulação política, o Projeto Manuelzão/UFMG propôs, como medida de gestão ambiental no Estado de Minas Gerais, a Meta 2010 "navegar pescar e nadar no trecho metropolitano" com base em: (a) recuperação da região mais degradada no trecho metropolitano da bacia; (b) preservação de tributários com águas de boa qualidade e com alta diversidade de espécies

aquáticas; (c) ações de recuperação de afluentes com a participação de prefeituras, empresas, comitês de sub-bacias legalmente estabelecidos e ONGs. Entretanto, apesar da visível melhoria em alguns aspectos, como a Meta 2010 não atingiu a plenitude de seus objetivos no trecho metropolitano foi instituída a Meta 2014, um novo acordo entre o Projeto Manuelzão, governo do Estado e sociedade civil. O foco principal é consolidar "a volta do peixe" e atingir níveis de qualidade de águas Classe 2 (CONAMA 357, BRASIL, 2005) na RMBH.

Neste contexto, o objetivo nesta nota técnica foi avaliar a qualidade de água em 28 pontos de amostragem na bacia do rio das Velhas através da utilização de um Índice Multimétrico Bentônico no programa de biomonitoramento entre 2004 a 2009.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do rio das Velhas localiza-se na região central do Estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil, entre as coordenadas métricas UTM SAD 69 de E 519026 a E 648306 e N 7753328 a N 8097680, fuso 23S. Abrange 51 municípios e possui aproximadamente cinco milhões de habitantes (71% na RMBH), ao longo de 800 km de extensão. A declividade média da bacia é de 0,08 %, largura de 38 m, e drena uma área de 29.173 km^2. Possui clima tropical com temperatura média anual variando entre 19 e 28 ^{0}C. A precipitação média anual varia entre 1.200 mm^3 e 1.500 mm^3 ao longo de toda a bacia (Brasil, 1992).

Vários tributários que drenam áreas protegidas, ou melhor preservadas, possuem águas de boa qualidade e hábitats suficientes para a manutenção de vários grupos de macroinvertebrados bentônicos.

Levantamento de Dados: coleta de amostras em campo

Em quatro campanhas trimestrais anuais (duas na chuva e duas na seca) foram coletadas aleatoriamente três amostras de sedimento em cada ponto amostral utilizando-se um amostrador do tipo Surber (0,09 m^2, malha 0,25 mm) para o estudo das comunidades bentônicas. No laboratório as amostras de sedimento foram lavadas sobre peneiras de 0,50 e 0,25 mm e os organismos triados em bandejas. Os organismos triados foram identificados sob microscópio estereoscópico com auxílio de chaves de identificação ao nível de família, exceto para alguns moluscos, anelídeos e crustáceos. Os organismos identificados foram depositados na Coleção de Referência de Macroinvertebrados Bentônicos do ICB/UFMG.

Amostras de água também foram coletadas para determinação dos teores de Nitrogênio total, Fósforo total e Oxigênio dissolvido pelo Standard Methods (APHA, AWWA, WEF, 2005).

Para avaliar previamente a qualidade ambiental dos trechos estudados foi utilizado um Protocolo de Caracterização de Condições Ecológicas proposto por Callisto et al. (2002). O protocolo avalia um conjunto de parâmetros em categorias para as quais são atribuídos pontos. O valor final do protocolo, após somatório da pontuação de cada parâmetro, reflete o nível de preservação das condições ecológicas, onde de 0 a 40 pontos representam trechos impactados; de 41 a 60 trechos alterados; acima de 61 pontos, trechos naturais.

Métricas do Índice Multimétrico Bentônico

Seis métricas foram selecionadas para compor o Índice Multimétrico Bentônico (Ferreira et al., 2011): Riqueza de famílias (número encontrado em cada trecho amostrado), % Oligochaeta, % Chironomidae + Oligochaeta, % EPT - Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, % coletores-catadores e BMWP-CETEC - *Biological Monitoring Working Party*. As porcentagens representam as proporções dos organismos utilizados para compor o índice em relação à fauna total. A classificação em grupos tróficos funcionais (ex. coletores-catadores) foi obtida segundo Merritt & Cummins (1996). A métrica BMWP corresponde ao escore atribuído a cada família de acordo com a lista de Junqueira et al. (2000). Foram atribuídos escores (5, 3 e 1) a cada métrica para o estabelecimento dos limites das classes de qualidade de água (Tabela 1).

Tabela 1 - Intervalos de escores das métricas do Índice Multimétrico Bentônico.

Métricas	Escores		
	5	3	1
Riqueza	≥ 9	8-6	≤5
% Oligochaeta	≤ 5	6-46	≥ 47 ≤ 97
% CHOL	≤ 73	74-86	≥ 87 ≤ 100
% EPT	≥ 6	5-3	≤ 2
% coletores - catadores	≤ 64	65-83	≥ 84 ≤ 99
BMWP-CETEC	≥ 36	35-18	≤ 17

Os limites foram calculados pela agregação dos escores de cada métrica e determinados pelos valores mínimos e máximos no intervalo de 6 a 30 (Ferreira et al., 2011). O valor da agregação das métricas foi dividido para o estabelecimento das classes de qualidade de água: 6-12 indicam condição de qualidade de água ruim; 13-18 qualidade regular; 19-24 qualidade boa e 25-30 qualidade muito boa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados na RMBH evidenciaram os piores índices de qualidade de água em toda a bacia do rio das Velhas (pontos 5, 6, 7 e 8, Figura 1) e os menores valores pontuados pelo protocolo de caracterização de condições ecológicas, média abaixo de 40 pontos, refletindo o uso e ocupação do solo nas áreas de entorno, instabilidade de margens, assoreamento e lançamentos de poluentes sem tratamento adequado.

Devido aos graves problemas de degradação dos corpos d'água na RMBH, foi observada predominância de organismos resistentes à poluição, como minhocas d'água (Oligochaeta) e dípteros da família Chironomidae (*Chironomus*). Em trechos de rios preservados e considerados em condições de referência foi observada a predominância de organismos sensíveis à poluição.
Durante o período de chuvas em 2004 foi encontrada maior porcentagem de trechos de rios com águas de qualidade regular (55%), seguida de trechos com qualidade ruim (27%). Entre 2005 e 2008, a porcentagem de trechos com águas de qualidade ruim permaneceu igual com uma ligeira queda em 2007. Em contrapartida, houve redução na porcentagem de trechos com águas de qualidade regular (29%) e aumento de trechos com água de qualidade boa (34%) e aumento também na porcentagem de trechos com qualidade muito boa (24%) (Figura 2).

Em 2009 houve um intenso período chuvoso e foi observado aumento na porcentagem de trechos com qualidade de água regular (52%) e boa (30%) em decorrência da queda da porcentagem de trechos de qualidade ruim e muito boa (Figura 3). Este efeito pode estar relacionado à capacidade diluidora do rio devido ao aumento do volume no período chuvoso (Pinto et al., 2009).

Nos períodos de seca houve redução nas porcentagens de trechos de rios com qualidade de água ruim passando de 25% em 2004 para 7% em 2009 (Figura 2). Paralelamente houve aumento gradativo dos teores de oxigênio dissolvido e da riqueza de macroinvertebrados bentônicos ao longo da bacia. O menor valor de oxigênio dissolvido (0,3 ± 0,3 mg/L) e os maiores valores de condutividade elétrica (844 ± 383 µS/cm), N-total (20,17 ± 19,67 mg/L) e P-total (2,12 ± 1,26 mg/L), foram também observados principalmente na RMBH no trecho alto, em alguns pontos nos trechos médio e baixo da bacia do rio das Velhas (Figuras 3). Os valores encontrados nestes pontos amostrais são superiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) para águas de classe 2 em ambientes lóticos (0,1 mg/L de P-total, 2,18 mg/L de N-total) e inferiores a 6 mg/L de oxigênio dissolvido.

O Índice Multimétrico Bentônico é uma eficiente ferramenta de avaliação da qualidade de água. Retrata as condições de integridade ecológica com base na composição e distribuição das comunidades bentônicas na perspectiva de bioindicadores de qualidade de água, corroborando estudos anteriores (Pinto et al., 2004; Ferreira et al., 2011).

Essa abordagem foi também utilizada no Estado do Rio de Janeiro e evidenciou a importância do desenvolvimento de índices para avaliar a condição ambiental de ecossistemas aquáticos nas bacias dos rios Guarapimirim, Macaé e Grande (Baptista et al., 2007).

No desenvolvimento do índice multimétrico bentônico para a bacia do rio das Velhas, Ferreira et al. (2011) demonstraram a importância das métricas relacionadas ao bioma cerrado, predominante na bacia. Neste trabalho também foram demonstradas correlações significativas entre as métricas e parâmetros físicos e químicos da água. As métricas % Chironomidae + Oligochaeta (% CHOL), % Oligochaeta e % coletores-catadores foram correlacionadas positivamente aos altos valores de N-total e P-total e altos valores de condutividade elétrica, enquanto as métricas Riqueza, % EPT e BMWP-CETEC apresentaram correlação positiva com os altos teores de oxigênio dissolvido, sedimentos grosso (cascalhos e pedras) e baixos valores de condutividade elétrica, P-total e N-total.

CONCLUSÕES

O Programa de Biomonitoramento tem evidenciado a melhoria da qualidade das águas na bacia do rio das Velhas com base em informações biológicas (bentos e peixes), e na avaliação de condições ecológicas, físicas e químicas, em escala

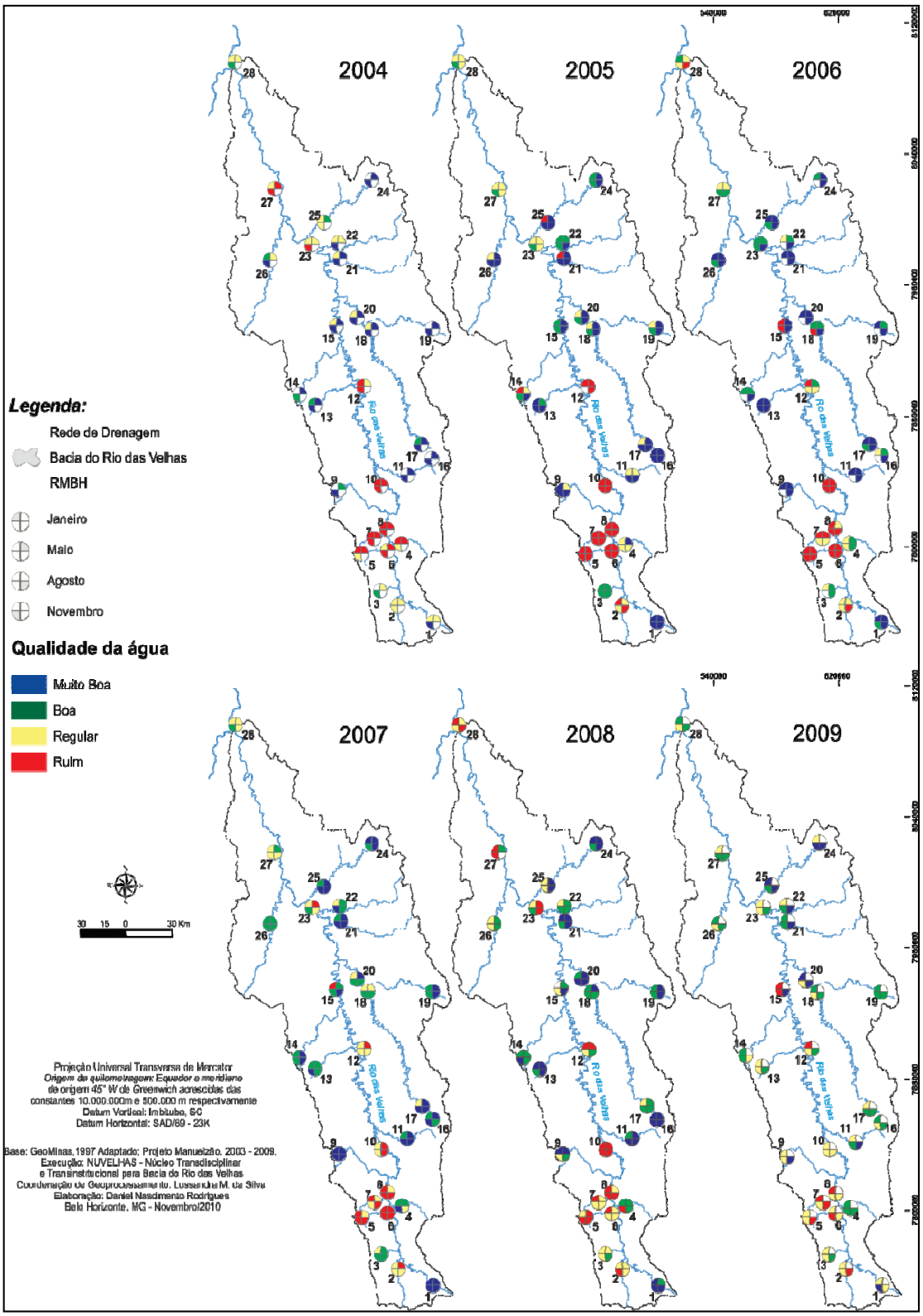

Figura 1 - Mapa da qualidade de água na bacia do rio das Velhas avaliada pelo Índice Multimétrico Bentônico no Programa de Biomonitoramento de Longo Prazo (2004 a 2009).

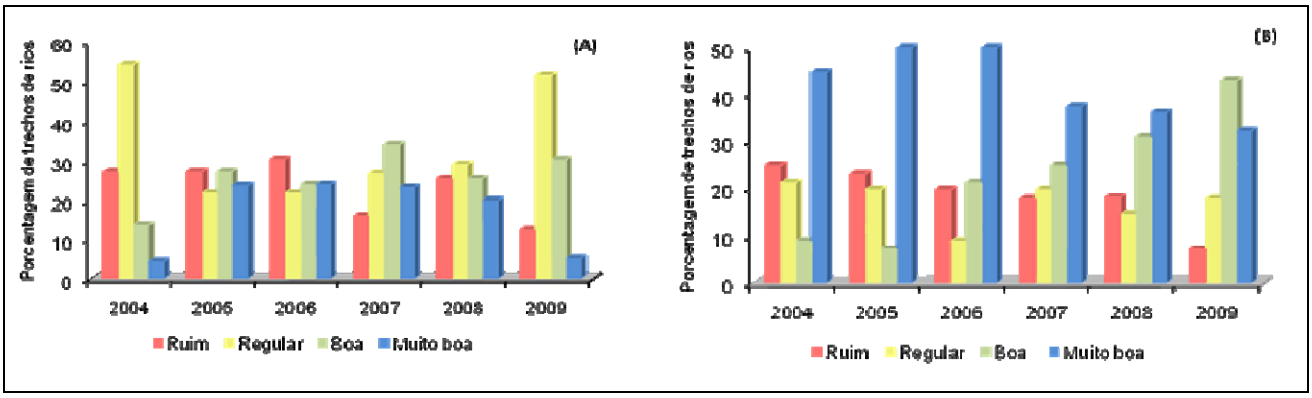

Figura 2 - Porcentagem da qualidade de água dos trechos de rios avaliados pelo Índice Multimétrico Bentônico nos períodos de chuvas (A) e seca (B) de 2004 a 2009.

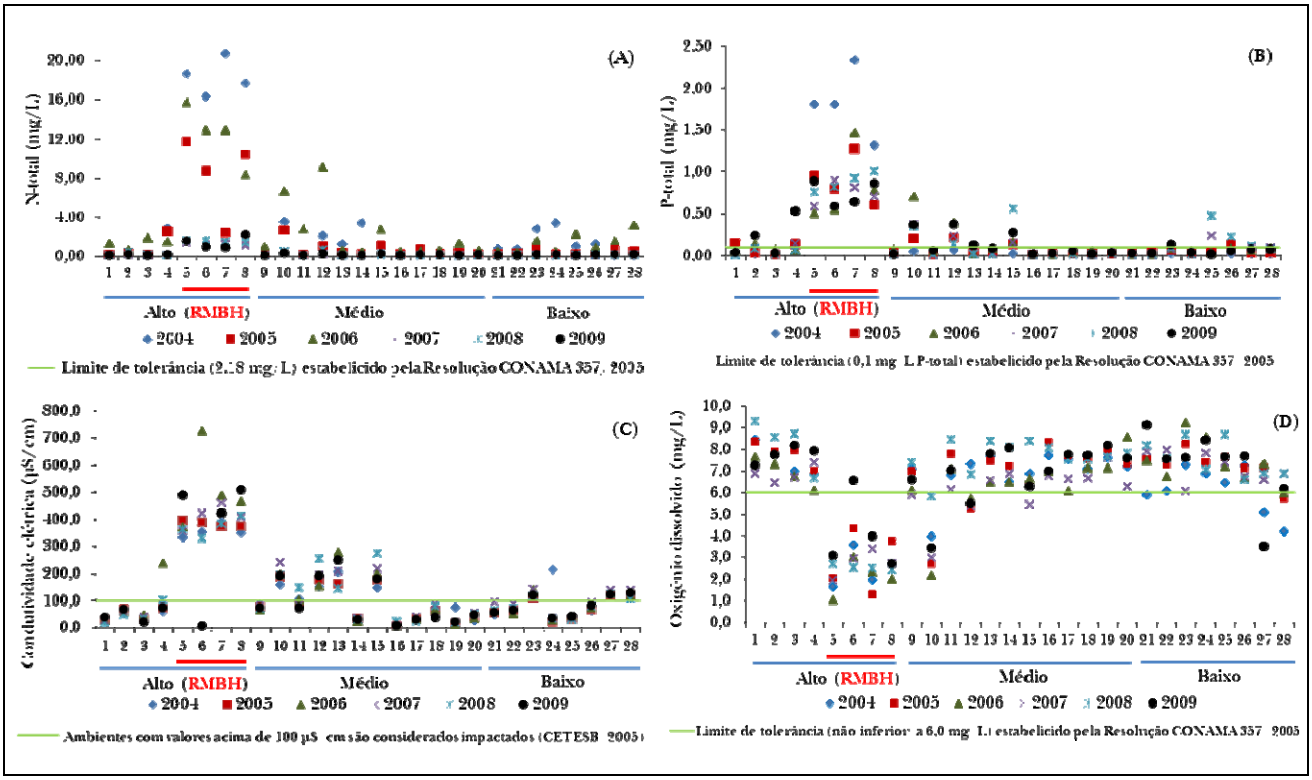

Figura 3 - Valores médios anuais de N-total (A), P-total (B), condutividade elétrica (C), e oxigênio dissolvido(D) mensurados na coluna d'água dos pontos de amostragem nos trechos alto (RMBH), médio e baixo do rio das Velhas (2004 a 2009).

temporal e espacial em consequência da redução do lançamento de esgotos e o intenso trabalho de conscientização e educação ambiental envolvendo as comunidades ribeirinhas, escolas do ensino médio e fundamental e subcomitês de bacias.

Diante da necessidade de continuidade dos trabalhos de monitoramento, revitalização e recuperação da bacia do rio das Velhas, foi firmada a Meta 2014 envolvendo o Projeto Manuelzão, o governo do Estado e a sociedade civil. Este

compromisso tem como foco consolidar a volta dos peixes e nadar no rio das Velhas na RMBH até 2014. Para tanto, estão sendo traçadas as diretrizes ambientais e estratégias de políticas de gestão da bacia para que os objetivos desta Meta sejam alcançados.

Acreditamos que este estudo poderá servir como exemplo na avaliação de qualidade de água em outras bacias hidrográficas e subsidiar informações aos tomadores de decisão na adoção de políticas ambientais voltadas à gestão e recuperação de bacias e conservação da biodiversidade aquática.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Projeto Manuelzão/UFMG pelo apoio e financiamento; CNPq, CAPES, US Fish & Wildlife Service, PG-ECMVS-UFMG, FAPEMIG, FEAM e COPASA; e aos colegas do Laboratório de Ecologia de Bentos pelo apoio nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. Historical changes in the Rio das Velhas fish fauna - Brazil. In: RINNE, J. N.; HUGHES, R. M.; CALAMUSSO, B. (Ed.). *Historical changes in large river fish assemblages of the Americas*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2005. p. 587-602. (Symposium, 45).

APHA, AWWA, WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21. ed. Washington DC: American Public Health Association, 2005.

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; EGLER, M.; GIOVANELLI, A.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brazil. *Hydrobiologia*, v. 575, n. 1, p. 83–94, 2007.

BRASIL. *Normais Climatológicas (1960-1990)*. Brasilia: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84 p.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução n. 357, de 17 de março de 2005*. Brasília, DF, 2005.

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

FERREIRA, W. R.; PAIVA, L. T.; CALLISTO, M. Development of a benthic multimetric index for biomonitoring of a neotropical watershed. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, n. 1, p. 15-25, 2011.

JUNQUEIRA, M. V.; AMARANTE, M. C.; DIAS, C. F. S.; FRANÇA, E. S. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 12, 1, p. 73-87, 2000.

KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, v. 6, n. 6, p. 21-27. 1981.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd. ed. Dubuque, IA: Kendall/Hunt, 1996. 862 p.

PINTO, A. G. N.; HORBE, A. M. C.; SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; PASCOALOTO, D.; SANTOS, H. M. C. Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 3, p. 627-638, 2009.

PINTO, P.; ROSADO, J.; MORAIS, M.; ANTUNES, I. Assessment methodology for southern siliceous basins in Portugal. *Hydrobiologia*, v. 516, n. 1-3, p. 191-214. 2004.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (Ed.). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman and Hall, 1993. 488 p.

Benthic Multimetric Indices in Assessing Water Quality in the Basin of the Rio das Velhas: Long-term Biomonitoring

ABSTRACT

This technical note aims to evaluate the ecological situation of Velhas River basin by means of a multimetric index, considering the benthic macroinvertebrate fauna as bioindicators of water quality. Twenty-eight sections were sampled, four times per year. The multimetric index evaluates water quality based on the values obtained: 6-12 values represent bad conditions; 13-18 fair conditions; 19-24 good quality; and values between 25 and 30 represent a

very good water quality conditions. The biomonitoring program showed increasing water quality along the basin, mostly downstream from the Metropolitan Region of Belo Horizonte (MRBH), as a consequence of recently built Sewage Treatment Plants.
Key-words: *environmental monitoring, biological indicator of water quality, benthic macroinvertebrates, ecological tools.*