# IMPORTÂNCIA DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA PARA A COMUNIDADE BENTÔNICA E SUA RELAÇÃO COM O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (MG)

Juliana Silva França<sup>1</sup>; Pablo Moreno<sup>2</sup> & Marcos Callisto<sup>3</sup>

### **RESUMO**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a importância da composição granulométrica dos sedimentos ao longo da bacia hidrográfica do rio das Velhas (MG) para a riqueza taxonômica das comunidades bentônicas, relacionando com o uso e ocupação do solo nas áreas de entorno. A avaliação de um protocolo de caracterização rápida de condições ecológicas em trechos de bacia indicou que todos os pontos da região metropolitana de Belo Horizonte encontram-se impactados ou alterados, caracterizando-a como de maior degradação da qualidade das águas do rio das Velhas. A diversidade granulométrica dos sedimentos não foi influenciada por alterações ambientais apontadas pelo Protocolo. No entanto quando avaliadas as frações granulométricas separadamente, observou-se que as frações mais grossas são predominantes nos ambientes classificados como naturais, enquanto que as frações mais finas predominam nos trechos alterados e assoreados. Os valores obtidos nos índices de riqueza taxonômica correlacionam-se positivamente com os valores do Protocolo e composição granulométrica dos sedimentos, corroborando o papel das comunidades bentônicas como bioindicadores de condições ambientais na bacia do rio das Velhas e dos usos e ocupação das áreas de entorno.

### **ABSTRACT**

The main objective of this study was to assess the importance of the sediment granulometric composition for the taxonomic richness of benthic communities, related with the landscape use and occupation, along the das Velhas river watershed (Minas Gerais State, Brazil). The use of a rapid habitat diversity evaluation protocol pointed out that all the sampling stations in Belo Horizonte metropolitan region are impacted or modified by human activities, suggesting this part as the main degraded water quality. The sediment granulometric diversity was not influenced by environmental changes pointed by the Protocol. Otherwise, when granulometric fractions were individually assessed, it was observed that the coarse particles are dominant at natural river sections, while fine particles are abundant at modified and silted ones. The richness values were positively correlated with the Protocol and sediment granulometric composition, corroborating the importance of benthic communities as bioindicators of environmental conditions along das Velhas river and landscape.

Palavras-chave: composição granulométrica, macroinvertebrados bentônicos, bacia hidrográfica.

<sup>1)</sup> Aperfeiçoamento Científico, UFMG, ICB, Depto Biologia Geral, Lab. Ecologia de Bentos, CP486, 30901-270. e-mail: jsfranca@yahoo.com.br

<sup>2)</sup> Doutorando ECMVS, UFMG, ICB, Depto Biologia Geral, Lab. Ecologia de Bentos, CP486, 30901-270. e-mail: pablo@icb.ufmg.br

<sup>3)</sup> Professor Adjunto UFMG, ICB, Depto Biologia Geral, Lab. Ecologia de Bentos, CP486, 30901-270. e-mail: callisto@icb.ufmg.br

# INTRODUÇÃO

Os rios são coletores naturais da paisagem, refletindo o uso e ocupação do solo de sua bacia de drenagem, onde se observa como processos de degradação o assoreamento e homogeneização do leito, diminuição da diversidade de habitats e microhabitats, e a eutrofização artificial (Goulart & Callisto, 2003).

Atualmente, os ecossistemas aquáticos continentais são submetidos a várias formas de perturbações de origem antrópica, afetando as comunidades de organismos aquáticos devido aos processos de lavagem e carreamento (Dudgeon, 1996; Callisto *et al.*, 2001), e alterando trechos a jusante devido ao transporte de massas d'água e sedimentos de origem alóctone ou erodidos das margens. As comunidades biológicas refletem a integridade ecológica dos ecossistemas, integrando os efeitos dos diferentes agentes impactantes e fornecendo uma medida agregada dos impactos (Barbour et al, 1999). A avaliação da diversidade de hábitats é uma importante ferramenta na avaliação de condições ambientais de ecossistemas aquáticos, devido à forte relação entre sua disponibilidade e a biodiversidade aquática (Galdean *et al.*, 2000).

Existem diversos indicadores biológicos de condições ecológicas em ecossistemas aquáticos continentais, dentre os quais, os mais utilizados têm sido os macroinvertebrados bentônicos (Callisto *et al.*, 2001). O uso destes organismos como bioindicadores de qualidade de água apresenta vantagens como ciclos de vida longos quando comparados a outros organismos aquáticos (permitindo respostas temporais); tamanhos de corpo relativamente grandes; baixa mobilidade; fácil amostragem; técnicas padronizadas em campo e laboratório; apresentação de respostas a longas distâncias (bacias hidrográficas), entre outras.

Os macroinvertebrados bentônicos diferem entre si em relação à poluição orgânica, desde organismos típicos de ambientes limpos ou de boa qualidade de águas, passando por organismos tolerantes a um certo grau de poluição até organismos resistentes a altas concentrações de poluentes (Goulart & Callisto, 2003).

Pesquisas enfocando a influência do sedimento sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos consideram a composição granulométrica como um dos principais fatores responsáveis pela estrutura e distribuição dessa comunidade em ecossistemas aquáticos continentais (Ward, 1992; Callisto & Esteves, 1996; Gonçalves *et al.*, 1998). O sedimento de ecossistemas aquáticos é formado por uma grande variedade de materiais orgânicos e inorgânicos de origem autóctone e alóctone, sendo o substrato responsável pela disponibilidade de hábitats e microhábitats, alimentos e

proteção, exercendo um papel importante na estruturação das comunidades de macroinvertebrados bentônicos. A composição e distribuição dos sedimentos são fatores importantes na determinação dos padrões de distribuição de organismos e estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos (Callisto & Esteves, 1996), constituindo suas frações de variáveis explicativas consideradas algumas vezes mais eficientes que as fisico-quimicas, tradicionalmente utilizadas pelos limnólogos (Ward, 1992). Nesse sentido, a composição granulométrica exerce papel importante na estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos, bem como na determinação de possíveis alterações antrópicas responsáveis pelo assoreamento e modificações na natureza fisica dos sedimentos aquáticos (Fonseca *et al.*, 1998).

Para os padrões de organização dos ecossistemas aquáticos torna-se indispensável o desenvolvimento de protocolos de avaliação rápida da biodiversidade que possam ser utilizados como ferramenta adequada no manejo e conservação de ecossistemas. O enfoque de avaliação rápida de habitats tem sido desenvolvido visando uma descrição geral da qualidade de um hábitat físico, pontuando vários atributos de ótimo a pobre, com a utilização de observações visuais e um mínimo de medidas ambientais (Hannaford *et al.*, 1997). A avaliação de hábitats utilizando protocolos simplificados pode ser um componente importante em programas de monitoramento ambiental, oferecendo oportunidade para avaliar os níveis de impactos antrópicos em trechos de bacias hidrográficas (Galdean *et al.*, 2000; Callisto *et al.*, 2002).

Pesquisas utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água são realizadas ao longo da bacia do rio das Velhas para avaliar os efeitos da urbanização sobre a qualidade de suas águas, no âmbito de um Programa de Biomonitoramento. A bacia hidrográfica do rio das Velhas abrange 760 km de extensão da cidade de Ouro Preto a Barra do Guaicuí no Estado de Minas Gerais, constituindo a maior sub-bacia do rio São Francisco. Cerca de 4,5 milhões de habitantes, em mais de 50 municípios, dependem de suas águas em uma área de quase 30 mil km². Essas águas, além de serem um hábitat natural para a vida silvestre, abastecem residências e indústrias, são utilizadas em atividades de saneamento (diluição de esgotos), extração mineral, hotelaria, dessedentação de animais, pesca, piscicultura, agricultura, geração de energia elétrica, navegação, recreação de contato primário (Moreno & Callisto, 2004; Pompeu *et al.*, 2005). Entretanto, o desenvolvimento econômico e social dos municípios e o crescimento acelerado das populações de entorno têm aumentado de maneira significativa a emissão de efluentes não tratados de esgotos domésticos e industriais, superando a capacidade de tamponamento em grande parte da bacia, reduzindo a qualidade das águas (Callisto *et al.*, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a importância da composição granulométrica dos sedimentos ao longo da bacia hidrográfica do rio das Velhas para a riqueza taxonômica das comunidades bentônicas, relacionando com o uso e ocupação do solo nas áreas de entorno.

Nós testamos a hipótese de que quanto maior a diversidade granulométrica, maior será a riqueza bentônica. As predições desta hipótese são: (i) as estações de coleta classificadas como naturais pelo Protocolo apresentam elevada diversidade granulométrica; (ii) quando as estações de coleta são classificadas como naturais pelo Protocolo há elevada riqueza de hábitats físicos e elevada riqueza de organismos bentônicos; (iii) trechos da bacia do rio das Velhas, minimamente impactados por atividades antrópicas segundo o Protocolo, possuem maior diversidade granulométrica e maior riqueza bentônica.

### **METODOLOGIA**

As coletas foram realizadas em três períodos de seca e três períodos de chuva, de maio de 2004 a fevereiro de 2006, em 37 estações amostrais ao longo da bacia hidrográfica do rio das Velhas (MG). As amostragens nos trechos alto, médio e baixo Rio das Velhas incluem 8 estações amostrais na calha central do rio e 29 estações nos principais tributários (13 na região metropolitana de Belo Horizonte) com diferentes níveis de impactos ambientais, sendo 8 considerados como de referência (Bailey et al., 2004).

Os sedimentos foram coletados com uma draga de "Van Veen" (área 0,045 m²), sendo 4 amostras em cada estação (três para avaliação da composição taxonômica e estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos e uma para a avaliação da composição granulométrica dos sedimentos).

As amostras de sedimento coletadas foram lavadas sobre peneiras de 1,00 e 0,50 mm, triadas com auxílio de microscópio estereoscópico, e os macroinvertebrados bentônicos identificados segundo Pérez (1998), Merritt & Cummins (1988), Cummins *et al.* (2005) e depositados na Coleção de Referência de Macroinvertebrados Bentônicos do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, segundo metodologia proposta por Callisto *et al.* (1998). A determinação da composição granulométrica dos sedimentos foi realizada segundo a metodologia de Suguio (1973), modificada por Callisto & Esteves (1996).

Para avaliar as condições ambientais dos trechos lóticos estudados e do seu entorno foi utilizado o "Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitats em Trechos de Bacia Hidrográficas", que busca avaliar não só o ambiente aquático, mas também, o uso e a ocupação do solo na região de entorno de sua bacia de drenagem, proposto por Callisto *et al.* (2002). O protocolo avalia um conjunto de parâmetros (evidências de alterações antrópicas, presença de erosão e atividades próximas às margens, extensão de mata ciliar, tipo de fundo, etc.) aos quais são atribuídos pontos. Ao final da aplicação do protocolo é feito um somatório da pontuação a qual reflete as condições ecológicas do trecho estudado (0 a 40 pontos – impactado, 41 a 60 pontos – alterado, 61 a 100 pontos – natural ou próximo as condições naturais).

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

Minas Gerais possui sua história pós-colonização ligada aos seus grandes cursos d'água. Seus primeiros desbravadores utilizaram seus rios em busca de riquezas naturais. Com a descoberta do ouro e do diamante, iniciou-se intenso povoamento de Minas Gerais e subseqüentes alterações ambientais de suas bacias hidrográficas (Núbia *et al.*, 2003).

Os resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida nos trechos de rios ao longo da bacia do rio das Velhas evidenciaram grandes alterações antrópicas nas áreas de entorno e nos leitos dos ambientes lóticos, principalmente na RMBH e nas regiões do alto rio das Velhas, corroborando a série histórica de pressões antrópicas nestas regiões. A maioria dos pontos amostrados nesses trechos foi classificada como impactada ou alterada. O baixo nível de preservação ecológica em que se encontram as regiões de cabeceira do Rio das Velhas alerta para a fragilidade da tentativa de recuperar a bacia, uma vez que o rio já nasce recebendo forte pressão antrópica (Figura 1).

Os trechos médio e baixo do Rio das Velhas apresentaram a maioria de suas estações amostrais com pontuações superiores a 60, ou seja, sendo classificados segundo o Protocolo como trechos que apresentam suas características ecológicas próximas ao natural, podendo indicar melhor estado de preservação. A estação amostral que recebeu maior pontuação foi o Córrego das Pedras (MZ37), o que evidencia a importância do Parque Nacional da Serra do Cipó para a preservação da região de entorno dos cursos d'água. Os resultados da Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida dos Trechos da Bacia estudados não evidenciaram modificações nas classificações quando comparados os períodos de seca e chuvas (Figura 1).

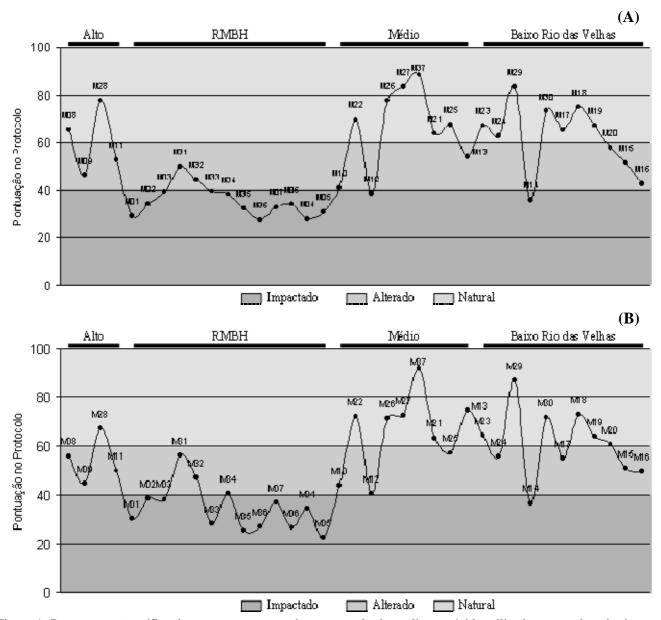


Figura 1: Representação gráfica das pontuações segundo o protocolo de avaliação rápida utilizado nos trechos de rios estudados ao longo das regiões alto, médio e baixo rio das Velhas, incluindo a região metropolitana de Belo Horizonte, nos períodos de chuvas (A) e seca (B).

No Brasil apenas na última década as bacias hidrográficas voltaram a ser consideradas unidades espaciais de estudo para o planejamento, gerenciamento e desenvolvimento humano da paisagem. Entender as características e o funcionamento dos corpos hídricos passou a ser fundamental para o desenvolvimento sustentável, uma vez que eles refletem sua bacia hidrográfica considerando-se a qualidade e a quantidade de água e as atividades antrópicas existentes (Pires, 1995; Rocha *et al.*, 2000).

Esta mudança de paradigma fez o estudo dos sedimentos dos corpos d'água imprescindível para o entendimento dos processos ecológicos destes ambientes, uma vez que as pressões causadas

pelo homem nas regiões de entorno afetam os solos e consequentemente alteram os processos erosivos e de carreamento para os cursos fluviais (Crowe & Hay, 2004).

As frações granulométricas da bacia do rio das Velhas variaram muito entre as estações de amostragem, porém ficou evidente que as amostras de sedimento coletadas na calha do rio das Velhas apresentaram uma maior percentagem de partículas mais finas (areia fina – AF e muito fina - AMF) enquanto que nas amostras coletadas nos afluentes apresentavam maior percentagem de partículas grossas (cascalho e areia muito grossa - AMG). Estas informações corroboram os processos de carreamento de sedimentos ao longo da bacia, acelerando o assoreamento da bacia do rio das Velhas.

Além disso, outra observação importante foi a presença significativa das frações de areia grossa (AG) e média (AM) na RMBH durante os períodos de coletas, evidenciando o elevado processo de erosão devido à ocupação humana. A urbanização é responsável por profundas modificações na paisagem, onde a mata ciliar é retirada, causando a exposição das encostas e conseqüente aceleração dos processos erosivos. Como resultado, observa-se o assoreamento de vários trechos de rios estudados na RMBH. A única região que apresentou elevados valores de silte e argila (S+Arg) foi o baixo rio das Velhas (Figura 2).

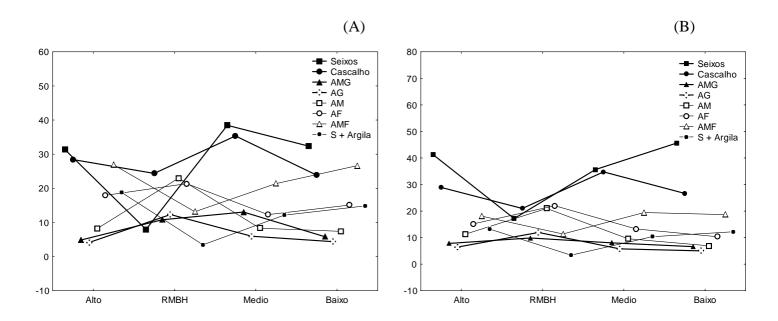


Figura 2: Composição granulométrica do sedimento (% frações) nas estações de coleta localizadas nos trechos alto, médio e baixo Rio das Velhas, nos períodos de chuva (A) e seca (B).

Na busca de confirmar nossa predição (i) "estações de coleta classificadas como naturais pelo Protocolo apresentam elevada diversidade granulométrica" – foi realizado uma regressão e os resultados indicam que a diversidade granulométrica não é influenciada pelas alterações ambientais sugeridas no Protocolo (p>0,979). Porém quando avaliamos as frações granulométricas separadamente, através de uma regressão múltipla, observamos que as frações mais grossas são predominantes nos ambientes classificados como naturais; enquanto que as frações mais finas são abundantes nos trechos alterados (Tabela 1).

Tabela 1: Resultado da análise de regressão linear utilizando a distribuição de Poisson para os dados de pontuação do protocolo e os valores das frações granulométricas ao longo da bacia do rio das Velhas (MG), nos períodos de chuvas (A) e seca (B).

			<b>(A)</b>				<b>(B)</b>
	df	W	р		df	W	р
Seixos	1	18,056	0,000021*	Seixos	1	3,317	0,068573
Cascalho	1	38,222	0,000000*	Cascalho	1	5,194	0,022671*
AMG	1	0,228	0,633087	AMG	1	6,541	0,010539*
AG	1	10,382	0,001272*	AG	1	19,554	0,00001*
AM	1	18,131	0,000021*	AM	1	0,011	0,915536
AF	1	1,325	0,249651	AF	1	6,539	0,010554*
AMF	1	2,592	0,107372	AMF	1	0,115	0,734013
S + Argila	1	0,046	0,830872	S + Argila	1	5,483	0,019197*

Foi realizada uma regressão linear para avaliar a predição (ii) "quando as estações de coleta são classificadas como naturais pelo Protocolo há elevada riqueza de hábitats físicos e elevada riqueza de organismos bentônicos", onde observamos que as comunidades bentônicas, ferramenta de bioindicação de qualidade de água, são diretamente influenciadas pela situação ambiental dos corpos d'água e seu entorno (p<0,0005).(Figura 3)

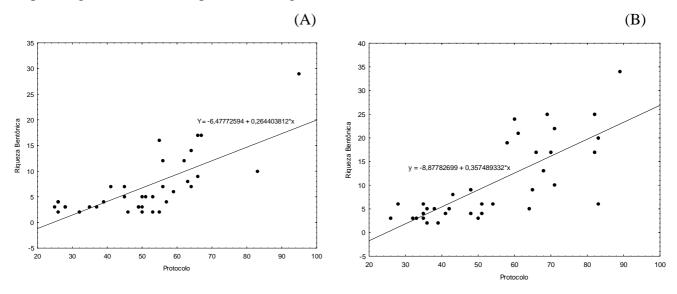


Figura 3: Representação gráfica da análise de regressão gerada pelo Modelo Linear com distribuição de Poisson para os dados de riqueza taxonômica e os valores de pontuação do protocolo de avaliação dos trechos da bacia do rio das Velhas (MG), nos períodos de chuvas (A) e seca (B).

Para avaliar a predição (iii) "trechos da bacia do rio das Velhas, minimamente impactados por atividades antrópicas, segundo o Protocolo, exibem maior diversidade granulométrica e maior riqueza bentônica" foi realizada uma análise de regressão entre a riqueza bentônica nas estações da bacia do rio das Velhas nos períodos de chuvas e seca e a diversidade granulométrica (Figura 4).

As análises demonstraram que as comunidades bentônicas são influenciadas pela composição granulométrica do sedimento apenas no período de chuvas (p=0,0049), indicando a importância do sedimento como refúgio e abrigo para os organismos bentônicos quando os rios tem seu leito alterado naturalmente em função da maior vazão da coluna d'água. Desta forma no período de chuvas é encontrada maior riqueza de organismos aquáticos naqueles trechos que possuem maior diversidade de habitats, refletido pela diversidade granulométrica.

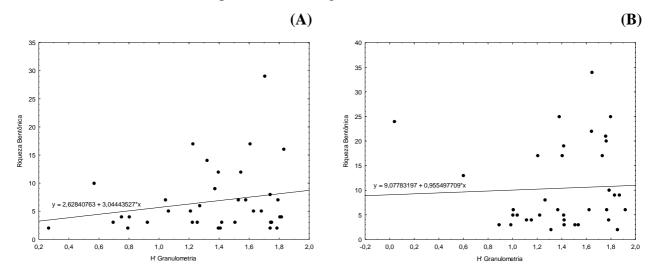


Figura 4: Representação gráfica da análise de regressão gerada pelo Modelo Linear com distribuição de Poisson para os dados de riqueza taxonômica e os valores de diversidade granulométrica ao longo da bacia do rio das Velhas (MG), nos períodos de chuva (A) e seca (B).

### **CONCLUSÕES**

Os rios são os receptores finais das alterações que ocorrem em sua bacia de drenagem. O Protocolo de Caracterização de Condições Ecológicas nos permitiu avaliar o nível destas alterações e inferir sobre a qualidade ambiental em que se encontram os trechos estudados. Os resultados encontrados ao longo da bacia do rio das Velhas foram corroborados pela avaliação da composição granulométrica dos sedimentos. A análise de regressão entre as frações granulométricas e os resultados do Protocolo evidenciou a influência das áreas de entorno nos períodos de seca e chuvas em pelo menos algumas das frações, confirmando a predição (i), demonstrando que o nível de preservação de condições ecológicas das áreas de entorno influencia a composição granulométrica dos sedimentos, refletindo na heterogeneidade de habitats do leito dos corpos d'água na bacia do rio das Velhas.

Os macroinvertebrados bentônicos mostraram-se eficientes indicadores biológicos quando o resultado da riqueza foi comparado à classificação dos trechos de rios como resultado da aplicação

do protocolo, confirmando a predição (ii). O monitoramento de comunidades bentônicas possui longa tradição histórica em diversos países da Europa e na América do Norte. Os macroinvertebrados bentônicos são considerados eficientes bioindicadores de qualidade de água por serem mais permanentes no ambiente e viverem de semanas a alguns meses no sedimento, e portanto, sua ligação com as alterações no sedimento oferecem respostas imediatas a impactos ambientais devido a atividades humanas (Rosenberg & Resh, 1993).

Desta forma este estudo confirma a íntima relação organismos bentônicos e o compartimento sedimentar. Nos períodos de maior vazão (chuvas) os trechos de rios com maior diversidade granulométrica favoreceram a manutenção de maior riqueza taxonômica, confirmando a predição (iii). Assim, a hipótese de que as comunidades bentônicas são influenciadas pela diversidade granulométrica foi confirmada. Portanto, as comunidades bentônicas retratam as condições ambientais de ecossistemas lóticos e sua bacia hidrográfica.

Considerando a importância ecológica, econômica e social dos corpos d´água na bacia do rio das Velhas e de sua contribuição para a qualidade das águas do rio São Francisco, a proteção de suas bacias de drenagem, ou parte delas, pode melhorar as características ecológicas, sendo de fundamental importância para a preservação dos ecossistemas de água doce e consequentemente dos organismos aquáticos que neles vivem.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem aos colegas do NUVELHAS pelo apoio nas atividades de campo e laboratório, ao Projeto Manuelzão pelo apoio logístico, e aos financiamentos de FAPEMIG, CNPq, CAPES, US Fish & Wildlife Service, Petrobras, CEMIG, Consórcio Capim Branco, AngloGold Ashanti Mineração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailey, R.C.; Norris, R.H. & Reynoldson, T.B. (2005) Bioassessment of freshwater ecosystems using the reference condition approach. Kluwer Academic Publishers, New York, 170pp.
- Barbour, M.T.; Gerritsen, J.; Snyder, B.D. & Stribling, J.D. (1999) Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers. *Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. 2<sup>a</sup> ed., New York.
- Callisto, M. Esteves, F.A. (1996) Composição granulométrica do sedimento de um lago Amazônico impactado por rejeito de bauxita e um lago natural (Pará, Brasil). *Acta Limnol. Bras.* 8: 115-126.

- Callisto, M.; Barbosa, F.A.R.; Vianna, J.A. (1998) Qual a importância de uma coleção científica de organismos aquáticos em um projeto de biodiversidade? Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. 2: 432-439.
- Callisto, M.; Moretti, M. & Goulart, M. (2001) Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Rev.Bras.Rec.Hídricos*. 6: 71-82.
- Callisto, M.; Ferreira, W.R.; Moreno, P.; Goulart, M.; Petrucio, M. (2002) Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de hábitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnol. Bras.* 13: 91-98.
- Callisto, M. Gonçalves, J. F. Jr.; Moreno, P. (2005) Invertebrados aquáticos como bioindicadores. Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais. Vol. 2: 556-565.
- Crowe, A. & Hay, J. (2004) *Effects of fine sediment on river biota*. By: Motueka Integrated Catchment Management Programme. Cawthron Institute, NZ. Report N°. 951, 1-40pp.
- Dudgeon, D.(1996) Antropogenic influences on Hong Kong streams. Geo Journal. 40 (1-2):53-61.
- Fonseca, J.J.; Gonçalves, J.F.Jr.; Callisto, M. (1998) C, N, P e composição granulométrica do sedimento em qautro ecossistemas lóticos amazônicos sob influência de uma mineração de bauxita. *Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia*. Vol.VIII: 1373-1380.
- Galdean, N.; Callisto, M.; Barbosa, F.A.R. & Rocha, L.A. (2000) Lotic ecosystems of Serra do Cipó, southeast Brazil: water quality and a tentativa classification based on the benthic macroinvertebrate community. J. *Aquat. Ecosyst.Health & Manag.*3: 545-552
- Gonçalves, J.F.Jr.; Callisto, M.; Fonseca, J.J. (1998) Relações entre a composiçõ granulométrica do sedimento e as comunidades de macroinvertebrados bentônicos naslagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida (Macaé, RJ). In: Francisco Esteves. (Org.). Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga deJurubatiba e do Município deMacaé (RJ). Rio de Janeiro: UFRJ, v. 1, p. 299-310.
- Goulart, M.D; Callisto, M. (2003) Bioindicdores de Qualidade de Água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista FAPAM*. Ano II (Número II): 153-163.
- 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.
- Merritt, R.W.; Cummins, K.W. (1988) An introduction to the aquatic insects of North America. 2<sup>a</sup> ed. Ed.Kendall/Hunt. Iowa, 750p.
- Núbia, B.R.; Goulart, E. M. A. & Radicchi, R. (2003) A história da ocupação humana na versão do próprio rio. In: *Navegando o rio das Velhas das minas aos gerais*. Vol 2: Estudos sobre a bacia hidrográfica do rio das Velhas. Ed.: Goulart, E.M.A.. Rona ed. Brasil. 183-208pp.
- Moreno, P.; Callisto, M. (2004) Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas. In: Ferracini V.L.; Queiroz S.C.N. & Silveira M.P.. (Org.). Bioindicadores de

- Qualidade da Água. 1 ed. Jaguariuna: EMBRAPA, v. 1, p. 95-116. Bioindicadores de Qualidade de Água ao longo da bacia do rio das Velhas (MG).
- Pires, J. S. R. & Santos, J. E. (1995) Bacias Hidrográficas, interação entre meio ambiente e desenvolvimento. *Revista Ciência Hoje*, Brasília, v.19, p.40-45.
- Perez, G.R. (1998) Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo Fen Colombia. Colciencias. Universidad de Antioquia. Bogotá. 217p.
- Pompeu, P.S.; Alves, C.B.M. & Callisto, M. (2005) The effects of urbanization on biodiversity and water quality in the Rio das Velhas Basin, Brazil. *American Fisheries Society Symposium* 47:11-22.
- Rocha, O.; Pires, J.S.R. & Santos, J. E.. (2000) A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: Espíndola, ELG et al. (Org.). *A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho*. São Carlos: Rima Editora, p1-16.
- Rosenberg, D.M: & Resh, V.H., eds. (1993) Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall, 488pp.
- Suguio, K.1973. Introdução à sedimentologia. Ed.Edgard Blucher Ltda. EDUSP. 317p.
- Ward, J.V. (1992) Aquatic insect ecology: In: *Biology and habitat*. John Wiley & Sons, New York. 438p.