XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável: desafios do conhecimento e da gestão
De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO URBANAS SÃO EFICIENTES NA MANUTENÇÃO DA SAÚDE DE RIACHOS?

Juliana Silva França[1]; Ingrid Silva Costa[1,2]; Júlia Cheik Andrade[1,2]; Jéssica Raidislaine Marcolino do Nascimento[1,3]; Kele Rocha Firmiano[1]; Déborah Regina de Oliveira e Silva[1]; Isabela Sobrinho Martins[1]; Marcos Callisto[1]*

Resumo – Unidades de conservação urbanas são responsáveis por preservar a biodiversidade e qualidade de água. O objetivo deste trabalho foi avaliar e monitorar riachos urbanos com estudantes do ensino médio, estimulando seu pensamento analítico, senso crítico e criatividade científica. Foram estudados três riachos em parques municipais e um córrego desprotegido. Foram avaliados os habitats físicos utilizando um protocolo de caracterização da US-EPA adaptado, parâmetros físicos e químicos de coluna d'água com um *ecokit* ambiental, e análise biológica através de amostras de sedimento e comunidades de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água. Os riachos protegidos nos parques urbanos apresentaram boas condições físicas e químicas de coluna d'água e são eficientes na manutenção de habitats físicos, influenciando a composição e estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos. Os parques urbanos demonstraram ser espaços importantes para conservação de recursos aquáticos. Atividades de iniciação científica comprovaram ser importantes ferramentas educativas para estudantes de ensino médio, envolvendo-os na percepção da importância de conservação ambiental.

Palavras-Chave – educação ambiental, recursos hídricos, pesquisa-ação.

ARE URBAN PROTECTED AREAS EFFICIENT FOR HEADWATERS CONSERVATION?

Conservation units are responsible for biodiversity conservation and water quality protection. The objective was to assess urban streams with high school students and stimulate them in analytical thinking, critical thinking and scientific creativity by monitoring aquatic environments in protected urban areas as a junior research project. Three streams in municipal conservation units and one unprotected stream were studied. Physical habitats were assessed using a protocol by US-EPA. Physical and chemical parameters of water quality were measured with an environmental ecokit. For biological assessment sediment samples were collected to assess the community of benthic macroinvertebrates. Urban parks streams showed good physical and chemical conditions of the water column and demonstrated that maintaining physical habitats directly influences the composition and structure of benthic macroinvertebrates. Urban parks were important areas for conservation of aquatic resources, when compared to an unprotected environment. Scientific research activities have proven to be an important educational tool for high school students, involving them in awareness of the importance of environmental conservation.

Keywords – environmental education, water resources, action research.

[1] Universidade Federal de Minas Gerais, ICB, Depto. Biologia Geral, Lab. Ecologia de Bentos, www.icb.ufmg.br/labs/benthos
[2] Colégio Militar de Belo Horizonte
[3] Colégio Técnico da UFMG
* jsfranca@ufmg.br

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desordenado tem resultado no agravamento de práticas ambientais predatórias, gerando erosões de solo, enchentes, desabamentos, desmatamentos e poluição do ar e da água, afetando o equilíbrio ecológico e, consequentemente, a vida no planeta, Jacobi (2006).

A proposta de desenvolvimento sustentável, pautada em documentos como a Agenda 21, estabelece o comprometimento e a reflexão, global e local, sobre a forma pela qual os diversos setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais. Estas diretrizes ainda destacam a necessidade de coordenação por setores; a descentralização da tomada de decisões; a participação das comunidades interessadas em gestão urbana, articulando o desenvolvimento econômico, o social e o urbano e a proteção ao meio ambiente. Incorporar a questão ambiental informalmente e requalificar áreas degradadas passam a ser interesses da população de áreas urbanas, com foco na necessidade de preservar a qualidade de águas, defender áreas de proteção ambiental, parques urbanos ou espaços verdes, Grostein (2001).

Assim, torna-se imprescindível o desenvolvimento de estratégias de conservação de ecossistemas que ainda estão em condições ecológicas próximas ao natural, Primack e Rodrigues (2001), sendo que a criação de áreas protegidas é um dos métodos mais aceitos para a conservação da biodiversidade, Paz *et al*. (2008). Neste contexto, os parques urbanos entram com uma importância efetiva na melhoria da qualidade de vida da comunidade, como parte integrante de um conjunto de "áreas verdes" no ambiente metropolitano, Oliveira e Bitar (2009).

Em virtude da urbanização, os ecossistemas aquáticos também vêm sendo influenciados por inúmeras atividades antrópicas nas últimas décadas. Alterações em diferentes escalas tais como retilinização, canalização, mineração, construção de represas, desmatamento, entre outros, tem reflexo direto nestes ecossistemas. Estes ambientes integram tudo o que acontece nas áreas de entorno e assim têm suas características ambientais alteradas, refletindo especialmente nas comunidades biológicas, Macedo *et al*. (2014).

A biota aquática está constantemente exposta a um grande número de substâncias tóxicas lançadas no ambiente, oriundas de diversas fontes de emissão. O despejo de lixo tóxico proveniente de efluentes industriais, os processos de drenagem agrícola, os derrames acidentais de efluentes químicos e os esgotos domésticos lançados no ambiente, contribuem para a contaminação dos ecossistemas aquáticos com uma ampla quantidade de agentes tóxicos como metais pesados, agrotóxicos, compostos orgânicos, entre outros, Ferreira *et al*. (2012).

Os parques municipais são, praticamente, os únicos espaços capazes de apresentar nascentes em bom estado de conservação em regiões metropolitanas, quando se tornam ilhas verdes em meio à concentração da urbanização. Nesse sentido, as unidades de conservação nos centros urbanos possuem papel de relevância, garantido a convivência dos processos impactantes com os usos da sociedade, Felippe e Magalhães-Jr (2009).

Atividades de iniciação científica oferecem ao estudante oportunidades para desenvolver uma mudança metodológica importante, enfrentar a dinâmica da pesquisa científica, e fugir do desconhecimento tecnológico, Arruda (2007). Com base em uma proposta de inclusão de estudantes de ensino médio no conhecimento científico, através de iniciação científica júnior, pode-se possibilitar importantes avanços em seu senso crítico, gerando informações cruciais para o desenvolvimento de políticas ambientais, inclusive através da proposta de monitoramentos participativos, Lovett *et al*. (2007).

O objetivo deste trabalho foi envolver estudantes de iniciação científica júnior em atividades de monitoramento de ambientes aquáticos em áreas urbanas, estimulando o pensamento analítico, o senso crítico e a criatividade em busca de conhecimentos que envolvam problemas ambientais atuais.

ÁREA DE ESTUDOS

Foram estudados riachos em três unidades de conservação municipais localizadas em Belo Horizonte sendo elas o Parque Municipal das Mangabeiras, Parque Municipal Roberto Burle Marx (Parque das Águas) e o Parque Municipal Aggeo Pio Sobrinho e, um córrego desprotegido em área urbana (córrego Engenho Nogueira).

O Parque das Mangabeiras está localizado no bairro de mesmo nome, Região Centro-Sul de Belo Horizonte, na base da Serra do Curral. Possui uma rede de drenagem que constitui a alta porção da bacia do Córrego da Serra, afluente da margem direita do Ribeirão Arrudas e subafluente do Rio das Velhas, Callisto *et al*. (2001).

O Parque Roberto Burle Marx, também conhecido como Parque das Águas, está localizado no bairro Flávio Marques Lisboa, na região do Barreiro de Cima em Belo Horizonte. Faz parte do complexo ecológico da Serra do Rola Moça, divisa da Serra do Curral. Suas nascentes formam o córrego do Clemente, também afluente do ribeirão Arrudas e subafluente do Rio das Velhas. O Parque Aggeo Pio Sobrinho localiza-se na região Oeste de Belo Horizonte, no bairro Buritis, e integra parte do maciço da Serra do Curral, Barbosa *et al.*, (2013).

O parque possui aspecto de um vale e conta com três nascentes que formam o córrego Ponte Queimada, afluente do córrego Cercadinho, pertencente à bacia do Ribeirão Arrudas e subafluente do Rio das Velhas, Callisto *et al*. (2001).

O córrego Engenho Nogueira forma-se após a união de três afluentes: Antônio Henrique Alves, Prentice Coelho e Cascatinha e deságua no ribeirão Pampulha, após a lagoa, integrando assim a Bacia do Ribeirão Onça e, consequentemente, do Rio das Velhas. A bacia apresenta alta densidade demográfica, com muitas empresas e grandes áreas comerciais instaladas, o que favorece a poluição e a degradação do córrego devido ao lançamento de esgoto industrial e doméstico em suas águas, disposição inadequada de lixo, assim como ocupação desordenada, Souza *et al*. (2012a).

METODOLOGIA

A problemática ambiental envolvida na região teve como base conceitual a integridade biótica do ambiente com a avaliação da estrutura de canal, habitats e fluxo e sua relação com a manutenção da vida aquática (macroinvertebrados bentônicos), Callisto *et al*. (2014).

Em cada trecho foram mensuradas *in situ* temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal e ortofosfato com a utilização de um *ecokit* ambiental (marca Alfakit), para caracterização de condições físicas e químicas das águas.

A avaliação de habitats físicos foi realizada segundo um protocolo de caracterização de habitats da Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (US-EPA, 2006) adaptado para riachos de cabeceira tropicais. A partir da coleta destes dados foram avaliados o dossel, sub-bosque e vegetação rasteira, para inferir sobre a cobertura do solo das regiões de entorno.

Os macroinvertebrados foram coletados com coletor tipo “kicking net”, malha de 250µm em tréplicas, totalizando três sub-amostragens aleatórias em cada sítio amostral. As amostras foram fixadas com álcool 70% e, em laboratório, lavadas sobre peneira (malha 500µm). Posteriormente as amostras foram triadas em mesas iluminadas e os organismos identificados até o menor nível possível com o auxílio de literatura específica, Mugnai *et al*. (2010). Os organismos identificados foram incluídos na Coleção de Referência do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os riachos protegidos encontram-se em boas condições e sem alterações quando analisados os parâmetros físicos e químicos de qualidade de água. Estes ambientes foram classificados com águas de Classe Especial, conforme Resolução Conama 357/2005, sendo águas que podem ser destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. O riacho que sofre influência urbana direta apresentou parâmetros alterados e com valores acima do permitido pela legislação (Nitrogênio Amoniacal: 3,0 mg/L), confirmando o estado de degradação e desproteção em que está inserido.

A avaliação de hábitats físicos nas áreas urbanas pesquisadas demonstrou que a manutenção do solo e cobertura da vegetação de entorno influencia diretamente a composição do leito e, consequentemente, suas características biológicas. O riacho estudado no Parque das Mangabeiras apresenta uma porcentagem média de cobertura de dossel (árvores com mais de 5m altura) de 6,5%; sub-bosque (vegetação de 0,5 a 5m) de 52,87% e; vegetação rasteira (arbustos lenhosos e ervas ou vegetação < 0,5m) de 62,12%. O riacho estudado no Parque Burle Marx apresenta uma porcentagem média de cobertura de dossel de 37,25%; sub-bosque 40,25% e, vegetação rasteira de 42,87%. O riacho estudado no Parque Aggeo Pio Sobrinho apresenta uma porcentagem média de cobertura de dossel de 2,5%; sub-bosque de 39,12% e vegetação rasteira de 69,75 %. Nenhum dos riachos em parques apresentou porcentagem significativa de solo exposto (Figura 1). O riacho Engenho Nogueira não apresenta cobertura de dossel, pequenas manchas de sub-bosque e vegetação rasteira e a maior porcentagem (>50%) de solo exposto.

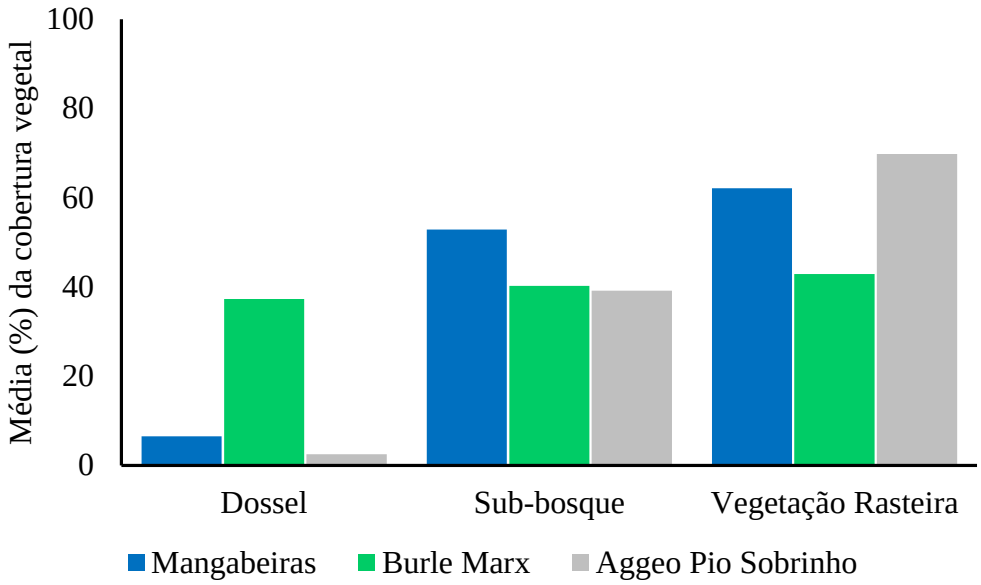

Figura 1 – Média percentual da composição do dossel (> 5m de altura); sub-bosque (0,5 a 5m de altura) e vegetação rasteira (< 0,5m de altura) na mata ciliar dos três córregos protegidos estudados.

Na caracterização de comunidades bentônicas foram amostrados 923 organismos, distribuídos em 9 ordens, sendo Diptera a mais abundante conforme a Figura 2.

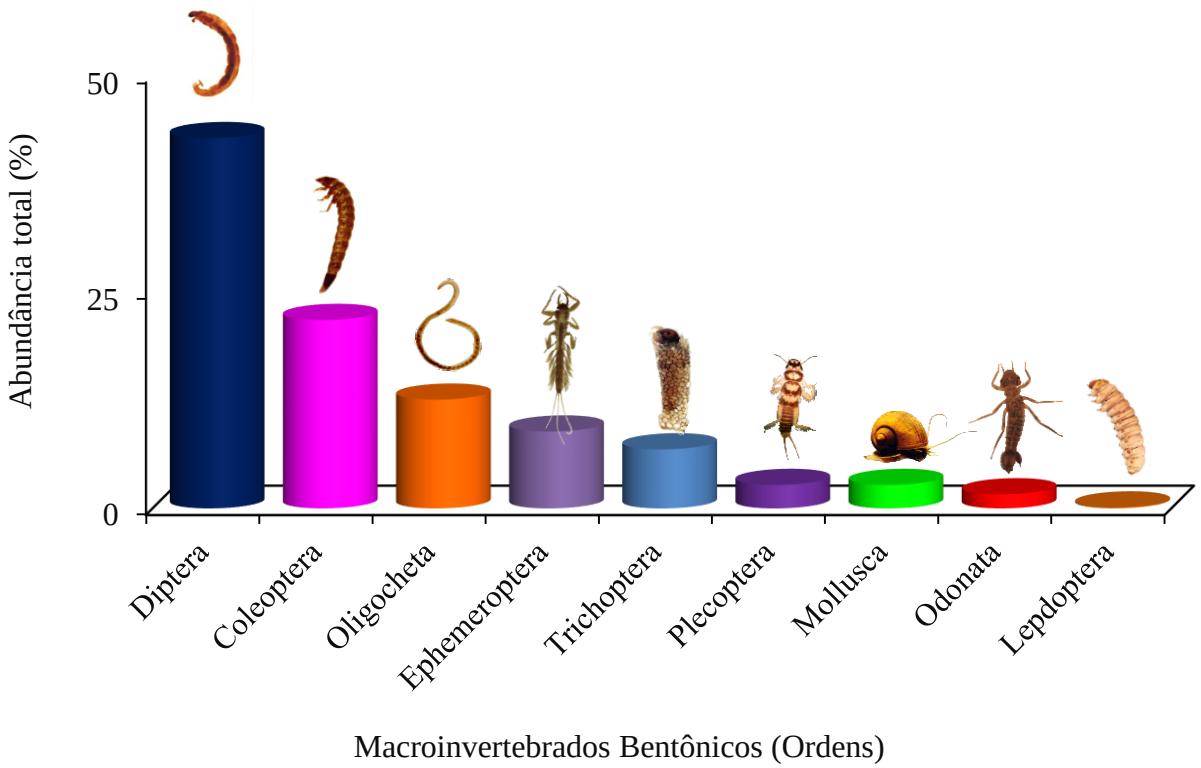

Figura 2 - Abundância Relativa (%) das ordens encontradas nos riachos amostrados.

Os cursos d'água localizados nos parques Mangabeiras e Burle Marx apresentaram maior riqueza e abundância de macroinvertebrados bentônicos, sendo estes os que também apresentaram melhores características físicas em seu entorno. Nestes dois riachos observa-se elevada diversidade de ordens, tanto de grupos sensíveis (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera – EPT) quanto de grupos resistentes (p. ex. Diptera) a poluição. O córrego Engenho Nogueira caracterizou-se com menor abundância e baixa riqueza em relação aos três locais considerados preservados, decorrente das alterações e impactos nesse ambiente. Foi usado o critério de abundancia relativa acima de 70% para classificar as espécies como indicadores de ambiente alterado e preservado. A ordem Oligocheta foi classificada como indicadora de ambiente impactado por apresentar abundância de 96,6% no córrego Engenho Nogueira. As demais ordens amostradas foram consideradas bioindicadoras de ambientes preservados por obterem abundância acima de 70% nos córregos dos parques Mangabeiras, Aggeo Pio e Burle Marx considerados locais protegidos de ações antrópicas (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores de abundância e frequência relativa (% ind/m^2) das ordens de macroinvertebrados bioindicadoras de condições ambientais amostrado em córregos classificados nas condições ambientais preservados (P), alterado (A).

Ordens	**Abundância (%)**		**Frequência (%)**		**Bioindicador**
	Preservado	**Alterado**	**Preservado**	**Alterado**	
Plecoptera	100,0	0,0	100,0	0,0	**P**
Ephemeroptera	100,0	0,0	100,0	0,0	**P**
Odonata	93,3	6,7	75,0	25,0	**P**
Diptera	93,7	6,3	75,0	25,0	**P**
Coleoptera	79,6	20,4	66,7	33,3	*****
Lepdoptera	100,0	0,0	100,0	0,0	**P**
Mollusca	84,0	16,0	50,0	50,0	*****
Trichoptera	100,0	0,0	100,0	0,0	**P**
Oligocheta	3,4	96,6	50,0	50,0	**A**

* organismos não indicadores

Quando comparada a riqueza de macroinvertebrados bentônicos entre os riachos melhor preservados (Parque Mangabeiras e Parque Burle Marx) e entre os diferentes tipos de substratos amostrados (areia, cascalho e folhiço), observam-se pequenas diferenças. No Parque das Mangabeiras a riqueza é superior nos substratos folhiço e areia em relação ao Parque Burle Marx, no entanto não há diferença no substrato cascalho entre ambos os locais. Observa-se também maior riqueza no substrato folhiço (Parque da Mangabeiras) e a menor riqueza no substrato areia (Parque Burle Marx). Embora as medidas de riqueza de espécies consigam indicar a situação de um ambiente com base nos taxa encontrados, os índices de diversidade (por ex. Shannon-Wiener - H') são medidas largamente utilizadas em ecologia. Estes índices levam em conta, tanto a riqueza quanto a abundância de espécies. Dessa forma, observou-se que o substrato areia foi o que apresentou menor diversidade de organismos, tanto no córrego Mangabeiras (H'= 0,77) quanto no córrego Burle Marx (H'= 0, 89), quando comparado com os outros substratos amostrados. De forma geral maior diversidade foi observada no substrato folhiço.

As matas ciliares são importantes barreiras aos sedimentos, funcionando como filtros, impedindo e/ou reduzindo o carreamento de partículas de solo e consequentemente, atuando como sumidouro de poluentes, Souza (2012b). Dentre os benefícios proporcionados ao meio ambiente por esta vegetação, merecem destaque o controle à erosão nas margens dos ambientes aquáticos; a redução dos efeitos de enchentes; a manutenção da quantidade e qualidade das águas, Arcova e Cicco (1999) e funcionar como habitat para diferentes espécies animais contribuindo para a manutenção da biodiversidade local, Santos *et al*. (2008).

Os resultados confirmam que a maior ou menor abundância e riqueza de invertebrados deve-se ao grau de preservação do ambiente e, também, maior cobertura vegetal do trecho amostrado, o que produz uma grande quantidade de folhiço, podendo servir como alimento e abrigo para muitas larvas de insetos. O papel do folhiço como ponto de apoio para os insetos durante o período de seca, associado ao número de organismos por grama de folha, demonstra a importância da presença e manutenção da mata ciliar nestes ambientes, Uieda e Gajardo (1996).

CONCLUSÕES

Nas áreas urbanas pesquisadas a manutenção de habitats físicos influencia diretamente a composição e estrutura de macroinvertebrados bentônicos. Neste estudo as unidades de preservação ambiental (parques urbanos) demonstraram ser espaços importantes para conservação de recursos ambientais, incluindo os ambientes aquáticos urbanos

Os macroinvertebrados bentônicos foram bons indicadores de degradação ambiental, quando comparadas as comunidades em ambientes alterado e preservados. A partir dos resultados obtidos foi observado que os organismos estão intimamente relacionados com os tipos de substratos presentes no ambiente. Ambientes em condições preservadas foram bons indicadores de diversidade e abundancia de macroinvertebrados bentônicos.

Os estudantes de iniciação científica júnior, através de metodologias utilizadas na pesquisa científica foram capazes de desenvolver o seu pensamento e aguçar sua criatividade científica sobre a importância de melhorias para a conservação de ambientes aquáticos continentais.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo projeto P&D ANEEL CEMIG GT-487 e teve apoio do CNPq, CAPES, FAPEMIG e Fundação de Parques Municipais de Belo Horizonte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCOVA, F. C. S.; CICCO, V. (1999) Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. Scientia Forestalis. 56: 125-134.

ARRUDA, G. S. (2007). Os desafios para a iniciação científica no ensino médio integrado ao técnico. Revista Igapó. 1: 38-44.

BARBOSA, F. M. C. P.; RODRIGUES, J. R.; OLIVEIRA, T. M.; MOURA, A.; SIMÕES, B. E. S.; CAMPOS, B. M.; ASSIS, N. L.; SANTOS JR, V. S.; SOUZA, W. P. (2013) Time lapse aplicado na educação ambiental: foco na preservação da água. UFMG Jovem e FECEB. Belo Horizonte, MG

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. D. C. (2001) Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 6 (1): 71-82.

CALLISTO, M.; ALVES, C. B. M.; LOPES, J. M.; CASTRO, M. A. (2014) Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos. 1. ed. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais. 261p.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES-JR, A. P. (2009) Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte – MG. VI ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÕES - CEDEPLAR/FACE/UFMG - Belo Horizonte, MG.

FERREIRA, W. R.; NASCIMENTO, D. A.; ALVES, C. B. M.; CALLISTO, M. (2012) Biomonitoramento de longo prazo da bacia do rio das Velhas através de um índice multimétrico bentônico. Revista Brasileira de Recursos Hidricos, 17 (3): 253 – 259.

GROSTEIN, M. D. (2001) Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos "insustentáveis". São Paulo em Perspectiva, São Paulo, 15 (1): 13-19.

JACOBI, P. R. (2006) Participação na gestão ambiental no Brasil: os comitês de bacias hidrográficas e o desafio do fortalecimento de espaços públicos colegiados. In: Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana. Alimonda, Héctor. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Buenos Aires.

LOVETT, G. M.; BURNS, D.A.; DRISCOLL, C.T.; JENKINS, J.C.; MITCHELL, M.J.; RUSTAD, L.; SHANLEY, J.B.; LIKENS, G.E.; HAEUBER, R. (2007) Who needs environmental monitoring? Front. Ecol. Environ. 5: 253–260.

MACEDO, D.R.; HUGHES, R.M.; LIGEIRO, R.; FERREIRA, W.R.; CASTRO, M.A.; JUNQUEIRA, N.T.; OLIVEIRA, D.R.; FIRMIANO, K.R.; KAUFMANN, P.R.; POMPEU, P.S.; CALLISTO, M. (2014) The relative influence of catchment and site variables on fish and macroinvertebrate richness in cerrado biome streams. Landscape Ecol. 29: 1001–1016.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.; BAPTISTA, D. (2010) Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Technical Books Editora, 174p.

OLIVEIRA, P. T. S. B.; BITAR, O. Y. (2009) Indicadores ambientais para o monitoramento de parques urbanos. INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. 4 (2): 1-14.

PAZ, A.; MORENO, P.; ROCHA, L.; CALLISTO, M. (2009) Efetividade de áreas protegidas na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no Rio das Velhas (MG). Neotropical Biology & Conservation. 3 (3): 149-158.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. (2001) Biologia da Conservação. Londrina, Editora Vida, 328p.

SANTOS, D. G.; DOMINGOS, A. F.; GISLER, C. V. T. (2008) Gestão de Recursos Hídricos na Agricultura: O Programa Produtor de Água. In: Manejo e conservação da água no contexto e mudanças ambientais. XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Rio de Janeiro.

SOUZA, M. F.; COELHO, M. M. L. P.; MOURA, P. M.; BENEDITO, M. (2012a) Custos de manutenção de bacias de detenção para controle de cheias na cidade de Belo Horizonte-MG. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves-RS.

SOUZA, M. C. (2012b) de Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do rio Jacarecica – Maceió/AL-Dissertação Programa de Pós-Graduação Recursos Hídricos e Saneamento/UFAL. 171p.

UIEDA, V. S. I.; GAJARDO, C. S. M. (1996) Macroinvertebrados perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. Naturalia. 21: 31-47.