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

EPHEMEROPTERA (INSECTA) COMO BIOINDICADORES DE CONDIÇÕES ECOLÓGICAS EM RIACHOS A MONTANTE DE BARRAMENTOS HIDRELÉTRICOS

Kele Firmiano[1]; Raphael Ligeiro[2]; Marcos Callisto[1]

Resumo – Os ecossistemas aquáticos continentais são altamente ameaçados pelos diversos usos antrópicos da terra, e os efeitos negativos dessas atividades diminuem tanto a qualidade ambiental quanto a biodiversidade. Macroinvertebrados bentônicos são sensíveis a estes impactos, especialmente as formas imaturas dos insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera. Foram estudados 24 riachos de cabeceira a montante dos barramentos hidrelétricos de Nova Ponte (alto rio Araguari) e Três Marias (alto rio São Francisco), no cerrado mineiro. Metade deles estava em condições menos perturbadas e a outra estava em condições mais perturbadas, conforme a classificação de um índice de distúrbio ambiental. Foi avaliado como a composição e abundância de Ephemeroptera diferiam entre as condições ecológicas, e quais os gêneros indicadores. Foram identificadas 6.424 ninfas distribuídas em seis famílias e 34 gêneros. As assembleias diferiam em composição e abundância entre as condições ecológicas somente nos riachos na bacia do alto rio Araguari, sob influência de atividades de agricultura. Cinco gêneros indicadores de riachos em condições menos perturbadas (*Aturbina, Cloeodes*- Baetidae; *Farrodes, Miroculis* e *Ulmeritoides*- Leptophlebiidae) reforçam o papel dos Ephemeroptera como bioindicadores de integridade ecológica. Estes resultados subsidiam gestores ambientais na tomada de decisões quanto ao manejo e conservação de biodiversidade em bacias hidrográficas.

Palavras-Chave – condições ecológicas,usos do solo, táxons indicadores.

MAYFLIES (INSECTA) AS INDICATORS OF ECOLOGICAL CONDITIONS IN HEADWATER STREAMS UPSTREAM HYDROPOWER DAMS

Abstract – Continental aquatic ecosystems are highly threatened by the different human land uses, and the negative effects of these activities reduce environmental quality and biodiversity. Benthic macroinvertebrates are sensitive to these impacts, especially the immature insects of orders Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera. We studied 24 headwater streams in the Cerrado biome located upstream to Nova Ponte (upper Araguari river) and Três Marias (upper São Francisco river) hydroelectric dams. They were classified as least- and most- disturbed ecological conditions, based on a disturbance index. We tested if the composition and abundance of mayflies differ between ecological conditions, and if there are indicator genera of them. We identified 6,424 nymphs distributed in six families and 34 genera. We found significant difference in the composition and abundance among the ecological conditions only in the streams of the upper Rio Araguari basin, which has great influence of agriculture. We found five indicators genera (*Aturbina, Cloeodes*- Baetidae; *Farrodes, Miroculis* and *Ulmeritoides*- Leptophlebiidae) in streams in least-disturbed condition, what highlight the importance of mayflies as bio-indicators of ecological integrity. These results assists environmental managers in making decisions about the management and conservation of biodiversity in river basins.

Keywords – ecological conditions, land use, indicator taxa.

[1] Universidade Federal de Minas Gerais, ICB, Depto. Biologia Geral, Lab. Ecologia de Bentos, kelerocha@gmail.com, callistom@ufmg.br
[2] Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas,Laboratório de Ecologia e Conservação, ligeirobio@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos continentais são altamente ameaçados por atividades humanas decorrentes dos diversos usos da terra (Sala *et al.*, 2000). Atividades antrópicas têm causado desflorestamento de áreas de vegetação natural e substituição por áreas de agricultura e pastagens, bem como por atividades urbanas e industriais (Allan, 2004), resultando em aumento na carga de nutrientes, sedimentos e poluentes carreados para os ecossistemas aquáticos (Woodward *et al.*, 2012). No Brasil, as principais ameaças são: poluição orgânica por lançamento de dejetos domésticos e industriais sem tratamento, destruição e degradação de habitats e processos de erosão e assoreamento (Moreno e Callisto, 2006; Callisto e Moreno, 2008), barramentos de grandes rios para geração de energia hidrelétrica (Molozzi *et al.*,2013) e canalizações, causando assim modificações na morfologia fluvial (Feio *et al.*, 2013).

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, cobrindo cerca de 20% do território nacional (~ 2 milhões de Km^2) (Wantzen *et al.*,2003), sendo considerado um "hotspot" de biodiversidade, dada a alta taxa de degradação ambiental e elevada diversidade e endemismo de espécies animais e vegetais (Myers *et al.*,2000). Este bioma possui alto potencial hídrico devido ao grande número de riachos de cabeceira, que contribuem para importantes bacias hidrográficas, tais como as dos sistemas Paraná e São Francisco (Machado *et al.*, 2011).

Riachos de cabeceira possuem alta diversidade biológica (Allan e Castillo, 2007), especialmente aqueles em condições ecológicas menos perturbadas (Stoddard *et al.*, 2006). Grande parte desta biodiversidade é composta por diversos táxons de macroinvertebrados bentônicos que, devido a suas sensibilidades à degradação ambiental, são utilizados como bioindicadores de qualidade de água (Bonada *et al.*, 2006). Entre eles destacam-se os insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (Ferreira *et al.*, 2011).

O objetivo deste estudo foi testar o potencial de bioindicação de assembleias de Ephemeroptera em riachos em diferentes condições ecológicas, localizados a montante de barramentos hidrelétricos. Foi testada a previsão de que em riachos menos perturbados as assembleias apresentarão maior riqueza e abundância de gêneros do que aqueles mais perturbados, e que serão observados gêneros indicadores exclusivos de cada condição ambiental.

MATERIAL & MÉTODOS

Áreas de estudo e caracterização de riachos em diferentes condições ecológicas

Foram estudados 24 trechos de riachos de primeira a terceira ordens (*sensu* Strahler, 1957) localizados a montante dos reservatórios de Nova Ponte (bacia do alto rio Araguari, sistema Paraná) e Três Marias (bacia do alto rio São Francisco, sistema São Francisco). As amostragens foram realizadas ao final das estações secas dos anos de 2009 e 2010, respectivamente. Os riachos amostrados foram classificados com base no Índice de Distúrbio Integrado (IDI), proposto por Ligeiro *et al.* (2013). Em cada bacia hidrográfica, seis riachos com os menores valores de IDI foram classificados como menos perturbados, enquanto que outros seis com maiores valores de IDI foram classificados como mais perturbados (Tabela 1). Este índice pondera tanto os distúrbios observados em escala local, isto é, aqueles observados no leito e nas margens dos riachos (p. ex.: presença delixo, canalizações, estradas e rodovias, construções, canos etc), bem como os observados na escala regional, isto é, na sub-bacia de cada riacho, que referem-se aos percentuais de uso antrópico do solo (p. ex.: agricultura, pastagens, urbanização, plantações de *Eucalyptus* spp.). No alto rio Araguari a principal atividade é a agricultura, especialmente de culturas mecanizadas e irrigadas

como café, cana-de-açúcar, milho e soja. No Alto rio São Francisco predomina a agricultura em pequena escala, a agropecuária extensiva e plantações de *Eucalyptus spp.*(Macedo *et al.*, 2014).

Tabela 1. Índice de Distúrbio Integrado (IDI) (Média, desvio padrão, mínimo e máximo) para os 24 trechos de riachos localizados a montante dos barramentos hidrelétricos de Nova Ponte e Três Marias, nos sistemas dos altos rios Araguari e São Francisco respectivamente.

B. Hidrográfica	Média	Desv. Pad.	Mín.	Máx.
Alto Araguari	0.438	0.320	0.047	0.927
São Francisco	0.318	0.208	0.013	0.561

Coleta e processamento de amostras e identificação de ninfas de Ephemeroptera

Amostras de sedimento foram coletadas seguindo Peck *et al.* (2006) como descrito em Callisto *et al.* (2014). Utilizou-se um amostrador do tipo "kicking net" ou rede D (30 cm de abertura e 500 µm de malha, 0,09 m^2 de área amostrada). A coleta foi realizada em forma de "zigue e zague", objetivando-se amostrar de forma aleatória a maioria dos habitats existentes em cada trecho de riacho. A extensão mínima amostrada em cada riacho foi de 150 metros, sendo dividida em 11 transectos equidistantes. Em cada transecto foi coletada uma sub-amostra, totalizando 11 sub-amostras que posteriormente foram agrupadas em uma única amostra composta por riacho (aproximadamente 1 m^2 de área amostrada). As amostras foram fixadas em campo com uma solução de formol a 10%. Em laboratório as amostras foram lavadas sobre peneira de 500 µm, triadas em bandejas transiluminadas e identificadas até o nível taxonômico de gênero em microscópio estereoscópico (80x) com auxílio de chaves taxonômicas específicas (Domínguez *et al.*, 2006; Salles, 2006).Os organismos foram depositados na Coleção de Referência de Macroinvertebrados bentônicos do Laboratório de Ecologia de Bentos do ICB/ Universidade Federal de Minas Gerais.

Análise dos dados

Para verificar se as assembleias de Ephemeroptera dos riachos em diferentes condições ecológicas diferiram em composição e abundância, nós utilizamos análises de variância multivariada permutacional (PERMANOVA,Anderson *et al.*,2001) e ordenação (nMDS, Clarke e Gorley, 2006) tanto para composição de gêneros (índice de Jaccard) quanto para a abundância de ninfas (distância de Gower modificada). Utilizamos a análise de táxons indicadores Dufrêne e Legendre (1997) para determinar quais gêneros de Ephemeroptera seriam indicadores de cada condição ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 6.424 ninfas nas duas bacias (1.917 alto rio Araguari e 4.507 no alto rio São Francisco) distribuídas em seis famílias e 34 gêneros. Isso corresponde a 46% do total de gêneros registrados para o Brasil (Ephemeroptera do Brasil,2015). Os gêneros mais abundantes foram *Thraveryphes* (23%), *Thraulodes* (15%) e *Americabaetis* (13%), que juntos representaram 23% da abundância total. O padrão encontrado neste estudo é compatível com outros estudos de

insetos aquáticos, em que há um predomínio de poucos táxons muito abundantes e muitos táxons raros (Siqueira *et al.*,2012). Levantamentos biológicos como o realizado nesse estudo são importantes para reduzir a chamada "lacuna de Wallace ", que preconiza que a distribuição geográfica de muitos táxons é pobremente conhecida, sendo importante inventariar a biodiversidade para fins de conservação e manejo (Bini *et al.*,2006).

Somente nos riachos do alto rio Araguari a composição e abundância de Ephemeroptera foram diferentes entre riachos menos e mais perturbados (Figura 1). No alto rio Araguari as assembleias presentes em riachos menos perturbados foram dissimilares daquelas presentes em riachos mais perturbados (Figura 1A e 1B). No entanto, o mesmo não foi observado nos riachos da bacia do alto São Francisco (Figura 1C e 1D). Este padrão deve-se provavelmente às diferenças nos tipos e intensidades de usos do solo nas duas bacias, como mensurado pelo IDI (Tabela 1). No alto rio Araguari, o percentual de uso do solo destinado à agricultura foi maior em comparação com o alto rio São Francisco. Atividades de grande manipulação do solo, tais como agricultura, podem diminuir a qualidade ambiental de rios e riachos uma vez que aumentam a quantidade de solo exposto. Isso pode ser carreado para os ecossistemas lóticos, modificando o substrato de fundo e, consequentemente, diminuindo a diversidade de habitat disponíveis (Allan, 2004; Buss *et al.*,2004).

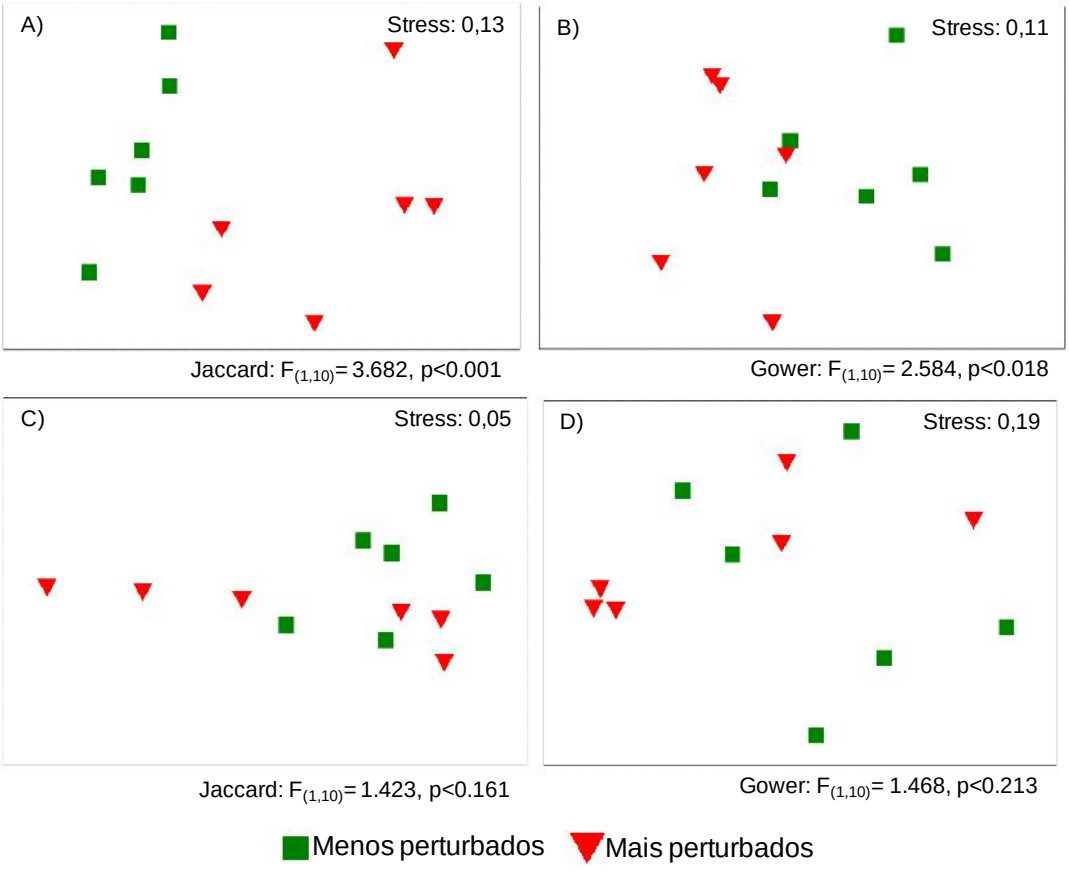

Figura 1.NMDSpara as assembleias de Ephemeroptera nos riachos do alto rio Araguari (Jaccard: A, Gower modificada: B) enos riachos do alto rio São Francisco (Jaccard: C, Gower modificada: D).

Foram encontrados gêneros indicadores somente para os riachos menos perturbados do alto rio Araguari. Os gêneros indicadores considerados sensíveis foram *Aturbina* e *Cloeodes* (Baetidae) e *Farrodes*, *Miroculis* e *Ulmeritoides* (Leptophlebiidae) (Tabela 2). As famílias Baetidae e

Leptophlebiidae são as mais diversas entre os Ephemeroptera (Salles,2006), e muitos estudos têm apontado alguns gêneros pertencentes a elas como indicadores de perturbação ambiental (p. ex.: Junqueira *et al.*, 2000; Buss e Salles, 2007; Souza *et al.*, 2011). Nos riachos menos perturbados foram encontrados gêneros que só ocorreram nessas condições, mas em baixas abundâncias, que também poderiam ser considerados sensíveis às perturbações (p. ex.: *Campylocia*- Euthyplociidae, e *Varipes*- Baetidae: 0,73% da abundância total cada). No entanto, o valor de indicação (IndVal) possui dois requisitos para considerar um táxon como indicador, que são a pureza e a confiabilidade, obtidas com base no teste de permutação de Monte Carlo (aleatorizações n=10.000) (Dufrêne e Legendre, 1997). A pureza refere-se à proporção de aleatorizações em que o táxon a presenta afinidade por uma determinada categoria, e a confiabilidade refere-se à proporção de aleatorizações em que o valor de *p* é significativo para uma dada categoria. Assim, apesar da alta riqueza de gêneros observada, somente cinco deles satisfizeram os requisitos de um bom bioindicador.

Tabela 2. Táxons indicadores de riachos em condições menos perturbadas na bacia do alto rio Araguari, segundo método proposto por Dufrêne e Legendre (1997).

Família	**Gênero**	***p***	**IndVal**
Baetidae	*Aturbina*	0,02	0,8
	Cloeodes	0,02	0,8
Leptophlebiidae	*Farrodes*	0,05	0,80
	Miroculis	0,02	0,83
	Ulmeritoides	0,04	0,80

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Riachos localizados em bacias hidrográficas com intenso uso do solo estão mais expostos à perturbação ambiental.As assembleias responderam a estas alterações, sendo observadas diferenças significativas na composição e na abundância entre as condições ecológicas comparadas. Os Ephemeroptera são importantes bioindicadores de riachos em boas condições ambientais. No entanto, ao contrário de nossa previsão, o IndVal não detectou gêneros indicadores de riachos mais perturbados. Atualmente, novas abordagens estão sendo desenvolvidas, como por exemplo a detecção de limiares ecológicos (Baker e King, 2010). Ressaltamos que inventários de biodiversidade contribuem para avanço do conhecimento da distribuição geográfica dos organismos, bem como o potencial de detectar impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos. Com este estudo esperamos subsidiar gestores de bacias hidrográficas na tomada de decisões de conservação e manejo.

AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos o financiamento da CEMIG-Programa Peixe Vivo, P&D Aneel GT-487 CAPES, CNPq e FAPEMIG. Colegas da UFMG, UFLA, PUC-Minas e CEFET que colaboraram no levantamento dos dados de campo. Agradecemos a Msc. Carlos Bernardo Mascarenhas Alves pelo gerenciamento logístico do projeto, aos pesquisadores Robert M. Rughes e Philip Kaufmann (US-EPA, Western Ecology Division) pelas considerações em todo trabalho, ao prof. Dr. Frederico Falcão Salles (UFES) pelo treinamento na identificação das ninfas. Aos professores Dr. Leandro Juen (UFPA) e Dr. Gilmar Bastos Santos (PUC-Minas) pelas críticas e sugestões durante a defesa de dissertação da primeira autora, referente a este trabalho, pelo programa de pós graduação em Ecologia Conservação e Manejo de Vida Silvestre pela UFMG.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M.J.(2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.*Austral Ecol.* 26, 32-46.

ALLAN, J.D. (2004). Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream *Ecosystems. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst*. 35, 257–284.

ALLAN, D. & M. CASTILLO. (2007). Stream *Ecology-Structure and Function of Running Waters*.Springer, Dordrecht.

BAKER, M. E.; R. S. KING. 2010. A new method for detecting and interpreting biodiversity and ecological community thresholds. *Methods in Ecology and Evolution* 1, 25–37.

BONADA, N.; PRAT, N.; RESH, V.H.; STATZNER, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annu. Rev. Entomol*. 51, 495–523.

BINI, L.M.; DINIZ-FILHO, J.A..F; RANGEL, T.F.L.V.B.; BASTOS, R.P.; PINTO, M.P. (2006) Challenging Wallacean and Linnean shortfalls: knowledge gradients and conservation planning in a biodiversity hotspot. *Diversity and distributions*.12, 475-482.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L.; EGLER, M.(2004). Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. *Hydrobiologia.* 518,179-188.

BUSS, D.F.; SALLES, F.F.(2007). Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian river basin. *Environ. Monit. Assess.*130, 365-372.

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

CALLISTO, M.; CASTRO, D.; MORAIS, L.; HUGHES, M.F.; KIMURA, A.; ALVES, R.; Freitas, V.; GAGLIARDI, L.; GUIMARÃES, L.C.; GUTIERREZ, M.A.; LIGEIRO, R.; MIRANDA, R.F.; RESENDE, F.; SALES, S.C.M. (2012). Gestão Eficiente de Bacias Hidrográficas no Brasil: Dificuldades e Perspectivas de Soluções. *Natureza & Conservação.* 10, 92-95.

CALLISTO, M.; MORENO, P. (2008). Programa de biomonitoramento de qualidade de água e biodiversidade bentônica na bacia do Rio das Velhas. *In.: Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio.* 107-121 p.

CLARKE, K.R. & GORLEY, R.M., 2006. *PRIMER: user manual, Version 6.* Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, 192 p.

DOMÍNGUEZ, E.; MOLINERI, C.; PESCADOR, M.L.; HUBBARD, M.D.; NIETO, C.(2006). *Ephemeroptera of South America.*Pensoft Publ., Moscow, 646 p.

DUFRÊNE, M.; LEGENDRE, P.(1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr*. 67, 345-366.

EPHEMEROPTERA DO BRASIL (2015). *Lista de espécies.*http:< http://ephemeroptera.com.br/lista/>. Acesso em: 07/05/2015.

FEIO, M.J.; FERREIRA, W.R.; MACEDO, D.R.; ELLER, A.P.; ALVES, C.B.M.; FRANÇA, J.S.; CALLISTO, M. (2013). Defining and testing targets for the recovery of tropical streams based on macroinvertebrate communities and abiotic conditions.*River Research and Applications.*DOI: 10.1002/rra.2716.

FERREIRA, W. R.; PAIVA, L. T.; CALLISTO, M.(2011). Development of a benthic multimetric index for biomonitoring of a neotropical watershed. *Brazilian Journal of Biology* (Online), v. 71, p. 1-11.

JUNQUEIRA, M.V.; AMARANTE, M.C.; DIAS, C.F.S.; FRANÇA, E.S.(2000).Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brazil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnol. Bras.* 12, 73-87.

LIGEIRO, R.; HUGHES, R.M.; KAUFMANN, P.R.; MACEDO, D.R.; FIRMIANO, K.R.; FERREIRA, W.R.; OLIVEIRA, D.; MELO, A.S.;CALLISTO, M.(2013). Defining quantitative stream disturbance gradients and the additive role of habitat variation to explain macroinvertebrate taxa richness. *Ecol. Indic.*, 25,45-57.

MACEDO, D.R.; LIGEIRO, R.; FERREIRA, W.; JUNQUEIRA, N. T.; SANCHES, B.O.; Oliveira, D.R.; ALVES, C.B.M.; HUGHES, R.M.; KAUFMANN, P.R.; POMPEU, P.S.; SANTOS, G.B.; CALLISTO, M. (2012). Adaptação e validação de um protocolo de avaliação biológica e de hábitats físicos no estudo de assembléias de peixes e macroinvertebrados bentônicos em bacias hidrográficas no cerrado brasileiro. *Ação Ambiental (UFV).*

MACEDO, D.R.; HUGHES, R.M.; LIGEIRO, R.; FERREIRA, W.; CASTRO, MA.; 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.*LandscapeEcology*.29,1001–1016

MACHADO, N.G.; VENTICINQUE, E.M.; PENHA, J. (2011). Effect of environmental quality and mesohabitat structure on a Biotic Integrity Index based on fish assemblages of cerrado streams from Rio Cuiabá Basin, Brazil. *Braz. J. Biol.* 7, 577-586.

MOLOZZI, J.; FEIO, M.J.; SALAS, F.; MARQUES, J.C.; CALLISTO, M. (2013). Maximum ecological potencial of tropical reservoirs and benthic invertebrate communities.*Environmental Monitoring and Assessment*.DOI 10.1007/s10661-012-3049-3

MORENO, P.; CALLISTO, M. (2006).Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil.*Hydrobiologia*. 560, 311-321.

MEYER, J. L.; WALLACE, J. B.(2001). Lost linkages in lotic ecology: rediscovering small streams. In *Ecology: Achievement and Challenge*.ed. M Press, N Huntly, S Levin, pp. 295–317. Boston: Blackwell Sci.

SALA, O.E.; CHAPIN, F.S.; ARMESTO, J.J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J., DIRZO, R., HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.F., JACKSON, R.B.; KINZIG, A.(2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100.*Science*.287,1770-1774.

SALLES, F.F.(2006). A ordem Ephemeroptera n Brasil: taxonomia e diversidade (Tese).

SIQUEIRA, T.; BINI, L.M.; ROQUE, F.O.; COUCEIRO, S.R.M., TRIVINHO-STRIXINO, S.; COTTENIE, K. (2012). Common and rare species respond to similar niche processes in macroinvertebrate metacommunities. *Ecography*, 35, 183–192.

STRAHLER, A.N., 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology.*Trans. Am. Geophys.*,38,913-920.

PECK, D.V.; HERLIHY, A.T.; HUGHES, R.M.; KAUFMANN, P.R.; KLEMM, D.J.; LAZORCHAL, J.M.;McCORMIK, F.H.; PETERSON, S.A.; RINGOLD, P.L.; MAGEE, T.; CAPPAERT, M.R.(2006). *Environmental Monitoring and Assessment Program – Surface Waters Western Pilot Study: Field Operations Manual for Wadeable Streams.* - EPA 600/R-06/003. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. Washington, DC.

SOUZA, H.M.D.L.; CABETTE, H.S.; JUEN, L.(2011).Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) of Cerrado streams in the state of Mato Grosso, Brazil, under different levels of environmental preservation. *Iheringia.*, *101*, 181-190.

STODDARD, J.L.; LARSEN, D.P.; HAWKINS, C.P.; JOHNSON, R.K.; NORRIS, R.H.(2006). Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. *Ecol. Appl.*, *16*,1267-1276.

WANTZEN, K.M.(2003). Cerrado streams - characteristics of a threatened freshwater ecosystem type on the tertiary shields of South America.*Amazoniana*, *17*, 485-502.

WOODWARD, G.; GESSNER, M.O.; GILLER, P.S.; GULIS, V.; HLADYZ, S.; LECERF, A.; MALMQVIST, B.;McKIE, B.G.; TIEGS, S.D.; CARISS, H., DOBSON, M.; ELOSEGI, A.; FERREIRA, V.; GRAÇA, M.A.S.; FLEITUCH, T.; LACOURSIÈRE, J.O.; NISTORESCU, M.; POZO,J.; RISNOVEANU, G.; SCHINDLER, M.; VADINEANU, A.; VOWGHT, L.B.M.; CHAUVERT, E.(2012). Continental-scale effects of nutrient pollution on stream ecosystem functioning.*Science. 336*, 1438-1440.