

XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

ALTERAÇÕES DE VAZÃO EM COMUNIDADES BENTÔNICAS: subsídio ecológico para parametrização de vazões ambientais

Taynan H. Tupinambás¹; Diego Marcel P. Castro²; Juliana S. França³; Marcos Callisto⁴

Resumo – Alterações sazonais e diárias de vazão por barramentos hidrelétricos modificam características de água e de habitats fluviais a jusante, refletindo nas comunidades aquáticas. O objetivo deste estudo foi manipular a vazão a jusante de um reservatório para testar a eficiência de métricas de comunidades de bentônicas para avaliação de alterações sazonais e diárias de vazão como subsídio ecológico para parametrização de vazões ambientais. No primeiro experimento estabilizou-se a vazão a jusante do reservatório de Itutinga por trinta dias, compreendendo dois períodos na estação chuvosa e dois períodos na estação seca. Após a estabilização amostras de sedimento foram coletadas em três habitats por 6 dias consecutivos. O segundo experimento iniciou-se em seguida ao experimento 1 nos meses de janeiro (chuvas) e julho (seca). Foram simuladas flutuações diárias de vazão entre 18:00 e 22:00 hs por seis dias. As amostras de sedimento foram coletadas nos três habitats. Os resultados indicam que riqueza e diversidade foram eficientes parâmetros na avaliação de alterações sazonais e diárias de vazão. Esta abordagem pode ser associada a utilização de outros organismos e parâmetros físicos, químicos e hidráulicos para facilitar discussões sobre vazão que atendam às necessidades antrópicas e de conservação da vida silvestre nos ecossistemas aquáticos.

Abstract – Seasonal and daily water flow alterations from dams change the fluvial habitats and water characteristics downstream, reflecting on freshwater communities. The current work aimed to use controlled manipulation of a dam to test the efficiency of benthic macroinvertebrate communities metrics in order to evaluate the impact of seasonal and daily flow alterations as an ecological tool to environmental flow calculation. The first experiment stabilized the flow of water from the dam for thirty days, including two periods during the wet season (January and March in 2010) and two periods during the dry season (July and October in 2010). After stabilization, sediment samples were collected at three habitats for six days in each stabilized period. The second experiment was realized soon after experiment 1 in January and July. Daily fluctuations of water flow from 18:00-22:00, were simulated. Sediment samples were collected for six days. The results indicate that richness and diversity were efficient parameters to evaluate the impact of seasonal and daily flow alterations. This approach can be associated with other groups of organisms and with physical, chemical and hydraulic parameters to facilitate discussions about flow values that balance human, wildlife and ecosystem conservation.

Palavras-Chave – Macroinvertebrados bentônicos; vazão ecológica; conservação de biodiversidade.

¹ Doutorando ECMVS/UFMG. Laboratório de Ecologia de Bentos ICB/UFMG. E-mail: taynanh@yahoo.com.br

² Mestrando ECMVS/UFMG. Laboratório de Ecologia de Bentos ICB/UFMG E-mail: diegobioufla@gmail.com

³ Bióloga – Apoio Técnico. Laboratório de Ecologia de Bentos ICB/UFMG. E-mail: jsfranca@yahoo.com.br

⁴ Professor Associado UFMG. Laboratório de Ecologia de Bentos ICB/UFMG. E-mail: callistom@ufmg.br

1 - INTRODUÇÃO

O barramento de um rio modifica seu regime hidrológico, criando um trecho lântico a montante do barramento e outro lótico a jusante regulado pela operação do reservatório (Junk & Mello, 1990; Suen & Eheart, 2006; Agostinho *et al.*, 2007; Chung *et al.*, 2008). Como consequência, parâmetros importantes para os organismos aquáticos são modificados, incluindo velocidade de água, composição de substratos, temperatura e oxigênio, entre outros (Poff *et al.*, 1997; Allan, 1995). Estas alterações na qualidade e quantidade de água influenciam a dinâmica de matéria e energia, a disponibilidade de habitats físicos e eficiência de interações bióticas, alterando a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos (Poff *et al.*, 1997; Bunn & Arthington, 2002).

A partir da década de 90 surgiram discussões e estudos sobre valores mínimos de vazão a jusante de reservatórios (Poff *et al.*, 1997; Souza *et al.*, 2008). Esta chamada “vazão ecológica”, ou “vazão ambiental”, deve conciliar as necessidades sócio-econômicas humanas e dos rios, incluindo atividades agropecuárias, de lazer, transporte, abastecimento humano, uso industrial e geração de energia elétrica. Deve ainda manter viáveis as condições ambientais essenciais à manutenção dos ecossistemas aquáticos, como abrigo, alimentação e reprodução de organismos aquáticos (Suen & Eheart, 2006; Alves & Bernardo, 2000). Segundo Collischonn *et al.* (2005) é importante que o valor da vazão ambiental não seja um valor único, e sim, um conjunto de valores, que se aproximem ao máximo do regime hidrológico natural, favorecendo as necessidades dos ecossistemas ao longo do ano, como hidrogramas ecológicos.

Atualmente existem diversos métodos para determinação da vazão ecológica. Estes métodos podem ser classificados em grupos, sendo eles: hidrológicos, hidráulicos, de classificação de hábitat, holísticos e informais (Benetti *et al.*, 2003). Entre essas metodologias, as mais utilizadas têm sido: IFIM, Tenant, perímetro molhado e $Q_{7,10}$ (Benetti *et al.*, 2003). Em geral, a limitação destas metodologias é que estão focadas apenas na vazão mínima, não dando importância à definição de outros aspectos relacionados ao regime hidrológico, como vazões altas, cheias anuais e ao conhecimento ecológico da biota (Souza *et al.*, 2008; Collischonn *et al.*, 2005).

Além das dificuldades no uso das diferentes metodologias e suas necessárias adaptações, observam-se no Brasil conflitos entre as necessidades humanas de uso da água e a necessidade de conservação de organismos aquáticos. Um caminho para o entendimento é a discussão participativa entre pesquisadores, usuários, governo, empresas do setor energético, entre outros. Grandes consórcios geradores de energia devem incentivar a realização de experimentos de longo prazo, visando conhecer melhor os impactos dos barramentos sobre o ecossistema como um todo, incluindo hidrologia, caracterização de habitats, avaliação de parâmetros físicos e químicos da água e sedimento e comunidades biológicas (Alves *et al.*, 1998). Desta forma, diminuindo as incertezas,

será possível o avanço em busca da definição de hidrogramas ecológicos para o planejamento adequado antes da construção de reservatórios (Bunn & Arthington, 2002; Collischonn *et al.*, 2005).

Dentre os organismos aquáticos utilizados como bioindicadores ambientais, as comunidades de macroinvertebrados bentônicos podem ser uma boa ferramenta para avaliação de impactos por barramentos hidrelétricos e, portanto, podem auxiliar no avanço em busca do hidrograma ecológico (Rosenberg & Resh, 1993; Barbour, 1999). Os organismos bentônicos vivem associados ao fundo de ecossistemas aquáticos e apresentam conhecida sensibilidade à poluição e a mudanças nos habitats (Moreno & Callisto, 2004; Ferreira *et al.*, 2011).

Na Europa e América do Norte a utilização de comunidades biológicas como indicadores de impactos é amplamente empregada em programas para conservação e monitoramento de bacias hidrográficas, a exemplo do “River Habitat Survey” (Cortes *et al.*, 2008) e “Wadeable Stream Assessment” (Hughes & Peck, 2008).

A estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos é influenciada por diferentes níveis de vazão nos períodos de chuvas e seca, e também por flutuações diárias de vazão. Portanto, podem ser utilizadas como ferramenta complementar na parametrização de vazões ambientais (Bunn & Arthington, 2002). Chessman *et al.* (2010), estudando rios australianos evidenciaram alterações na estrutura de comunidades submetidas a alterações de vazão. Konrad *et al.* (2008) correlacionaram métricas das comunidades de macroinvertebrados bentônicos com alterações diárias e sazonais de vazão em vários estados norte americanos.

O presente estudo é parte de um amplo projeto que envolve três instituições de ensino e pesquisa nas áreas de Limnologia/Bentos (UFMG), Ictiologia (UFLA) e Hidrologia (CETEC-MG). O objetivo deste estudo foi utilizar a manipulação controlada de um barramento hidrelétrico para testar a eficiência da utilização de parâmetros ecológicos de comunidades de macroinvertebrados bentônicos para avaliar a influência de vazões máximas e mínimas nos períodos sazonais de chuvas e seca (Experimento 1) e de flutuações diárias de vazão (Experimento 2) sobre os ecossistemas aquáticos a jusante. Estes experimentos foram realizados na perspectiva de estabelecimento de subsídios ecológicos para parametrização de vazões ambientais no Brasil.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Área de Estudos

O Rio Grande tem sua nascente localizada na Serra da Mantiqueira (Bocaina de Minas - MG), e sua foz na confluência com o Rio Paranaíba, formando o Rio Paraná, entre os estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Ao longo de seus 1300 Km de extensão e área de 143.000

Km² estão localizadas 11 hidrelétricas: Camargos, Itutinga, Funil, Peixoto, Estreito, Jaguará, Igarapava, Volta Grande, Porto Colômbia, Marimbondo e Água Vermelha.

No trecho de rio estudado, localizado entre as hidrelétricas de Itutinga e Funil (Figura 1), foi improvisada uma base de estudos (Figura 2A) e foram selecionados três habitats: remanso (P1- Figura 1 e 2B); praia (P2-Figura 1e 2C) e corredeira (P3-Figura 1 e 2D). Cada habitat foi amostrado em uma área aproximada de 200 m².

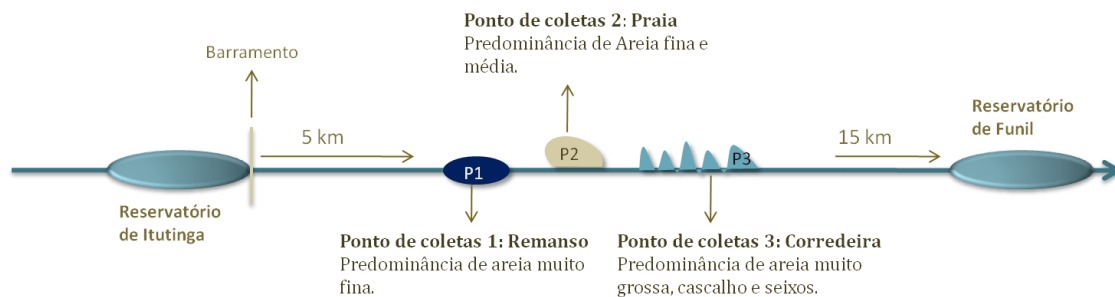


Figura 1. Esquema do trecho amostral a jusante do reservatório de Itutinga, com destaque para os três habitats amostrados (P1-Remanso; P2- Praia e P3-Corredeira) e também as distâncias entre o trecho amostral e os respectivos reservatórios a montante e jusante do trecho.

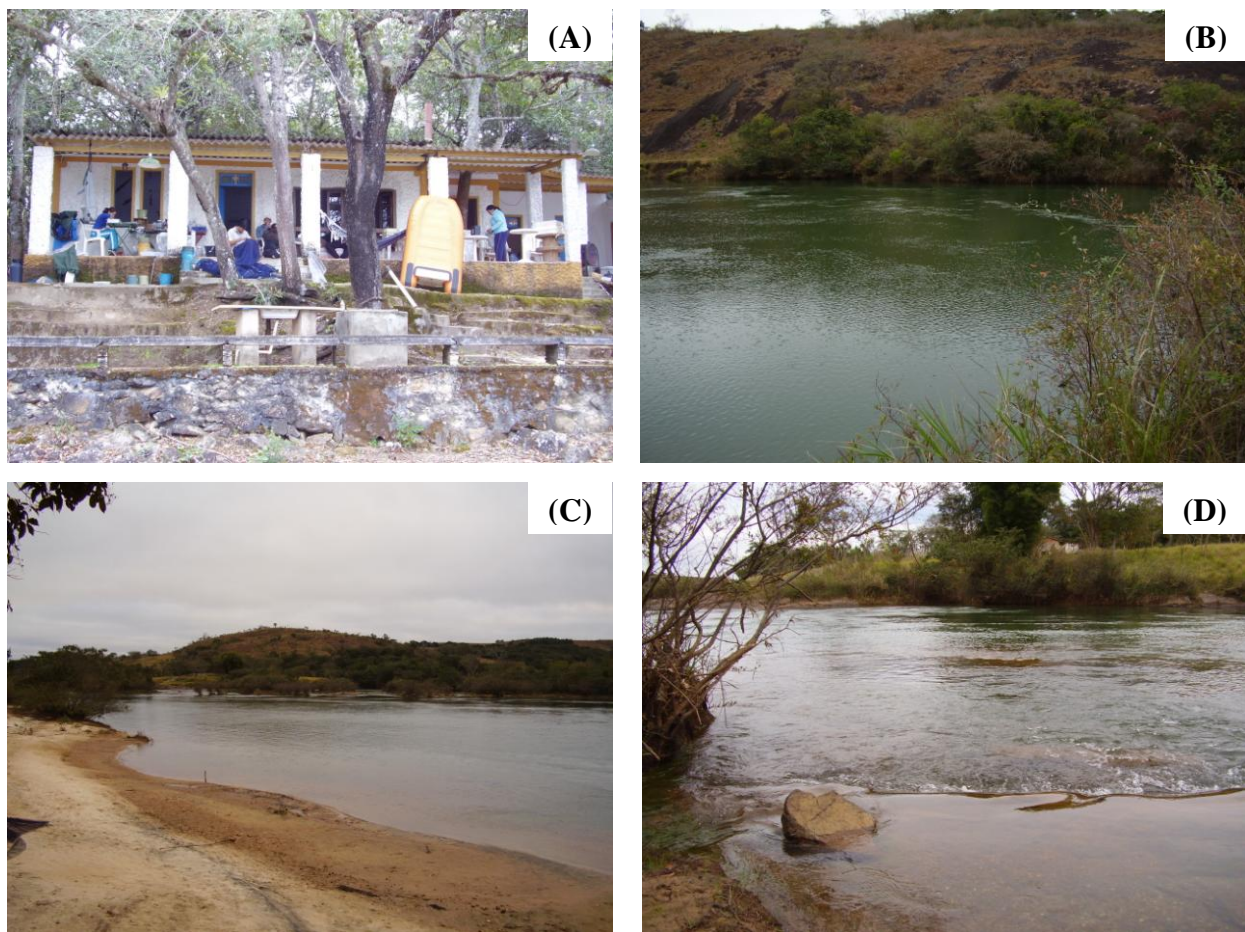


Figura 2. (A) Base improvisada de estudos localizada entre os reservatórios de Itutinga e Funil, Rio Grande- MG; (B) P1- Remanso; (C) P2- Praia; (D) P3- Corredeira.

2.2 - Realização de Experimentos Hidráulicos

Em 2010 iniciaram-se as manipulações controladas no reservatório de Itutinga para a realização de seis campanhas para amostragens de comunidades de macroinvertebrados bentônicos em duas situações hidráulicas distintas (Figura 3). Antes de cada amostragem a vazão a jusante do reservatório foi fixada por trinta dias consecutivos, em valores pré determinados com base na vazão média de longo termo (QMLT).

2.2.1 - Experimento 1

Após trinta dias de estabilização foram realizadas amostragens de sedimento em dois períodos na estação chuvosa (janeiro- $380 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ e março $90 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) e em dois períodos na estação seca (julho $110 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ e outubro $85 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) (Figura 3). Amostras de sedimento foram coletadas por seis dias, nos três habitats.

2.2.2 - Experimento 2

Este experimento foi iniciado logo em seguida às amostragens do experimento 1. Foram simuladas flutuações diárias de vazão entre 18:00 e 22:00hs em um período na estação chuvosa (janeiro- $380\text{-}430 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) e em um período na estação seca (julho- $110\text{-}180 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) (Figura 3). Foram coletadas amostras de sedimento por seis dias consecutivos, nos três habitats.

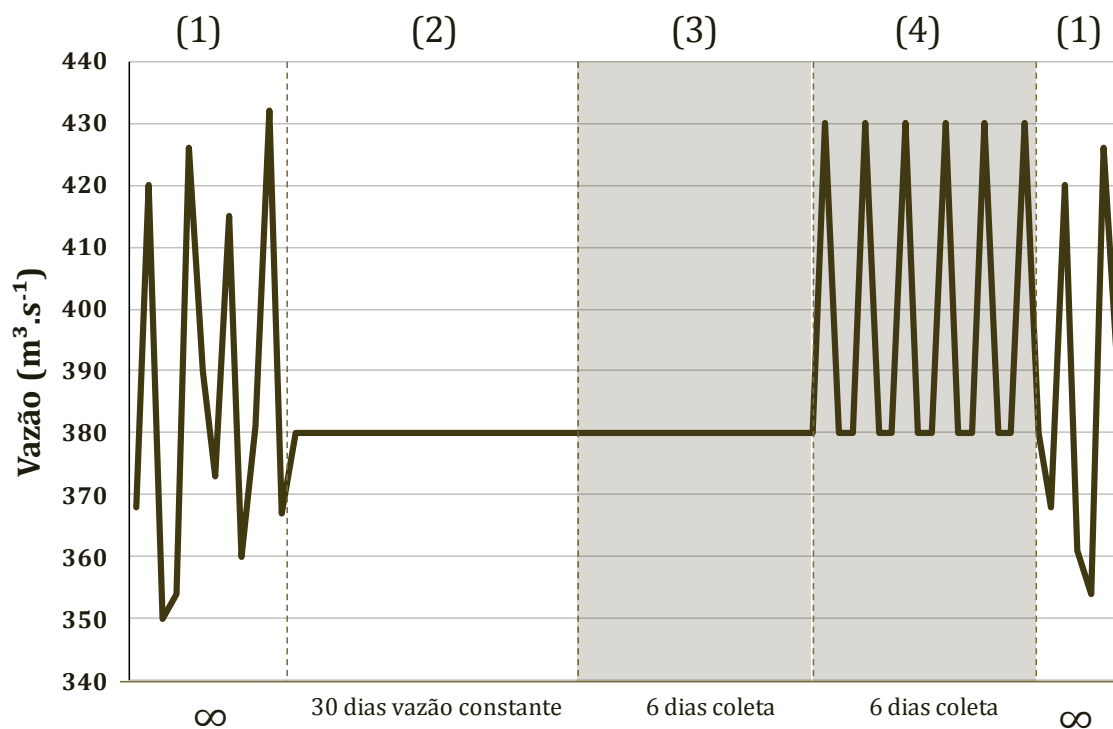


Figura 3. Esquema das situações hidráulicas amostradas nos dois experimentos: (1) operação normal do reservatório; (2) período com estabilização da vazão (30 dias); (3) coletas com vazão estabilizada (Experimento 1); (4) coletas sob influência de picos diários de vazão entre 18:00 e 22:00hs (Experimento 2).

2.3 - Amostragens de Comunidades Bentônicas

Foram coletadas 4 amostras de sedimento/dia (draga de Petersen, 0,0375m²), em cada habitat (P1, P2 e P3), durante seis dias consecutivos (Figura 4A), ou seja:

Experimento 1: 4 períodos x 6 dias de amostragens x 4 dragas por habitat/dia x 3 habitats, total: 288 amostras.

Experimento 2: 2 períodos x 6 dias de amostragens x 4 dragas por habitat/dia x 3 habitats, total: 144 amostras.

As amostras de sedimento coletadas foram lavadas em peneiras com malhas de 1,0, 0,50 e 0,25 mm (Figura 4B), triadas em bandejas trans-iluminadas (Figura 4C), acondicionadas em potes plásticos, fixadas com álcool 70% e levadas para o Laboratório Ecologia de Bentos/UFMG. No laboratório, os organismos foram identificados até o nível de família sob lupa Zeiss (20x) (Figura 4D), com o auxílio de chaves de identificação (Pérez, 1988; Merritt & Cummins, 1998; Mugnai *et al.*, 2010). Após a identificação os organismos foram depositados na Coleção de Referência de Macroinvertebrados Bentônicos do ICB/UFMG.



Figura 4. Amostragem e processamento de amostras de Macroinvertebrados bentônicos a jusante do reservatório de Itutinga, MG. (A) coleta de sedimento utilizando draga de Petersen; (B) lavagem de amostras em campo; (C) triagem dos macroinvertebrados em campo; (D) identificação dos macroinvertebrados no Laboratório Ecologia de Bentos- UFMG.

2.4 - Análise de dados

2.4.1 - Riqueza e diversidade taxonômica

Utilizando o Software EstimateS, a riqueza de famílias foi estimada (Jackknife 1), e o índice de diversidade (Shannon-Wiener) calculado. Em seguida, utilizando o programa Statistica 8.0, foram calculados os intervalos de confiança (IC). Os dados foram apresentados através de gráficos tipo “range plots”. Para avaliações de riqueza e diversidade foi utilizado o teste de hipótese utilizando sobreposição de intervalos de confiança. Neste, a hipótese nula é aceita se o intervalo de confiança de um incluir ou ultrapassar a média do outro (Nelson, 1989, Wolfe & Hanley, 2002).

2.4.2 - Densidade de organismos

Para avaliar a densidade de organismos (ind.m⁻²) foi realizada uma análise de variância (ANOVA-two way). Primeiramente os dados foram testados quanto à sua normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade de variâncias (teste de Levene). Em seguida a ANOVA foi realizada através do software Statistica 8.0.

3 - RESULTADOS

No total, 24.288 organismos bentônicos distribuídos em 40 táxons foram identificados considerando os três habitats e os dois experimentos.

A família Chironomidae (Ordem Diptera) foi o táxon dominante, representando 84% do total de organismos amostrados, seguida por Hydropsychidae (4%) e Leptohyphidae (3%). Os 37 táxons restantes representaram apenas 9% do total dos organismos coletados.

3.1 - Experimento 1

A análise dos dados considerando os diferentes períodos nas estações de chuvas e seca evidenciaram que na estação chuvosa a estrutura das comunidades bentônicas amostradas foi influenciada pelos valores de vazão (Figuras 5A e 5B).

Através da observação dos intervalos de confiança foram evidenciadas diferenças significativas nos parâmetros riqueza taxonômica e diversidade bentônica quando comparados os dois períodos amostrados na estação chuvosa (Figuras 5A e 5B).

Comparando os resultados no período de chuvas foram observadas reduções significativas na riqueza taxonômica nos habitats P1 e P2 (Figura 5A), na vazão de 90 m³.s⁻¹ (março). No habitat P3 foi evidenciado um aumento na riqueza taxonômica (Figura 5A). A diversidade bentônica foi

significativamente menor nas amostragens realizadas com vazão de $90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, nos três habitats (Figura 5B). Não foram observadas diferenças no parâmetro densidade de organismos.

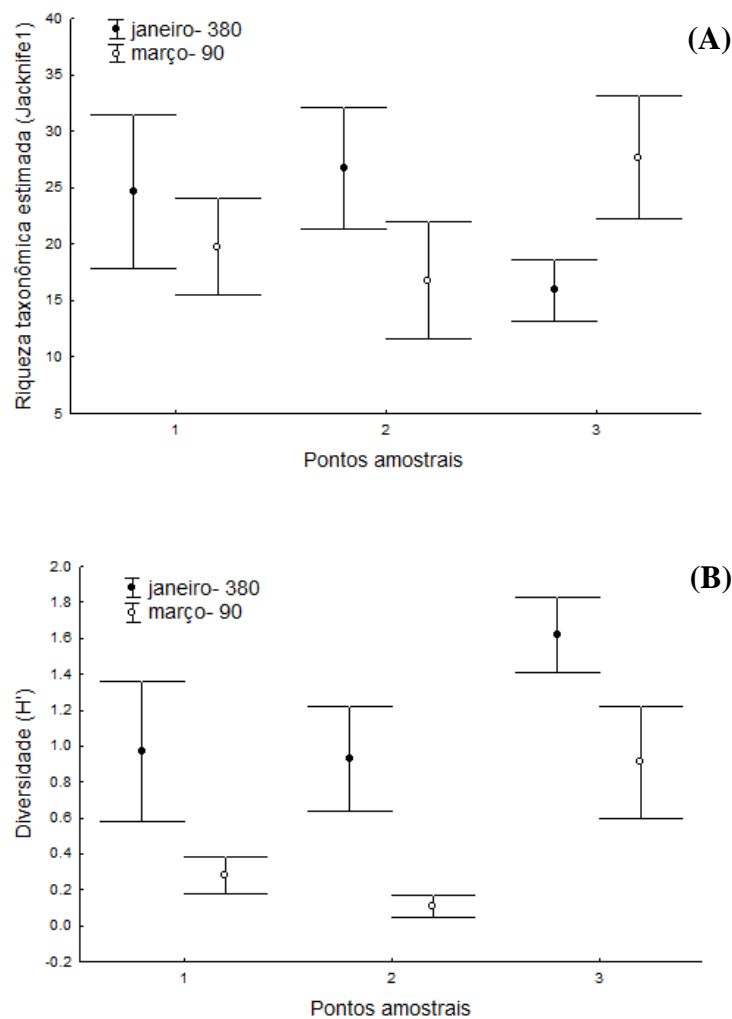


Figura 5. Representação gráfica dos resultados de riqueza taxonômica (A) e diversidade de Shannon-Wiener (B), comparando as vazões fixas em janeiro ($380 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) e março ($90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) em 2010, nos habitats P1, P2 e P3, a jusante do reservatório de Itutinga, Rio Grande, MG.

3.2 - Experimento 2

Através da observação dos intervalos de confiança foram evidenciadas diferenças significativas na estrutura das comunidades quando comparadas as amostragens sob influência de vazões fixas com as amostragens sob influências de flutuações diárias de vazão, tanto na estação chuvosa, quanto na estação seca (Figuras 6A e 6B).

Em janeiro foram evidenciadas diferenças significativas na riqueza taxonômica. Foram observados maiores valores de riqueza nos habitats P2 e P3 sob influência de flutuações diárias de vazão (Figura 6A). Em julho foram evidenciadas diferenças significativas na diversidade bentônica. Foi observado aumento na diversidade bentônica no habitat P1 no período sob influência de

flutuações diárias de vazão (Figura 6B). Não foram observadas diferenças significativas no parâmetro densidade de organismos.

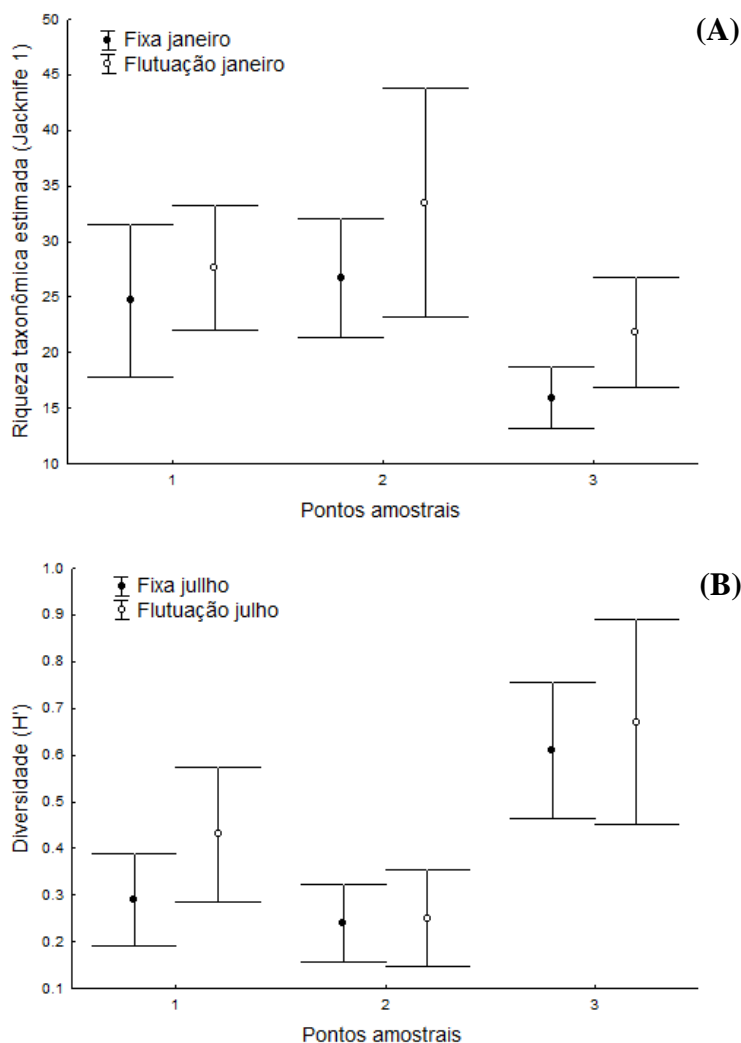


Figura 6. Representação gráfica dos resultados de riqueza taxonômica em janeiro (A) e diversidade Shannon-Wiener em julho (B) em 2010, comparando as amostragens sob influência de vazões fixas ($110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) com amostragens sob influência de flutuações diárias de vazão ($110\text{-}180 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), nos habitats P1, P2 e P3, a jusante do reservatório de Itutinga, Rio Grande, MG.

4 - DISCUSSÃO

Comumente, as comunidades de macroinvertebrados bentônicos em rios são dominadas por larvas de insetos da família Chironomidae (Ferreira *et al.*, 2011). Esse grupo é extremamente importante para os ecossistemas aquáticos, sendo utilizado como item alimentar na dieta de peixes (Tupinambás *et al.*, 2007; Maroneze *et al.*, 2011). Além disso, por sua conhecida sensibilidade a impactos antrópicos em ecossistemas aquáticos, são amplamente utilizados como bioindicadores ambientais (Callisto & Moreno, 2005).

Nossos resultados indicam que a utilização de métricas, tais como riqueza taxonômica e diversidade bentônica, podem ser utilizadas como subsídio para parametrização de vazões ecológicas, corroborando pesquisadores na Europa (Navarro-Llacer *et al.*, 2010), América do Norte (Mykra *et al.*, 2011; Poff *et al.*, 2010; Sponseller *et al.*, 2010; Konrad *et al.*, 2008), Ásia (Niu & Dudgeon, 2011) e Oceania (Chessman *et al.*, 2010).

A utilização de métricas de comunidades associadas a parâmetros físicos, químicos e hidráulicos nos rios permite um avanço do conhecimento sobre a dinâmica e funcionamento dos ecossistemas submetidos à alterações de vazão (Cortes *et al.*, 2008). A inserção desta abordagem nas tomadas de decisões em relação à determinação de vazões ambientais permitirá que o conceito de vazão ambiental seja, enfim, aplicado levando-se em consideração não apenas aspectos hidráulicos e hidrológicos, mas também, aspectos biológicos (Collischonn *et al.*, 2005).

Nossos objetivos foram alcançados. Os parâmetros riqueza taxonômica e diversidade bentônica responderam aos impactos causados por diferentes valores de vazões diárias e mensais. Esta abordagem pode ser associada à utilização de outros grupos de organismos e diferentes parâmetros físicos, químicos e hidráulicos para facilitar discussões sobre vazões que atendam às necessidades antrópicas e de conservação das espécies aquáticas nos ecossistemas a jusante de barramentos hidrelétricos.

O financiamento deste experimento por parte da CEMIG sinaliza positivamente uma necessidade e uma tendência à união de diferentes áreas como Engenharia e Ecologia para que, juntas, possam seguir o caminho desejado e necessário de desenvolvimento sustentável, aqui representado pela busca de vazões ecológicas que permitam que desenvolvimento e meio ambiente caminhem juntos.

6. AGRADECIMENTOS

Agrademos o financiamento ANEEL/CEMIG (P&D GT-203), o apoio da equipe do Laboratório Ecologia de Bentos- UFMG, da equipe CEMIG que atua nos empreendimentos Itutinga e Camargos, o apoio das agências de fomento FAPEMIG, CNPq, CAPES, e gestão FUNDEP.

8. BIBLIOGRAFIA

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. (2007). *Ecologia e manejo de recurso pesqueiro em reservatórios no Brasil*. Eduem Maringá-PR, 501p.

- ALLAN, J. D. (1995). *Structure and function of running waters*. Chapman & Hall London, 388p.
- ALVES, C.B.M.; GODINHO, A.L.; GODINHO, H.P.; TORQUATO, V.C. (1998). “A ictiofauna da represa de Itutinga, Rio Grande (Minas Gerais – Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 58, pp. 121-129.
- ALVES, M. H. & BERNARDO, J. M. (2000). “Contribuição para uma metodologia de determinação do caudal ecológico em cursos e água temporários” in *Anais do 5º Congresso da água*, Lisboa, Portugal.
- BARBOUR, M. T; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D, & STRIBLING, J. B. (1999). “*Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: phyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*”. 2ª ed. EPA 841-B-99002. U. S. Environmental Protection agency; Office of Water: Washington, D. C.
- BENETTI, A. D.; LANNA, A. E. & COBALCHIN, M. S. (2003). “*Current practices for establishing environmental Flows in Brazil*” *River Research and Applications* 19, pp. 1-18.
- BUNN, S. E., & ARTHINGTON, A. H. (2002). “*Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity*”. *Environmental Management* 30(4), pp. 492-507.
- CALLISTO, M.; MORENO, P. (2005). “*Indicadores ecológicos: a vida na lama.*” *Ciência Hoje* 36 (213), pp. 68-71.
- CHESSMAN, B.C.; JONES, H.A.; SEARLE, N.K.; GROWNS, I.O.; & PEARSON, M.R. (2010). “*Assessing effects of flow alteration on macroinvertebrate assemblages in Australian dryland rivers*”. *Freshwater Biology* 55, pp. 1780-1800.
- CHUNG, S. W., KO, I. H., & KIM, Y. K. (2008). “*Effect of reservoir flushing on downstream river water quality*”. *Journal of Environmental Management* 86(1), pp. 139-47.
- COLLISCHONN, W., AGRA, S.G., FREITAS, G.K., PRIANT, G.R., TASSI, R., SOUZA, C.F. (2005). “*Em busca do Hidrograma Ecológico*” in *Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, João Pessoa, PB.
- CORTES, R. M. V.; FERREIRA M. T.; , OLIVEIRA S.V.D.; HUGHES, S. J. (2008). “*Combining habitat and biological characterization: ecological validation of the river habitat survey*”. *Methods* 27, pp. 39-56.
- CORTES, R. V.; VARANDAS, S. & MAGALHÃES, M. M. 2008. HABFLU- “*Um índice de avaliação do estado da conservação do habitat fluvial no âmbito da Directiva Quadro da Água (DQA)*” in *Anais do 9º Congresso da Água*, Cascais, Portugal.
- 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* 1, pp. 15-25.

- JUNK, W. J., & MELLO, J. S. N. D. (1990). "*Impactos ecológicos de represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira*". Estudos Avançados 4(8), pp. 126-143.
- KONRAD C.P., BRASHER A.M.D. & MAY T. (2008). "*Assessing streamflow characteristics as limiting factors on benthic invertebrate assemblages in streams across the western United States*". Freshwater Biology 53, pp. 1983-1998.
- MARONEZE, D. M.; TUPINAMBÁS, T. H.; ALVES, C. B. M.; VIEIRA, F.; POMPEU, P. S.; CALLISTO, M. (2011). "*Fish as ecological tools to complement biodiversity inventories of benthic macroinvertebrates*". Hydrobiologia. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/t07u82j2m15k1184/fulltext.pdf>. Acesso em: 13 de junho de 2011.
- MERRITT R.W.; K.W. CUMMINS. (1998). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt Iowa, 750p.
- MORENO, P.; CALLISTO, M. (2004). "*Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas*" in *Bioindicadores de Qualidade de água*. Org. por Ferracini V. L.; Queiroz S. C. N. & Silveira M. P. pp. 95-116.
- MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. (2010). *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro*. Technical Books Editora Ltda Rio de Janeiro,-RJ, 174p.
- MYKRÄ, H.; HEINO, J.; OKSANEN, J.; MUOTKA, T. (2011). "*The stability-diversity relationship in stream macroinvertebrates: influences of sampling effects and habitat complexity*". Freshwater Biology 56, pp. 1122- 1132.
- NAVARRO-LLÁCER, C.; BAEZA, D.; DE LAS HERAS, J. (2010). "*Assessment of regulated rivers with indices based on macroinvertebrates, fish and riparian forest in the southeast of Spain*". Ecological Indicators 10, pp. 935-942.
- NELSON L. S. (1989). "*Evaluating overlapping confidence intervals.*" Journal of Quality Technology 21(2), pp. 140-141.
- NIU, S.Q.; DUDGEON, D. "*Environmental flow allocations in monsoonal Hong Kong*". Freshwater Biology 56, pp. 1209-1230.
- PÉREZ, G.R. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Colciencias Bogotá, 217p.
- POFF, N.L.; ALLAN, J.D.; BAIN, M.B.; KARR, J.R.; PRESTEGAARD, K.L.; RICHTER, B.D.; SPARKS, R.E.; STROMBERG, J.C. (1997). "*The natural flow regime.*" BioScience 47, pp. 769-784.

- POFF, N.L.; RICHTER, B.D.; ARTHINGTON, A.H.; BUNN, S.E.; NAIMAN, R.J.; KENDY, E.; ACREMAN, M.; APSE, C.; BLEDSOE, B.P.; FREEMAN, M.C.; HENRIKSEN, J.; JACOBSON, R.B.; KENNEN, J.G; MERRITT, D.M.; O'KEEFFE, J.H.; OLDEN, J.D.; RODGERS, K.; THARME, R.E.; WARNER, A. (2010). "*The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards.*" *Freshwater Biology* 55, pp. 147-170.
- ROSENBERG, D. M. & RESH, V.H. (1993). "*Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*" in *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Org. por Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. Chapman and Hall New York, pp. 1-9.
- [SOUZA, C. F.](#) ; AGRA, S. G. ; [TASSI, R.](#); COLLISCHONN, W. (2008). "*Desafios e oportunidades para a implementação do hidrograma ecológico*". *Revista de Gestão de Águas da América Latina* 5, pp. 25-38.
- SPONSELLER, R. A.; GRIMM, N.B.; BOULTON, A.J.; SABO, J. L. (2010). "*Responses of macroinvertebrate communities to long-term flow variability in a Sonoran Desert stream*" *Global Change Biology* 16, pp. 2891-2900.
- SUEN, J.-P., & EHEART, J. W. (2006). "*Reservoir management to balance ecosystem and human needs: incorporating the paradigm of the ecological flow regime*". *Water Resources Research* 42(3), pp. 1-9.
- TUPINAMBÁS, T. H; SANTOS, G. B & CALLISTO, M. (2007). "*Benthic macroinvertebrate assemblages structure in two headwater streams, south-eastern Brazil*". *Revista Brasileira de Zoologia* 24(4), pp. 887-897.
- WOLFE R. & HANLEY, D. J. (2002). "*If we're so different, why do we keep overlapping? When 1 plus 1 doesn't make 2.*" *Canadian Medical Association Journal* 166, pp. 65-66.