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

A PRESENÇA DE ESPÉCIES INVASORAS COMO RESPOSTA DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS

Marden Seabra Linares[1]; Marcos Callisto[1]*

Resumo – Invasão biológica é um processo que altera a composição biótica em uma escala global, causando mudanças profundas no uso de recursos naturais pelo homem e as relações entre componentes dos ecossistemas. Ecossistemas de água doce, especialmente lagos e reservatórios, são especialmente vulneráveis a espécies invasoras. Dentre os vários grupos de espécies invasoras, os moluscos se destacam como um dos mais bem sucedidos graças à variabilidade de formas e às suas adaptações funcionais. Este trabalho teve como objetivo determinar o efeito da presença de moluscos invasores sobre a comunidade nativa de macroinvertebrados bentônicos em três reservatórios hidrelétricos no cerrado brasileiro. Foram calculadas abundância, biomassa de macroinvertebrados bentônicos nativos e então comparados os valores entre pontos com presença e ausência de moluscos invasores. Os pontos com presença dos invasores apresentaram biomassa significativamente maior e diversidade significativamente menor, sendo portanto indicadores de um ambiente com pior qualidade ambiental para a comunidade nativa de macroinvertebrados bentônicos.

Palavras-Chave: Bioinvasão, Savana Neotropical, Habitat

BENTHIC MACROINVERTEBRATE COMMUNITY RESPONSES TO THE PRESENCE OF INVASIVE MOLLUSCA AT HYDROELECTRIC RESERVOIRS

Abstract - Biological invasion is a process that changes the biotic composition on a global scale, causing dramatic changes in the use of natural resources by man and the relationships between components of ecosystems. Freshwater ecosystems, especially lakes and reservoirs, are especially vulnerable to invasive alien species. Among the various groups of invasive species, mollusks stand out as one of the most successful, due to high variability of their functional adaptations. This study aimed to determine the effect of the presence of invasive mollusca on the native community of benthic macroinvertebrates in three hydropower reservoirs in the Brazilian savannah. Abundance, biomass and diversity were calculated to the community of native benthic macroinvertebrates, then the values were compared among points with and without invading mollusca. Sites with the presence of the invaders had significantly higer biomass and were significantly less diverse and these are therefore indicators of an environment with poor environmental quality for the native community of benthic macroinvertebrates.

Keywords: Bioinvasion, Cerrado, Habitat

Universidade Federal de Minas Gerais, ICB, Depto. Biologia Geral, Lab. Ecologia de Bentos, mslx@hotmail.com, callistom@ufmg.br *Autor Correspondente

INTRODUÇÃO

Introdução de espécies exóticas é uma grande ameaça ao funcionamento dos ecossistemas (Mack *et al*., 2000; Simberloff, 2003). Para os ecossistemas de água doce este é atualmente um problema em escala global, sendo considerado, juntamente com alterações antrópicas nos regimes hidrológicos, a maior ameaça a biodiversidade de água doce (Rahel, 2007; Johnson *et al*., 2008).

As espécies introduzidas ou exóticas correspondem àquelas presentes em um ecossistema onde ela não é originária, ou seja, nativa (Fernandes et al., 2012). Dentre estas somente são consideradas espécies invasoras aquelas que, devido a características genéticas, fisiológicas e ecológicas que conferem tolerância a maioria dos fatores ambientais, possuem grande capacidade de se reproduzir e gerar descendentes férteis com alta probabilidade de sobrevivência, expandem sua distribuição no novo habitat e ameaçam a biodiversidade nativa (Machado e Oliveira, 2009).

Invasão biológica é um processo que altera a composição biótica em uma escala global, causando mudanças profundas no uso de recursos naturais pelo homem e as relações entre componentes dos ecossistemas (Vitousek *et al*., 1997; Riccardi, 2007; Boltovsky e Correa, 2015). Ecossistemas de água doce, especialmente lagos e reservatórios, são especialmente vulneráveis à espécies invasoras, dentre as quais moluscos e crustáceos são as mais significativas (Karatayev *et al*., 2009).

Dentre os vários grupos de espécies invasoras os moluscos se destacam como um dos grupos mais bem sucedidos graças a variabilidade de formas e às suas adaptações funcionais. Em decorrência do seu sucesso reprodutivo, e consequentemente elevada capacidade de proliferação, tornaram-se pragas em diversas partes do mundo, causando significativos prejuízos econômicos em canais de irrigação, drenagem, bem como em indústrias que demandam de grandes quantidades de água (Perepelizin e Boltovskoy, 2014).

Os efeitos sobre a biota, no entanto, são muito mais complexos (Boltovskoy e Correa, 2015), devido a registros contraditórios na literatura cientifica. Existem registros de que os moluscos invasores competem com a fauna nativa pelo uso de habitats e recursos tróficos (Thiengo *et al*. 2005), mas uma recente revisão para América do Sul demonstrou que a presença de moluscos invasores resulta em um valores significativamente maiores para a diversidade, abundancia e biomassa das comunidades de macroinvertebrados bentônicos (Boltovskoy e Correa, 2015). Estes dados destacam a necessidade de se estudar as espécies invasoras aquáticas e as consequências de sua presença sobre as comunidades nativas e seus ecossistemas, especialmente em ecossistemas de água doce (Thomaz *et al*., 2015).

Assim, o objetivo deste trabalho é determinar o efeito da presença de moluscos invasores sobre a comunidade nativa de macroinvertebrados bentônicos em três reservatórios hidrelétricos no cerrado brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

definição da área de estudo

Para este trabalho foram utilizados dados provenientes de coletas na zona litorânea de três reservatórios de empreendimentos hidrelétricos no cerrado – Nova Ponte, Três Marias e Volta Grande - localizados no estado de Minas Gerais (Figura 1). A rede amostral estabelecida nas margens de cada reservatório foi definida conforme descrito em Macedo et al. (2014): A partir de um ponto sorteado aleatoriamente, o perímetro total do reservatório foi subdividido em 40 trechos equivalentes e no início de cada trecho foi estabelecido um ponto de coleta. As coletas foram realizadas no período seco nos anos de 2011 (Três Marias), 2012 (Volta Grande) e 2013 (Nova Ponte), totalizando 120 pontos de coleta.

O reservatório de Nova Ponte está localizado nos rios Araguari e Quebra-Anzol, construído para geração de energia hidrelétrica. Este reservatório é o maior de uma série de reservatórios no rio Araguari, com profundidade de 120 m próxima a barragem, comprimento de 115 km e volume de 12,8 bilhões m . Suas comportas foram fechadas em 1993 e as operações iniciaram-se em 1994 (CEMIG, 2014).

O reservatório de Três Marias está localizado na bacia do rio São Francisco. É um dos maiores reservatórios do país, com área de superfície de 1040 km , volume total de 21 bilhões m e uma profundidade máxima de 58,5 m (CEMIG, 2014). Suas águas vem primariamente do rio São Francisco e tributários, como os rios São Vicente, Paraopeba, Sucuriú, Indaiá, Ribeirão do Boi, Ribeirão da Extrema e Borrachudo (Esteves *et al*., 1985). Ele começou a operar 1962 para controle de enchentes, melhorar navegação, encorajar desenvolvimento e irrigação e prover energia hidrelétrica (Freitas e Filho, 2004).

O reservatório de Volta Grande situa-se na porção baixa da bacia hidrográfica do rio Grande entre os estados de Minas Gerais e São Paulo. Abrange os municípios de Conceição das Alagoas, Água Comprida e Uberaba (MG), Miguelópolis, Aramina e Igarapava (SP). Trata-se de um reservatório de médio porte, com área inundada de aproximadamente 222 km, perímetro de 80 km (Rolla *et al*., 1990) e volume de 2,3 bilhões m construído para geração de energia elétrica (Braga e Gomieiro, 1997). Tendo iniciado sua operação em 1974, possui capacidade instalada para a geração de 380 MW (Campos, 2003).

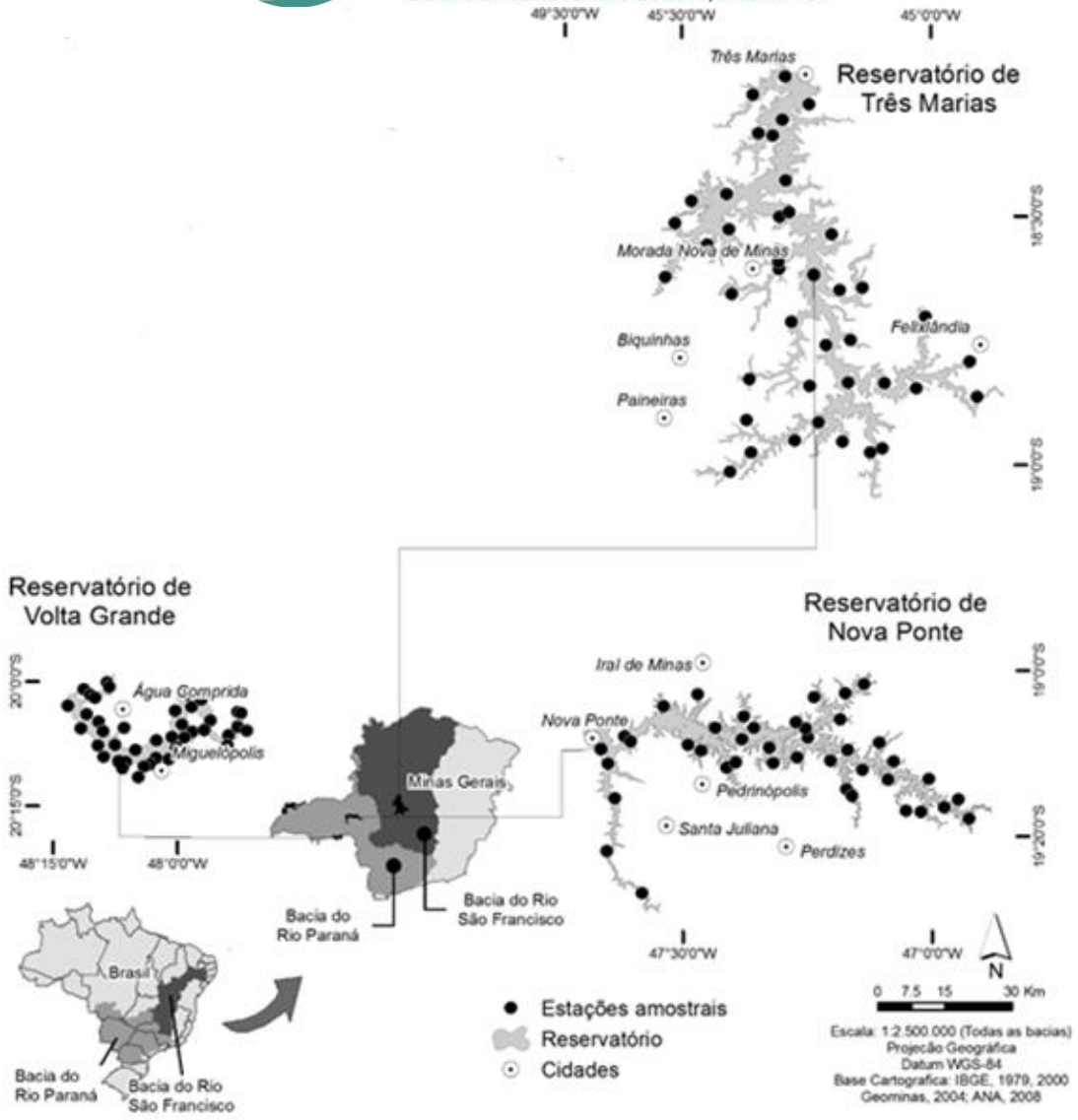

Figura 1 – Localização dos reservatórios de Nova Ponte, Três Marias e Volta Grande e distribuição dos pontos de coleta.

coleta e análise de dados

Nos reservatórios, os macroinvertebrados bentônicos foram coletados utilizando uma draga de Eckman-Birge (área 15x 15 cm) lançada a cerca de 5-10 metros da margem. Em laboratório as amostras foram lavadas, triadas e os organismos identificados até o menor nível taxonômico possível (em sua maioria ao nível de gêneros).

Foram calculadas abundância (soma total de indivíduos em cada ponto de coleta), biomassa (mg/m ; estimada através de medidas lineares seguindo a metodologia descrita por Benke *et al.*, 1999) e diversidade (índice de Shannon-Wienner) de macroinvertebrados bentônicos nativos. Os 120 pontos foram então separados em duas categorias, conforme a presença ou ausência das três

espécies de moluscos invasores identificadas: *Corbicula fluminea* (Corbiculidae), *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) e *Melanoides tuberccullata* (Thiaridae).

Os valores dos índices foram então comparados entre os pontos com presença e ausência de moluscos invasores através de um modelo linear gaussiano com distribuição quasipoisson. Para testar a significância do modelo foi utilizada analise de variância ANOVA.

RESULTADOS

Foram calculados os valores médios e o erro padrão das variáveis medidas para os pontos com ausência e presença de moluscos invasores (Tabela 1). As medias de abundancia e do índice de diversidade de Shannon-Wienner foram maiores nos pontos onde os moluscos estavam ausentes, já biomassa teve uma média maior nos pontos onde eles estavam presentes.

Tabela 1 – Médias e erro padrão de Abundancia, Biomassa (mg/m) e do Índice de diversidade de Shannon-Wienner para os pontos com presença e ausência de moluscos invasores. EP= Erro Padrão, H'= Índice de diversidade de Shannon-Wienner.

Invasores	Abundancia	EP	Biomassa	EP	H'	EP
Ausentes	24,72	3,73	431,38	75,65	0,6303	0,052
Presentes	17,36	2,80	1999,41	648,03	0,4584	0,064

Os resultados da ANOVA para os modelos lineares gaussianos foram significativos para biomassa ($p<0,001$) e o índice de diversidade de Shannon-Wienner ($p<0,01$), mas não foi significativa para abundancia ($p=0,1633$).

DISCUSSÃO

Os resultados indicam que nos reservatórios estudados a presença de moluscos invasores indica um ambiente com uma pior condição ambiental para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos nativos. O aumento significativo da biomassa e a diminuição significativa da diversidade indicam que a presença de moluscos invasores tende a excluir certos táxons do ambiente, o que diminui a diversidade, e aumenta o sucesso de distribuição de alguns poucos, causando um aumento na biomassa.

Thiengo *et al*. (2005) chegaram a conclusões similares em um estudo no reservatório de uma usina hidrelétrica no estado de Goiás, postulando que os moluscos invasores tendem a se concentrar em ambientes já impactados, especialmente com enriquecimento de nutrientes, e excluir competitivamente espécies pouco tolerantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de moluscos invasores afeta negativamente os macroinvertebrados bentônicos nativos. Os pontos com presença dos invasores apresentaram biomassa significativamente maior e diversidade significativamente menor, sendo portanto indicadores de um ambiente com pior qualidade ambiental para a comunidade nativa de macroinvertebrados bentônicos.

AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos o financiamento da CEMIG-Programa Peixe Vivo, P&D Aneel GT-487 CAPES, CNPq e FAPEMIG. Agradecemos aos 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.

REFERENCIAS

BENKE, A.C.; HURYN, A.D.; SMOCK, L.A.; WALLACE, J.B. (1999). Length-mass relationships for freshwater macroinvertebrates in North America with particular reference to the southeastern United States. *Journal of the North American Benthological Society* 18(3), pp. 308 – 343.

BOLTOVSKOY, D.; CORREA, N. (2015). Ecosystem impacts of the invasive bivalve *Limnoperna fortunei* (golden mussel) in South America. *Hydrobiologia* 746, pp. 81 – 95.

BRAGA, F.M.; GOMIEIRO, L.M. (1997). Análise da pesca experimental realizada no reservatório de Volta Grande, rio Grande (MG-SP). *Boletim do Instituto de Pesca* 24, pp. 131 - 138.

CAMPOS M.C.S. (2003). Pesquisa para desenvolvimento de ecotecnologias de prevenção e controle de *Limnoperna fortunei*; Estudo de caso: Reservatório de Volta Grande. Belo Horizonte: Relatório Parcial, CETEC.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. (2014). Condições Ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos – Integridade Biótica. *Série Peixe Vivo – Transposição de Peixes*.

ESTEVES, F.A.; AMORIM, J.C.; CARDOSO, E.L.; BARBOSA, F.A.R. (1985). Caracterização limnológica preliminar da represa de Três Marias (MG) com base em alguns parâmetros ambientais básicos. *Ciência e Cultura* 37, pp. 608 - 617.

FERNANDES, F.C.; MANSUR, M.C.D.; PEREIRA, D.; FERNANDES, L.V.G.; CAMPOS, S.C.; DANELON, O.M. (2012). Abordagem conceitual dos moluscos invasores nos ecossistemas límnicos brasileiros. In *Moluscos límnicos invasores no Brasil : biologia, prevenção e controle*. Orgs. Mansur, M.C.D; Santos, C.P.; Pereira, D.; Pas, I.C.P.; Zurita, M.L.L.; Rodriguez, M.T.R.; Nehrke, M.V.; Bergonsi, P.E.A. ed. Redes, Porto Alegre – RS, pp. 19 – 24.

FREITAS, A.S.; FILHO, J.G.C. (2004). Disponibilidade hídrica do sistema formado pelos reservatórios Três Marias e Sobradinho na bacia hidrográfica do Rio São Francisco para fins de alocação de água. In *Anais* do VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, São Luís, Nov. 2004, 1, pp. 1-16.

JOHNSON, P.T.J.; OLDEN, J.D.; ZANDEN, M.J.V. (2008). Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwaters. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6, pp. 357 – 363.

KARATAYEV, A.Y.; PADILLA, D. K.; MINCHIN, D.; BOLTOVSKOY, D.; BURLAKOVA, L. E. (2006). Changes in global economies and trade: the potential spread of exotic freshwater bivalves. *Biological Invasions* 9, pp. 161 – 180.

MACEDO, D.R.; POMPEU, P.S.; MORAIS, L.; CASTRO, M.A.; ALVES, C.B.M.; FRANÇA, J.S.; SANCHES, B.; UCHÔA, J.; CALLISTO, M. (2014). Uso e ocupação do solo, sorteio de sítios amostrais, reconhecimento em campo e realização de amostragens. In: *Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos*. Orgs. Callisto, M.; Alves, C.B.M.; Lopes, J.M.; Castro, M.A. Companhia Energética de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, pp. 47 – 68.

MACHADO, C.J.S.; OLIVEIRA, A.E.S. (2009). Espécies exóticas invasoras: problema nacional ainda pouco conhecido. *Ciência e Cultura* 61(1), pp. 22 - 23.

MACK, R.N.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W.M.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F.A. (2000) Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10(3), pp. 689 – 710.

PEREPELIZIN, P.V.; BOLTOVSKOY, D. (2014). Effects of 254 nm UV irradiation on the mobility and survival of larvae of the fouling invasive mussel *Limnoperna fortunei*. *Biofouling* 30, pp. 197 – 202.

RAHEL, F.J. (2007). Biogeographic barriers, connectivity and homogenization of freshwater faunas: it's a small world after all. *Freshwater Biology* 52, pp. 696 – 710.

RICCIARDI, A., (2007). Are modern biological invasions an unprecedented form of global change? *Conservation Biology* 21, pp. 329 – 336.

ROLLA M.E.; DABES, M.B.G.S.; FRANÇA, R.C.; FERREIRA, E.M.V.M. (1990). Aspectos limnológicos do reservatório de Volta Grande, Minas Gerais/São Paulo. *Acta Limnologica Brasiliensia* 3, pp. 219 -244.

SIMBERLOFF, D. (2003). How much population biology is needed to manage introduced species? *Conservation Biology* 17, pp. 83 – 92.

THIENGO, S.C., SANTOS, S.B.; FERNANDEZ, M.A. (2005). Malacofauna límnica da área de influência do lago da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, Brasil. I. Estudo qualitativo. *Revista Brasileira de Zoologia* 22, pp. 867 - 874.

THOMAZ, S.M.; MORMUL, R.P.; MICHELAN, T. S.; (2015). Propagule pressure, invasibility of freshwater ecosystems by macrophytes and their ecological impacts: a review of tropical freshwater ecosystems. *Hydrobiologia* 746, pp. 39 – 59.

VITOUSEK, P.M.; MOONEY, H.A.; LUBCHENCO, J.; MELILLO, J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277, pp. 494 – 499.