5ª Reunião de Estudos Ambientais

II Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis

AVALIAÇÃO ECOLÓGICA DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS EM UM CENÁRIO DE SECA EXTREMA

Marcos Callisto[a], Maria José Pinheiro Anacléto[a]

[a]*Universidade Federal de Minas Gerais, e-mail: callistom@ufmg.br, mariajose_anacleto@yahoo.com.br*

Palavras-chave: ecologia, avaliação ambiental, bioindicadores

Introdução

O Brasil enfrenta uma séria crise de disponibilidade de água durante período de seca extrema em 2014-2015 que tem resultado em alterações ambientais, políticas e econômicas. Neste cenário é importante desenvolver ferramentas e adaptar metodologias que possibilitem um adequado diagnóstico ambiental da qualidade ecológica e integridade biótica, associando ferramentas multidisciplinares em estudos aplicados à solução de problemas atuais.

A quantidade de água armazenada em um reservatório hidrelétrico é resultado final de tudo o que acontece em sua bacia de drenagem, incluindo os usos e tipos de ocupação do solo, alterações antrópicas na zona ripária de riachos de cabeceira, mudanças nos habitats e características de qualidade de água nos tributários e corpo central do reservatório, com sérios prejuízos à biodiversidade aquática (p.ex. peixes e invertebrados bentônicos) e funcionamento de ecossistemas. Para subsidiar a gestão ambiental de empreendimentos hidrelétricos a rede de pesquisa IBI-CEMIG (UFMG, UFLA, PUC-Minas, CEFET-MG) financiada com recursos do Programa Peixe Vivo/CEMIG e ANEEL/CEMIG (GT-487) tem trabalhado na avaliação de condições ecológicas de bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos no estado de Minas Gerais (Callisto et al., 2014). O desenvolvimento de ferramentas ecológicas padronizadas, regionalmente validadas e com divulgação de resultados técnico-científicos tem sido importante para a conservação da biodiversidade e subsídio à proposição de políticas públicas no estado de Minas Gerais e que poderão também, potencialmente, serem úteis para outros estados no país.

Esta rede de pesquisa IBI-CEMIG tem utilizado protocolos padronizados da US-EPA/EUA que foram traduzidos, adaptados e validados para as condições ambientais no cerrado brasileiro (Callisto et al., 2014). Estes protocolos têm sido utilizados em riachos de baixa ordem ("wadeable streams") e em reservatórios hidrelétricos.

Os resultados obtidos por esta rede de parceiros têm subsidiado a proposição de estratégias de conservação ambiental, divulgação de informações técnico-científicas à sociedade e sendo disponibilizada como ferramenta prática para o gerenciamento de qualidade ambiental de reservatórios e bacias hidrográficas no estado de Minas Gerais. O objetivo deste estudo é discutir os resultados de avaliações ecológicas de um empreendimento hidrelétrico em um ano de seca extrema no cerrado mineiro, sudeste do Brasil.

Material e Métodos

As avaliações ambientais têm sido realizadas de forma espacialmente balanceada e hierárquica utilizando a abordagem GRTS (*Generalized Random-Tessellation Stratified*) proposta por Stevens & Olsen (2004) e modificada por Macedo et al. (2014) para grandes reservatórios hidrelétricos. Considera-se um gradiente de condições ambientais desde áreas de referência até locais severamente impactados e a composição de organismos sensíveis, tolerantes ou resistentes (Figura 1).

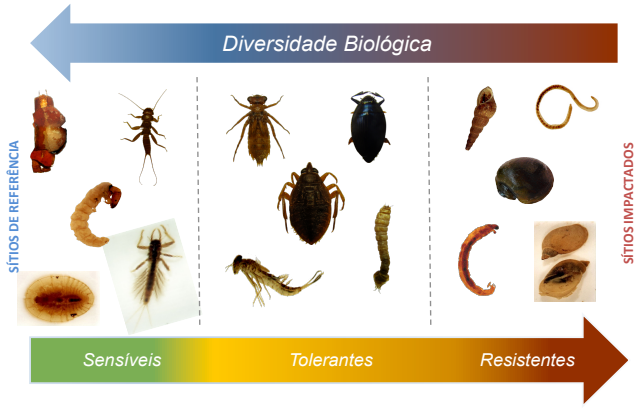

Figura 1: Modelo conceitual de respostas biológicas a um gradiente de condições ecológicas em bacias hidrográficas.

O reservatório de Nova Ponte (19º 09'09"S e 47º40'29"W) localiza-se no rio Araquari, bacia do rio Paraná, sudeste do Brasil (Martins et al., 2015). A usina hidrelétrica tem capacidade de 510Mw, três unidades geradoras, altura de barragem de 141m e 1.600m de comprimento e entrou em funcionamento em 1994. O perímetro do reservatório foi dividido em 40 seções equidistantes, estabelecidas por um primeiro ponto sorteado aleatoriamente. Cada sítio amostral foi posicionado no início de cada seção e teve 200m de comprimento de margem. Em cada um dos 40 sítios amostrais foram avaliados parâmetros físicos e químicos de coluna d'água, habitats físicos, amostradas comunidades bentônicas no final da estação seca dos anos de 2010 e 2014 (respectivamente um ano de pluviosidade média regular e um ano em seca extrema). As medidas de caracterização de habitat foram realizadas conforme Martins et al. (2015).

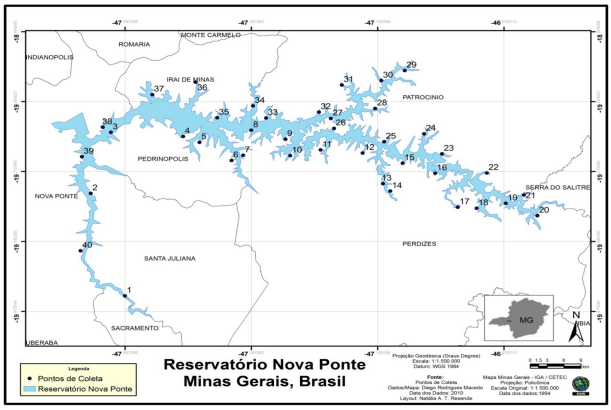

Figura 2: Reservatório de Nova Ponte, bacia do Rio Araguari, MG.

Foram realizadas regressões lineares múltiplas entre as métricas biológicas e os índices de distúrbio (Índice de Distúrbio Integrado de Ligeiro et al., 2013; Índice de Distúrbio Local e Índice de Distúrbio em Buffer, de Kaufmann et al., 2014) para avaliar a influência de perturbações antrópicas sobre as assembleias biológicas. Foram realizadas análises PERMANOVA para: (i) avaliar diferenças na composição taxonômica entre os dois períodos de amostragens; (ii) diferenças na qualidade de água com base em parâmetros limnológicos. Para identificar quais variáveis foram diferentes entre os anos foi utilizado um teste *t* pareado e para demonstrar graficamente estas diferenças, uma análise NMDS.

Resultados e Discussão

O percentual de sítios amostrais classificados quanto ao uso e ocupação do solo não foi significativamente diferente entre os anos de 2010 e 2014 (34% campos, 33,6% mata, 22,1% agricultura, 9,0% pasto, 0,9% solo descoberto, 0,3% construções). A mensuração de parâmetros limnológicos evidenciou diferenças na qualidade de água entre os dois anos (PERMANOVA F=24,00, p=0,001, p.ex. oxigênio dissolvido, turbidez e alcalinidade total) e quanto à composição granulométrica dos sedimentos (NMDS, stress 0,13, p< 0,05, p.ex. % seixos, % cascalhos, % areias, % siltes e argilas).

A avaliação do gradiente de distúrbio humano evidenciou diferenças no número de sítios amostrais em baixo, médio e alto distúrbio (Figura 3) e também no índice de distúrbio no buffer (Figura 4), mas não foi observada diferença no Índice de Distúrbio Integrado (Figura 5).

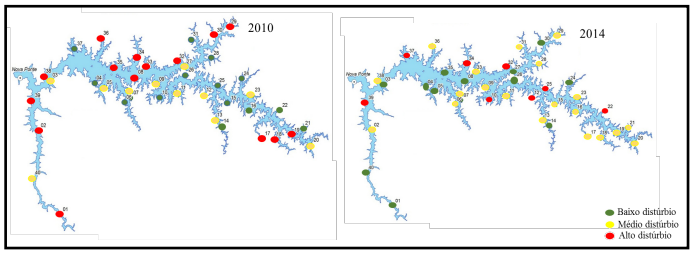

Figura 3: Resultados do gradiente de disturbio humano em escala local.

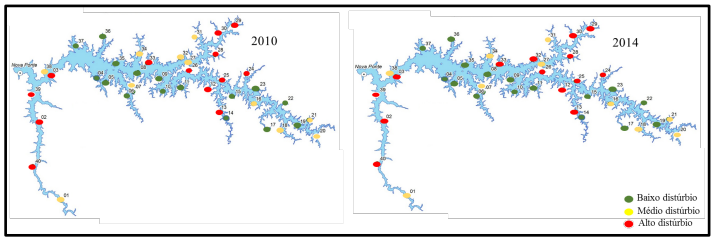

Figura 4: Resultados do gradiente de disturbio humano em escala no *buffer*.

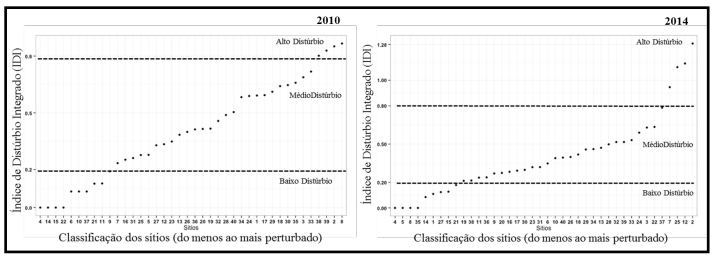

Figura 5: Resultados do gradiente de disturbio humano utilizando o Índice de Disturbio Integrado.

Dentre as métricas biológicas relacionadas à avaliação de qualidade ambiental no reservatório foi observado que o número de indivíduos da espécie exótica *Corbicula fluminea* (Corbiculidae, Bivalvia) foi significativamente relacionada à ocorrência de evento de seca extrema em 2014 (p=0,007). Foram também observadas diferenças significativas entre os dois anos (2010-2014) quanto aos valores de abundância de macroinvertebrados (PERMANOVA, F=4,728, p=0,001) e riqueza taxonômica (PERMANOVA, F=6,748, p=0,001).

Conclusões

A abordagem de avaliação de gradiente de condições ecológicas utilizando protocolos padronizados da US-EPA adaptados para a realidade brasileira é uma ferramenta eficiente para o diagnóstico de consequências ecológicas à biodiversidade aquática. Respostas biológicas de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água são eficientes no diagnóstico de alterações em um período de seca extrema. Os resultados obtidos para o reservatório de Nova Ponte estão sendo utilizados para a proposição de medidas mitigadoras em outras bacias de empreendimentos hidrelétricos no cerrado do estado de Minas Gerais e já incorporadas pelo Ministério Público no trecho médio do rio São Francisco em clima semi-árido.

Agradecimentos

Aos colegas da equipe do Laboratório de Ecologia de

Bentos/ICB/UFMG pelo auxílio nas atividades de campo e laboratório. Aos financiamentos do Programa Peixe Vivo/CEMIG e P&D ANEEL/CEMIG GT-487, apoios CNPq, CAPES e FAPEMIG. MC recebeu bolsa de produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento e Tecnologia (CNPq No. 302960/2011-2) e bolsa de pesquisador mineiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG PPM-00077/13).

Referências bibliográficas

Callisto, M.; Alves, C.B.M.; Pompeu, P.S.; Lopes, J.M.; Prado, N.J.S.; França, J.S.; Freitas, R.F.; Lima, I.R.N.; Conrado, M. 2014. Rede de pesquisas do Projeto IBI-CEMIG: idealização, implantação, planejamento, logística, apoios, integração e gestão. In: Callisto, M.; Alves, C.B.M.; Lopes, J.M.; Castro, M.A. (org.) Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, (Série Peixe Vivo, 2), v. 1, p. 31-46.

Kaufmann, P.R.; Hughes, R.M.; Sickle, J.V.; Whittier, T.R.; Seeliger, C.W.; Paulsen, S.G. 2014. Lakeshore and littoral physical habitat structure: A field survey method and its precision. Lake and Reservoir Management, 2: 157-176.

Ligeiro, R.; Hughes, R.M.; Kaufmann, P.R.; Macedo, D.R.; Firmiano, K.R.; Ferreira, W.; 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, Ecological Indicators, 25: 45-57.

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: Callisto, M.; Alves, C.B.M.; Lopes, J.M.; Castro, M.A. (org.) Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, (Série Peixe Vivo, 2), v. 1, p. 47-68.

Martins, I.; Sanches, B.; Kaufmann, P.R.; Hughes, R.M.; Santos, G.B.; Molozzi, j.; Callisto, M. 2015. Ecological assessment of a southeastern Brazil reservoir. Biota Neotropica, 15 (1): 1-10.

Stevens, D.L.; Olsen, A.R. 2004. Spatially Balanced Sampling of Natural Resources. Journal of the American Statistical Association, 99 (465): 262-278.