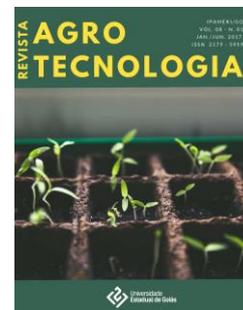


CONSEQUÊNCIAS DA CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS NA FLORÍSTICA, ESTRUTURA E TRAÇOS FUNCIONAIS EM FITOFISIONOMIAS DE CLIMA SAZONAL

CONSEQUENCES OF THE CONSTRUCTION OF DAMS TO FLORISTIC, STRUCTURE AND FUNCTIONAL TRAITS IN VEGETATION TYPES OF SEASONAL CLIMATE

Lilian Cristina da Silva Santos¹ e Vagner Santiago do Vale²



Resumo: A construção de barragens em regiões de vale provoca o aumento na disponibilidade hídrica do solo, afetando o estabelecimento e a sobrevivência das espécies de plantas especialistas de solos com baixa umidade. Foram pesquisados artigos científicos, documentos técnicos e livros sobre o tema “impactos ambientais causados por usinas hidrelétricas e represamentos” existentes em bases indexadoras e órgãos públicos com objetivo de evidenciar os principais impactos causados por barragens acima da cota de inundação para florestas que antes se situavam distantes de recursos hídricos e passam a se situar próximas das águas do lago artificial criado. Dentre os principais impactos listados pelos estudos estão: a fragmentação de habitats, dificultando ou às vezes impossibilitando o fluxo gênico entre esses fragmentos (14 estudos), alterações na estrutura, biomassa e fluxo de carbono (28) e modificações da fitofisionomia das florestas (05 estudos), sobretudo quanto à dispersão de sementes. Apesar desses impactos já serem conhecidos, há poucos estudos que monitoram as mudanças das funções desempenhadas por essas florestas a longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Reservatório, florestas estacionais, impactos antrópicos.

Abstract: The construction of dams in valleys increases water availability and affects the establishment and the survival of plant species specialists in dry soils. Scientific articles, technical documents and books about "environmental impacts caused by hydroelectric power plants and reprisals" were searched on indexed bases and public agencies with the objective of evidencing the main impacts caused by dams above the flood quota, mainly for forests previously distant from water resources. We found 14 studies from fragmentation and problems with genetic flux, 28 from structural, biomass and carbon flow changes and 05 studies from phytophysionomy changes, especially about seed dispersion. Despite of these impacts were already known, there are few studies that monitor the structural changes and the functions performed by these forests long term.

KEY WORDS: Reservoir, seasonal forests, human impacts.

¹Bióloga, Mestranda em Produção Vegetal, UEG/Ipameri-GO, liliancristina_2011@hotmail.com, rodovia GO 330, Km 241, anel viário, Ipameri, GO, ²Biólogo, Prof. Doutor, Mestrado em Produção Vegetal, UEG/Ipameri – GO, vagner.vale@ueg.com, rodovia GO 330, Km 241, anel viário, Ipameri, GO

Recebido: 17/10/2016 – Aprovado: 14/03/2017

INTRODUÇÃO

Barragens são construídas em rios por todo o planeta com diversas finalidades: irrigação, sedimentação, uso doméstico e, principalmente, geração de energia elétrica (KAYGUSUZ, 2004; EVANS et al., 2009). Contudo, geram dois problemas básicos e graves para o ecossistema: à jusante pode causar a redução na vazão de água, devido à retenção das águas do rio, e a montante causa alagamento de uma área extensa, literalmente afogando diversos elementos da paisagem (FEARNISIDE, 2001).

Apesar de ser considerada por parte do governo e da mídia uma “energia limpa” (FEARNISIDE, 2012), a construção de novas usinas hidrelétricas (UHEs) no Brasil tem esbarrado, em parte, em entraves ambientais (ANEEL, 2008), sobretudo devido ao aumento no número de pesquisas que demonstram os diversos impactos negativos causados por estes empreendimentos (WANG et al., 2011). Dentre os principais impactos estão a proliferação de mosquitos vetores de doenças (PAULA e GOMES, 2007); alterações na biota aquática (anfíbios, plânctons, bentos e macrófitas), sobretudo na ictiofauna que são diretamente afetados, causando mudanças drásticas nas teias alimentares (BRANDÃO e ARAUJO, 2008; MOURA-JÚNIOR et al., 2011), uma vez que as barragens dificultam e/ou até mesmo impedem o processo de migração de peixes no período da piracema (FONTES JUNIOR et al. 2012), além da considerável taxa de mortalidade provocada pelas turbinas, variação da temperatura, diminuição da taxa de oxigênio e aumento de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) na água (FEARNISIDE, 2012).

A decomposição da matéria alagada libera nutrientes na água, favorecendo o aparecimento e aumento temporário de vegetação flutuante como as macrófitas (MOURA-JÚNIOR et al., 2011), que depois de completarem seu ciclo de vida ficam submersas liberando gases de efeito estufa e também nutrientes, propiciando um novo crescimento desses indivíduos (WANG et al., 2011; MOURA-JÚNIOR et al., 2011). Além disso, com o alagamento até a cota de inundação

o volume de água aumenta chegando a áreas terrestres onde espécies vegetais pré-existentes podem não ser adaptadas a solos encharcados e cessar o crescimento com a chegada da água (LIU et al., 2013) ou mesmo ocasionando mortalidade de diversos indivíduos, o que pode levar a extinção local de determinadas espécies não adaptadas á nova situação (HUGHES, 2003).

Estes impactos dentro da cota de inundação das UHEs são os mais conhecidos e estudados, entretanto, existem poucos estudos que avaliam os impactos nas comunidades situadas nas novas margens das barragens. Para organismos sésseis, como as plantas, que sobrevivem ao impacto inicial e passam a se situar as margens da nova condição imposta pela barragem, são esperadas modificações, principalmente devido à completa mudança na disponibilidade hídrica do solo. Mesmo pequenas mudanças na disponibilidade de água, afetam o estabelecimento e sobrevivência das espécies de plantas (VALE et al., 2013) e tem seus efeitos notados por toda a comunidade, uma vez que as plantas são a base produtora para os organismos terrestres (LOREAU et al., 2001).

Apesar da importância dessa vegetação, a maioria dos estudos se concentra em ambientes frios, com foco para arbustos, espécies herbáceas e gramíneas (DYNESIUS et al., 2004). Todavia, os trabalhos sobre os efeitos das barragens artificiais sobre as comunidades arbóreas nos trópicos ainda são incipientes. Tal fato é um paradoxo, uma vez que a maioria das barragens é construída justamente nos ambientes tropicais (NILSSON et al., 2005; GUO et al., 2007), onde as árvores detêm a maior biomassa terrestre do planeta (HOUGHTON e GOETZ, 2008) e são o principal componente vegetal da paisagem.

O Brasil é um dos maiores mantenedores de florestas do planeta e, ao mesmo tempo, é um dos países com maior número de UHEs construídas. Existem 220 Usinas Hidroelétricas (UHEs) em operação e seis em construção (ANEEL, 2017) e está entre os três países com maior potencial, produção e consumo de energia advinda de UHEs no mundo (ANEEL, 2008). Mesmo ocupando um dos primeiros lugares no

ranking de produção de energia, o aproveitamento do potencial hidráulico do país é de apenas 30% (ANEEL, 2008), logo o país possui potencial para construção de diversas outras usinas. Estas UHEs preferencialmente devem ser construídas em terrenos inclinados/montanhosos para o aumento da eficiência na geração de energia (TRUFFER et al., 2003).

Assim, esta revisão busca salientar os principais, e ainda pouco conhecidos, impactos causados por barragens acima da cota de inundação, sobretudo para florestas que antes se situavam distantes de recursos hídricos e passam a se situar próximas das águas do lago artificial criado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram pesquisados artigos científicos, documentos técnicos e livros sobre o tema “impactos ambientais causados por usinas hidrelétricas e represamentos” existentes nas bases indexadoras Scielo, Scopus e Web of Knowledge e órgãos públicos (nas línguas inglesa e portuguesa). Foram encontrados 63 artigos datados de 1992 a 2016. Houve a necessidade da realização de uma triagem dos artigos com resultados mais evidentes, relevantes e recentes, pois alguns estudos eram apenas descritivos e poucos elucidavam sobre os impactos causados por esses empreendimentos. Assim, o presente estudo abordou uma compilação dos principais resultados e impactos descritos a partir do ano 2000 até 2016 (totalizando 43 artigos). Quando dois ou mais artigos direcionavam para o mesmo resultado, foi utilizado o mais recente como bibliografia. Alguns artigos tratavam sobre dois ou mais temas relevantes. Buscamos elucidar os principais impactos causados por esses empreendimentos e nortear novas pesquisas.

Principais impactos causados por UHEs em florestas fora da cota de inundação

Dentre os artigos analisados os principais impactos relacionados com florestas foram isolamento de animais e a dificuldade de promover o fluxo gênico entre as espécies

vegetais, alterações na biomassa e mudanças nas funções desempenhadas pela floresta remanescente. Foram encontrados 14 artigos sobre isolamento e fluxo gênico, 28 artigos sobre alterações na biomassa e liberação de gases do efeito estufa e apenas cinco (05) artigos sobre mudanças funcionais.

Isolamento e fluxo gênico

Um dos grandes impactos é perceptível visualmente através da verificação da paisagem. Antes da construção de UHEs existem florestas nas margens dos rios. Estas florestas formam corredores pelos quais há grande proximidade entre ambas as margens e grande quantidade de espécies afins. Além de promover o fluxo gênico entre as margens (FREEMAN et al., 2007) realizado frequentemente pela fauna através do transporte de sementes/pólen, estes fragmentos ainda servem como conectores entre florestas localizadas em ambientes mais elevados e íngremes. Após o barramento, a conexão se perde e o distanciamento florestal entre as margens aumenta gerando descontinuidade, isolando animais (JANSON et al., 2000) e dificultando o transporte de frutos/sementes/pólen (ENGSTROM et al., 2009), o que reduz a biodiversidade a longo prazo.

Florestas localizadas distantes de rios tendem a possuir maior número de espécies e árvores com dispersão pelo vento. Os diásporos frequentemente possuem alta flutuabilidade pela presença de estruturas leves e aladas (JANSON et al., 2005). São espécies adaptadas a ambientes mais secos do que aqueles criados pelo lago artificial. As águas da represa passam a se situar nas margens de florestas antes distantes de recursos hídricos e o aumento da saturação hídrica facilita a germinação e estabelecimento de espécies intolerantes a seca como espécies com sementes recalcitrantes (VALE et al., 2014). Tais sementes tendem a ser mais pesadas e apresentam maior vigor, logo apresentam melhor poder competitivo, caso haja água disponível no solo.

Grande parte das espécies com sementes aladas são também decíduas, ou seja, perde as

folhas na estação seca (PRADO-JÚNIOR et al., 2014), fenômeno que limita a evapotranspiração e facilita o carregamento dos diásporos pelo vento. Já a maioria das sementes recalcitrantes é de espécies sempre verdes o ano todo. Logo mudanças no estabelecimento de diferentes grupos de plantas, após a formação do lago artificial, pode levar não somente a mudanças estruturais como também a mudanças das funções desempenhadas pela floresta, uma vez que haverá mudanças na deposição de serapilheira e produção de biomassa ao longo do ano.

Alterações na estrutura e biomassa

Sem o lago artificial, o período chuvoso é o grande fornecedor de água para as florestas, no entanto com a chegada das águas do lago artificial ocorre aumento da umidade do solo, sobretudo nos períodos secos do ano (VALE et al., 2013). Este aumento na disponibilidade hídrica pode causar interrupção do crescimento vegetal ou mesmo causar a morte do indivíduo devido à carência de oxigênio no solo (NILSSON e SVEDMARK, 2002) o que acarretaria em perda de biomassa. Tal mortalidade ainda pode ser aumentada pela ação dos ventos oriundos do lago criado. Em contrapartida, a produção de biomassa total da floresta pode aumentar devido à disponibilidade hídrica favorecer o crescimento de algumas espécies, uma vez que o forte período seco é atenuado pela presença das águas da barragem (VALE et al., 2015). Estudos anteriores demonstraram um crescimento acentuado de diversas árvores nas margens do reservatório (VALE et al., 2015).

Mudanças Funcionais

As margens de reservatórios são importantes na proteção da biodiversidade regional e viabiliza vários serviços ecossistêmicos (LIU et al., 2011), porém com o aumento da umidade nessas áreas, a riqueza de espécies e riqueza funcional das comunidades de plantas em margens de reservatório são mais baixas que em áreas úmidas ribeirinhas não regulados por barragens (LIU et al., 2013). Logo os represamentos causam alterações nas funções

desempenhadas pela floresta, antes situada distantes de recursos hídricos e agora sob uma condição de mata ciliar. No entanto, mesmo após vários anos, tais florestas não se tornam funcionalmente iguais a uma mata ciliar não impactada.

É possível aferir as funções das florestas analisando os traços funcionais presentes em cada espécie. Traços funcionais são características referentes a determinadas funções específicas desempenhadas pela planta (FINEGAN et al., 2015), alguns desses traços podem ser facilmente mensuráveis como área foliar, massa fresca, massa seca da folha, densidade da madeira, espessura do súber, volume de copa, fenologia da floração e frutificação, massa do fruto e semente e altura. O conhecimento da variação desses traços pode levar a maior compreensão dos impactos causados pelos reservatórios artificiais. Mesmo sendo muito importantes, tais estudos ainda são incipientes no mundo científico e devem ser incentivados para melhor compreensão dos impactos causados por represamentos, sobretudo em países dependentes de barragens para seu crescimento socioeconômico como o Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEG pela bolsa concedida à primeira autora e a concessão de Bolsas de Incentivo ao Pesquisador (BIP) concedida ao segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3 ed. Brasília, 2008. 236 p.
- Brandao, R. A.; Araujo, A. F. B. Changes in anuran species richness and abundance resulting from hydroelectric dam flooding in Central Brazil. **Biotropica**, v. 40, p. 263-266, 2008.
- ANEEL. **Banco de Informação de Geração**. 2017. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>.

- Dynesius, M.; Jansson, R.; Johansson, M. E.; Nilsson, C. Intercontinental similarities in riparian-plant diversity and sensitivity to river regulation. **Ecological Applications**, v. 14, p. 173-191, 2004.
- Engström, J.; Nilsson, C.; Jansson, J. Effects of stream restoration on dispersal of plant propagules. **Journal of Applied Ecology**, v. 46, p. 397-405, 2009.
- Evans, A.; Strezov, V.; EVANS, T. J. Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 13, p. 1082-1088, 2009.
- Fearnside, P. M. Environmental impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. **Environmental Management**, v. 27, p. 377-396, 2001.
- Fearnside, P. M. Desafios para midiatização da ciência na Amazônia: O exemplo da hidrelétrica de Belo Monte como fonte de gases de efeito estufa. In: A. Fausto-Neto (ed.) **A Midiatização da Ciência: Cenários, Desafios, Possibilidades**. Editora da Universidade Estadual da Paraíba (EDUEPB), Campina Grande, 2012, p. 107-123.
- Finegan, B.; Peña-Claros, M.; Oliveira, A.; Ascarrunz, N.; Bret-Harte, M. S.; Carreño-Rocabado, G.; Casanoves, F.; Díaz, S.; Velepucha, P. E.; Fernandez, F.; Licona, J. C.; Lorenzo, L.; Negret, B. S.; Vaz, M.; Poorter, L. Does functional trait diversity predict above-ground biomass and productivity of tropical forests? Testing three alternative hypotheses. **Journal of Ecology**, 103, p. 191-201, 2015.
- Fontes Júnior, H. M.; Castro-Santo, T.; Makralis, S.; Gomes, L. C.; Latini, J. D. A barrier to upstream migration in the fish passage of Itaipu Dam (Canal da Piracema), Paraná River basin. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 4, p. 697-704, 2012.
- Freeman, M. C.; Pringle, C. M.; Jackson, C. R. Hydrologic connectivity and the contribution of stream headwaters to ecological integrity at regional scales. **Journal of the American Water Resources Association "JAWRA"**, v. 43, p. 5-14, 2007.
- Guo, Z. W.; Li, Y. M.; Xiao, X. M.; Zhang, L.; Gan, Y. L. Hydroelectricity production and forest conservation in watersheds. **Ecological Applications**, v. 17, p. 1557-1562, 2007.
- Houghton, R. A. e Goetz, S. J. New satellites help quantify carbon sources and sinks. **Eos, Transactions, American Geophysical Union**, v. 89, p. 417-418, 2008.
- Hughes, F. 2003. **The Flooded Forest: Guidance for policy makers and river managers in Europe on the restoration of floodplain forests**. FLOBAR 2, Department of Geography, University of Cambridge. 96 p.
- Kaygusuz, K. Hydropower and the world's energy future. **Energy Sources**, v. 26, p. 215-224, 2004.
- Jansson, R.; Nilsson, C.; Ren, B. Fragmentation of riparian floras in rivers with multiple dams. **Ecology**, v. 81, p. 899-903, 2000.
- Jansson, R.; Zinko, U.; Merritt, D. M.; Nilsson, C. Hydrochory increases riparian plant species richness: a comparison between a free-flowing and a regulated river. **Journal of Ecology**, v. 93, p. 1094-1103, 2005.
- LIU, W.; LIU, G.; ZHANG, Q. Influence of vegetation characteristics on soil denitrification in shoreline wetlands of the Danjiangkou Reservoir in China. **Clean-Soil Air Water**, v. 39, n. 2, p. 109-115, 2011.
- LIU, W.; LIU, G.; LIU, H.; SONG, Y.; ZHANG, Q. Subtropical reservoir shorelines have reduced plant species and functional richness compared with adjacent riparian wetlands. **Environmental Research Letters**, v. 8, 10 p. 2013.
- Lopes, S. F.; Vale, V. S.; Prado-Júnior, J. A.; Schiavini, I.; Oliveira, P. E. Landscape changes and habitat fragmentation associated with hydroelectric plants reservoirs: Insights and perspectives from a Central Brazilian

- case. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 1205-1212, 2014.
- Loreau, M.; Naeem, S.; Inchausti, P.; Bengtsson, J.; Grime, J. P.; Hector, A.; Hooper, D. U.; Huston, M. A.; Raffaelli, D.; Schmid, B.; Tilman, D.; Wardle, D. A. Ecology - Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. **Science**, v. 294, p. 804-808, 2001.
- Moura - Júnior, E. G.; ABREU, M. C.; SEVERI, W.; Lira, G. A. S. T. O gradiente rio-barragem do reservatório de sobradinho afeta a composição florística, riqueza e formas biológicas das macrófitas aquáticas? **Rodriguésia**, v. 62, n. 4, 731- 742 p, 2011.
- NILSSON, C.; REIDY, C. A.; DYNESIUS, M.; REVENGA, C. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. **Science**, v. 308, p. 405-408, 2005.
- Nilsson, C.; Svedmark, M. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: Riparian plant communities. **Environmental Management**, v. 30, p. 468-480, 2002.
- Paula, M. B.; Gomes, A. C. Culicidae (Diptera) em área sob influência de construção de represa no Estado de São Paulo. **Revista Saúde Pública**, v. 41, n. 2, p.284-289, 2007.
- Prado-Júnior, J. A.; Vale, V. S.; Lopes, S. F.; Arantes, C. S.; Oliveira, A. P.; Schiavini, I. Impacts of disturbance intensity in functional traits patterns in understories of seasonal forests. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 901-911, 2014.
- TRUFFER, B.; BRATRICH, C.; MARKARD, J.; PETER, A.; WUEST, A.; WEHRLI, B. Green Hydropower: The contribution of aquatic science research to the promotion of sustainable electricity. **Aquatic Sciences** v. 65, p.99-110, 2003.
- VALE, V. S.; SCHIAVINI, I.; ARAÚJO, G. M.; GUSSON, A. E.; LOPES, S. F.; OLIVEIRA, A. P.; PRADO- JÚNIOR, J. A.; ARANTES, C. S.; DIAS-NETO, O. C. Fast changes in seasonal forest communities due to soil moisture increase after damming. **International of Tropical Biology**, v. 61, n.4, p. 1901-1917, 2013.
- Vale, V. S.; Araújo, G. M.; Schiavini, I.; Prado-Júnior, J. A.; Gusson, A. E. Dams consequences to the woody regeneration layer of dry forests. **Natureza on line**, v. 12 n. 1, p. 19-27, 2014.
- VALE, V. S.; Schiavin, I.; Prado-júnior, J. A.; Oliveira, A. P.; Gusson, A. E. Rapid changes in tree composition and biodiversity: consequences of dams on dry seasonal forests. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 88, n.13, 2015.
- WANG, F.; WANG, B.; LIU, C. Q.; WANG, Y.; GUAN, J.; LIU, X.; YU, Y. Carbon dioxide emission from surface water in cascade reservoirs – river system on the Maotio River, south west of China. **Atmospheric Environment**, v. 45, p. 3827-3834, 2011.