

## **IMPACTOS DA HIDRELÉTRICA CACHOEIRA CALDEIRÃO NA CONSERVAÇÃO DE *PODOCNEMIS UNIFILIS TROSCHEL, 1848 (PODOCNEMIDIDAE)* NA SUB BACIA DO RIO ARAGUARI, AMAPÁ**

Andrea Bárcenas García<sup>1</sup>

Fernanda Michalski<sup>2</sup>

James P. Gibbs<sup>3</sup>

Darren Norris<sup>4</sup>

**Grupo 02 | Ações antrópicas sobre o meio ambiente: Ecologia Ambiental**

### *Resumo*

A bacia Amazônica brasileira é uma área com alto potencial para o desenvolvimento de usinas hidrelétricas, porém isto implica mudanças nos ecossistemas. A perda de habitat de nidificação é uma ameaça para os quelônios amazônicos. Isto leva as fêmeas a desovar em locais inadequados e aumenta o risco de predação dos ovos ou gera perturbações ao longo de seu desenvolvimento embrionário. O objetivo do estudo foi determinar as mudanças nos padrões de nidificação da *Podocnemis unifilis* antes e após a construção de uma usina hidrelétrica na Amazônia oriental brasileira. A coleta de dados foi em dois trechos dos rios, um diretamente impactado pela barragem e outra com menor atividade antrópica. Ao longo de ambos os trechos foram monitorados dois períodos de nidificação (de setembro a dezembro) nos anos 2011 e 2015, prévios a construção da barragem. E, quatro períodos de nidificação após a construção, nos anos 2016, 2017, 2018 e 2019. E afim de determinar as mudanças nos padrões de nidificação do *P. unifilis* foram coletadas três variáveis resposta: Densidade de áreas de nidificação, densidade de ninhos e proporção da eclosão. E quatro variáveis explicativas: trecho do rio, distância até a barragem, precipitação e período de tempo (antes ou após a instalação da usina). Com o uso de modelos lineares generalizados encontramos um decréscimo significativo na densidade de áreas. Pelo qual, devem ser implementadas ações de restauração de habitat e de manejo comunitário pelos empreendimentos hidrelétricos para reduzir os impactos na nidificação da *P. unifilis* e garantir sua conservação na região.

Palavras-chave: Quelônios; Usinas; Manejo comunitário; Restauração ecológica;

<sup>1</sup> Mestranda UNIFAP–PPGBIO, Laboratório de Ecologia e Conservação de Vertebrados, andrear.bargar91@gmail.com.

<sup>2</sup> Professora. Doutora. UNIFAP–PPGBIO, Laboratório de Ecologia e Conservação de Vertebrados, fmichalski@gmail.com.

<sup>3</sup> Professor. Doutor. ESF–Departamento de Meio Ambiente e Biologia Florestal-USA, jpgibbs@esf.edu.

<sup>4</sup> Professor Doutor. UNIFAP–PPGBIO e PPGCA, Laboratório de Ecologia e Conservação de Vertebrados, dnorris75@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

Existem poucos estudos com uma base ecológica de referência robusta para avaliar os efeitos temporais e espaciais dos impactos socioambientais provocados pelos empreendimentos hidrelétricos (FEARNSIDE, 2019). Mitigar os impactos requer compreensão do estado atual das espécies. Para assim focalizar atividades no manejo comunitário e restauração ambiental em favor da conservação biológica. E, da mesma forma manter o bem-estar das comunidades ribeirinhas e povos tradicionais afetados (LACAVA et al., 2019; NORRIS et al., 2018a; NORRIS et al., 2018b). Estudos iniciais na Amazônia oriental brasileira, mostraram que um ano após ao enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica Cachoeira Caldeirão o quelônio amazônico *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848), sofreu a perda de 3.9 ha de habitat de nidificação, inclusive 20 km além da Área Diretamente Afetada estabelecida durante o processo de Avaliação dos Impactos Ambientais.

Objetiva-se com este estudo avaliar as mudanças nos padrões de nidificação da *Podocnemis unifilis* quatro anos após a construção da Usina Hidrelétrica Cachoeira Caldeirão, na bacia do Rio Araguari, Amapá. E afim de complementar o estudo prévio (NORRIS et al., 2018a), consideramos a precipitação para determinar seu efeito sob o pulso de inundação durante os seis períodos de nidificação.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado na bacia do rio Araguari, no estado do Amapá-Brasil, à montante da UHE Cachoeira Caldeirão (grande barragem fio-da-água; EDP, 2018).

O desenho amostral usado foi o Antes-Depois Controle-Impacto ou *BACI* (por suas siglas em inglês *Before-After Control-Impact*). O qual, compara dados obtidos antes e após a alteração, em áreas impactadas e sem impactos. Isto fornece informações mais precisas na seleção e implementação de ações de mitigação para impactos possíveis/esperados. Portanto, facilita uma análise mais rigorosa dos efeitos das perturbações antrópicas e assim evitar de superestimar ou subestimar os impactos em função das limitações referidas ao

tamanho da amostra, ou restrições de só avaliar a uma escala temporal ou espacial um impacto (CHRISTIE et al., 2019).

As pesquisas foram realizadas em seis épocas de nidificação, duas pré- (2011, 2015) e quatro pós-(2016, 2017, 2018, 2019) formação do reservatório. Avaliamos em subzonas de 5 km ao longo de 150 km de rio três variáveis resposta: 1) Densidade de áreas de nidificação por Km, obtida por monitoramento estandardizado de locais de desova (NORRIS et al., 2018a); 2) Densidade de ninhos por ha, obtida pela busca ativa de ninhos seguindo os rastros das fêmeas (NORRIS et al., 2018a); e 3) Proporção da eclosão por zona, considerada como as cascas de ovos e filhotes encontrados dentro dos ninhos (ESCALONA et al., 2009) no começo de dezembro.

Para explicar as mudanças nos padrões de nidificação utilizamos quatro variáveis explicativas: 1) Período (pré ou pós enchimento do reservatório); 2) Zona do rio (Zona Controle: 30 km a montante a Área Diretamente Afetada e Zona Impacto: Área Diretamente Afetada); 3) Distância até a barragem; e 4) Precipitação média do mês de pico de nidificação. As análises foram feitas no software R (R CORE TEAM). Geramos Modelos lineares generalizados (*Generalized Linear Models*) com a família de distribuição de erro de Tweedie (DUNN, 2017) para cada variável resposta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados encontramos uma diminuição significativa na densidade das áreas de nidificação, perdidas pela submersão causada pela barragem. Esse impacto se estendeu 13% além dos limites definidos legalmente e não pôde ser explicado pelas diferenças de precipitação entre anos. Antes do enchimento do reservatório, encontramos em média 0,5 áreas de nidificação por km de rio. Embora tendesse a haver mais áreas de nidificação na zona de controle (0,7 por km) em comparação com a Área Diretamente Afetada (0,4 áreas de nidificação por km), não houve diferença significativa entre os números médios de áreas por km nas zonas diferentes antes do enchimento do reservatório.

Após o enchimento do reservatório, houve uma redução expressiva no número de áreas de nidificação encontradas na área impactada (0,065 áreas por km). Esse declínio foi um padrão significativamente diferente do número relativamente estável de áreas de

nidificação encontradas na zona de controle nos anos pós-enchimento. Os resultados confirmaram estudos preliminares onde a barragem tem implicações direitas na nidificação da *P. unifilis*, seja pela perda ou pela redução do tamanho das áreas de nidificação (NORRIS et al., 2018a). Mesmo que a UHE Cachoeira Caldeirão seja a fio de água, considerada com menor influência no pulso de inundação, a mesma pode manipular as descargas de água para gerar energia, quando necessário (LACAVA et al., 2019).

Não obstante, os impactos das barragens não estão limitados aos quelônios, as comunidades locais também foram afetadas no setor cultural, econômico e alimentar. As empreiteiras encarregadas da construção de usinas hidrelétricas têm a obrigação de investir em ações de mitigação ambiental. Portanto, a restauração de áreas de nidificação integradas ao manejo comunitário é necessária para reduzir os impactos.

Práticas de manejo comunitário fomentadas em outros locais da Amazônia pelo Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Quelônios Amazônicos têm demonstrado mudanças nas atitudes de consumo e percepção das espécies silvestres (LACAVA et al., 2019). Além de conservar o quelônio *P. unifilis*, as comunidades irão se apropriar de seus recursos e maneja-los em prol de manter e obter os serviços ecossistêmicos fluviais, garantindo o bem estar das comunidades e o equilíbrio desses ecossistemas. Além disso, podem encontrar outras formas de renda e, mais importante ainda, valorizar os recursos naturais da sua região.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Implementar ações de restauração de habitat para os quelônios amazônicos, além de incentivar o manejo comunitário. Constata-se a necessidade de fornecer Avaliações de Impacto Ambiental mais rigorosas, assim como um acompanhamento de parte das autoridades ambientais para o cumprimento das ações de mitigação dos impactos provocados pelas usinas hidrelétricas.

## A AGRADECIMENTOS

A Alvino Pantoja e Gilberto Santos por sua assistência durante o trabalho de campo. A USAID e a CAPES pelo financiamento do projeto e pela bolsa de estudos. A Universidade Federal do Amapá e ICMBio pelo apoio logístico e ao IBAMA pela autorização para desenvolver o trabalho.

## R REFERÊNCIAS

CHRISTIE, Alec P. et al. Simple study designs in ecology produce inaccurate estimates of biodiversity responses. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 56, n. 12, p. 2742-2754, ago. 2019.

DUNN, P.K. Tweedie: evaluation of Tweedie exponential family models. R package version 2.3.2. **CRAN-R project**, 2017. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/tweedie/>. Acesso em dia: 6 de junho de 2020.

EDP. UHE Cachoeira Caldeirão. Energia de Portugal. 2018. Disponível em <https://brasil.edp.com/pt-br/uhe-cachoeira-caldeirao>. Acesso em dia: 3 de junho de 2019.

ESCALONA, Tibisay; VALENZUELA, Nicole; ADAMS, Dean C. Nesting ecology in the freshwater turtle *Podocnemis unifilis*: spatiotemporal patterns and inferred explanations. **Functional Ecology**, Londres, v. 23, n. 4, p. 826-835, ago. 2009.

FEARNSIDE, Philip Martin. Impactos das hidrelétricas na Amazônia e a tomada de decisão. **Novos Cadernos NAEA**, Pará, v. 22, n. 3, p. 69-96, set-dez. 2019.

LACAVA et al. **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Quelônios Amazônicos**. Brasília. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). 2019.

NORRIS, Darren; MICHALSKI, Fernanda; GIBBS, James P. Beyond harm's reach? Submersion of river turtle nesting areas and implications for restoration actions after Amazon hydropower development. **PeerJ**, [S.l.], v. 6, p. e4228, ene. 2018a.

NORRIS, Darren; MICHALSKI, Fernanda; GIBBS, James P. Community involvement works where enforcement fails: conservation success through community-based management of Amazon river turtle nests. **PeerJ**, [S.l.], v. 6, p. e4856, ene. 2018b.

R CORE TEAM. Versão 4.0.2. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Jun, 2020. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Download em 30 jun. 2020.