

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

Cenarização dos Efeitos da Hidrelétrica de Jirau na Hidrossedimentologia do Rio Madeira por Modelagem Morfodinâmica 1D

Guilherme de Sousa Mesquita¹ ; Leonardo Zandonadi Moura² ; Sergio Koide³ ; Jean-Michel Martinez⁴ & Henrique Llacer Roig⁵

Palavras-Chave – Rio Madeira, Transporte de Sedimentos, HEC-RAS

INTRODUÇÃO

Modelos morfodinâmicos permitem interpolar, no tempo e no espaço, as informações obtidas por meio do monitoramento hidrossedimentológico e atuam como ferramentas de síntese, fornecendo interpretações sobre os mecanismos que explicam padrões e tendências observados (Launay et al., 2019; Ma et al., 2020). Os afluentes andinos do rio Amazonas transportam grandes quantidades de sedimentos, fundamentais para a morfologia e o funcionamento ecológico dos ambientes fluviais e das planícies de inundação situados a jusante (Constantine et al., 2014; Latrubesse et al., 2017; Vauchel et al., 2017). O rio Madeira é o principal tributário do Amazonas em termos de carga sedimentar, responsável por cerca de 50% do total. Uma avaliação da vulnerabilidade das sub-bacias amazônicas aos impactos ambientais decorrentes da construção de barragens (Latrubesse et al., 2017) identificou sua bacia como a mais ameaçada. Nele foram concluídas por volta de 2013 duas grandes usinas hidrelétricas a fio d'água: Jirau e Santo Antônio. No contexto geral, a construção de barragens nesses afluentes levanta diversas preocupações quanto aos impactos causados pela retenção de sedimentos (Best, 2019; Flecker et al., 2022; Nitttrouer et al., 2021). O presente trabalho apresenta um estudo para produzir um modelo morfodinâmico unidimensional representativo do processo de retenção de sedimentos provocado pela construção da usina de Jirau. Isto foi realizado calibrando o modelo para reproduzir dados medidos no período com monitoramento, de 2015 a 2020. Este modelo é utilizado para avaliar a tendência a longo prazo de assoreamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizada a versão 6.3.1 do HEC-RAS, modelo unidimensional quase-transiente para simular o processo de sedimentação. Um trecho de 187,6 km foi modelado, com 129 seções transversais, espaçadas, em média, por 1,5 km. Foram simulados, em separado, períodos de 2013 a 2015, de 2015 a 2020 e de 2021 a 2045 com passos de tempo de 30 minutos. Para a simulação do transporte de sedimentos mais grossos, como areias e cascalho, foi utilizada a fórmula de Engelund-Hansen (EH), enquanto para os sedimentos finos foi empregada a fórmula de Krone-Partheniades (KP). Um mapa da área de estudo é exibido na Figura 1. As condições de contorno utilizadas no modelo foram: a montante, as vazões medidas (Figura 2) nas estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - Jusante Rio Beni (código 15320002) e Abunã. Foram realizadas, simulações com variações na distribuição granulométrica da carga de entrada e nos parâmetros de fórmula de Krone-Partheniades (KP).

1) Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. (61)981608587 guilherme.soumes@gmail.com

2, 3 e 5) PTARH – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Anexo SG-12, Térreo Campus Universitário Darcy Ribeiro Universidade de Brasília - UnB CEP: 70.910-900 Brasília - DF;

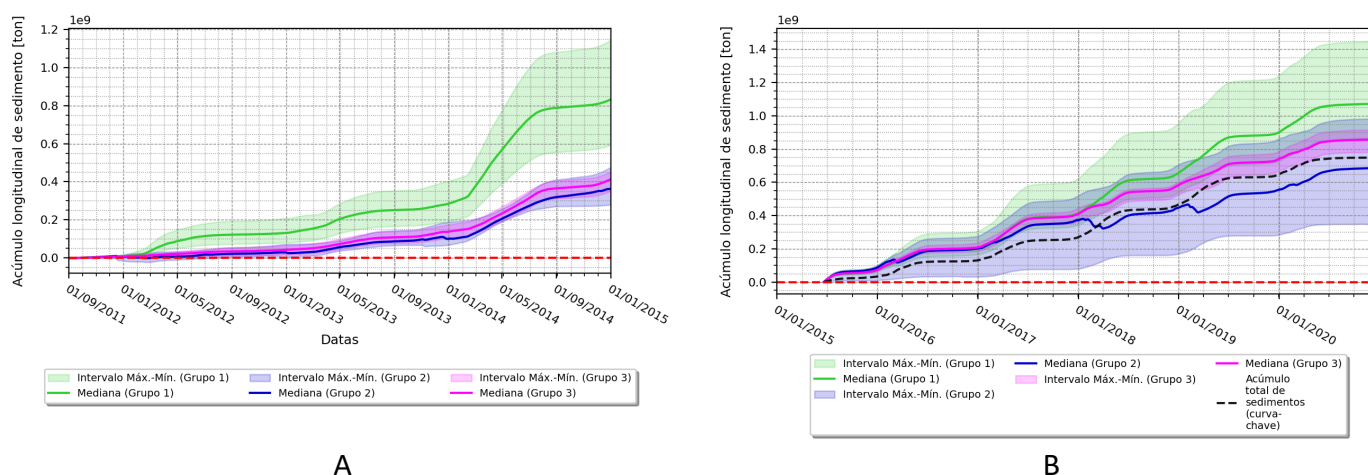
2) (61) 995347427, lzmoura@unb.br;

4) Institut de Recherche pour le Développement (IRD); Programa de Pós-graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica (PPGGAG) UnB

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o enchimento do reservatório, observam-se os impactos decorrentes da instalação da barragem, com uma quebra moderada de tendência em 2013 (Figura 1), iniciando um processo de assoreamento contínuo. Em 2014 há um forte acúmulo, haja vista a cheia recorde no período com registro de vazões do Rio Madeira. No que se refere ao período utilizado para a calibração, entre 2015 e 2020, a Figura 6 mostra os resultados de acúmulo total de sedimentos por grupo de modelos. O grupo 1, de granulometria mais grosseira, apresentou a maior propensão ao acúmulo, já que o trecho afetado retém mais de 90% da carga de areias afluentes. O grupo 2 ilustra a sensibilidade do modelo aos parâmetros da fórmula de Krone-Partheniades, dado que as condições criadas pelo barramento provocam significativa deposição de siltes acima de 16 μm . O grupo 3 apresenta a menor variabilidade nos resultados das simulações, por ser construído a partir de granulometria e resistência ao cisalhamento anteriormente otimizados. Os cenários 2021-2045 simulados indicam continuidade no acúmulo de sedimentos (Figura 7), com 2,4 giga toneladas de sedimentos adicionais.

Figura 1 – Acúmulo de sedimentos A) 2011-2014 e B) 2015-2020 por grupo de modelos. Fonte: Mesquita (2025)



CONCLUSÃO

O presente estudo estimou, por meio de modelos morfodinâmicos, que do fechamento da barragem de Jirau até 2020, acumularam-se 1,2 giga toneladas de sedimento no trecho imediatamente a montante do Rio Madeira. Estes modelos indicam que a cheia de 2014 explica cerca de 20% do assoreamento ocorrido entre 2013 e 2020, evidenciando que este processo seria contínuo, e não apenas decorrência de um evento extremo. Os melhores modelos, simulando cenários de longo prazo - para o período de 2020 a 2045 - projetam acúmulo de mais 2,4 giga toneladas de sedimentos, ou seja, mais de duas vezes o que já foi acumulado. Estes cenários consideraram uma continuidade da política de operação da barragem, com rebaixamentos sazonais de nível d'água entre as cotas 90 e 82,5 m. Os potenciais impactos, mesmo com esta política, não são pequenos e carecem de melhor avaliação. Com a intenção de mudança de protocolo em manter a cota do reservatório no nível 90 o máximo de tempo possível ainda mais assoreamento deve ocorrer.

REFERÊNCIAS

- MESQUITA, G. DE S. (2025). *Modelagem morfodinâmica para avaliação dos efeitos da hidrelétrica de Jirau na hidrossedimentologia do Rio Madeira*. Monografia de Projeto Final de Graduação, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, Brasil.
- VAUCHEL, P. et al. (2017). "A reassessment of the suspended sediment load in the Madeira River basin from the Andes of Peru and Bolivia to the Amazon River in Brazil, based on 10 years of data from the HYBAM monitoring programme". *Journal of Hydrology*, 553, pp. 35–48.