



A EVOLUÇÃO DE SEÇÕES DE CONTROLE HIDROSEDIMENTOLÓGICO NO RIO MADEIRA NO PERÍODO DE 2014 A 2017

Pedro de Souza Garrido Neto¹; Camila da Silva Souto² & Pedro Agostinho da Trindade³

ABSTRACT – The Madeira River is the second largest tributary of the Amazon River. Although the annual flow of the Madeira River corresponds to approximately 13% of the Amazon River, the Madeira River contributes about 50% of its solid discharge to the Atlantic Ocean. This paper aims to show the evolution of the flow areas of 14 cross sections of the Madeira River by comparing bathymetries that were performed periodically in the stretch of the Madeira River in which the Jirau Hydropower Plant is inserted. According to the results, the bed of the Madeira River practically did not change upstream until the section RJ05 (Tamborete), with the exception of the sections RJ06 (Pederneiras) and RJ07 (Abunã), where a little erosion was observed; in the stretch of the reservoir downstream the section S36, sedimentation is occurring with emphasis on the section SJ01, located 4.6 km from the dam; and downstream of Jirau Hydropower Plant the Madeira River degraded, except for the section RN10, where the bathymetry performed in 2017 indicates a reversal of this process, though.

Palavras-Chave – Assoreamento; degradação; aproveitamento hidrelétrico.

1) Energia Sustentável do Brasil – ESBR, Rodovia BR-364, KM 824 S/Nº, Porto Velho (RO), pedro.neto@esbr.com.br

2) Energia Sustentável do Brasil – ESBR, Rodovia BR-364, KM 824 S/Nº, Porto Velho (RO), camila.souto@esbr.com.br

3) Energia Sustentável do Brasil – ESBR, Rodovia BR-364, KM 824 S/Nº, Porto Velho (RO), pedro.trindade@esbr.com.br

1- INTRODUÇÃO

O rio Madeira é o segundo maior tributário do rio Amazonas, apresentando vazão média anual de aproximadamente 26.500m³/s e área de drenagem de 1.368.400km², sendo 8% desta área situada no Peru, 52% na Bolívia e 40% no Brasil (VAUCHEL *et al.*, 2017).

A denominação de rio Madeira acontece a partir da confluência do rio Beni (sub-bacia de 281.000km²) com o rio Mamoré (637.000km² de área). A fisiografia da bacia é bastante diversificada, incluindo a cordilheira dos Andes, com altitudes superiores a 6.000m, e as planícies aluvionares da região Amazônica. O rio Madeira desagua no rio Amazonas a um nível d'água cerca de 20m acima do nível do mar (SOUTO *et al.*, 2016).

Apesar da vazão média anual do rio Madeira corresponder à aproximadamente 13% da vazão média anual do rio Amazonas (MOLINIER *et al.*, 1996), o rio Madeira contribui com cerca de 50% da descarga sólida que o rio Amazonas transporta em direção ao Oceano Atlântico (GUYOT *et al.*, 1996; LARAQUE *et al.*, 2005).

Ainda cabe destacar a existência do Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira, formado pelas usinas hidrelétricas Santo Antônio (UHE SAE) e Jirau (UHE Jirau). Localizada no rio Madeira em seu trecho próximo às coordenadas de referência 09°21'17"S e 64°43'55"O, a UHE Jirau é a quarta usina brasileira com maior capacidade instalada, de 3.750MW.

A Energia Sustentável do Brasil (ESBR), concessionária da UHE Jirau, realiza batimetrias em 14 seções transversais do rio Madeira para o atendimento ao Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico (PMH), estabelecido no âmbito do Projeto Básico Ambiental do empreendimento. Dessa forma, vem sendo possível acompanhar a evolução da calha fluvial ao longo da operação do empreendimento, iniciada em 2013.

Este trabalho apresenta análise dos resultados dessas batimetrias as quais caracterizam as modificações morfológicas observadas ao longo dos 4 primeiros anos de operação da usina.

2- OBJETIVO

Apresentar um diagnóstico hidrossedimentológico básico, fundamentado na evolução das áreas de escoamento de 14 seções transversais do rio Madeira, a partir da comparação de batimetrias realizadas antes e depois da implantação da UHE Jirau.

3- MÉTODO

3.1 - Área de estudo

Atualmente, são objeto de levantamentos batimétricos semestrais as 14 seções transversais identificadas no mapa mostrado na Figura 1.

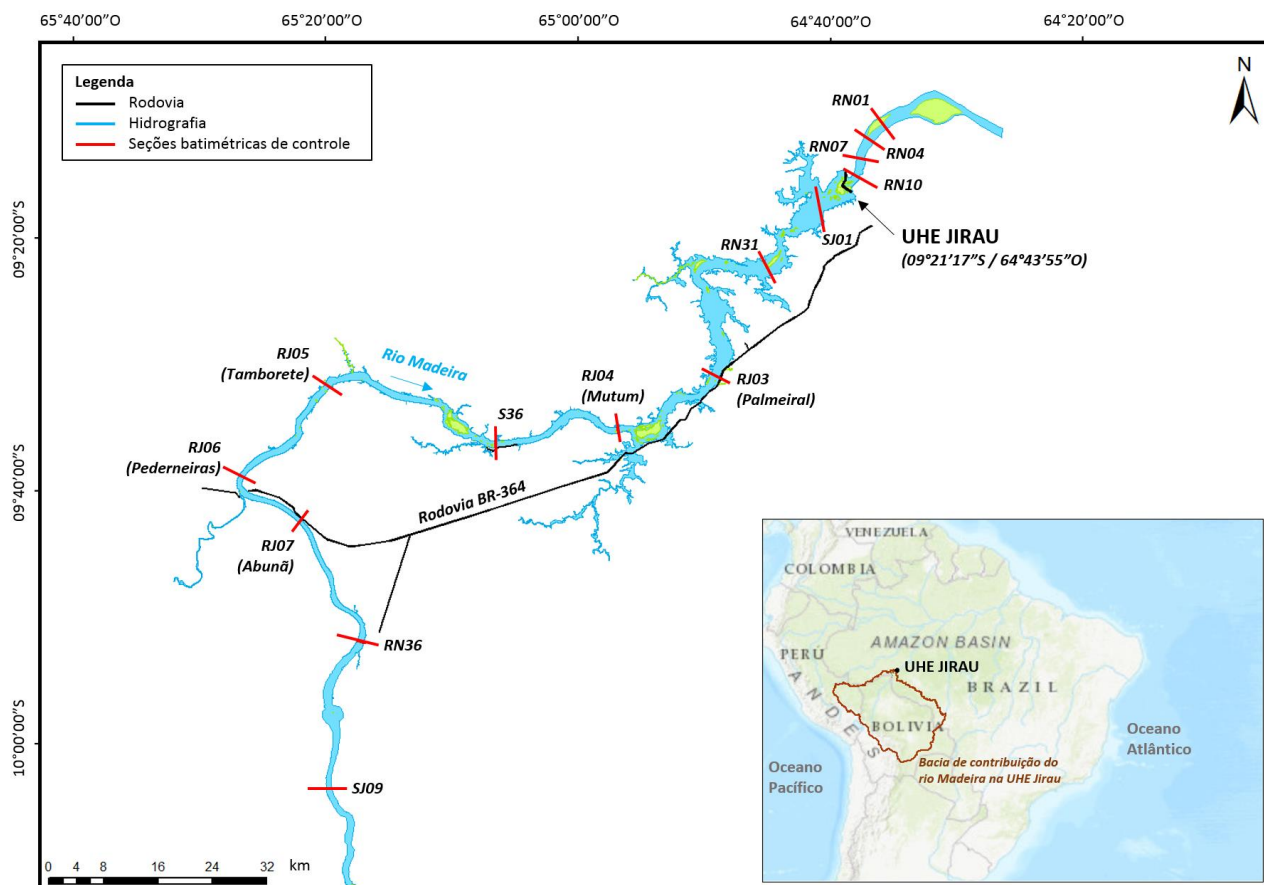


Figura 1 – Localização das 14 seções de controle hidrossedimentológico.

Como pode ser observado nessa figura, são 4 seções a jusante e 10 a montante do barramento da UHE Jirau, cobrindo um trecho de aproximadamente 195km do rio Madeira, compreendido entre as coordenadas 09°10'53\"S / 64°35'56\"O e 10°03'35\"S / 65°19'43\"O. Nota-se, ainda, a configuração em planta do reservatório de Jirau, que se encontra quase que totalmente encaixado na calha do rio Madeira a montante da seção RJ04 (Mutum).

3.2 - Análise da evolução das seções

Os levantamentos batimétricos das 14 seções de controle, realizadas no período de águas altas dos anos de 2014 a 2017, foram comparados com os levantamentos executados para essas

mesmas seções antes da implantação da UHE Jirau, no período de abril a junho de 2011, excetuando-se a seção SJ01, cujo levantamento foi realizado em novembro de 2010.

Para essa comparação, em cada seção foi definido um nível d'água de referência, que foi considerado no cálculo da área de escoamento em todos os anos.

A comparação foi realizada considerando, para cada seção, a relação entre as áreas de escoamento, conforme Equação 1.

$$R = \frac{A_x}{A_{REF}} \quad (1)$$

Sendo R [adimensional] a relação entre as áreas de escoamento pré e pós reservatório; A_x [m²] a área de escoamento levantada em um ano X sob determinados níveis d'água de referência; e A_{REF} [m²] a área de escoamento levantada em 2011 para todas as seções, com exceção da seção SJ01 que corresponde à área de escoamento levantada em 2010.

4- RESULTADOS

Na Figura 2 é apresentado o resultado da divisão entre as áreas de escoamento medidas no período de 2014 a 2017 pela área levantada em 2011 (e 2010, para a seção SJ01), para cada uma das 14 seções de controle.

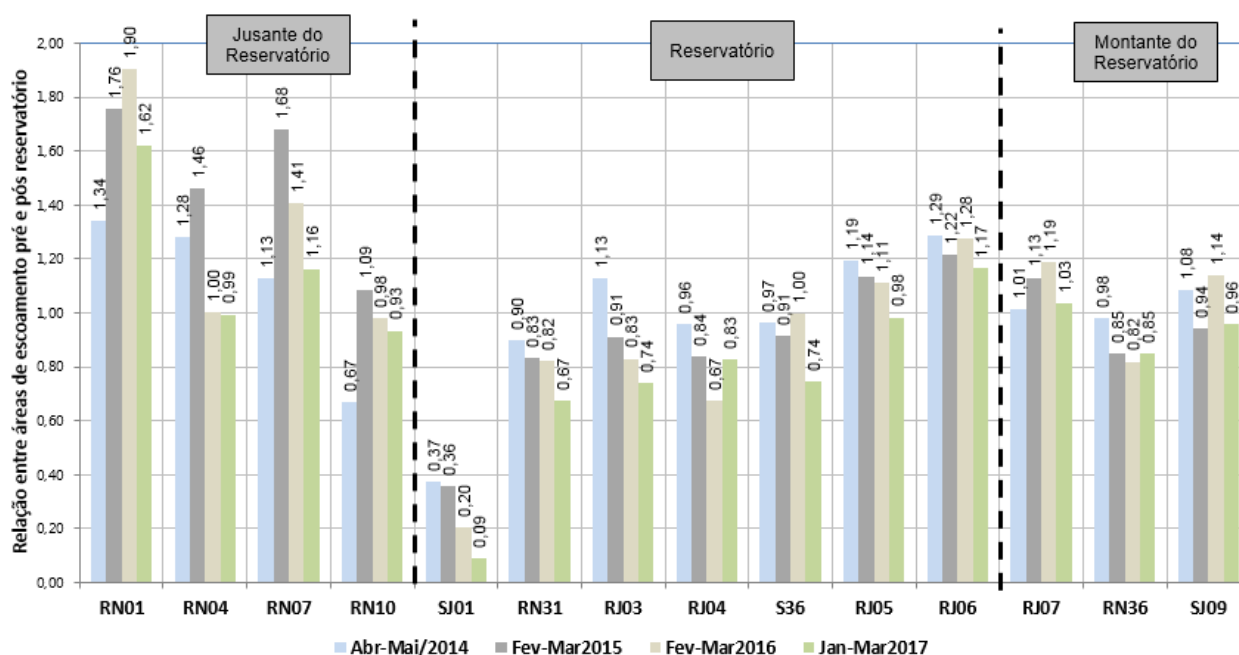


Figura 2 – Comparação entre as áreas de escoamento pré e pós reservatório (fonte: ESBR, 2017).

Destaca-se que valores de R inferiores à unidade indicam diminuição das áreas de escoamento (deposição), enquanto valores superiores à unidade correspondem a aumentos da área de escoamento (degradação).

Os resultados dos levantamentos batimétricos realizados ao longo dos 4 anos de operação do empreendimento para as seções RJ07 (Abunã), RJ04 (Mutum), SJ01 (mais próxima à barragem) e RN07 (a jusante do barramento) são apresentados nas Figuras 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

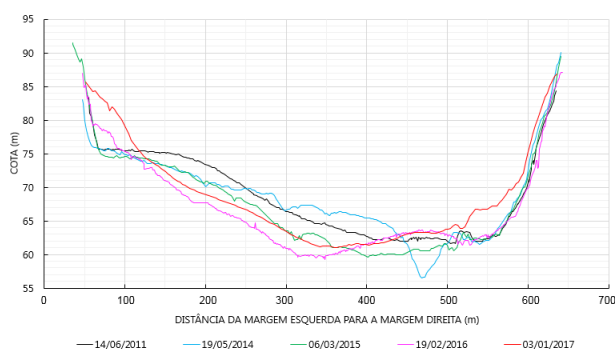


Figura 3 – Seção RJ07

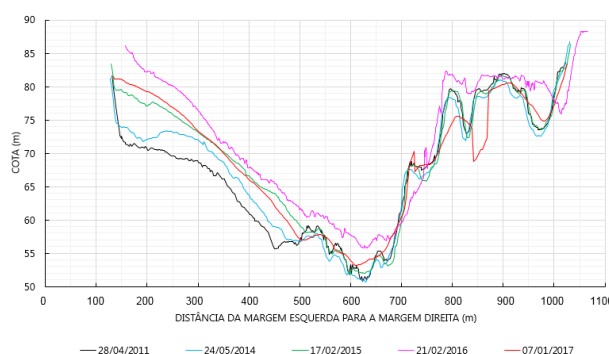


Figura 4 – Seção RJ04

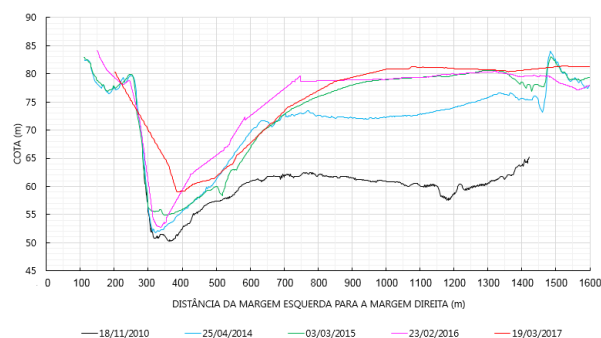


Figura 5 – Seção SJ01

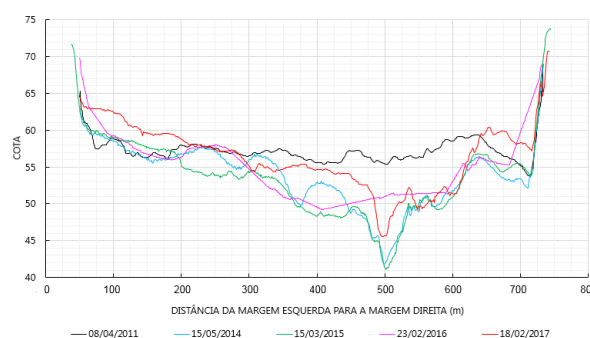


Figura 6 – Seção RN07

O retrato de 2017 da situação do trecho estudado a montante do barramento da UHE Jirau é apresentado no mapa da Figura 7, no qual são indicados os trechos em que foram identificados processos de assoreamento e degradação.

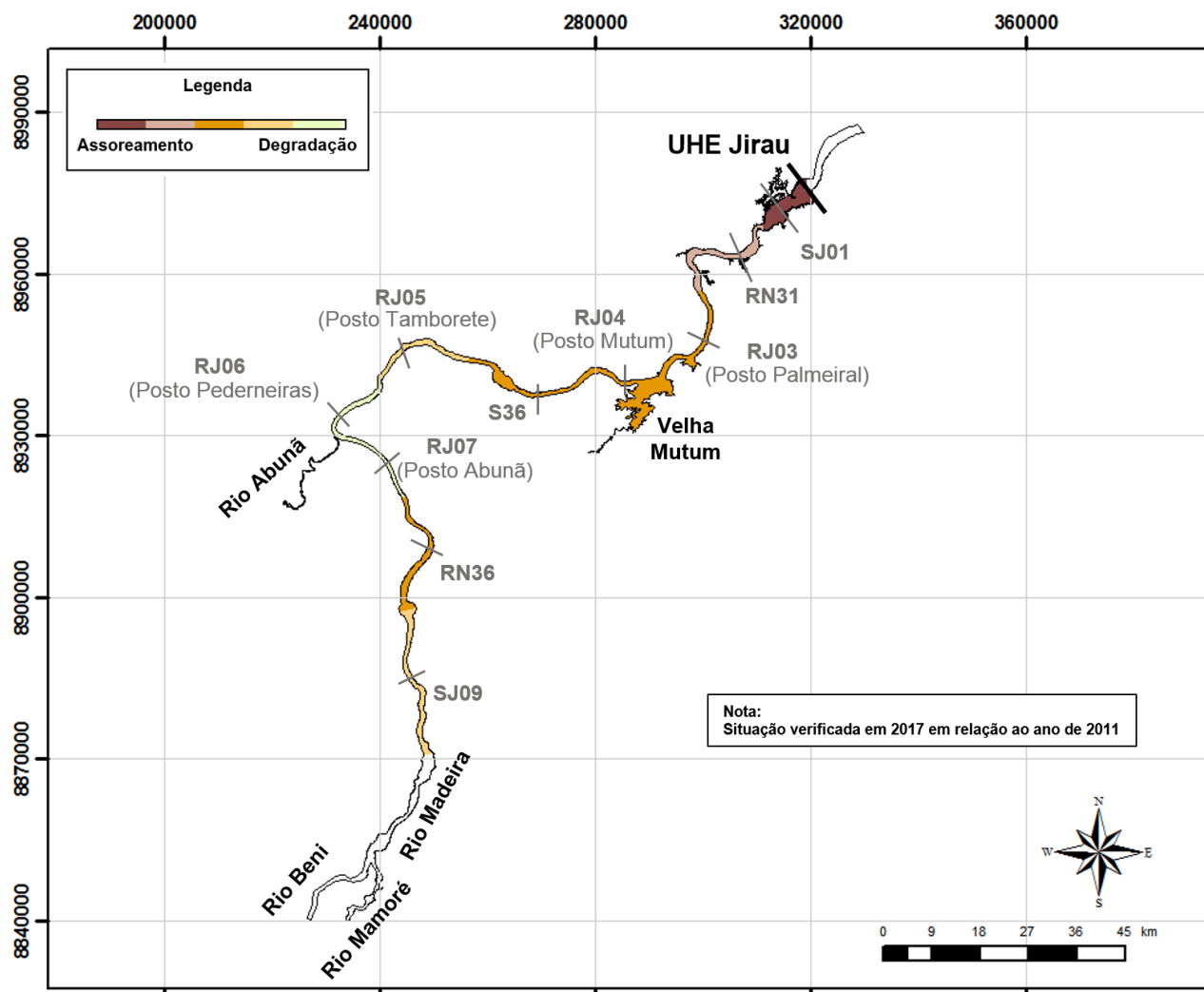


Figura 7 – Diagnóstico sedimentológico básico de trecho do rio Madeira a montante da UHE Jirau.

5- CONCLUSÕES

O rio Madeira apresenta considerável fluxo de sedimentos o que aumenta a importância do monitoramento de processos de assoreamento e degradação, principalmente na área de influência direta das usinas do complexo do Madeira.

A análise da evolução de 14 seções de controle hidrossedimentológico monitoradas pela ESBR no âmbito do PMH da UHE Jirau, a partir da relação de áreas de escoamento da seção nos anos de 2014 a 2017, com a área de escoamento levantada antes da implantação da UHE Jirau indicam que:



- a) o leito do rio Madeira a montante da seção RJ05 (Tamborete) praticamente não se modificou. Somente nas seções RJ06 (Pederneiras) e RJ07 (Abunã) ocorreu um pouco de degradação;
- b) no trecho do reservatório a jusante da seção S36, vem ocorrendo assoreamentos, com destaque para a seção SJ01, situada a 4,6 km da barragem; e
- c) a jusante do barramento o rio Madeira erodiu, à exceção da seção RN10, mas as batimetrias realizadas em 2017 indicam uma inversão do processo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Energia Sustentável do Brasil – ESBR, concessionária da UHE Jirau, pela disponibilidade de dados dos levantamentos batimétricos, ao Grupo Construserv pela realização dos serviços de campo e à Internave pela análise dos dados de campo.

BIBLIOGRAFIA

ESBR – Energia Sustentável do Brasil. (2017). *10º Relatório Semestral do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico*. Porto Velho, RO.

GUYOT, J.L.; FILIZOLA, N.P.; QUINTANILLA, J.; CORTEZ, J. (1996). *“Dissolved solids and suspended sediment yields in the Rio Madeira basin, from the Bolivian Andes to the Amazon”*. Erosion and Sediment yield: Global and Regional Perspectives (Walling D.E., Webb B.W., Eds.). IAHS Publ. 236, p. 55-63.

LARAQUE, A.; FILIZOLA, N.P.; GUYOT, J.L. (2005). *“Variations spatio-temporelles du bilan sédimentaire dans le bassin amazonien brésilien, à partir d’un échantillonnage décadaire”*. Sediment Budgets (Walling D.E., Horowitz A.J., Eds.). IAHS Publ. 291, p. 250-258.

MOLINIER, M.; GUYOT, J.L.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, V. (1996). *“Les régimes hydrologiques de l’Amazone et de ses affluents”*. IAHS Publ. 238, p. 209–222.

SOUTO, C. S.; XAVIER, M.C.R.; BARBOZA, A.P.; BARROS, M.C. (2016). *“Balanços sedimentológicos na bacia do rio Madeira”* in Anais do XII ENES - Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Porto Velho/RO, Nov 2016.

VAUCHEL, P.; SANTINI, W.; GUYOT, J.L.; MOQUET, J.S.; MARTINEZ, J.M.; ESPINOZA, J.C.; BABY, P.; FUERTES, O.; NORIEGA, L.; PUITA, O.; SONDAG, F.; FRAIZY, P.; ARMIJOS, E.; COCHONNEAU, G.;



TIMOUK, F.; DE OLIVEIRA, E.; FILIZOLA, N.; MOLINA, J.; RONCHAIL, J. (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, v.553, p. 35-48.