

**Mudanças no Regime de Vazão à Jusante da UHE Foz do Chapecó e  
Implicações na Erosão Marginal**

*Changes in fluvial discharge downstream on the Foz do Chapecó dam and implications  
for bank erosion*

*Cambios en el régimen de flujo abajo de la central hidroeléctrica Foz do Chapecó e  
implicaciones para la erosión marginal*

**Vitor Hugo Rosa Biffi**

Doutorando em Geografia, UEM, Brasil.  
vhugorosabiffi@gmail.com.

**Matheus Vinícius dos Santos**

Graduando em Geografia, UEM, Brasil.  
mrosario@gmail.com

**Nelson Vicente Lovatto Gasparetto**

Professor Doutor, UEM, Brasil.  
Gasparetto31@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A instalação de grandes usinas hidrelétricas podem promover impactos expressivos nos canais fluviais. Modificações nos processos hidrológicos são verificados tanto nas áreas inundadas pela construção do reservatório quanto a jusante da barragem. Nesse último caso, entre os principais impactos ambientais estão a mudança no regime hidrológico, o aprofundamento do leito, alteração no aporte de sedimentos de fundo e em suspensão, reajuste na morfologia do canal e aumento da erosão marginal (CUNHA, 1995; COELHO, 2008; STEVAUX e LATRUBESSE, 2017).

Na Bacia do alto curso do rio Uruguai, incluindo os afluentes Pelotas e Canoas, encontram-se pelo menos cinco grandes usinas hidrelétricas: a UHE Barra Grande no rio Pelotas, UHE Campos Novos no rio Canoas, além da UHE Machadinho, UHE Itá e UHE Foz do Chapecó, ambas no rio Uruguai (ROCHA E PASE, 2015). A UHE Foz do Chapecó, localizada a jusante das demais, teve suas comportas fechadas em 2010 dando início a formação do reservatório, provocando diminuição na vazão no trecho à jusante da barragem (PACUERA, 2019). Além das modificações na vazão, houve o incremento da erosão marginal nos eventos de cheias (KREUZ, 2015; SANTOS, 2018).

Com o aumento da erosão marginal, houve também a erosão de materiais contidos nas áreas de escavação dos sítios arqueológicos RS-URG-01 e ACH-LP-07 (Santos, 2018). Essa área é de grande interesse, uma vez que se encontram vestígios arqueológicos que correspondem a cultura Guarani pré-colonial, Taquara-Itararé e sítios líticos associados as tradições Humaitá e Umbu, com idades que remetem a pelo menos 11 mil anos A.P., e onde ainda são mantidas as escavações arqueológicas e resgate dos materiais pela missão franco-brasileira no âmbito do projeto “Povoamentos pré-históricos do alto rio Uruguai” (SANTOS, 2018). Dessa forma, o monitoramento da vazão e da erosão marginal é fundamental para se estimar a perda dos materiais nas margens e conseqüentemente do patrimônio arqueológico. Portanto, esse trabalho tem como objetivo quantificar as mudanças na vazão após o fechamento das comportas da UHE Foz do Chapecó, bem como áreas de perda da margem do rio Uruguai entorno do sítio arqueológico RS-URG-01 entre 2010 e 2020.

## 2 MÉTODO DE ANÁLISE

Os dados de Vazão Foram obtidos junto ao site do ANA, através do Sistema de Acompanhamento de Reservatório (SAR). Os dados da UHE foz do Chapecó utilizados corresponde a série histórica de 01/01/1993 a 31/12/2019. A periodização utilizada foi baseada nos marcos principais da implantação da UHE Foz do Chapecó: Pré-barragem, entre 01/01/1993 e 28/02/2007 (n=5171), Período dos desvios (01/03/2007 a 24/08/2010, n=1273), período de formação do lago (25/08/2010 a 09/09/2010, N=16) e período pós-barragem (N=3401) após 10/09/2010 (PACUERA, 2019).

A quantificação e avaliação da erosão marginal foi realizada de forma indireta, com base na construção de produtos cartográficos a partir de dados de sensoriamento remoto (Biffi e Souza Filho, 2016). Nesse caso, foram utilizadas as fotografias aéreas obtidas junto ao site da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (<http://sigsc.sc.gov.br>) para o período de 2011, logo após a finalização construção da Barragem da UHE Foz do Chapecó. Já para o

período de 2020, foi utilizada uma imagem GeoEye IKONOS, disponibilizado no sistema ArcGIS Online Map Viewer (<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?>). As fotografias aéreas obtidas pelo SIGSC foram convertidas para o sistema GCS WGS84, a fim de padronizar para aquela inserida no ambiente do ArcMAP. Após a construção da base cartográfica, foram digitalizados em polígonos o limite da margem esquerda do rio Uruguai para as ambas às cenas, e os *layers foram* sobrepostos para fins de comparação. Para estabelecer a diferença de área de perda, também foi criado um *layer* para a área em que houve erosão marginal.

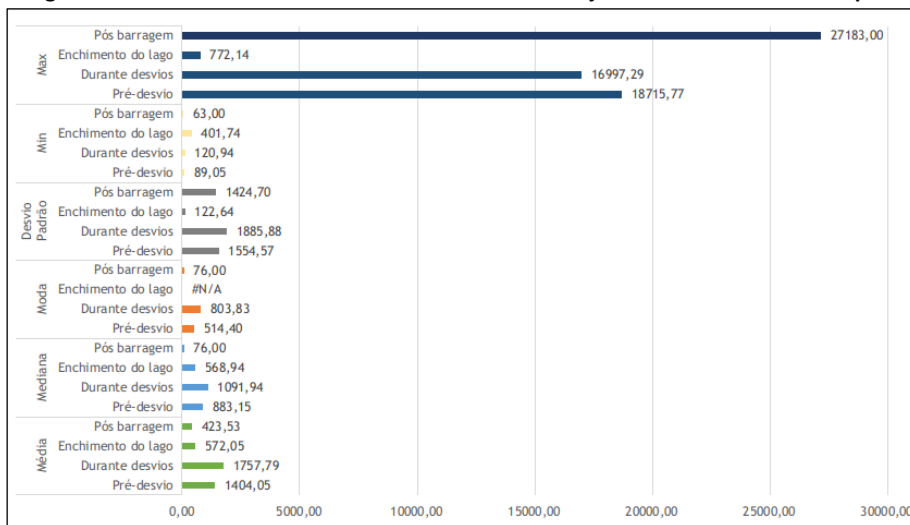
### 3 RESULTADOS

As áreas de escavação do sítio arqueológico URG-01 estão localizadas a cerca de 1700 metros da barragem da UHE Foz do Chapecó. Nesse setor, o rio Uruguai apresenta-se em seção nodal (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017), sem a presença de ilhas ou barras. Dessa forma, o vertedouro da barragem é posicionado perpendicular a margem esquerda do Rio Uruguai.

Como relação à hidrologia (Figura 1), verificou-se que na fase dos desvios, houve o aumento da vazão média, bem como dos valores mínimos. Entretanto, a maior diferença na vazão é verificada após o fechamento da barragem. A partir do fechamento das comportas, a vazão média passou de 1404,05 m<sup>3</sup>/s para 423,53 m<sup>3</sup>/s, enquanto o valor modal passou de 803 m<sup>3</sup>/s para 76 m<sup>3</sup>/s. A redução da mediana também foi significativa, passado de 514 m<sup>3</sup>/s antes dos desvios para 76 m<sup>3</sup>/s para o período pós-barragem. Já em relação aos valores mínimos registrados, verificou-se vazão vertida de 63 m<sup>3</sup>/s, inferior ao limite de 80% da vazão mínima média mensal, proposto pelo EIA-RIMA como limite da vazão ecológica necessária para a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos (ENGEVIX, 2000). O valor máximo também ultrapassou o volume da série histórica desde 1931 (ENGEVIX, 2000), atingindo picos superiores a 27.000 m<sup>3</sup>/s.

Com relação a erosão marginal, no período entre 2010 e 2020, foi verificado o recuo médio de vinte metros, totalizando 19.106 m<sup>2</sup> de área de perda de margem (figura 2). A ocorrência de grandes cheias é caracterizada como a principal responsável pela erosão marginal no trecho do rio Uruguai em estudo (KREUZ 2015; SANTOS, 2018). Com base na análise de fotografias aéreas das décadas de 1977 e 1979, Kreuz (2015) sugere que os processos de erosão marginal foi intensificado com a construção da barragem, uma vez que durante o período anterior a construção da UHE houveram cheias de grande magnitude, sem promover grandes taxas de erosão.

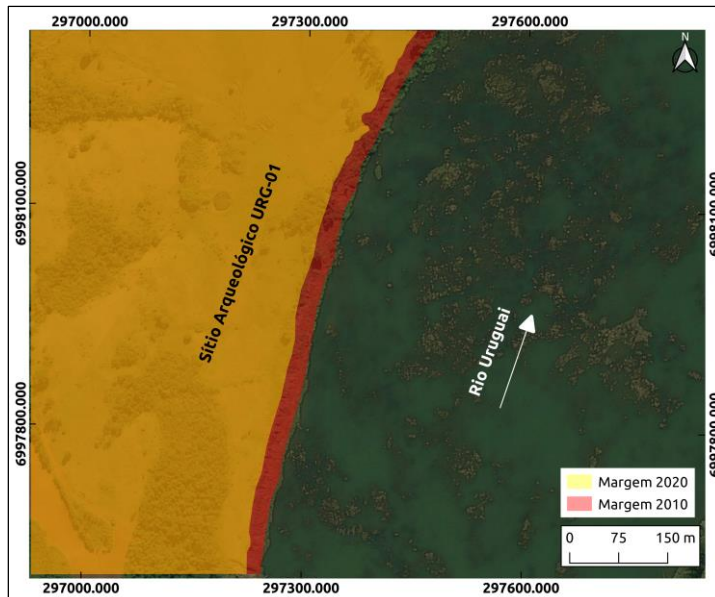
Figura 1: Gráfico com as métricas estatísticas da vazão a jusante da UHE Fóz do Chapecó



Fonte: AUTORES, 2020.

Com relação ao tipo de processo erosivo, verifica-se a ocorrência de erosão por solapamento de base, em especial na margem esquerda (Kreuz, 2015). A Erosão marginal por solapamento é gerada pela força hidráulica, que gera escorregamentos e desmoronamentos dos sedimentos marginais situados acima da linha da água.

Figura 2: Mapa ilustrando a área de perda por erosão marginal entre 2010 e 2020



Fonte: AUTORES, 2020.

### Conclusão

A construção da UHE Foz do Chapecó promoveu modificações no regime de descarga no alto curso do rio Uruguai a jusante do barramento. A modificação da vazão também promove a redução do transporte da carga sedimentar e na capacidade do canal. Com isso, a força hidráulica deixa de gerar trabalho no transporte dos sedimentos, e passa a erodir os sedimentos

na busca de um novo e equilíbrio. Assim, verificou-se um grande incremento da erosão marginal na margem esquerda do canal. Embora se observa a redução da vazão, verifica-se que em grandes eventos de cheia há o aumento expressivo da vazão, superando aqueles do período sem barragens, promovendo grande perda de volume de material sedimentar, incluindo aqueles de patrimônio arqueológico.

## AGRADECIMENTO

Agradecemos ao CNPq pelo financiamento da pesquisa (Proc. N°404592/2016-3)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIFFI, Vitor Hugo Rosa; SOUZA FILHO, Edvard Elias. Quantificação da erosão marginal no arquipélago Mutum - Porto Rico entre 1985 e 2009 por meio de imagens Landsat 5 - TM. In: XI SINAGEO Geomorfologia: Compartimentação da Paisagem, processo e dinâmica, 2016, Maringá. *Anais* [...] X, 2016.

COELHO, André Luiz Nascentes. Geomorfologia Fluvial de Rios Impactados por Barragens. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 9, n.6, p. 16-32, Junho/2008.

CUNHA, Sandra Baptista. **Impactos de Obras de Engenharia Sobre o Ambiente Bifísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro - Brasil)**. Rio de Janeiro: Editora do Instituto de Geociências, 1995. 378 p.

ENGEVIX. Estudo de Impacto Ambiental – EIA. UHE Foz do Chapecó. Chapecó (SC), 2000.

KREUZ, Gabriel. **Processos Erosivos Gerados Após a Instalação de Grandes Objetos Técnicos: Uma Abordagem Sobre a Usina Hidrelétrica Foz do Chapecó**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2015.

PACUERA. **Plano Ambiental de Cnservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial: Volume 1 - Diagnóstico Ambiental**. Chapecó (SC), 2019.

ROCH, Humberto José; PASE, Hemerson Luiz. O conflito Social e Políticas Nas Hidrelétricas da Bacia do Uruguai. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 30, n. 88, Junho/2015.

STEVAUX, José Candido; LATRUBESSE, Edgard Manuel. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 336 p.

SANTOS, Marcos Cesar Pereira. **Geoarqueologia da área da Volta Grande do Alto Rio Uruguai, Sul do Brasil: morfoestratigrafia, geocronologia e sequência arqueológica da Foz do rio Chapecó**. Tese (International Doctorate in Quaternary and Prehistory), Università degli Studi di Ferrara, Ferrara, 2018. 406 p.