MODELO DE RESUMO EXPANDIDO PARA O XXVI SBRH

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS NA CONFLUÊNCIA ENTRE O RIO ROLANTE E O ARROIO DA AREIA, RS

Laura Lahiguera Cesa[1]; Caroline Hipólito Flores*[2]; Cassio Kruger de Freitas*[3]; Alessandro Gustavo Franck* [4] & Masato Kobiyama [5]

Palavras-Chave – Ângulo de confluência, Dinâmica fluvial, Imagens de satélite.

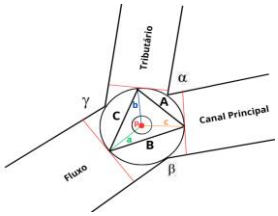
INTRODUÇÃO

Confluências fluviais são zonas morfologicamente instáveis e sujeitas a intensas trocas de energia e sedimentos, especialmente quando inseridas em áreas urbanas ou sob influência de eventos extremos (Du *et al.*, 2019). O conhecimento sobre confluências ainda é limitado (Kobiyama *et al.*, 2016) e novas abordagens são necessárias para sua compreensão. Este trabalho analisa as variações espaço-temporais dos ângulos de confluência entre o Rio Rolante e o Arroio da Areia (RS), por meio de imagens de satélite e da metodologia adaptada de Pereira *et al*. (2024).

METODOLOGIA

A estimativa dos ângulos de confluência (α, β e γ) se baseou no Método da Circunferência Tangente, uma adaptação da metodologia de Pereira *et al.* (2024) proposta pelos autores. Ela consiste em: i) desenhar uma circunferência que tangencia as margens dos três canais; ii) determinar o ponto central (P), iii) marcar as larguras nos pontos de tangência; iv) traçar os raios entre o ponto central (P) até os limites das larguras tangentes (a, b e c); e v) calcular os ângulos pela Lei dos Cossenos, com base nas distâncias euclidianas entre os pontos de interseção (Figura 1). Os dados obtidos foram interpretados por meio do Diagrama de Ângulos em Confluência, proposto por Kobiyama *et al.* (2016), que permite a visualização da evolução das confluências.

Figura 1 - Representação dos ângulos de confluência e parâmetros do Método da Circunferência Tangente.



RESULTADOS

A Tabela 1 resume os valores obtidos para os ângulos α, β e γ. Os bancos de areia foram considerados como parte integrante das margens do canal nessa análise.

Tabela 1 - Ângulos de confluência entre o Rio Rolante e o Arroio da Areia

Período	Jul/2010	Out/2013	Nov/2016	Set/2017	Ago/2019	Ago/2022
α (°)	61	68	80	66	73	83
β (°)	138	151	146	149	130	153
γ (°)	161	141	134	145	157	124

Observou-se um aumento de 22° no ângulo α (entre o canal principal e o tributário), o que sugere uma expansão progressiva da confluência e intensificação da colisão entre os fluxos (Shen *et*

[1]) Bolsista de mestrado CAPES, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: laura.lahiguera.c@gmail.com
[2]) Bolsista de mestrado CNPq, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: carollflores22@gmail.com
[3]) Bolsista de mestrado CNPq, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: kf.cassio@gmail.com
[4]) Bolsista de doutorado CNPq, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: franckalessandrog@gmail.com
[5]) Professor orientador e bolsista CNPq, Instituto de pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: masato.kobiyama@ufrgs.br
* Estes autores contribuíram igualmente para o desenvolvimento deste trabalho.

al., 2022). As variações de β refletem ajustes morfológicos e sedimentares pontuais, destacando-se o valor mínimo de 130º em 2019, que podem ser associados à erosão e deposição diferencial. O ângulo γ diminuiu de 161° para 124° no período, sugerindo fechamento do canal de jusante e formação de zonas de menor velocidade, o que corrobora com o estudo de Shen *et al.* (2022).

O evento de 2017 provocou redução temporária de α e instabilidade nos bancos de areia. O Diagrama de Ângulos em Confluência evidenciou as maiores variações morfométricas em 2010, 2019 e 2022 (Figura 2). O ponto de confluência (*P*) deslocou-se para a jusante até 2019, com recuo para a montante entre 2019 e 2022 (Figura 3), refletindo alterações no leito e sedimentos. Os resultados corroboram estudos que destacam a influência de fatores naturais e antrópicos na dinâmica dos ângulos de confluência (Santos *et al.*, 2022; Islam *et al.*, 2021).

Figura 2 - Diagrama de Ângulos em Confluência entre o Rio Rolante e o Arroio da Areia

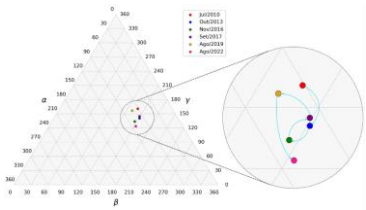


Figura 3 - Variação espacial da localização do ponto (*P*) ao longo do período de avaliação



CONCLUSÕES

A oscilação dos ângulos α, β e γ entre 2010 e 2022 confirma a natureza dinâmica da confluência, sujeita a processos cíclicos de erosão e deposição, influenciados por fluxo hídrico, sedimentação e ações antrópicas. O evento de 2017 impactou diretamente a configuração dos canais. O Diagrama de Ângulos em Confluência revelou um comportamento relativamente homogêneo, mas com variações, onde o ângulo γ apresenta os maiores valores observados. O ponto central (*P)* apresentou deslocamento a jusante nos primeiros anos e posterior recuo a montante no período final. Em síntese, o estudo demonstrou aplicabilidade e eficácia do Método da Circunferência Tangente na detecção de variações espaço-temporais das confluências fluviais e evidenciou a dinâmica complexa da confluência fluvial entre o Rio Rolante e o Arroio da Areia.

REFERÊNCIAS

DU, J. ; CHENG, L.; ZHANG, Q. et al. (2019). "*Different Flooding Behaviors Due to Varied Urbanization Levels within River Basin: A Case Study from the Xiang River Basin, China*". International Journal of Disaster Risk Science 10, pp. 89–102.

ISLAM, MD. R.; ISLAM, A. Z. MD. Z. (2021). *"Plan form changes of the Ganges-Jamuna confluence and its relation to flood*". Journal of Remote Sensing Applications: Society and Environment 22, 100525.

KOBIYAMA, M.; GODOY, J. V. Z.; PEREIRA, M. A. F.; MICHEL, G. P.; MELO, C. M. (2016). *"Análise do ângulo de junção com consideração da hierarquização fluvial de Strahler e Shreve"* in: Anais do XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2016, Maringá, Set. 2016, 3, 8 p

LEOPOLD, L. B.; MADDOCK JR., T. (1953). *The hydraulic geometry of stream channels and some* physiographic implications". USGS Washington - DC, 56 p.

MATZENAUER, R; RADIN, B; ALMEIDA, I. (2011). *Atlas Climático: Rio Grande do Sul.* Secretaria da Agricultura, Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Porto Alegre.

MILLER, J. P. (1958). *High mountain streams: Effects of geology on channel characteristics and bed material*. NMBGMR Socorro - NM, 53 p.

PEREIRA, M. A. F.; ALVES, A. S.; KOBIYAMA, M. (2024). "*Determination and characterization of the junction angles in river channels in Brazil with Google Earth Pro images*". Revista Brasileira de Geomorfologia 25(2), e2437.

SANTOS, V. dos.; STEVAUX, J. C.; SZUPIANY, R. N. (2022). "*Confluence analysis at basin scale in a tropical bedrock river – The Ivaí River, Southern Brazil*". Journal of South American Earth Sciences 116, 103877.

SHEN, X.; LI, R.; CAI, H.; FENG, J.; WAN, H. (2022). "*Characteristics of secondary flow and separation zone with different junction angle and flow ratio at river confluences*". Journal of Hydrology 614, 128537.