



**XVII SICTI**  
Seminário de Iniciação Científica,  
Tecnológica e Inovação  
**X SIMIT**  
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e  
COOPERAÇÃO  
na AMAZÔNIA**  
**16 a 19 de  
Setembro**  
**IFPA Campus Bragança**

## MODELAGE MATEMÁTICA DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RIO XINGU EM ALTAMIRA

Eduarda Souza Cabral<sup>1</sup>, Laís Manuela Araújo Leão<sup>2</sup>, Antônio Eduardo Sena de Lucena<sup>3</sup>, Nelson Ribeiro-Filho<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Discente do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, IFPA, Campus Altamira

<sup>2</sup> Discente do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, IFPA, Campus Altamira

<sup>3</sup> Professor EBTT de Matemática; Coordenador do Curso de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, IFPA, Campus Altamira

<sup>4</sup> Professor EBTT de Matemática; Coordenador do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, IFPA, Campus Altamira, E-mail: nelson.filho@ifpa.edu.br

Área de conhecimento/Subárea: Área 01 – Ciências Exatas e da Terra/Subárea: Matemática  
ODS vinculado(s): ODS14 - Vida na água

**RESUMO:** Nosso estudo investigou a variabilidade do rio Xingu (Altamira), durante os meses de novembro e dezembro de 2024. Foram utilizados modelos estatísticos e computacionais para avaliar variáveis como precipitação, flutuações sazonais e controle de vazões. Em novembro, observou-se comportamento oscilatório periódico, enquanto dezembro apresentou irregularidades acentuadas devido à interação entre vazões naturais e descargas controladas. O modelo proposto obteve precisão preditiva com margem de erro de 8% em novembro e 11% em dezembro. Os resultados contribuem para o manejo sustentável dos recursos hídricos, auxiliando na mitigação de riscos de cheias, na conservação ecológica e na previsão hidrológica. A compreensão detalhada da dinâmica fluvial é essencial para avaliar os impactos de projetos hidrelétricos e da variabilidade climática, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias eficazes de planejamento ambiental em contextos de mudança hidrológica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rio Xingu; variação do nível de água; impactos hidrodinâmicos; modelagem matemática; ajuste de funções periódicas.

### INTRODUÇÃO

A variação do nível dos rios é influenciada por fatores meteorológicos, hidrológicos e, em regiões próximas à costa, pode apresentar padrões relacionados a efeitos de maré (Carey, 2009). No rio Xingu, em Altamira (PA), a dinâmica hidrológica é impactada por padrões sazonais, precipitação e intervenções antrópicas, como a operação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (Ribeiro, 2022). Este estudo analisou as variações do nível d'água nos meses de novembro e dezembro com base em dados da subestação hidrológica de Altamira, visando compreender os efeitos dessas variáveis sobre o regime fluvial. Embora técnicas como redes neurais artificiais, análise por wavelets e modelos SARIMA tenham se mostrado eficazes na previsão de níveis d'água (Mosavi, 2018; Kumar, 2023), este trabalho optou por abordagens estatísticas e computacionais mais diretas, integrando variáveis como precipitação e controle de vazão para modelar a dinâmica fluvial local. Os resultados obtidos contribuem para o entendimento da interação entre fatores naturais e antrópicos no comportamento hidrodinâmico do rio Xingu, oferecendo subsídios para o planejamento e a gestão sustentável dos recursos hídricos da região (Lucas, 2020).

### METODOLOGIA



# XVII SICTI

Seminário de Iniciação Científica,  
Tecnológica e Inovação

# X SIMIT

Simpósio de Inovação Tecnológica

CIÊNCIA e  
COOPERAÇÃO  
na AMAZÔNIA

16 a 19 de  
Setembro

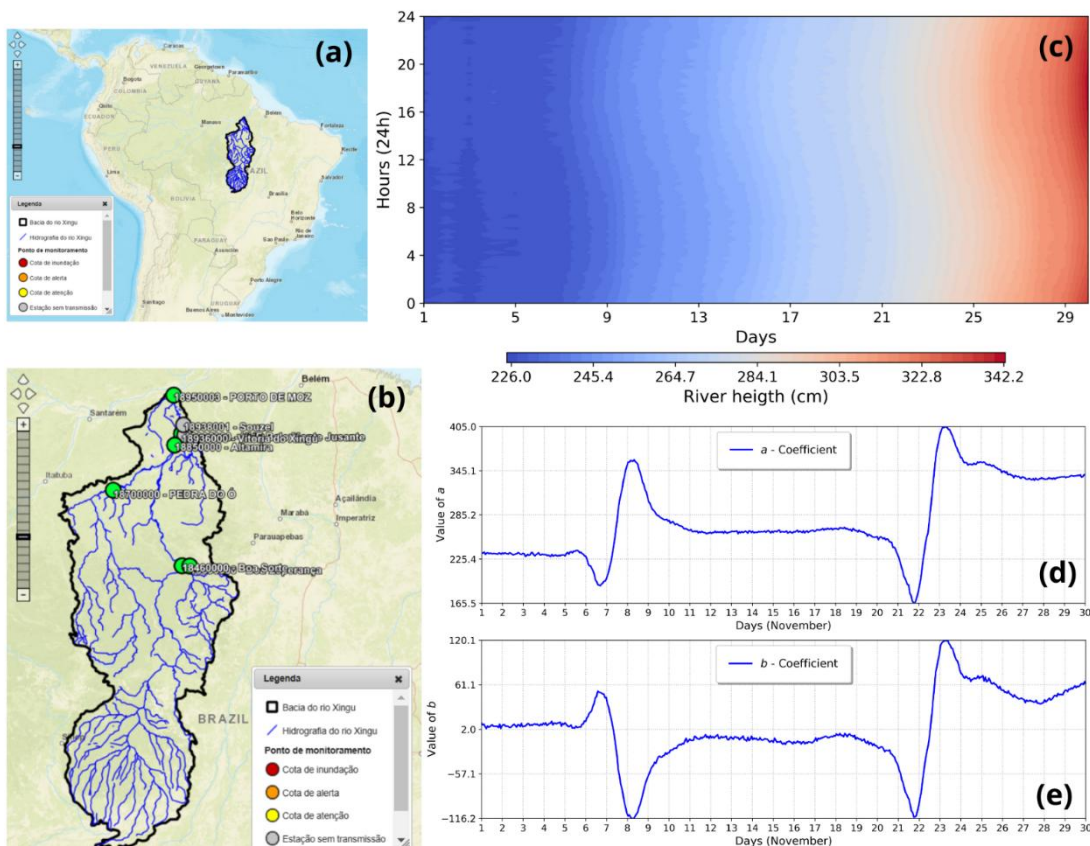
IFPA Campus Bragança

A determinação dos parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$  da função  $f(x) = a + b \cdot \text{sen}(cx)$  foi realizada por meio de uma abordagem gráfica e analítica. O parâmetro  $a$  representa o deslocamento vertical da função, enquanto  $b$  define a amplitude da oscilação. O parâmetro  $c$  corresponde à frequência angular e é obtido a partir da análise do período  $T$ , assumindo valor constante  $\frac{\pi}{12}$  ou  $\frac{\pi}{360}$ , para intervalos de 24 horas ou 30 dias, respectivamente. Após a estimativa inicial, os valores de  $a$ ,  $b$  e  $c$  são testados na expressão da função, sendo ajustados conforme a necessidade. Complementando a análise gráfica, o método dos mínimos quadrados é empregado para ajustar a função trigonométrica aos dados observados. A função de erro quadrático médio  $S(a, b, c) = \sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i)]^2$  é definida com o objetivo de minimizar as diferenças entre os valores observados e os valores estimados pela função. Após a convergência numérica, obtêm-se os coeficientes ótimos que descrevem com precisão os padrões oscilatórios do fenômeno analisado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altamira, localizada no sudoeste do Pará, abriga o rio Xingu, uma das principais bacias hidrográficas da Amazônia, essencial para a biodiversidade, as comunidades tradicionais e o desenvolvimento econômico da região (Figura 1a). A cidade é também sede da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, cuja construção gerou discussões sobre os impactos ambientais e sociais.

**Figura 1** – (a) Localização da área de estudo com destaque para a microrregião de Altamira – PA; (b) Mapa de distribuição das estações de monitoramento SGB/SACE; (c) Mapa da variação da altura do rio Xingu para o mês de novembro; (d) Distribuição do coeficiente  $a$  obtido após a modelagem matemática; (e) Distribuição do coeficiente  $b$  obtido após a modelagem matemática.





**XVII SICTI**  
Seminário de Iniciação Científica,  
Tecnológica e Inovação

**X SIMIT**  
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e  
COOPERAÇÃO  
na AMAZÔNIA**

**16 a 19 de  
Setembro**

**IFPA Campus Bragança**

Este estudo utilizou dados hidrológicos do nível da água do rio Xingu, obtidos por meio da plataforma oficial do Serviço Geológico do Brasil (SGB) e dos sistemas SACE e SAH (Figura 1b). Seis estações de monitoramento foram identificadas na Bacia do Xingu, sendo uma delas na estação ALT-18850000, em Altamira, que monitora exclusivamente o rio Xingu. As medições diárias, registradas automaticamente pelos sensores da estação, foram organizadas e analisadas, com tratamentos estatísticos para garantir a precisão e a confiabilidade dos dados. A partir dos dados coletados de variação do nível do rio (Figura 1c), ajustamos modelos matemáticos que representaram com precisão a variação do nível do rio Xingu ao longo do tempo em novembro. As previsões apresentaram alta concordância com os dados reais, com erro médio inferior a 8%, o que comprova a robustez da metodologia adotada (Figuras 1d e 1e). Os coeficientes obtidos explicaram com clareza os padrões temporais do mês e forneceram uma base sólida para análises futuras e aplicações práticas no planejamento e na gestão dos recursos hídricos.

## CONCLUSÕES

A análise dos dados referentes ao mês de novembro revelou um comportamento hidrológico mais previsível e estável no nível do rio Xingu. Observamos uma elevação progressiva da altura da água, partindo de aproximadamente 2,20 metros no início do mês e atingindo 3,45 metros ao final do período. Essa variação diária apresentou um padrão oscilatório suave, compatível com o comportamento de uma função trigonométrica periódica. A modelagem matemática por mínimos quadrados ajustou-se adequadamente aos dados observados, com coeficientes que, a partir do dia 10 de novembro, mantiveram formas semelhantes, indicando estabilidade no padrão. O erro médio absoluto de aproximadamente 8% reforça a precisão do modelo na representação das oscilações do nível do rio nesse período.

## Referências

- Carey, H., Lenkopane, M. K., Werner, A. D., Li, L., & Lockington, D. A. (2009). Tidal controls on coastal groundwater conditions: field investigation of a macrotidal system. *Australian Journal of Earth Sciences*, 56(8), 1165-1179.
- Kumar, V., Azamathulla, H. M., Sharma, K. V., Mehta, D. J., & Maharaj, K. T. (2023). The state of the art in deep learning applications, challenges, and future prospects: A comprehensive review of flood forecasting and management. *Sustainability*, 15(13), 10543.
- Lucas, E. W. M., Sousa, F. D. A. S. D., Silva, F. D. D. S., Rocha, R. L. D., & Ataíde, K. R. D. P. (2020). Previsões de Vazões Mensais na Bacia Hidrográfica do Xingu-Leste da Amazônia. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 35, 1045-1056.
- Mosavi, A., Ozturk, P., & Chau, K. W. (2018). Flood prediction using machine learning models: Literature review. *Water*, 10(11), 1536.
- Ribeiro, B. F., Gomes, D. J. C., Queiroz, J. C. B., Pimenta, L. B., & de Moraes Dias, G. F. (2022). Análise geoestatística das variáveis hidrometeorológicas na bacia hidrográfica do rio Xingu. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15(04), 1676-1690.