



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

PREVISÃO DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RIO XINGU POR MEIO DE MODELOS PERIÓDICOS

Laís Manuela Araújo Leão¹, Eduarda Souza Cabral², Antônio Eduardo Sena de Lucena³, Nelson Ribeiro-Filho⁴

¹ Discente do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, IFPA, Campus Altamira

² Discente do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, IFPA, Campus Altamira

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

⁴ 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: Em dezembro de 2024, o estudo revela uma variabilidade mais irregular e dinâmica no comportamento do rio Xingu, influenciada pela interação entre as vazões naturais e as descargas controladas. As flutuações dos níveis de água foram acentuadas e não seguiram o padrão oscilatório observado em novembro, indicando a complexidade dos processos hidrológicos nesse mês. O modelo preditivo apresentou uma margem de erro de 11%, refletindo a maior variabilidade e as intervenções no regime hidrológico. Esses resultados são cruciais para o manejo de recursos hídricos, pois auxiliam na previsão de cheias e na avaliação dos impactos de projetos hidrelétricos e mudanças climáticas, fornecendo dados fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de planejamento ambiental eficazes.

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 áreas costeiras, pode ser afetada por efeitos de maré (Gibson, 2002; Carey, 2009). No rio Xingu, em Altamira (PA), a dinâmica hidrológica é moldada por padrões sazonais, precipitação e ações humanas, como a operação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (Sanchez, 2005; Ribeiro, 2022). Este estudo analisou as variações do nível d'água em dezembro, com base nos dados da subestação hidrológica de Altamira, para entender os impactos dessas variáveis no comportamento do rio. Apesar de outras abordagens como redes neurais artificiais, análise por wavelets e modelos SARIMA se mostrarem eficientes na previsão dos níveis d'água (Labat, 2005; Mosavi, 2018; Kumar, 2023), optou-se por usar métodos estatísticos diretos, que integraram dados sobre precipitação e controle de vazão para modelar a dinâmica local. Os resultados fornecem uma compreensão aprofundada da interação entre fatores naturais e antrópicos, sendo cruciais para o planejamento e a gestão sustentável dos recursos hídricos da região (Lucas, 2009; 2020).

METODOLOGIA

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



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

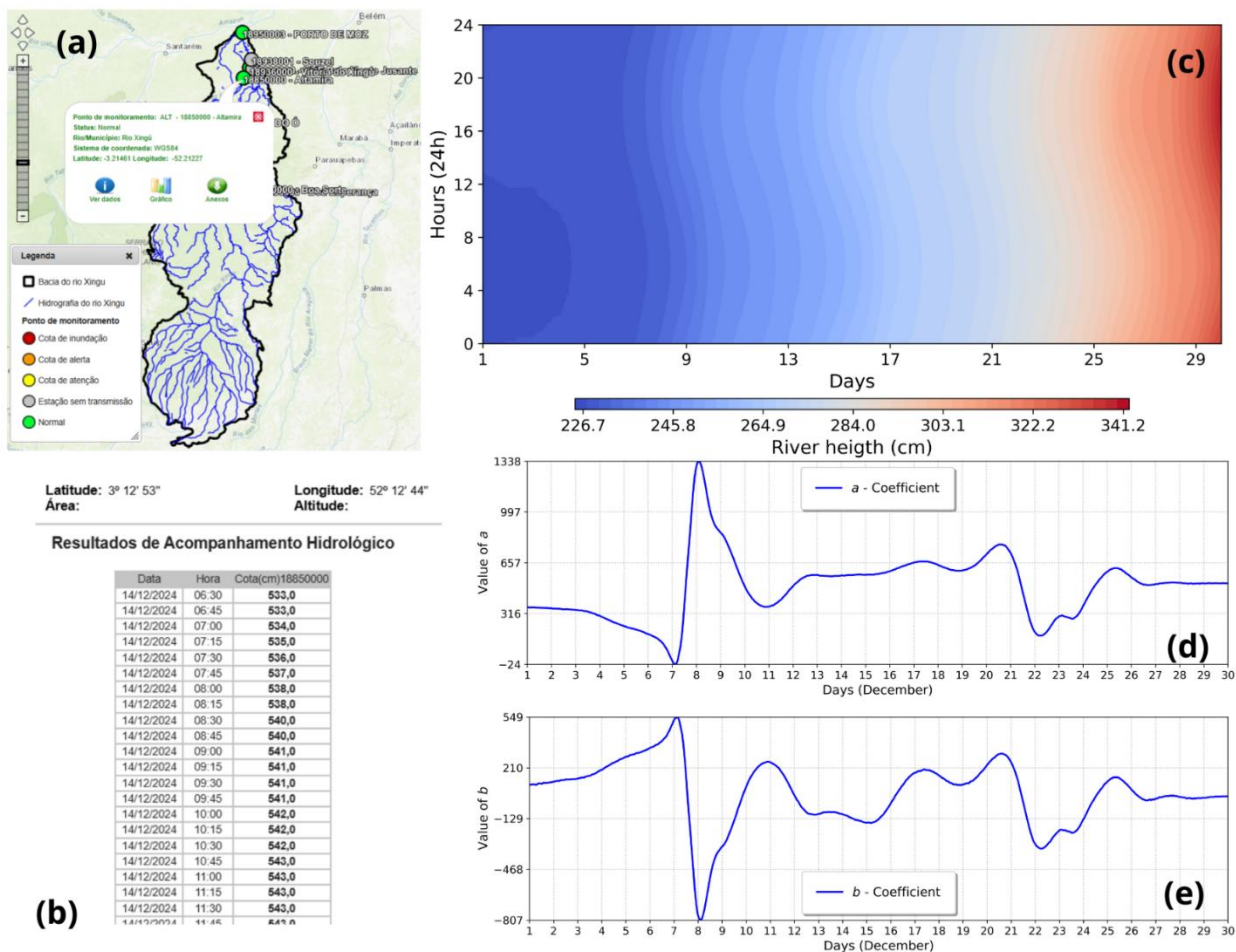
IFPA Campus Bragança

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, como a variação dos níveis de rios, permitindo previsões e análises científicas mais robustas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rio Xingu, localizado em Altamira, no sudoeste do Pará, é vital para a biodiversidade, as comunidades tradicionais e o desenvolvimento econômico regional (Figura 1a).

Figura 1 – (a) Localização da área de estudo com destaque para a microrregião de Altamira – PA; (b) Tabela ilustrativa de dados SBG/SACE; (c) Mapa da variação da altura do rio Xingu para o mês de dezembro; (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

A construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte gerou discussões sobre seus impactos ambientais e sociais. O rio percorre diferentes regiões e possui uma dinâmica geográfica e hidrológica complexa. Este estudo baseou-se nos dados hidrológicos tabelados do sistema SACE, com foco na estação ALT-18850000, que monitora exclusivamente o rio Xingu (Figura 1b). Foram coletadas medições diárias do nível d'água, e os dados foram organizados e tratados com métodos estatísticos, incluindo a correção de outliers.

Em dezembro de 2024, o estudo revelou uma variabilidade irregular e dinâmica no comportamento do rio Xingu (Figura 1c). As flutuações dos níveis de água foram acentuadas e não seguiram o padrão oscilatório observado em novembro, indicando a complexidade dos processos hidrológicos nesse mês. O modelo preditivo apresentou uma margem de erro de 11%, refletindo a maior variabilidade e as intervenções no regime hidrológico, ilustrando os coeficientes encontrados (Figuras 1d e 1e). Esses resultados são cruciais para o manejo de recursos hídricos, pois auxiliam na previsão de cheias e na avaliação dos impactos de projetos hidrelétricos e mudanças climáticas, fornecendo dados fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de planejamento ambiental eficazes.

CONCLUSÕES

Com base nos dados coletados e processados, ajustamos modelos matemáticos capazes de descrever a variação do nível do rio Xingu ao longo do mês de dezembro, levando em conta médias, amplitudes e frequências das oscilações registradas. As previsões mostraram boa aderência aos dados observados, com erro médio inferior a 11%, validando a consistência da abordagem. Os coeficientes gerados permitiram interpretar os padrões hidrodinâmicos e subsidiar estudos futuros e estratégias de gestão hídrica. As limitações do modelo foram analisadas, e propusemos aprimoramentos para aplicações mais refinadas em pesquisas subsequentes.

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.