

## **ESTACIONARIEDADE DA SÉRIE TEMPORAL DOS NÍVEIS DE RIO AMAZONAS NO MUNICÍPIO DE TABATINGA**

Silvalleney Manduca do Carmo<sup>1</sup>

Edilson De Carvalho Filho<sup>2</sup>

Alison Souza Nunes<sup>3</sup>

Anna Flávia Azevedo dos Santos<sup>4</sup>

Jeovane da Silva Rodrigues<sup>5</sup>

### **1 INTRODUÇÃO**

O rio Solimões é uma das principais vias de locomoção entre os municípios e comunidades ribeirinhas, pertencentes ao estado do Amazonas, sendo de grande relevância para o comércio interno e externo da região Norte. A dinâmica de seus níveis influencia diretamente nos preços dos combustíveis, nas distâncias percorridas e até mesmo no tipo de embarcação utilizado para o transporte de pessoas e materiais.

Durante o período de cheias, por exemplo, as viagens fluviais entre os municípios de Tabatinga e Benjamin Constant, ambos pertencentes ao estado do Amazonas, são realizadas por um trajeto mais curto, com duração aproximada de 30 minutos, o que resulta em menor consumo combustível. Em contraste, durante a época de seca severa, o tempo de viagem pode aumentar para cerca de 1 hora e 30 minutos, exigindo maior quantidade de combustível e, consequentemente, elevando os custos das viagens. Esse aumento afeta tanto os responsáveis pelas embarcações quanto os passageiros que dependem desse tipo de transporte.

A variação nos preços das passagens é apenas um dos fatores que são influenciados pelo nível do rio no Alto Solimões. Outro impacto significativo é o aumento do custo da cesta básica, decorrente do maior custo no transporte de mercadorias.

Em 2005, uma grande e drástica vazante prejudicou tanto a produção agrícola em áreas de várzea como a criação de animais. No entanto, o maior dano causado por esta situação foi

---

<sup>1</sup> Graduanda . Universidade do Estado do Amazonas – UEA. [smdc.mat22@uea.edu.br](mailto:smdc.mat22@uea.edu.br).

<sup>2</sup> Doutor. Universidade do Estado do Amazonas – UEA. [edfilho@uea.edu.br](mailto:edfilho@uea.edu.br).

<sup>3</sup> Graduando. Universidade do Estado do Amazonas – UEA. [asn.mat22@uea.edu.br](mailto:asn.mat22@uea.edu.br).

<sup>4</sup> Graduanda. Universidade do Estado do Amazonas – UEA. [afads.mat19@uea.edu.br](mailto:afads.mat19@uea.edu.br).

<sup>5</sup> Graduando. Universidade do Estado do Amazonas – UEA. [jdsrd.mat22@uea.edu.br](mailto:jdsrd.mat22@uea.edu.br).

a grande mortandade de peixe nos rios e lagos que vieram a secar e a ficar com apenas 20 a 30 centímetros de profundidade de água (SOUZA; ALMEIDA).

Esses momentos em que o rio Solimões se encontra em períodos de enchente ou vazante podem ser previstos a partir de determinados modelos estatísticos. Segundo o DNIT, o período de enchente do rio Solimões acontece entre os meses de fevereiro e junho e o período de vazante entre os meses julho e outubro<sup>6</sup>. No entanto, não se sabe ao certo até que nível o rio pode chegar em cada período.

Diante desse cenário, este trabalho propõe testar a estacionariedade de séries temporais dos níveis de rio Solimões no município de Tabatinga, utilizando a função de autocorrelação (FAC) como etapa inicial para a aplicação nos modelos preditivos, como o ARIMA (Auto Regressivo Integrado de Média Móvel).

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este trabalho adota uma abordagem de pesquisa quantitativa, utilizando a técnica de verificação da estacionariedade por meio da função autocorrelação (FAC). A estacionariedade em uma série temporal indica que os dados oscilam em torno de uma média constante, independente do tempo, com variância constante. Segundo Morettin e Toloi, um processo é considerado estacionário se seus parâmetros estatísticos, como a média e a variância, não dependem do tempo, o que permite modelar a série com maior confiabilidade.

Para testar a estacionariedade da série temporal dos níveis de rio Solimões no município de Tabatinga, utilizamos a função de autocorrelação (FAC), que mede os valores da série temporal com os próprios valores em diferentes intervalos de tempos (Lag). A FAC é uma ferramenta essencial para a identificação dos padrões temporais e para verificar se a série é estacionária ou não.

Diante dessa análise, é possível identificar se a série temporal necessita de diferenciação para se tornar estacionária. Para alguns modelos estatísticos a série deve ser estacionária. Em muitas séries econômicas encontramos a não estacionariedade da série e por isso, é necessário diferenciá-la para torná-la que a mesma se torne estacionária.

Para testar a estacionariedade da série, utilizamos a série histórica de medições diárias dos níveis do rio Amazonas obtidas no município de Tabatinga, no estado do Amazonas. Os

---

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/old/hidrovia-do-solimoes>.

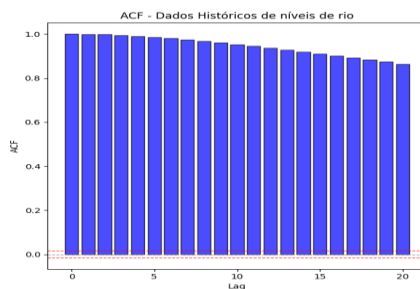
dados foram coletados na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)<sup>7</sup>. A linguagem de programação PYTHON foi utilizada como ferramenta computacional de suporte para o desenvolvimento do modelo.

### 3 RESULTADOS PARCIAIS

Durante a análise e a organização dos dados, foi necessário realizar o preenchimento dos dados faltantes na série histórica diária. Para isso, utilizou-se uma técnica de interpolação polinomial de segunda ordem, a fim de estimar os dados ausentes e aproximá-los dos dados reais. A série histórica analisada dos níveis de rio da cidade de Tabatinga, abrange o período de 05 de julho de 1982 a 31 de março de 2024.

A série dos níveis de rio foi inicialmente analisada por meio da função de autocorrelação, verificando se a série é estacionária. Caso a série não apresenta características estacionárias, foi necessário aplicar a diferenciação para torná-la estacionária. Na figura 1 apresenta a função de autocorrelação dos níveis de rio do município de Tabatinga.

**Figura 1** - Função Autocorrelação dos níveis do rio

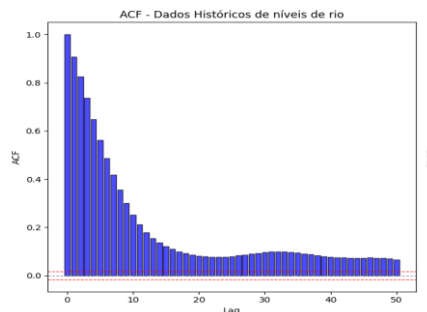


Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da figura 1, confirma-se a não estacionariedade da série. Segundo Morettin e Toloi (2018, p. 161), “[...]. O número de diferença  $d$ , necessários para que o processo se torne estacionário, é alcançado quando a Função amostral de  $W_t = \Delta^d Z_t$  decresce rapidamente para zero”. Com base nessa análise, aplicou-se a primeira diferenciação e, em seguida, analisamos o comportamento da função de autocorrelação da série diferenciada, apresentada na figura 2.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>

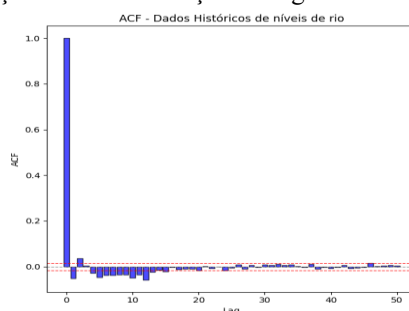
**Figura 2-** Função autocorrelação da série diferenciada



Fonte: Elaborado pelo autor

Apesar da diferença aplicada na série original, percebe-se que o comportamento da função de autocorrelação ainda apresentou o lento decaimento e não estacionariedade, e as evidências de sazonalidade. Diante disso, aplicou-se a segunda diferenciação, mostrado na figura 3.

**Figura 3 -** Função de autocorrelação da segunda diferenciação da série



Fonte: Elaborado pelo autor

Com a análise da Figura 3, observa-se que a Fac apresenta um comportamento condicionado com a estacionariedade, apresentando poucos coeficientes significativos fora dos limites. Assim, foi possível identificar que a série analisada apresenta o comportamento estacionário na segunda diferenciação.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo busca testar a estacionariedade da série temporal de níveis de rio do Amazonas no município de Tabatinga, utilizando a função de autocorrelação (FAC) para realizar essa verificação.

A partir das análises feitas da estacionariedade da série histórica, foram realizadas duas diferenciações para estabilizar a série, utilizando a função de autocorrelação (FAC) para a verificação. A estacionariedade é um pressuposto essencial em muitas técnicas de modelagem de séries temporais, pois implica que as propriedades estatísticas da série, como a média e a

variância, não variam ao longo do tempo. Quando uma série temporal não é estacionária, é necessário aplicar a diferenciação, para torná-la estacionária. Dessa forma, este estudo pode contribuir na aplicação nos modelos preditivos, como o ARIMA (Autorregressivo Integrado de Médias Móveis), que requer séries temporais estacionárias.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA) pela disponibilidade de dados utilizados neste estudo, a Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e o Laboratório de Matemática Pura, Aplicada e Computacional (LAMATCOM).

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, Paulo A. C.; CLEMENTE, A.; CORDEIRO, Agnaldo A. L.. **Aplicação do modelo ARIMA para previsão do preço do frango inteiro resfriado no grande atacado do estado de São Paulo**. Anais do Congresso Brasileiro de Custos - ABC, [S. l.], 2006. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1871>>. Acesso em: 04 mar. 2023.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes - DNIT, 2003. [on line] <http://www.dnit.gov.br/rodovias/condicoes/rs.htm> . Maria – RS.

Morettin, Pedro A.; Toloi, Clélia M. C. **Análise de Série Temporais** – 3. ed. - São Paulo: Blucher, 2018.

SOUZA, J. C. R.; ALMEIDA, R. A. **Vazante e enchente na Amazônia brasileira: impactos ambientais, sociais e econômicos**. 2010. Disponível em: [https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema4/jose\\_camilo](https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema4/jose_camilo) > Acesso em: 03 de mar. 2023.