

IMPACTO DO TAMANHO DA AMOSTRA E DOS TERMOS DETERMINÍSTICOS NO TESTE ADF: EVIDÊNCIAS DE UM ESTUDO EXPERIMENTAL

MURILO DA FONSECA PORTELA¹; ANDERSON GARCIA SILVEIRA²

¹IFRS - RIO GRANDE – murilo.portela@aluno.riogrande.ifrs.edu.br

²IFRS - RIO GRANDE – anderson.silveira@riogrande.ifrs.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Séries temporais são definidas como uma sequência ordenada de observações listadas no tempo, e a relação entre os valores sucessivos é uma característica fundamental do processo estocástico que a produz. Ao contrário de dados independentes e identicamente distribuídos, as séries temporais possuem correlação serial exibindo tendências, sazonalidades e ciclos. O propósito da análise de séries temporais é tanto descrever esses padrões quanto modelar sua evolução ao longo do tempo, permitindo a inferência estatística e a previsão (BROCKWELL; DAVIS, 2016; GUJARATI, 2004; WOOLDRIDGE, 2010).

O estudo de séries temporais é um procedimento de grande importância e valor para vários campos, como economia, ciências sociais e estatística, principalmente quando o objetivo é entender e analisar o comportamento dinâmico de variáveis ao decorrer do tempo. Nesse contexto, a estacionariedade e a ergodicidade são dois conceitos fundamentais, pois determinam se os padrões estatísticos de uma série se mantêm constantes e se suas observações são representativas do comportamento populacional (WOOLDRIDGE, 2010; GUJARATI, 2004).

Estacionariedade é uma condição fundamental que as séries temporais devem obedecer para justificar a seleção e aplicação de modelos econométricos tradicionais. As séries estacionárias possuem características como média, variância e autocorrelação constantes ao longo do tempo. Ergodicidade, por outro lado, é um conceito distinto e complementar, que se refere à possibilidade de inferir as propriedades populacionais de uma série a partir de uma realização no tempo. A ergodicidade, por sua vez, é um conceito distinto e complementar, referindo-se à possibilidade de inferir as propriedades populacionais de uma série a partir de uma realização no tempo (GUJARATI, 2004; WOOLDRIDGE, 2010).

Além disso, na aplicação do teste ADF, a escolha da especificação dos termos determinísticos (NONE, DRIFT e TREND) desempenha um papel de grande importância nos resultados do teste. O termo NONE diz respeito a ausência de componentes determinísticos, sendo utilizado, de forma mais adequada, na presença de séries que não apresentam tendência nem intercepto. O termo DRIFT adiciona uma constante ao modelo e por fim TREND adiciona uma tendência linear determinística, utilizado quando são obtidas séries que apresentam comportamento crescente ou decrescente ao longo do tempo (GUJARATI, 2004; WOOLDRIDGE, 2010; ENDERS, 2014; HAMILTON, 1994).

Assim, o presente estudo tem por objetivo conduzir uma análise empírica por meio da simulação de séries temporais sintéticas geradas por um processo autorregressivo de primeira ordem (AR(1)). Serão utilizados diferentes valores do coeficiente autorregressivo (ϕ), 0,5, 0,75 e 1, e comprimentos de 100, 250, 500 e 1000 observações, para então aplicar o teste ADF e verificar se cada série se encontra dentro da zona de rejeição da hipótese nula e, por fim, modelar os resultados.

2. METODOLOGIA

Este estudo consiste de uma análise experimental que utiliza séries temporais simuladas no RStudio (programa em se utiliza a linguagem R) e tem como intuito estudar e avaliar os resultados a respeito de um algoritmo que identifica se uma série se encontra ou não na zona de rejeição, para diferentes parâmetros de autocorrelação. Foram geradas séries temporais sintéticas, dadas as distribuições normais padrão, por meio do processo autorregressivo de primeira ordem AR(1) de acordo com a Eq.(1):

$$y_t = \phi y_{t-1} + \beta_1 + \beta_2 t + \epsilon_t, \epsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (1)$$

Onde y_t é o valor da série no tempo t , ϕ é o coeficiente autorregressivo e ϵ_t é um ruído branco com média zero e variância constante. Os valores de PHI utilizados foram 0.5, 0.75 e 1.0. Para cada valor de PHI, foram geradas séries de diferentes tamanhos: 100, 250, 500 e 1000 valores. Para cada combinação de parâmetros, 1000 séries foram simuladas.

O algoritmo em R aplica o Teste ADF em cada uma das séries criadas a fim de verificar se cada uma delas se encontra dentro ou fora da zona de rejeição da hipótese nula. As hipóteses são:

$$H_0: \delta = 0 \text{ (a série possui raiz unitária, não estacionária)}$$

$$H_1: \delta < 0 \text{ (a série é estacionária)}$$

A equação para o teste ADF é dada conforme a Eq.(2):

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t \quad (2)$$

Onde:

$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ é a primeira diferença da série,

α representa um intercepto (DRIFT),

βt representa uma tendência determinística (TREND),

δ é o parâmetro-chave: se $\delta = 0$, há raiz unitária,

p é o número de defasagens adicionais incluídas para eliminar a autocorrelação nos resíduos.

Como discutido anteriormente, a especificação do termo determinístico NONE resulta na remoção de α e βt , DRIFT inclui apenas α e TREND inclui α e βt .

O algoritmo registra para cada série se a hipótese nula foi rejeitada ao nível de significância de 5%. Com isso, torna-se possível calcular a proporção de rejeição para cada configuração de PHI e tamanho de série.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados preliminares das simulações de Monte Carlo são apresentados a seguir com a intenção de discutir o desempenho do teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) em cenários diferentes. A métrica adotada para a avaliação é a proporção da decisão correta de rejeição feita pelo teste, isto é, a capacidade do teste para séries estacionárias ($\phi < 1$) e a capacidade de não rejeitar, correta, para séries que possuem raiz unitária ($\phi = 1$).

A análise dos resultados apresentou indícios de que o desempenho do teste ADF está diretamente relacionado ao tamanho da amostra (T) e ao valor do coeficiente de autocorrelação (ϕ). Para as séries consideradas estacionárias ($\phi = 0.5$ e $\phi = 0.75$), o poder do teste demonstrou um aumento considerável com o crescimento do tamanho da amostra. Para $\phi = 0.5$ e para $T = 100$, a proporção de acerto é alta e chega a quase 100% para $T \geq 250$. Já para $\phi = 0.75$, um valor que representa uma série próxima da não estacionariedade, o poder do teste para $T = 100$ é notavelmente inferior (variando entre 96% e 99%), mas se aproxima de 100% à medida que o tamanho da amostra aumenta para $T \geq 500$, validando a importância de amostras maiores para detectar a estacionariedade.

Se a raiz for unitária ($\phi = 1.0$), quando a hipótese nula é verdadeira, o retorno esperado seria próximo de 95% (1 - 5% de nível de significância). Os resultados atuaram como esperado, que para amostras grandes ($T \geq 250$) o teste avaliou próximo de 100% para todas as combinações de modelo e critério. Entretanto, para amostras pequenas ($T = 100$), a proporção da decisão tomada correta foi significativamente menor, variando entre 76% e 98%, apontando uma maior chance de cometer um erro Tipo I (rejeitar a hipótese nula verdadeira) em séries curtas.

Além disso, a especificação do modelo (DRIFT, NONE, TREND) teve um impacto notável, em especial para amostras menores com raiz unitária, quando o modelo "NONE" teve uma proporção de acerto consideravelmente maior, onde a escolha correta dos termos determinísticos parece ser um dos pontos mais importantes para a qualidade do teste em séries curtas.

Em suma, a análise desses achados preliminares reforça que, embora o teste ADF seja uma ferramenta robusta, seu desempenho é sensível ao tamanho da amostra e à especificação do modelo, principalmente quando a série temporal é curta. O próximo passo deste estudo é a validação desses achados através de um modelo estatístico, que fornecerá uma compreensão mais aprofundada da influência de cada fator no desempenho do teste.

4. CONCLUSÕES

Os achados preliminares deste estudo indicam que o desempenho do teste ADF está intimamente ligado ao tamanho da amostra e à correta especificação do modelo determinístico. Os resultados iniciais mostram indícios de que o poder do teste aumenta de forma consistente com o crescimento da amostra. A análise aponta para a importância da especificação do modelo para o teste, especialmente em séries temporais curtas.

Embora o teste ADF seja uma ferramenta amplamente utilizada, os resultados preliminares sugerem que a sua aplicação em séries curtas merece atenção. Os próximos passos da pesquisa, que incluem a modelagem estatística desses resultados, irão fornecer uma compreensão mais robusta da influência de cada fator no desempenho do teste, contribuindo assim para a aplicação mais precisa e confiável em análises futuras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROCKWELL, P. J.; DAVIS, R. A. *Introduction to Time Series and Forecasting*. 3. ed. New York: Springer, 2016.

GUJARATI, D. N. *Econometria Básica*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOOLDRIDGE, J. M. *Introdução à Econometria: Uma Abordagem Moderna*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

HAMILTON, J. D. *Time Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press, 1994.