

## CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL: INFLUÊNCIA DO NÚMERO MÁXIMO DE DEFASAGENS NOS RESULTADOS DO TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO

ANDERSON GARCIA SILVEIRA; MARIANE COELHO AMARAL<sup>2</sup>;  
VIVIANE LEITE DIAS DE MATTOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande – [a.garcia.ee@gmail.com](mailto:a.garcia.ee@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande – [mariancamaral@gmail.com](mailto:mariancamaral@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande – [vivianeldm.furg@gmail.com](mailto:vivianeldm.furg@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Escolher corretamente de um modelo que descreva o comportamento de uma série temporal econômica depende da análise da sua estacionariedade. Segundo GUJARATI; PORTER (2011), uma série é estacionária se sua média e sua variância são invariantes ao longo do tempo. A presença de tendência estocástica ou raiz unitária em séries temporais, caracteriza não estacionariedade. Previsões realizadas para séries não estacionárias se tornam imprecisas conforme o distanciamento do último ponto da amostra aumenta. Deste modo, séries com tendência estocástica levam ao problema da regressão espúria.

Em DICKEY E FULLER (1981) é proposto um teste, denominado Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), para identificar a presença de raiz unitária em séries temporais. Porém, diversos autores trabalham com diferentes estratégias para definir o número máximo de defasagens a ser escolhido para a aplicação deste teste.

Identificar corretamente a presença de raiz unitária em uma série temporal é fundamental para que seja possível escolher o modelo adequado para descrever o comportamento desta série. Grande parte das séries temporais ligadas à área econômica, como é o caso do consumo de energia elétrica, são modeladas através de uma técnica denominada Cointegração, através do procedimento descrito por JOHANSEN (1988).

A base para aplicação do procedimento de Johansen está em identificar quantas vezes uma série necessita ser diferenciada para que não seja encontrada nela a presença de raiz unitária. Deste modo, a aplicação correta do teste ADF é de fundamental importância para a modelagem da série temporal.

### 2. METODOLOGIA

Os dados sobre o consumo de energia elétrica do setor residencial no Brasil, entre os anos de 1965 e 2017, tem como fonte a ELETROBRAS (2017) e são disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) por meio de seu banco de dados, o IPEADATA. A modelagem da série é feita pelo método dos mínimos quadrados, precedendo a realização do teste ADF, descrito a seguir.

O teste de Dickey-Fuller considera o modelo:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + U_t \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad (1)$$

onde  $U_t$  é um termo de ruído branco.

No trabalho de Dickey; Fuller (1981) é demonstrado que, sob a hipótese nula de que  $\rho=1$ , o valor estimado do coeficiente de  $Y_{t-1}$  na Equação 1, “t”, segue a estatística  $\tau$  (tau). Mediante a utilização da simulação de Monte Carlo, os autores computaram os valores fundamentais desta estatística.

Para a realização do teste, a Equação 1 é trabalhada na forma de diferenças, conforme Equação 2:

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + U_t = (\rho - 1) Y_{t-1} + U_t \quad (2)$$

Que pode ser escrita conforme Equação 3:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + U_t \quad (3)$$

em que  $\delta = \rho - 1$  e  $\Delta$  é o operador da primeira diferença.

Estima-se então a equação em primeira diferença (Equação 2) em vez da equação com os dados coletados (Equação 1), testando as seguintes hipóteses:

$H_0: \delta = 0$  (o modelo possui raiz unitária, a série não é estacionária);

$H_1: \delta < 0$  (o modelo não possui raiz unitária, a série é estacionária).

No caso de  $\delta = 0$ , tem-se que  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = U_t$ , ou seja, a série é estacionária em primeira diferença, mas em sua forma original é um passeio aleatório. Cabe salientar, que o teste pode ser aplicado em modelos com a inclusão de constante e tendência, adicionando-as à Equação 1, quando forem relevantes.

Nos casos de  $U_t$  correlacionados, pode-se aplicar o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), que parte do mesmo princípio mostrado acima, porém considerando valores defasados da variável dependente  $\Delta Y_t$ , conforme a Equação 4. Neste teste define-se o número de defasagens das diferenças empiricamente, primeiro escolhendo um valor elevado e verificando a significância da última defasagem. Diminui-se então o número de defasagens até que a última seja estatisticamente significativa.

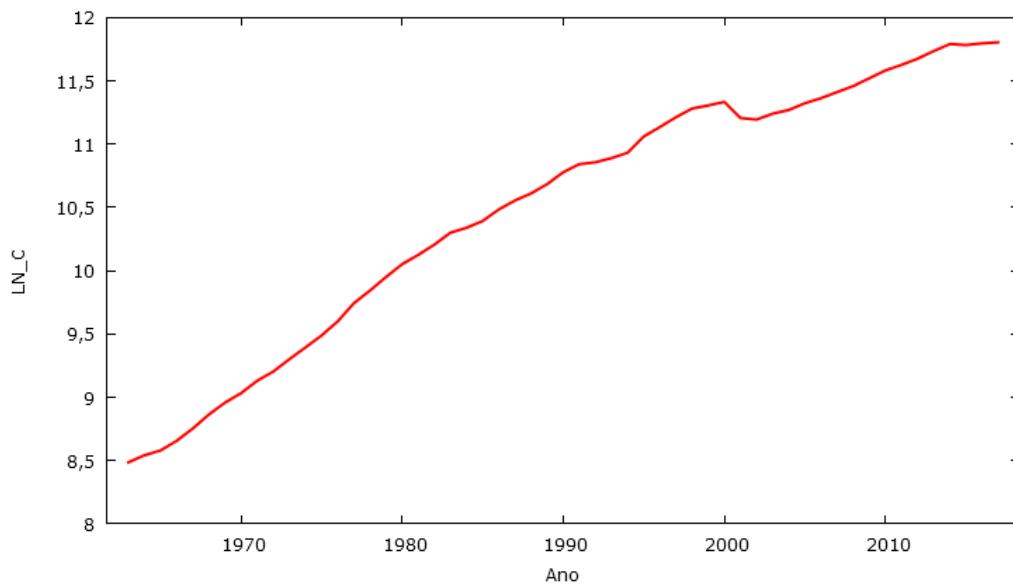
$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \varphi_i \Delta Y_{t-i} + U_t \quad (4)$$

Deste modo, este trabalho busca aplicar, na série de consumo residencial de energia elétrica no Brasil, o teste de ADF com diferentes números máximos de defasagens e então comparar seus resultados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do gráfico da série temporal, é possível observar a necessidade de inclusão ou não de tendência e constante. O gráfico da série temporal dos dados originais pode ser observado na Figura 1:

Figura 1 – Evolução do consumo resindencial de energia elétrica



A partir da Figura 1 é construído um modelo com a inclusão de tendência e constante. Com este modelo, é realizado o teste ADF para cada valor máximo de defasagem, com valores variando de 1 até 25, sendo estes os extremos possíveis, uma vez que a série apresenta 52 amostras.

Os resultados dos testes podem ser visualizados na Tabela 1:

Tabela 1 – Resultados da aplicação do teste com diferentes números máximos de defasagem

Número Máximo de Defasagens	Número da última defasagem significativa	p-valor
25	24	0,01596
24	24	0,01596
23	23	0,002831
22- 20	20	0,01697
19	19	0,5252
18-1	1	0,962

Considerando os resultados apresentados na Tabela 1, é possível perceber a influência direta do número máximo de defasagens no resultado do teste ADF. Utilizando um número muito grande defasagens, neste caso a partir de 20, o teste fornece indícios de que não é possível rejeitar a hipótese de que a série é estacionária. Por outro lado, quando o valor máximo de defasagens é escolhido como 19, a décima nona defasagem é significativa e o resultado do teste apresenta indícios de que a série possui raiz unitária. Neste Selecionando qualquer valor entre 1 e 18, para o valor máximo de defasagens, a última defasagem significativa é a primeira e o resultado do teste indica a presença de raiz unitária na série, caracterizando sua não estacionariedade.

## 4. CONCLUSÕES

O resultado deste trabalho mostra que o número máximo de defasagens escolhido para aplicação do teste ADF interfere diretamente no resultado do teste. Ao selecionar um número muito alto como o valor máximo de defasagens, há indícios de que o teste não é capaz de captar a presença da raiz unitária na série. Por outro lado, não foi possível chegar a uma conclusão em relação ao caso em que número máximo de defasagens é muito baixo, uma vez que para qualquer número máximo definido abaixo de dezoito, a última defasagem significativa é a primeira.

Como recomendação para continuidade deste trabalho, sugere-se a aplicação do mesmo procedimento em outras séries de características semelhantes e buscar uma metodologia capaz de definir um número ótimo para ser definido como o número máximo de defasagens na aplicação do teste.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 1057-1072, 1981.

ELETROBRAS. Estudo de mercado. **Boletim Siese: consumo de energia elétrica no Brasil**, 2017. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 28 ago. 2018

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica-5**. AMGH Editora, 2011.

JOHANSEN, S., 1988. “Statistical analysis of cointegration vectors”. **Journal of Economic Dynamics and Control**, VOL. 12, NO. 2, PP. 231–254.