

Análise do Consumo de Energia Elétrica da Região Sudeste utilizando Modelos de Suavização Exponencial.

Vinicius R. Silva¹, Fábio R. Chavarette², Marisa V. Capela³, Jorge M.V. Capela⁴
DEFM/IQ-UNESP, Araraquara, SP

Os métodos de previsão em séries temporais se baseiam na suposição de que há um padrão ou estrutura na série histórica que pode ser identificado e projetado para o futuro [1, 5]. Neste estudo, foram empregados modelos de suavização exponencial para descrever e realizar previsões do consumo de energia elétrica na região Sudeste. A análise foi conduzida com base na série histórica fornecida pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), no período de janeiro de 2004 a julho de 2023 [2]. Os dados de 2004 a 2021 foram utilizados como conjunto de treinamento, enquanto os dados a partir de 2022 foram reservados como conjunto de teste. O conjunto de treinamento expõe o modelo a dados históricos, permitindo ajustes internos para capturar características relevantes da série temporal. Após um treinamento bem-sucedido, o modelo deve generalizar padrões para prever o comportamento futuro da série. Por sua vez, o conjunto de teste é utilizado para avaliar o desempenho do modelo [3].

As principais componentes na suavização exponencial compreendem o erro (E), que representa a discrepância entre os valores observados e previstos, a tendência (T), que indica a direção geral dos dados, e a sazonalidade (S), responsável por identificar padrões regulares [5]. Foi empregada a função ETS do pacote *forecast* no R, utilizando a sintaxe ETS(*serie*, *model*). O primeiro argumento dessa função é a série temporal, enquanto o segundo consiste em uma sequência de caracteres que especificam os tipos de método para o erro, a tendência e a sazonalidade [4].

A acurácia dos modelos foi avaliada ajustando o modelo ao conjunto de treinamento e avaliando o seu desempenho no conjunto de teste. As medidas de erro são métricas que medem o quão distantes os valores previstos estão dos valores reais. Se a parte de treino da série temporal for Z_1, Z_2, \dots, Z_M e a parte de teste $Z_{M+1}, Z_{M+2}, \dots, Z_N$, então tem-se a raiz quadrada média da soma dos quadrados dos erros (*Root Mean Square Error*) e o erro percentual médio absoluto (*Mean Absolute Percentage Error*), definidos respectivamente por

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N-M} \sum_{i=M+1}^N (Z_t - \hat{Z}_t)^2} \quad (1)$$

e

$$MAPE = \frac{1}{N-M} \sum_{i=M+1}^N \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_i} \right|, \quad (2)$$

onde Z_t é o valor real e \hat{Z}_t é o valor previsto.

Os resultados obtidos revelaram que o modelo de suavização exponencial que apresentou o melhor ajuste foi o ETS(M, Ad, M), caracterizado por erros multiplicativos, tendência aditiva e

¹vinicius.ragnini@unesp.br

²fabio.chavarette@unesp.br

³marisa.capela@unesp.br

⁴jorge.capela@unesp.br

sazonalidade multiplicativa. Isso implica que o modelo conseguiu capturar uma variação dos erros que é proporcional ao nível da série, uma componente de tendência modelada como uma variação constante adicionada ao nível da série e padrões sazonais proporcionais ao nível da série. O valor obtido para RMSE foi de 431,8 e o MAPE foi de 1,71%. A Figura 1 ilustra o ajuste do modelo à série temporal, sendo a linha sólida em preto o ajuste geral, a linha vermelha o ajuste ao conjunto de treino e a linha azul o ajuste ao conjunto de teste.

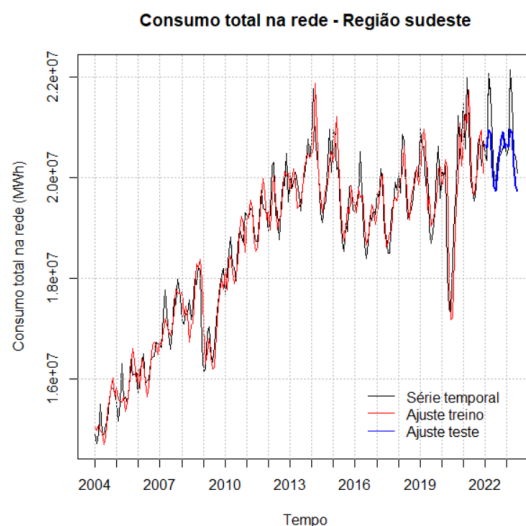


Figura 1: Ajuste do modelo ETS(M,Ad,M) à série temporal do consumo de energia elétrica na região sudeste. Fonte: Autores.

Conclui-se que o modelo de suavização exponencial com erros multiplicativos, tendência aditiva e sazonalidade multiplicativa mostrou-se como a opção mais apropriada, oferecendo um ajuste eficaz aos dados da série temporal. A avaliação do desempenho confirmou uma previsão precisa e confiável, mostrando a utilidade do modelo para análises futuras e aplicações práticas na compreensão e previsão de padrões na série temporal do consumo de energia elétrica na região sudeste.

Referências

- [1] K.S. Chan e J.D. Cryer. **Time series analysis with applications in R**. New York: Springer, 2008. ISBN: 9780387759593.
- [2] EPE. **Empresa de Pesquisa Energética**. Acessado em 07/03/2024, <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/>.
- [3] R.J. Hyndman. “Measuring forecast accuracy.” Em: **Business forecasting: Practical problems and solutions**. Ed. por M. Gilliland, L. Tashman e U. Sglavo. John Wiley & Sons, 2015. Cap. 3, pp. 177–183.
- [4] R.J. Hyndman e Y. Khandakar. “Automatic time series forecasting: the forecast package for R”. Em: **Journal of statistical software** 27 (2008), pp. 1–22. DOI: 10.18637/jss.v027.i03.
- [5] P. A. Morettin e C. M.C. Tolo. **Análise de séries temporais: modelos lineares univariados**. Editora Blucher, 2018. ISBN: 9786555060041.