

Modelos de previsão para o consumo de energia elétrica da indústria de cimento no Brasil

Rodrigo Felipe da Silva Mendes¹

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional - PPGMMC

Felipe Leite Coelho da Silva²

Professor do PPGMMC - Departamento de Matemática/UFRRJ, Seropédica, RJ

1 Introdução

Nos últimos anos tem-se investigado a projeção do consumo de energia elétrica em setores da indústria no Brasil, seja a curto ou longo prazo [1]. Esse interesse está relacionado com o desenvolvimento do setor, o planejamento energético e a eficiência energética. Assim, os modelos de previsão podem contribuir para a tomada de decisão de empresas e órgãos que controlam o sistema energético.

O objetivo deste trabalho é comparar diferentes modelos de previsão aplicados aos dados mensais do consumo de energia elétrica da indústria de cimento no Brasil. Sendo assim, o interesse é encontrar um modelo de previsão que melhor se ajuste aos dados e que tenha o melhor desempenho na previsão.

Neste trabalho, para obter a projeção do consumo de eletricidade foi utilizado os modelos Holt Winters aditivo [2], SARIMA [3] e linear dinâmico bayesiano [4].

2 Metodologia

Neste trabalho, foram utilizados os dados mensais do consumo de energia elétrica de janeiro de 2001 até dezembro de 2019 da indústria de cimento do Brasil. Utilizamos os dados de 2001 a 2017 para realizarmos os ajustes dos modelos e os últimos anos (2018-2019) para avaliarmos os modelos quanto à qualidade na previsão. Os dados de consumo de energia elétrica foram obtidos no sítio eletrônico da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e no Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SINC).

Os modelos de suavização exponencial Holt-Winters aditivo, SARIMA e o linear dinâmico bayesiano foram implementados, considerando as características (de suavização, nível, tendência, sazonalidade e ruído).

Para compararmos os modelos em relação aos seus desempenhos no ajuste aos dados e previsão, utilizamos o erro quadrático médio e o erro médio absoluto percentual entre os valores previstos e os dados observados nesse período.

As análises estatísticas foram realizadas através do programa R 4.0.5 (The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; <http://www.r-project.org>).

¹rodrigo16rg@gmail.com

²felipeleite@ufrj.br

3 Resultados e discussão

Na figura 1, mostramos o ajuste dos modelos propostos neste trabalho aos dados de consumo de energia elétrica da indústria de cimento entre 2001 e 2017, assim como a previsão mensal para o horizonte de previsão de dois anos à frente.

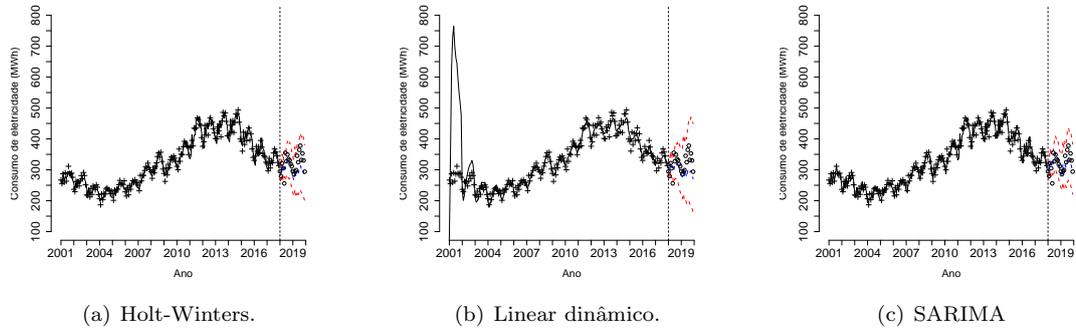


Figura 1: Ajuste dos modelos (linha cheia) aos dados de carga de demanda ("+" no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2017. Previsão mensal (linha tracejada azul) para o horizonte de dois anos com seu respectivo intervalo de confiança de 95% (linha tracejada vermelha), sobrepostos aos valores observados neste período (círculos).

Pelos resultados apresentados na tabela 1, verificamos que o modelo SARIMA $(1, 1, 2) \times (0, 1, 1)_{12}$ ajustou-se melhor aos dados de consumo de energia elétrica em comparação com o método Holt-Winters e o modelo linear dinâmico. Mas, pode-se observar na tabela que os modelos ajustados apresentaram um MAPE inferior a 2%.

O modelo SARIMA $(1, 1, 2) \times (0, 1, 1)_{12}$ demonstrou um melhor desempenho na previsão do que o método Holt-Winters aditivo e o modelo linear dinâmico (Tabela 1).

Tabela 1: Comparação entre o método Holt-Winters aditivo, o modelo SARIMA $(1, 1, 2) \times (0, 1, 1)_{12}$ e o modelo linear dinâmico em relação ao ajuste e previsão aos dados de consumo de energia elétrica.

Modelo	MSE*	MAPE*	MSE**	MAPE**
Holt-Winters aditivo	0.0014	0.5098	0.0115	1.4731
SARIMA $(1, 1, 2) \times (0, 1, 1)_{12}$	0.0014	0.5008	0.0056	0.9195
Linear dinâmico	0.0404	1.4389	0.0137	1.6487

*Ajuste; ** Previsão.

Referências

- [1] Silva, F. L. C., Souza, R. C., Oliveira, F. L. C. Lourenço, P. M., Calili, R. F. (2018). A bottom-up methodology for long term electricity consumption forecasting of an industrial sector - Application to pulp and paper sector in Brazil. Energy. 144. 10.1016/j.energy.2017.12.078.
- [2] Winters, P. (1960), Forecasting sales by exponentially weighted moving average, Management Science, 6, 324-342.
- [3] Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5a ed., Prentice-Hall, 2015.
- [4] West, M., Harrison, J. Bayesian Forecasting and Dynamic Models, 2a ed., Springer, New York, 1997.