

Impacto da Remoção da Sazonalidade e da Inclusão de Variáveis Exógenas na Modelagem de Séries Temporais de Cargas Elétricas

Ana L. Munarin da Silva¹ Mara L. M. Lopes² Thays A. Abreu³
UNESP, Ilha Solteira, SP

A previsão de séries temporais de cargas elétricas é um desafio essencial para o planejamento e a operação dos sistemas de distribuição de energia [1]. Modelos estatísticos como o SARIMA são amplamente utilizados para capturar padrões temporais, mas a presença de sazonalidade pode influenciar sua precisão [2]. Além disso, fatores externos, como horário e dia da semana, podem afetar a demanda, motivando o uso de modelos multivariados, como o SARIMAX, que incorpora variáveis exógenas [3].

Este estudo compara o desempenho dos modelos SARIMA e SARIMAX, avaliando a influência da sazonalidade e de variáveis exógenas na previsão da carga elétrica. Foram testadas três abordagens: (i) série original, (ii) série dessazonalizada e (iii) inclusão de variáveis exógenas. Vale ressaltar que a série temporal analisada neste estudo refere-se ao consumo de energia elétrica na Nova Zelândia, com medições registradas a cada 30 minutos ao longo de 30 dias, apresentando um padrão sazonal significativo. A análise foi realizada na linguagem de programação R, seguindo as etapas descritas a seguir.

Primeiramente, a série original foi analisada visualmente para identificar padrões e possíveis tendências. Em seguida, foi realizada a decomposição da série nos componentes de tendência, sazonalidade e resíduos, avaliando a influência da sazonalidade na modelagem. Para confirmar sua significância estatística, foi aplicado o teste de Box-Pierce, rejeitando a hipótese de ruído branco e indicando estrutura na série. A dessazonalização foi realizada removendo o componente sazonal identificado na decomposição, gerando uma nova versão da série. Em seguida, foram ajustados dois modelos estatísticos: SARIMA (univariado) utilizando apenas os valores históricos da série; e SARIMAX (multivariado), incorporando as variáveis exógenas hora do dia e dia da semana. A análise dos resíduos, por meio do teste de Box-Pierce, revelou um p-valor pequeno, rejeitando a hipótese nula (H_0) e indicando que a série não se comporta como um ruído branco. Para identificar padrões, foi realizada a decomposição da serie, na qual a componente sazonal foi identificada como significativa. Após a remoção da sazonalidade, a nova análise dos resíduos apresentou um p-valor de 0,7178, aceitando H_0 e indicando um bom ajuste do modelo. A Tabela 1 mostra que a série dessazonalizada resultou em menores erros na modelagem, mas os resultados de previsão (Tabela 2) indicam que a remoção da sazonalidade não melhorou a previsão, sugerindo perda de informações relevantes.

Foi testado um modelo SARIMAX com variáveis exógenas (hora e dia da semana) para aprimorar a previsão, mas os resultados indicaram que o modelo SARIMA univariado aplicado à série original apresentou melhor desempenho. Isso sugere que a sazonalidade já estava bem capturada pelo SARIMA, tornando as variáveis exógenas pouco efetivas.

¹ana.munarin@unesp.br

²mara.lopes@unesp.br

³thays.abreu@unesp.br

Assim, os resultados mostram que a remoção da sazonalidade facilita a modelagem, mas pode prejudicar a previsão. Além disso, a inclusão de variáveis exógenas nem sempre melhora o desempenho do modelo, sendo necessário avaliar cuidadosamente sua influência antes da modelagem.

Tabela 1: Resultados da modelagem.

Modelo	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
SARIMA	-14.80754	3113.108	2015.209	-0.02063	0.84662
SARIMA desazonalizada	15.04078	3083.25	1999.795	-0.00651	0.84064
SARIMAX (hora)	-25437.5	42467.35	31286.18	-12.18187	14.22182
SARIMAX (dia da semana)	21311.47	34296.07	29451.55	6.559405	11.49518

Tabela 2: Resultados da previsão.

Modelo	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
SARIMA	16943.92	21722.55	18045.83	6.101903	6.74402
SARIMA desazonalizada	19431.57	22982.94	19431.57	7.400942	7.400942
SARIMAX (hora)	1.53346	3833.172	2703.078	-0.054662	1.163182
SARIMAX (dia da semana)	-17.05295	3258.125	2053.828	-0.020599	0.862055

Neste estudo, exploramos diferentes abordagens para modelagem e previsão de uma série temporal de cargas elétricas, avaliando o impacto da decomposição sazonal e da inclusão de variáveis exógenas. O modelo SARIMA univariado capturou bem a sazonalidade, enquanto a remoção desse componente reduziu os erros na modelagem, mas piorou a previsão. A inclusão das variáveis hora e dia da semana no SARIMAX não melhorou os resultados, indicando que a sazonalidade já era bem representada pelo modelo estatístico.

Os resultados destacam a importância de avaliar a remoção da sazonalidade e a escolha de variáveis exógenas, pois nem sempre essas transformações otimizam a previsão. Como trabalho futuro, pretende-se explorar redes NARX (Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous Inputs), que combinam técnicas de aprendizado de máquina com estrutura autorregressiva, permitindo avaliar se essa abordagem pode superar os modelos estatísticos na previsão da série temporal.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP Nº 2024/16370-6 pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] T. Abreu, A. J. Amorim, C. R. Santos-Junior, A. D. P. Lotufo e C. R. Minussi. **Multinodal load forecasting for distribution systems using a fuzzy-artmap neural network**. Vol. 71. Elsevier, 2018, pp. 307–316. DOI: 10.1016/j.asoc.2018.06.039.
- [2] G. E. P. Box, G. M. Jenkins, G. C. Reinsel e G. M. Ljung. **Time series analysis: forecasting and control**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2015. ISBN: 978-1-118-67502-1.
- [3] R. J. Hyndman e G. Athanasopoulos. **Forecasting: principles and practice**. Melbourne: OTexts, 2018.