



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXVI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2022**

MODELO DE SÉRIES TEMPORAIS PARA PREVISÃO DE VELOCIDADE DO VENTO EM ESTAÇÃO EÓLICA NA BAHIA

Francielle Nascimento dos Santos¹; Mauricio Santana Lordelo²

1. Bolsista FABESP, Graduanda em Agronomia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: nascimento francielle@outlook.com
2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: mslordelo@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem; Séries temporais; Energia eólica.

INTRODUÇÃO

Diante do cenário atual do mundo moderno, a geração de energia é essencial para o desenvolvimento de uma determinada localidade, através da energia obteve-se um avanço significativo nas indústrias, agricultura, ciência e na sociedade de modo geral.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Brasil possui uma das matrizes elétricas mais limpas do mundo. A participação das fontes renováveis na matriz elétrica é de 85%, dos quais aproximadamente 60% correspondem à fonte hidráulica, 8% à biomassa, 11% à eólica, 2% à solar centralizada e 5% à geração distribuída, que predominantemente é proveniente de painéis solares.

Para garantir o crescimento da integração de renováveis à rede elétrica, é importante a utilização de sistemas avançados de previsão que possam estimar com precisão a geração futura para maior confiabilidade da operação das redes e maior rentabilidade aos produtores.

O termo “série temporal” designa uma sequência de dados ou medições ao longo do tempo que graficamente tem pontos independentes ou não, com uma distribuição que pode ser estável ou não (WILD e SEBER, 1999). As séries temporais são conjuntos de observações de variáveis quantitativas coletadas em intervalos regulares de tempo que podem ser diários, semanais, mensais, trimestrais, semestrais, anuais, etc.

Segundo Corrar e Theóphilo (2004), os dados que constituem uma série temporal podem sofrer a influência de diversos fatores, como alterações macroeconômicas, mudanças no padrão tecnológico vigente, variações nas condições da natureza e fenômenos imprevisíveis. Esses e outros fatores determinam os componentes das séries temporais para as quais precisam ser analisados: a tendência, variações sazonais (ou sazonalidade), variações cíclicas (ou ciclos) e variações irregulares (ou ruídos).

A partir da necessidade de prever fenômenos, as séries temporais tornam-se fundamentais em estudos mais aprofundados relacionados à previsão da velocidade do vento.

O presente trabalho tem como objetivo principal a aplicação dos modelos de séries temporais denominados de ARIMA para análise e previsão da velocidade do vento para

geração de energia eólica, visando obter estimativas precisas, robustas e confiáveis para essa importante variável climática.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA

Os dados disponíveis são medições efetuadas entre os anos de 2013 a 2014 em uma estação eólica situada na cidade de Irecê-BA (11o33'S,41o86'E) que se encontra na zona climática tropical. Os registros são a cada dez minutos, onde são apresentados os valores mínimos, máximos e médias da variável velocidade do vento, além de outras como temperatura, umidade, direção, etc., totalizando 56925 observações e 72 variáveis. Além da análise diária da série foi realizada uma divisão dos dados baseado nas estações do ano para criação de quatro modelos ARIMA (verão, outono, primavera e inverno) a fim de comparar o ajuste do modelo e as possíveis previsões referentes aos dados da série diária e das estações.

O modelo ARIMA (*Auto-Regressive Integrad Moving Average*) é um modelo paramétrico onde os termos auto-regressivos correspondem a defasagens da série transformada (quando a série estacionária é obtida por diferenciação) e das médias móveis com as defasagens dos erros aleatórios. Antes da aplicabilidade do modelo ARIMA na série temporal é preciso analisar a estacionariedade dos dados, uma vez que se a série for estacionária as propriedades estatísticas não mudam com o tempo.

Neste trabalho foi aplicado o teste de KPSS (KWIATKOWSKI *et al.*, 1992), para verificar a estacionariedade. Também é indispensável o diagnóstico do modelo por meio da análise dos resíduos, avaliando a normalidade e independência dos mesmos. Para inferir a respeito da normalidade foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk e para independência foi utilizado o teste de Ljung-Box.

Para realizar as análises de série temporal foram usadas a mediana da série diária e data do registro. Todos os passos para análise foram desenvolvidos no *software* livre “R” (R CORE TEAM, 2021).

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

Seguindo a metodologia proposta, inicialmente foi realizada a redução da série temporal com objetivo de analisar a mediana dos dados diariamente, ou seja, os dados das medições a cada dez minutos que correspondiam a 56925 foram resumidos em dados diários da mediana de cada dia, transformando assim em 396 registros.

Para identificar o melhor modelo foi usada a função “auto.arima” do pacote *forecast*, onde foi retornado um modelo ARIMA(2,0,3).

Com a finalidade de analisar a qualidade do modelo para gerar possíveis previsões, foi realizada a comparação dos dados da série original com os valores ajustados e pode-se notar que houve uma variabilidade muito grande nos dados e as previsões poderiam ser influenciadas por esse problema (Figura 1). O modelo foi considerado bom em relação aos resíduos, porém a previsão demonstrou-se ineficiente, visto que ficou com média em torno de zero.

A fim de buscar melhores resultados nos dados, optou-se por uma outra forma de avaliação, desta vez os dados foram separados de acordo com as estações do ano para analisar qual delas apresentou um melhor ajuste do modelo.

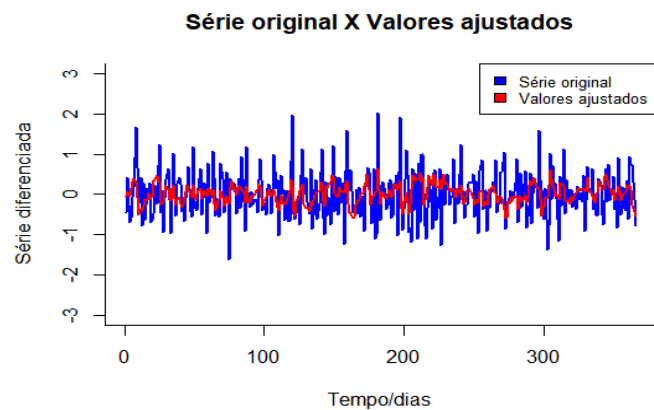


Figura 1 - Comparação entre a série original e o ajuste do modelo arima

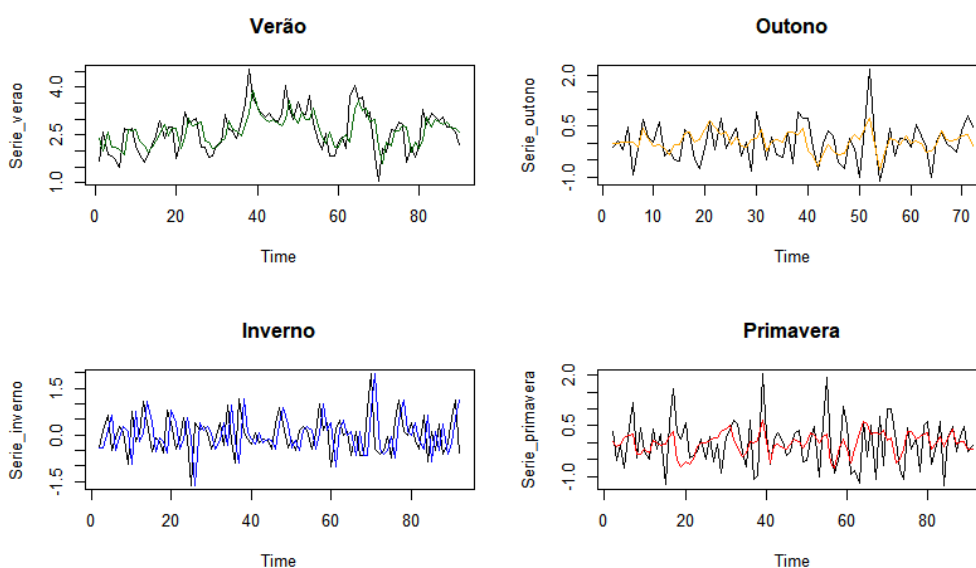


Figura 2 - Comparação entre a série original e o ajuste para cada estação do ano.

Com os gráficos da Figura 2, observa-se, que das quatro estações avaliadas, a que obteve as estimativas mais próximas dos valores reais foi o verão. E para validar foram usados alguns testes estatísticos para análise dos resíduos, conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Critérios avaliativos dos resíduos do modelo ARIMA

Estação	Teste Ljung-Box	Teste Shapiro Wilk	AIC
Verão	0,9980	0,3902	136,6
Outono	0,9792	0,6310	119,5
Inverno	0,0001	0,9904	228,4
Primavera	0,6146	0,3339	183,5

Tendo em vista que um dos pressupostos para um bom ajuste do modelo é a independência dos resíduos, pode-se verificar que a única série que não passa por este teste é a do inverno, pois apresentou um valor no teste Ljung-Box inferior ao nível de 0,05 de significância.

Com relação ao pressuposto de normalidade dos resíduos, o teste de Shapiro-Wilk mostrou que todas as séries apresentaram os resíduos com um comportamento próximo de distribuição Normal. Na análise do AIC (Critério de Informação de Akaike), as estações que apresentaram o melhor valor de AIC foram outono e verão respectivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar a série temporal da velocidade do vento diária para todo o período, percebe-se que na comparação da curva de previsão dos dados com a de validação foram identificadas mudanças muito grandes nos valores do ajuste. Isso é uma indicação de que o modelo ARIMA não foi apropriado para realizar previsões dos dados diários da velocidade do vento na estação eólica de Irecê. Entretanto, ao separar por estações do ano e criar novas séries, observou-se que ao fazer uma análise comparativa entre elas, a estação verão foi o modelo que obteve um melhor ajuste visualmente. Na verificação dos pressupostos, exceto a série do inverno não atendeu a independência dos resíduos, além de apresentar o valor mais alto para o AIC. Estes resultados podem indicar previsões não apropriadas para as estimativas da velocidade do vento neste estação. No outono e verão constatou-se os melhores resultados de acordo com as medidas consideradas. Os problemas de ajustes encontrados com o modelo ARIMA, sugerem a utilização de outros métodos que possam acomodar melhor a variabilidade da variável velocidade do vento ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

CORRAR, L.J. e THEÓPHILO, C.R. **Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração**. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

KWIATKOWSKI, D., PHILLIPS, P.C.B., SCHMIDT, P. and SHIN, Y., (1992), **Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Have a Unit Root**, Journal of Econometrics, 54, 159–178.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021.

WILD C. J. and SEBER A. F. **Encontros com o acaso – Um primeiro curso de análise de dados e inferência**. Editora LTC. 1ª Edição. Janeiro de 1999.