**Exercício 5**

**Análise de Séries Temporais**

Considere a série do consumo mensal de energia elétrica (ConsumoEnergiaEAgua\_New.xlsx). Denotando como o valor do consumo registrado no mês *t* e como o número de dias de leitura, faça o que se pede a seguir.

1. Calcule o consumo médio diário , e explique o porquê dessa transformação.
2. Apresente o gráfico da evolução temporal de , e apresente sua descrição, contemplado elementos como o tamanho da série e periodicidade dos dados.
3. Apresente os gráficos da função de autocorrelação (FAC) e da função de autocorrelação parcial (FACP) de , considerando um número apropriado de defasagens (lag), incluindo a banda de 95% de confiança sob a hipótese nula de não haver autocorrelação serial. Em um parágrafo, descreva as formas da FAC e da FAPC, explicando o que se pode diagnosticar/sugerir com base nelas.
4. Aplique o teste aumentado de estacionariedade de Dickey-Fuller do pacote aTSA do R. Para a parte sazonal, faça a avaliação por meio de um modelo de regressão com funções harmônicas.
5. Calcule a variação do consumo , e explique o papel/significado dessa transformação para a análise desses dados.
6. Faça o gráfico da evolução temporal de , e descreva em um parágrafo o aspecto dessa figura, comparando-a com a forma observada no item 2.
7. Repita os passos 3 e 4, comparando os novos resultados com os anteriores.

Considere que representa a previsão no instante obtida com base nas informações disponíveis até o tempo ; ou seja,

Separe a massa de dados em duas partes, conforme esquema abaixo:

|  |  |
| --- | --- |
| Treinamento (modelagem) | validação |
|  |  |

Utilizando os dados de treinamento:

1. Considerando o modelo SARIMA(*p*,*d*,*q*)×(*P,D,Q*)*s* para a série , defina um valor apropriado para a ordem sazonal *s* e as ordens de diferenciações *d* e *D* com base nos passos anteriores.
2. Defina uma malha de valores para as ordens autorregressivas *p* e *P* e de médias móveis *q* e *Q,* e obtenha o valor do critério de informação bayesiano de Schwarz (BIC) para cada combinação (*p*,*d*,*q*)×(*P,D,Q*) por meio da função sarima do pacote astsa.
3. Liste os modelos com os menores BIC. Certifique-se que o melhor modelo não possua uma ordem na extremidade da malha definida no item 9. Se houver, retorne para o passo 9, ampliando a malha.
4. Inicie o diagnóstico com o modelo que apresenta o menor BIC:
   1. Analise as estimativas dos parâmetros por meio da função sarima do pacote astsa.
   2. Faça os gráficos da FAC e FACP residual, e aplique o teste de Ljung-Box.
   3. Teste a normalidade residual.
   4. Caso haja problemas em 11.1 e 11.2, repita a análise com os próximos modelos candidatos.
   5. Caso não seja possível encontrar um modelo adequado, será preciso redefinir o modelo no passo 8. Se as ordens *s*, *d*, e *D* estiverem corretas, então é possível que o modelo SARIMA não seja apropriado.

Utilizando os dados de validação:

1. Como o método de estimação é recursivo, a obtenção dos erros de previsão um passo à frente na massa de validação pode ser realizada da seguinte forma:
   1. Aplique o modelo sobre a base de dados completa, usando a função sarima do pacote astsa.
   2. Obtenha os erros de previsão um passo à frente observados na parte da validação do modelo, ou seja, , para .
   3. Calcule um índice de desempenho preditivo. Por exemplo, obtenha o MAPE (*mean absolute percentage error*):
   4. Como referência, modelos com MAPE inferiores a 10% geralmente são considerados muito bons. Entre 10% e 20% são bons modelos preditivos, e entre 20% e 50% são modelos razoáveis/aceitáveis.
2. Utilize a função sarima.for do pacote astsa para a obtenção de previsões para os próximos 12 meses (ou outro horizonte desejado) e a banda de previsão com 95% de cobertura. Discuta sobre as limitações dessas previsões, incluindo um *insigh* sobre como proceder se a hipótese de normalidade residual for descartada no passo 11.3.
3. Redija um parágrafo concluindo o estudo (inclua uma recomendação sobre como o modelo deve ser atualizado à medida que novas informações estiverem disponíveis).