

# SÉRIES TEMPORAIS



## AVALIAÇÃO: LISTA DE EXERCÍCIOS (LE1)

### I) Informações gerais

**Conteúdo:** Modelos Univariados

**Tempo (estimado):** 8 horas/aula

**Professora:** Sheila Regina Oro

**Discente(s):** **Cintia Izumi Shinoda**

#### Referências:

1. BARROS, A.C.; MATTOS, D.M. OLIVEIRA, I.C.L.; FERREIRA, P.G.C.; DUCA, V.E.L.A. **Análise de Séries Temporais em R: Curso Introductório**. Rio de Janeiro: Elsevier: FGV IBRE, 2017. pág.84 – 151. Disponível em: <https://webapp.utfpr.edu.br/bibservices/minhaBiblioteca?ISBN=9788595154902/>
2. MORETIN, P. A.; TOLOI, C.M.C. **Análise de séries temporais** – Vol I, 3ed. São Paulo: Editora Blucher, 2018. pág.70 – 83 e 108 – 182 . Disponível em: <https://webapp.utfpr.edu.br/bibservices/minhaBiblioteca?ISBN=9788521215349/>
3. SOUSA, A. R. S.; SILVA, C.; SILVA, J. S. F.; et al. **Análise de séries temporais**. Porto Alegre: SAGAH, 2021. pág.16 – 19, 55 – 69 e 87 – 122. Disponível em: <https://webapp.utfpr.edu.br/bibservices/minhaBiblioteca?ISBN=9786556902876/>

#### Avaliação:

A avaliação será realizada para cada exercício.

As respostas devem ser registradas exclusivamente neste documento e na sequência dos enunciados dos exercícios.

### II) LISTA DE EXERCÍCIOS

Com base nos conteúdos abordados nas aulas e nas referências indicadas, responda o que se pede.

1. **Importe a planilha de dados exercicio1.xlsx. Organize os dados na forma de uma série temporal mensal com início no mês de maio de 1989.**

```
library(readxl)
dados <- read_excel("exercicio1.xlsx")
dados
```

	Zt
	<dbl>
	49.61
	49.54
	49.81
	49.94
	50.33
	50.21
	49.88
	49.59
	50.04
	50.75

1-10 of 100 rows

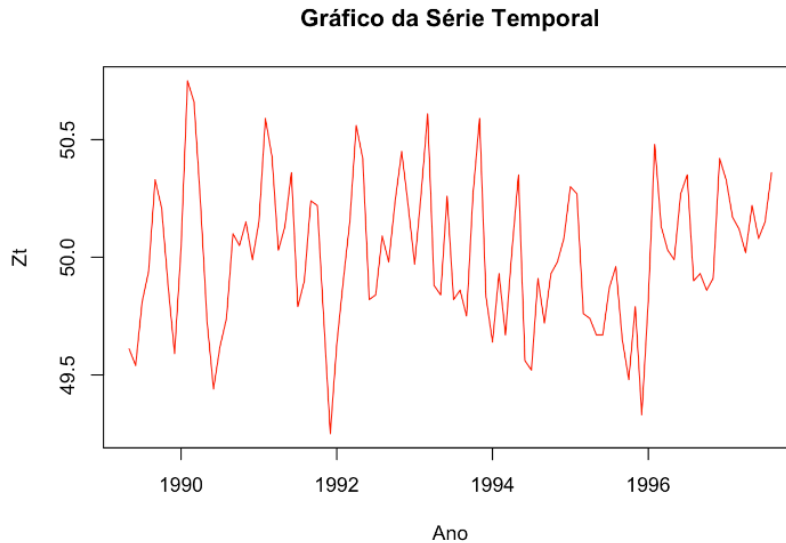
Previous 1 2 3 4 5 6 ... 10 Next

```
dados.serie <- ts(dados, start = c(1989,5), frequency=12)
dados.serie
```

```
##      Jan  Feb  Mar  Apr  May  Jun  Jul  Aug  Sep  Oct  Nov  Dec
## 1989                49.61 49.54 49.81 49.94 50.33 50.21 49.88 49.59
## 1990 50.04 50.75 50.66 50.23 49.73 49.44 49.62 49.74 50.10 50.05 50.15 49.99
## 1991 50.15 50.59 50.43 50.03 50.13 50.36 49.79 49.90 50.24 50.22 49.73 49.25
## 1992 49.63 49.90 50.15 50.56 50.42 49.82 49.84 50.09 49.98 50.24 50.45 50.22
## 1993 49.97 50.27 50.61 49.88 49.84 50.26 49.82 49.86 49.75 50.27 50.59 49.83
## 1994 49.64 49.93 49.67 50.03 50.35 49.56 49.52 49.91 49.72 49.93 49.98 50.08
## 1995 50.30 50.27 49.76 49.74 49.67 49.67 49.87 49.96 49.65 49.48 49.79 49.33
## 1996 49.81 50.48 50.13 50.03 49.99 50.27 50.35 49.90 49.93 49.86 49.91 50.42
## 1997 50.33 50.17 50.12 50.02 50.22 50.08 50.15 50.36
```

- a. Plote o gráfico da série temporal. Comente sobre as características perceptíveis no gráfico.

```
plot(dados.serie, xlab="Ano", col="red", main="Gráfico da Série Temporal")
```



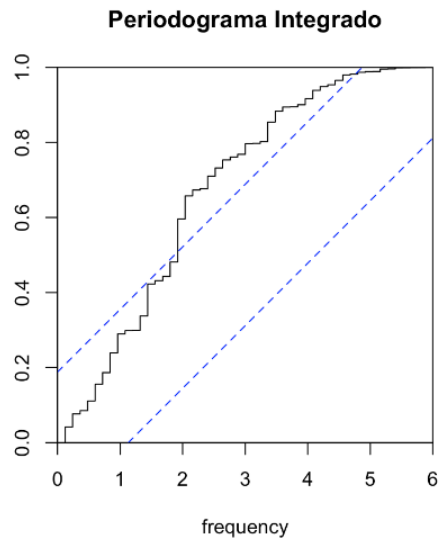
Observa-se que os valores desta série oscilam significativamente, porém, sem apresentar uma tendência clara de crescimento ou decrescimento clara.

Não é possível observar amplitude constante.

Embora não haja uma sazonalidade anual clara, picos e vales recorrentes sugere a possibilidade de alguma periodicidade mais curta.

- b. Plote o periodograma integrado. Comente sobre as características perceptíveis no gráfico.

```
cpgram(dados.serie, main="Periodograma Integrado")
```

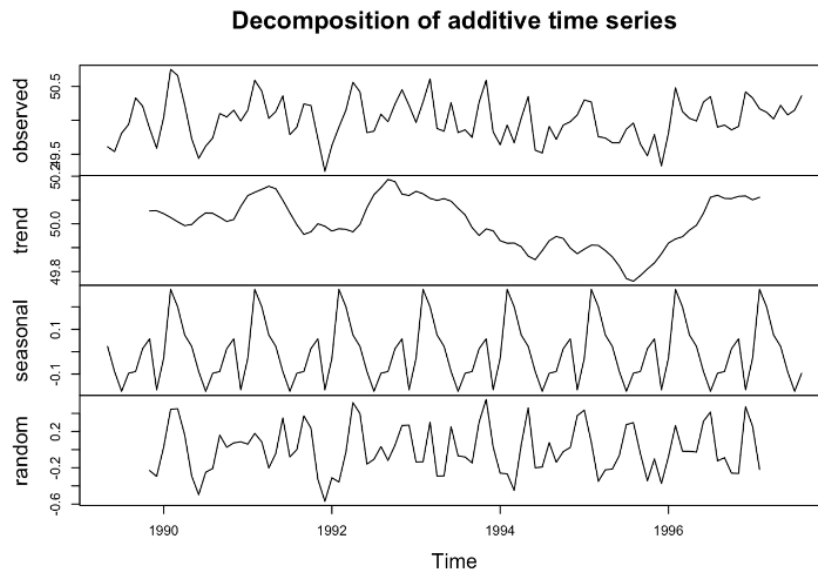


No gráfico obtido, a curva apresenta uma inclinação crescente, indicando a presença de componentes de baixa frequência na série temporal, sugerindo que a série possui uma tendência ou ciclos de longo prazo

É possível observar que o periodograma integrado, ultrapassa os limites das linhas de referência, indicando a necessidade de ajustes para capturar características não-estacionárias da série temporal.

- c. Plote a decomposição da série temporal. Comente sobre as características perceptíveis nos gráficos da tendência e sazonalidade.

```
dados.decomp <- decompose(dados.serie)
plot(dados.decomp)
```



No gráfico da tendência, há uma variação, mas não é possível observar um comportamento claro.

Na curva de sazonalidade, observa-se ciclos bem definidos.

d. Aplique o teste ADF. Interprete o resultado do teste.

```
library(tseries)
```

```
## Registered S3 method overwritten by 'quantmod':
##   method      from
## as.zoo.data.frame zoo
```

```
adf.test(dados.serie)
```

```
##
## Augmented Dickey-Fuller Test
##
## data: dados.serie
## Dickey-Fuller = -3.5615, Lag order = 4, p-value = 0.04015
## alternative hypothesis: stationary
```

Com os resultados do teste, chegamos à conclusão de que é uma série estacionária. Portanto, apresenta média e variância constantes ao longo do tempo.

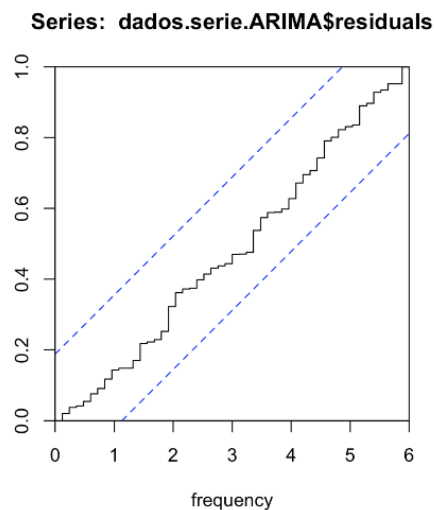
e. Obtenha um modelo ARIMA(p,d,q).

```
library(forecast)
```

```
dados.serie.ARIMA <- auto.arima(dados.serie)
summary(dados.serie.ARIMA)
```

```
## Series: dados.serie
## ARIMA(0,0,1) with non-zero mean
##
## Coefficients:
##      ma1      mean
##      0.8401  50.0096
## s.e.  0.0561  0.0439
##
## sigma^2 = 0.05865: log likelihood = 0.31
## AIC=5.37  AICc=5.62  BIC=13.19
##
## Training set error measures:
##              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
## Training set 0.0002330632 0.2397421 0.1967858 -0.0017668 0.3937264 0.5838554
##              ACF1
## Training set -0.04071152
```

```
cpgram(dados.serie.ARIMA$residuals)
```



A curva permanece dentro dos limites de confiança (linhas pontilhadas), sugerindo que os resíduos não apresenta sazonalidade. Portanto, há indicação de que o modelo ARIMA, capturou características da série temporal original.

i. Quantos parâmetros o modelo possui na porção autorregressiva?

ii. Quantos parâmetros o modelo possui na porção de médias móveis?

- iii. O modelo ajustado considera a sazonalidade? Caso afirmativo, indique quantos parâmetros em cada porção sazonal.
  - iv. Comente sobre as características perceptíveis no gráfico do periodograma integrado para os resíduos do modelo.
- f. Ajuste um modelo de suavização exponencial de Holt-Winters.

```
HW.dados.serie <- hw(dados.serie)
summary(HW.dados.serie)
```

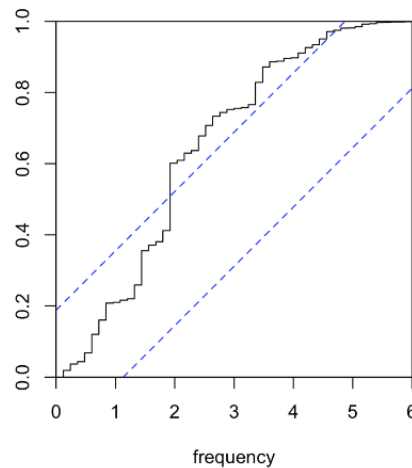
```
##
## Forecast method: Holt-Winters' additive method
##
## Model Information:
## Holt-Winters' additive method
##
## Call:
## hw(y = dados.serie)
##
## Smoothing parameters:
##   alpha = 0.1284
##   beta  = 1e-04
##   gamma = 1e-04
##
## Initial states:
##   l = 50.0049
##   b = 0.0023
##   s = 0.076 0.2267 0.2665 -0.0246 -0.2213 0.058
##       0.0038 -0.0299 -0.0568 -0.1253 -0.0949 -0.0782
##
## sigma: 0.3099
##
##      AIC      AICc      BIC
## 242.7665 250.2299 287.0544
##
## Error measures:
##              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE
## Training set -0.005382077 0.284008 0.2367794 -0.01374428 0.4734209 0.7025146
##              ACF1
## Training set 0.3838811
##
## Forecasts:
##      Point Forecast   Lo 80   Hi 80   Lo 95   Hi 95
## Sep 1997    50.13288 49.73576 50.53001 49.52553 50.74023
## Oct 1997    50.16887 49.76848 50.56926 49.55652 50.78121
## Nov 1997    50.22537 49.82174 50.62901 49.60807 50.84268
## Dec 1997    49.94836 49.54150 50.35522 49.32612 50.57060
## Jan 1998    50.14725 49.73718 50.55731 49.52011 50.77439
## Feb 1998    50.44066 50.02741 50.85391 49.80865 51.07267
## Mar 1998    50.40312 49.98670 50.81953 49.76627 51.03997
## Apr 1998    50.25472 49.83516 50.67428 49.61306 50.89638
## May 1998    50.10290 49.68022 50.52559 49.45646 50.74935
## Jun 1998    50.08832 49.66252 50.51411 49.43712 50.73951
## Jul 1998    50.06022 49.63133 50.48911 49.40429 50.71614
## Aug 1998    50.13097 49.69901 50.56293 49.47035 50.79160
## Sep 1998    50.16017 49.72515 50.59520 49.49486 50.82549
## Oct 1998    50.19616 49.75810 50.63423 49.52620 50.86612
## Nov 1998    50.25267 49.81158 50.69376 49.57808 50.92726
## Dec 1998    49.97566 49.53156 50.41975 49.29647 50.65485
## Jan 1999    50.17454 49.72745 50.62163 49.49077 50.85831
## Feb 1999    50.46796 50.01789 50.91803 49.77964 51.15628
## Mar 1999    50.43041 49.97738 50.88344 49.73756 51.12326
## Apr 1999    50.28202 49.82604 50.73800 49.58465 50.97938
## May 1999    50.13020 49.67128 50.58911 49.42835 50.83205
## Jun 1999    50.11561 49.65378 50.57744 49.40930 50.82192
## Jul 1999    50.08751 49.62277 50.55225 49.37675 50.79827
## Aug 1999    50.15827 49.69063 50.62590 49.44308 50.87345
```

- i. Quais os valores estimados para os parâmetros?
- ii. Comente sobre as características perceptíveis no gráfico do periodograma integrado para os resíduos do modelo.



```
cpgram(HW.dados.serie$residuals, main="Periodograma Integrado - Resíduos HW.dados.serie")
```

Periodograma Integrado - Resíduos HW.dados.serie



É possível observar que a curva está próxima dos limites de confiança, sugerindo que o modelo conseguiu capturar características da série temporal

- g. Compare os modelos ajustados (ARIMA e Holt-Winters). Utilizando o Critério de Informação de Akaike (AIC), indique o melhor modelo.

O modelo ARIMA apresentou valor de  $AIC = 5.37$ , enquanto o de Holt-Winters apresentou o valor de  $AIC = 242.7$ .

Com base nestes resultados, é possível concluir que o modelo ARIMA teve um desempenho superior, de acordo com o Critério de Informação de Akaike.



Exceto quando mencionado explicitamente, ou quando se tratar de citação direta ou indireta, ou quando se tratar de material alheio incorporado (como vídeos do youtube), nos limites estabelecidos pela Lei 9.610/98, todo conteúdo deste material está licenciado sob uma Licença [Creative Commons CC-BY-SA - Atribuição-Compartilha Igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).