

Séries temporais

Pedro Monteiro de Almeida Junior

Conteúdo programático

1. Conceitos iniciais em séries temporais

- Objetivos de séries temporais
- Análise descritiva com séries temporais
- Tendência
- Sazonalidade
- Estacionariedade
- exemplos práticos de aplicações em séries temporais

2. Modelos de Suavização exponencial

- Médias móveis simples
- Suavização exponencial simples
- Suavização exponencial de Holt
- Suavização exponencial sazonal de Holt-Winters

3. Modelos AR, MA, ARMA e ARIMA

- Modelos Autoregressivos (AR)
- Modelos de médias móveis (MA)
- Modelos Autoregressivos e de médias móveis (ARMA)
- Modelos Autoregressivos e de médias móveis integrados (ARIMA)
- Identificação das ordens dos modelos
- critério para seleção dos modelos

- Previsão e medidas de avaliação
- diagnóstico dos modelos
- Exemplos práticos no R

4. Projetos Práticos

- Modelos de séries temporais não gaussianas (GARMA)
- Modelos ARCH e GARCH
- Modelos de séries temporais não paramétricos
- Modelo ETS
- Exemplos práticos no R
- Introdução ao Python e aplicações

Referências bibliográficas

- [1] SHUMWAY R. H. STOFFER, D. S. Time series analysis and its applications with R examples. 3ªed. New York: Springer, 2010.
- [2] MORETTIN, P.A. Análise de Séries Temporais. S. Paulo, Edgard Blucher, 2006.
- [3] BROCKWELL, P. & DAVIS, R. Introduction to Time Series and Forecasting. Springer, 1996.
- [4] HAMILTON, J.D. Time Series Analysis.
- [5] Forecasting: Principles and Practice (3rd ed). *Rob J Hyndman and George Athanasopoulos*. Monash University, Australia. [Versão online](#)

Sites com exemplos em séries temporais

<https://www.kaggle.com/>

<https://data.world/datasets/time-series>

<https://medium.com/analytics-vidhya/10-time-series-datasets-for-practice-d14fec9f21bc>

<https://dados.gov.br/dataset>

<http://ipeadata.gov.br/Default.aspx>

<https://campinagrande.pb.gov.br/portal-da-transparencia/>

<http://dados.recife.pe.gov.br/>

<https://transparencia.joaopessoa.pb.gov.br/#/>

Conceitos iniciais em séries temporais

Uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas ao longo do tempo. A seguir, temos alguns exemplos de séries temporais:

- valores diários de precipitação de chuva em campina grande;
- quantidade de assaltos semanais em uma determinada região;
- índices diários da Bolsa de Valores de São Paulo;
- valor gasto com gasolina anualmente por órgãos públicos;
- registros do fluxo de carros em um estacionamento por hora;

Estes são alguns, dos mais diversos exemplos nos quais podemos aplicar as técnicas de séries temporais. Note que, essa técnica pode ser aplicada para diferentes medidas de tempo: Segundos, minutos, hora, dia, semana, mês e ano.

Objetivos principais

As análises usando séries temporais têm como principais objetivos:

- (i) Fazer previsões de valores futuros da série;
- (ii) Descrever o comportamento da série;
- (iii) Identificar periodicidades relevantes nos dados;

Domínio temporal e espectral

Existem, basicamente, dois enfoques usados na análise de séries temporais. No primeiro, a análise é feita sobre o domínio temporal (será o enfoque do curso) e no domínio de frequência, que temos a análise espectral com aplicações principalmente na área da engenharia e física.

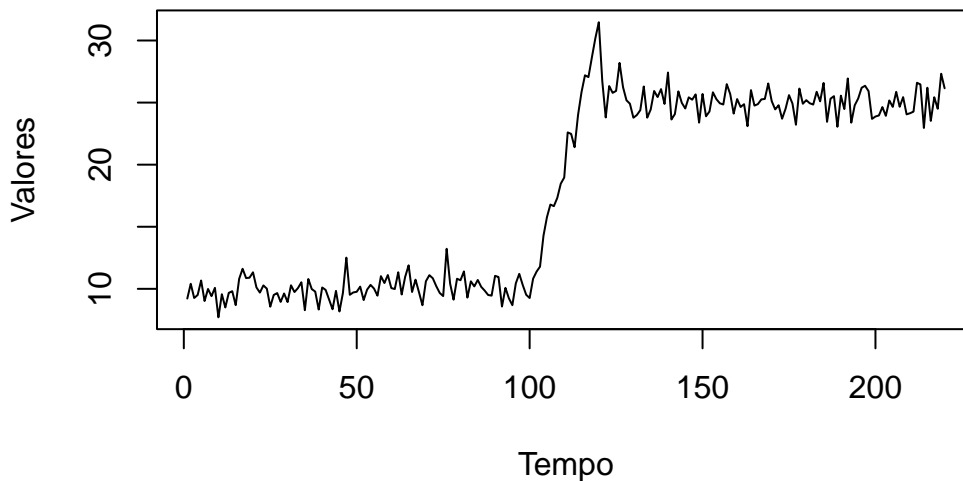
Notação

Seja Z_t uma variável aleatória no instante t (Por exemplo, a temperatura no tempo t). De modo geral, uma série temporal poderá ser representado por um vetor Z_{t_1}, \dots, Z_{t_n} .

Tendência

Uma das principais características para se observar em uma série temporal é a tendência. Ou seja, identificar se a série apresenta um comportamento crescente ou decrescente ao longo do tempo. Por exemplo, no gráfico abaixo podemos identificar que em determinado tempo a série apresentou um comportamento de tendência crescente até obter uma certa estabilidade novamente.

Exemplo de série com tendência



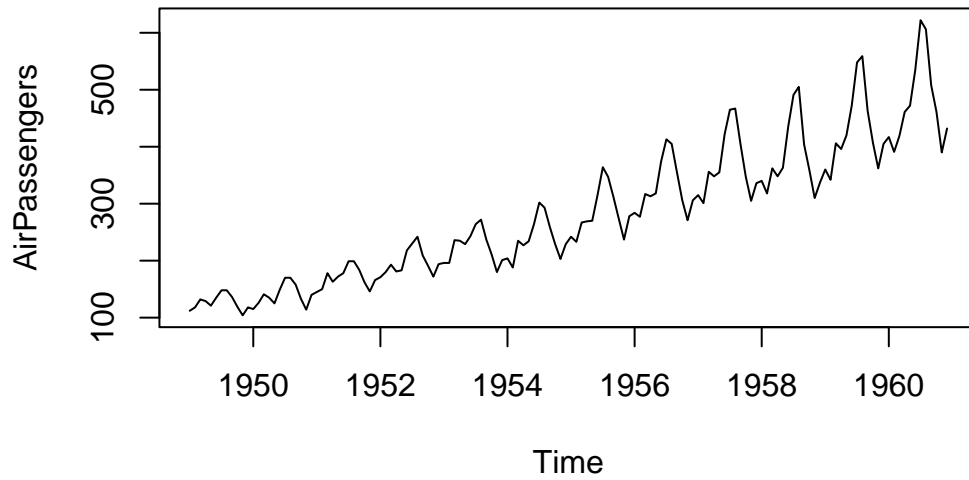
Sazonalidade

O componente de sazonalidade também é outra característica importante para observar-se em uma série temporal. Esse componente determina se existe um comportamento sazonal ou cíclico, ou seja, se uma série observada apresenta um comportamento que se repete de tempos em tempos. A seguir, é fornecido um exemplo de uma série temporal que apresenta esse tipo de comportamento.

```
## Carregando os pacotes
library(TSA)
library(forecast)

data("AirPassengers")
plot.ts(AirPassengers, main = 'Quantidade de passageiros de avião entre 1949-1960')
```

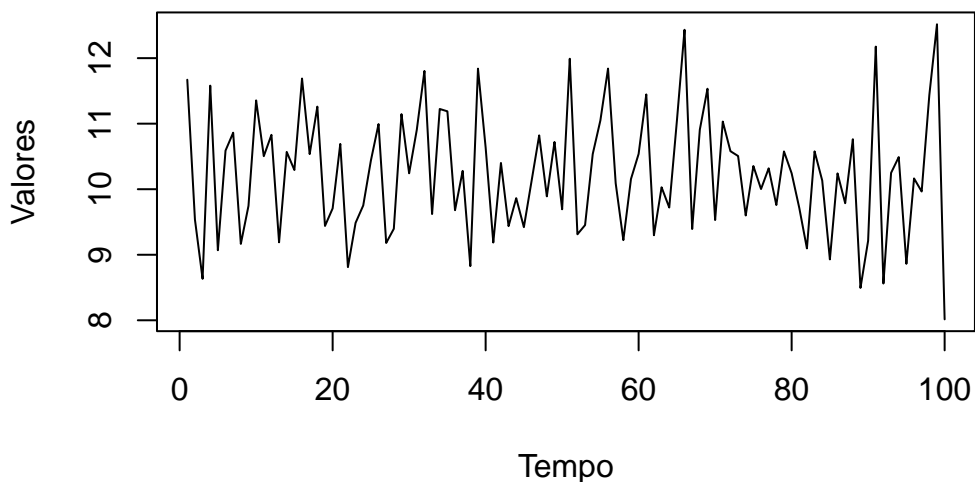
Quantidade de passageiros de avião entre 1949–1960



Estacionariedade

Uma das suposições que podemos fazer em uma série temporal é a de que ela é **estacionária**. Isto é, ao longo do tempo seus valores estão aleatoriamente próximos de uma média constante, refletindo de alguma forma um equilíbrio estável. No gráfico a seguir, temos um exemplo de uma série temporal estacionária.

Exemplo de uma série estacionária



Contudo, em várias situações práticas, vamos ter que lidar com **séries não estacionárias**. É bastante comum, por exemplo, em séries econômicas e financeiras a presença de tendências de longos períodos ou curtos períodos (o que geralmente caracteriza uma mudança de nível). Dessa forma, em alguns modelos estatísticos de séries temporais, vamos ter que “tratar” a não estacionariedade das séries através de transformações. A transformação mais comum seria tomar diferenças sucessivas da série original, até obter uma série estacionária.

Operador Diferença

o operador diferença (Δ) de primeira ordem pode ser definido como

$$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$$

a segunda diferença é

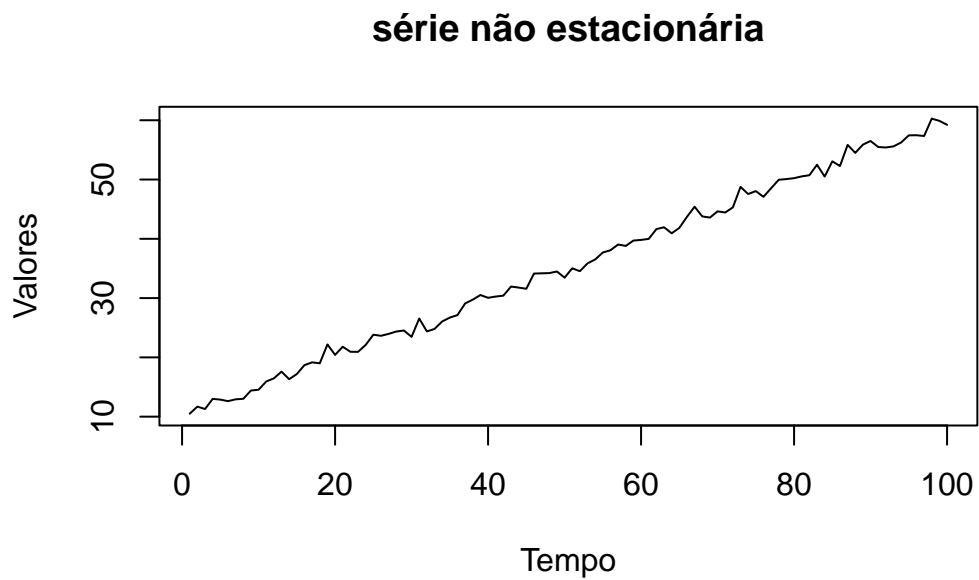
$$\Delta^2 Z_t = \Delta[\Delta Z_t] = \Delta[Z_t - Z_{t-1}]$$

De modo geral, a n-ésima diferença de Z_t é

$$\Delta^n Z_t = \Delta[\Delta^{n-1} Z_t]$$

Na prática, é comum tomar uma ou duas diferenças para tornar a série temporal estacionária. O exemplo a seguir, ilustra como o operador diferença pode tornar uma série claramente não estacionária em uma série estacionária.

```
### Exemplo simulado no R:  
x1 = c()  
for (i in 1:100) x1[i] = rnorm(1, mean = 10+(i/2), sd = 1)  
x2 = diff(x1, 1)  
  
plot.ts(x1, xlab = "Tempo", ylab = "Valores", main = "série não estacionária" )
```



```
plot.ts(x2, xlab = "Tempo", ylab = "Valores", main = "série aplicando o operador \ndiferen
```

**série aplicando o operador
diferença de primeira ordem**

