



Análise de Séries Temporais

Universidade Estadual de Santa Cruz

Ivan Bezerra Allaman

Destaques

Aplicações das
áreas de exatas

Aplicações das
áreas biológicas

Aplicações das
áreas humanas

Introdução

- As investigações empíricas dependem, em grande extensão, de dados arranjados em forma cronológica. A análise das séries temporais tem como objetivo descrever e analisar o comportamento passado da série, visando à compreensão do comportamento da série e a consequente previsão de movimentos futuros.

- Obviamente que uma **série temporal** é um conjunto de dados numéricos obtidos durante períodos regulares ao longo do tempo.
- Como exemplo podemos citar o preço diário de ações na bolsa de valores, os índices econômicos mensais como o IPCA, IGP-M entre outros.

Objetivo

- Acredita-se que os fatores que influenciaram padrões da atividade no passado e no presente continuarão a fazê-lo, mais ou menos da mesma maneira, no futuro.
- Logo precisamos identificar e isolar esses fatores de influência para fins de previsão (prognósticos), bem como para planejamento e controle gerencial.

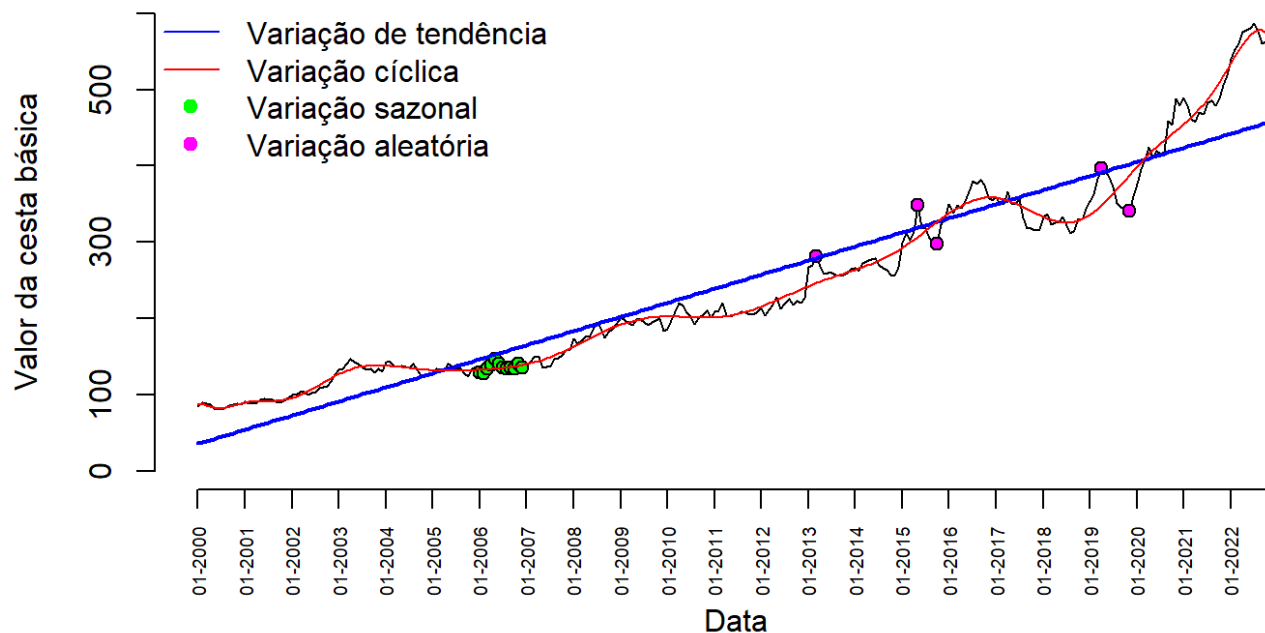
Movimentos característicos das séries temporais

- Existem diversos modelos e, alguns deles serão abordados futuramente. Devemos primeiramente saber quais componentes compõe um modelo de série temporal.
- O quadro abaixo descreve quais são os componentes e suas principais características.

Componente	Classificação do Componente	Definição	Razão para a influência	Duração
Tendência	Sistemático	Geral ou persistente, padrão de movimento de longo prazo, para cima ou para baixo	Modificações na tecnologia, na população, na renda, ..., condições climáticas, costumes sociais entre outros	Vários anos
Sazonal	Sistemático	Flutuações periódicas relativamente regulares, que ocorrem dentro de cada período de 12 meses, ano após ano	Condições climáticas, costumes sociais, costumes religiosos	Dentro de 12 meses (dados mensais ou trimestrais)
Cíclico	Sistemático	Oscilações ou movimentos repetidos para cima e para baixo, através de quatro fases: do pico (prosperidade) para a contração (recessão) para o fundo (depressão) para a expansão (recuperação o crescimento)	Interações de inúmeras combinações de fatores que influenciam a economia	Geralmente 2 a 10 anos, com diferentes intensidades para um ciclo completo
Irregular	Não-sistemático	Flutuações erráticas ou "residuais" em uma série temporal, que existem após se levarem em conta os efeitos sistemáticos (tendência, sazonal e cíclica)	Variações aleatórias nos dados ou devido a eventos não-previstos, como greves, furacões, enchentes, assassinatos políticos etc.	Curta duração e sem repetição

- Os dados a seguir se referem à valores da cesta básica da cidade de Salvador, Bahia, entre os períodos de janeiro de 2000 à dezembro de 2022. Vamos identificar os componentes citados no quadro anterior.

Salvador/BA



Modelos

- Os modelos frequentemente utilizados são o aditivo e o multiplicativo.

$$(I) \rightarrow Y = T + C + S + I$$

$$(II) \rightarrow Y = T * C * S * I$$

- O modelo (I) admite que as forças dos movimentos cíclicos, sazonal e aleatório operam com efeitos absolutos iguais, independentes da tendência. O modelo (II) admite que essas forças atuam proporcionalmente ao nível geral da série.
- Obviamente que a escolha do melhor modelo ou método vai depender da experiência do pesquisador com o assunto.

Avaliação da tendência

- Existem diversas técnicas para avaliar a tendência de uma série, desde as mais simples até as mais complexas. Será abordado apenas uma introdução de algumas técnicas mais simples e utilizadas na avaliação da tendência.

Método das médias móveis

- Como o próprio nome diz, é uma média que se “movimenta” de tempos em tempos. Tal método busca “suavizar” as variações das séries por um processo de sucessivas médias.
- Dado um conjunto de números $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$, defini-se média aritmética móvel de ordem K , à sequência de médias:

$$\begin{aligned} & \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_K}{K}; \\ & \frac{Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{K+1}}{K} \\ & \quad \vdots \\ & \frac{Y_{n+1-K} + Y_{n+2-K} + \dots + Y_n}{K} \end{aligned}$$

Observação

- Cabe ressaltar que a escolha de um número ímpar de períodos é mais usual e prático de ser utilizado, pois o resultado da média ficará centralizado no período que tem correspondência na série temporal.

1. Considere os seguintes valores coletados em 6 períodos.

tempo variável	
1	6.6
2	6.7
3	6.5
4	7.0
5	6.8
6	6.5

Calcule a média móvel utilizando 3 períodos.

Tempo	Variável
1	6.6
2	6.7
3	6.5
4	7.0
5	6.8
6	6.5

Diagram illustrating the calculation of moving averages for the 'Variável' column. Brackets group the values and point to their respective moving average results:

- Group 1 (Tempo 1-2): 6.6
- Group 2 (Tempo 2-3): 6,73
- Group 3 (Tempo 3-4): 6,77
- Group 4 (Tempo 4-5): 6,77

Tempo	Variável	Média móvel
1	6.6	-
2	6.7	6,6
3	6.5	6,73
4	7.0	6,77
5	6.8	6,77
6	6.5	-

Método dos mínimos quadrados

- Tal método já foi abordado em detalhes no assunto “Regressão linear simples”.
- Neste caso, faremos uso extensivo da mudança de variável ($t \rightarrow X$), onde $X_i = t_i - t_0$, sendo t_0 o termo médio da série.
- Suponhamos uma série com o seguintes tempos: 1976, 1977, 1978, 1979 e 1980. O tempo 1978 é o termo médio da série. Então X é calculado como: (1976-1978), (1977-1978), e assim sucessivamente. O resultado final é:

t_i	1976	1977	1978	1979	1980
X_i	-2	-1	0	1	2

2. A tabela mostra o número de auxílio-natalidade concedidos no Brasil: 1968 a 1974.

tt	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
aux	680958	720498	781704	854145	892009	900682	969696

a. Avalie a tendência por meio do método dos mínimo quadrados.

Centralizando os dados em $t_0 = 1971$ temos:

x	-3	-2	-1	0	1	2	3
aux	680958	720498	781704	854145	892009	900682	969696

Calculando o coeficiente linear tem-se:

$$b = \frac{\sum Y}{n} = \bar{y} = 828527.4$$

a. ...

Calculando o coeficiente angular tem-se:

$$a = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{1336887}{28} = 47745.96$$

Portanto, a equação estimada é:

$$\hat{y} = 828527.4 + 47745.96x$$

b. Preveja o número de auxílios para o ano de 1975.

Para previsão devemos utilizar a variável que foi transformada, ou seja, \mathbf{x} . Neste caso, o valor de $x=4$ é o valor que representa o ano de 1975. Logo:

$$y = 828527.4 + 47745.96 \cdot 4 = 1019511$$

c. Calcule o coeficiente de determinação.

$$r^2 = 1 - \frac{SQ_{erro}}{SQ_{total}} = 1 - \frac{1629585808}{65460544764} = 0.9751$$

Avaliação das variações sazonais

- O conhecimento dos fatores estacionais (ou sazonais) é útil para previsões a curto prazo. O principal objetivo consiste em obter um “índice sazonal” para cada período (mês, bimestre, trimestre, etc.), que represente uma porcentagem de sua média.
- Dentre os métodos existentes, será abordado o **método da porcentagem média**.

Método da porcentagem média

- O primeiro passo é obter os dados para cada subperíodo (mês, bimestre, etc.) como porcentagem da média anual.
- A média ou mediana das porcentagens dos diferentes anos resultam no índice sazonal para cada subperíodo.

3. Calcule e interprete o índice sazonal para cada trimestre dos dados de vendas (em milhões) da empresa Magazine Luiza entre os anos de 2018 à 2022.

	2018	2019	2020	2021	2022
1 Tri	4466.2	5718.0	7662.5	12472.7	14124.3
2 Tri	4618.8	5747.0	8567.0	13746.4	13922.7
3 Tri	4640.6	6817.6	12355.5	13843.8	14154.1
4 Tri	5942.3	8988.1	14932.2	15544.8	17959.7

Primeiro calcula-se a média de cada ano.

	2018	2019	2020	2021	2022
	4916.975	6817.675	10879.3	13901.92	15040.2

Em seguida, temos que obter um percentual de cada subperíodo de cada ano da seguinte forma:

Para 1º Tri/2018	4916,975 → 100%	Para 2º Tri/2018	4916,975 → 100%
	4466,2 → x%		4618,8 → x%

Segue a tabela completa:

	2018	2019	2020	2021	2022
1 Tri	90.83	83.87	70.43	89.72	93.91
2 Tri	93.94	84.30	78.75	98.88	92.57
3 Tri	94.38	100.00	113.57	99.58	94.11
4 Tri	120.85	131.84	137.25	111.82	119.41

O índice sazonal de cada trimestre será a média dos percentuais obtidos na tabela anterior, ou seja:

	2018	2019	2020	2021	2022	Índice sazonal
1 Tri	90.83	83.87	70.43	89.72	93.91	85.752
2 Tri	93.94	84.30	78.75	98.88	92.57	89.688
3 Tri	94.38	100.00	113.57	99.58	94.11	100.328
4 Tri	120.85	131.84	137.25	111.82	119.41	124.234

As vendas no primeiro trimestre foi 14.248% inferior comparado ao trimestre médio.

Poderíamos avaliar também, qual seria a quantia de vendas se não houvesse a sazonalidade. Por exemplo, a quantia de vendas no 2^a trimestre de 2020 sem a sazonalidade seria de:

$$\frac{8567}{92,57} \cdot 100 = 9254,62$$