

Previsão de Demanda

Miguel Cezar Santoro 2/2013

- Aula 1 – Introdução e Métodos I
- Aula 2 – Métodos II
- Aula 3 – Atividade Planilha
- Aula 4 – Métodos qualitativos

ERRO DE PREVISÃO

- Definição
 - Erro de previsão = Demanda Real – Demanda Prevista
- Principais indicadores de erro ou desvio de previsão
 - Erro Médio – ME
 - Erro Absoluto Médio – MAD
 - Erro Quadrático Médio – MSD
 - Erro Percentual Absoluto Médio – MAPE

ERRO DE PREVISÃO

Erro Médio

$$ME = \sum_{t=1}^N \frac{(D_t - F_t)}{n}$$

D_t = Demanda do período t

F_t = Previsão (forecast) para o período t

ERRO DE PREVISÃO

Erro Absoluto

$$MAD = \sum_{t=1}^N \frac{|D_t - F_t|}{n}$$

D_t = Demanda do período t

F_t = Previsão (forecast) para o período t

ERRO DE PREVISÃO

Erro Quadrático Médio

$$MSD = \sum_{t=1}^N \frac{(D_t - F_t)^2}{n}$$

D_t = Demanda do período t

F_t = Previsão (forecast) para o período t

ERRO DE PREVISÃO

Erro Percentual Absoluto Médio

$$MAPE = \sum_{t=1}^N \frac{\left| \frac{D_t - F_t}{D_t} \right|}{n}$$

D_t = Demanda do período t

F_t = Previsão (forecast) para o período t

Média Móvel

- Preocupa-se em fazer a média da demanda passada para projetar a demanda futura.
- Objetivo:
 - Suavizar as flutuações aleatórias e ao mesmo tempo ser sensível a quaisquer possíveis mudanças
- Procedimento:
 - Média de “n” períodos anteriores, suavizando a variação e procurando a “tendência”.

Média Móvel

$$\text{Previsão de Média Móvel (MM)} = \sum_{i=t-n+1}^t \frac{\text{demanda real}_i}{n}$$

onde

i = número do período

t = período atual (período mais recente de demanda conhecida)

n = número de períodos da média móvel

EXEMPLO MÉDIA MÓVEL

MÊS	VENDA	MÉDIA MÓVEL 3 MESES	MÉDIA MÓVEL 6 MESES
1	105		
2	95		
3	114		
4	106		
5	126		
6	135		
7	125		
8	111		
9	131		
10	135		
11	116		
12	124		
13			

EXEMPLO MÉDIA MÓVEL

MÊS	VENDA	MÉDIA MÓVEL 3 MESES	MÉDIA MÓVEL 6 MESES
1	105		
2	95		
3	114		
4	106	104,7	
5	126	105,0	
6	135	115,3	
7	125	122,3	113,5
8	111	128,7	116,8
9	131	123,7	119,5
10	135	122,3	122,3
11	116	125,7	127,2
12	124	127,3	125,5
13		125,0	123,7

- Excel

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

- SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

$$B_t = B_{t-1} + \alpha \cdot (D_t - B_{t-1})$$

α = CONSTATNE DE SUAVIZAÇÃO $0 \leq \alpha \leq 1$

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

- SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

$$B_t = B_{t-1} + \alpha \cdot (D_t - B_{t-1})$$

α = CONSTATNE DE SUAVIZAÇÃO $0 \leq \alpha \leq 1$

- Supõe que a demanda é constante com base igual B
- A base é corrigida a cada novo dado disponível, incorporando parte do erro de previsão ($D_t - B_{t-1}$)

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

- SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

$$B_t = B_{t-1} + \alpha \cdot (D_t - B_{t-1})$$

Gera a fórmula mais comum de cálculo

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1}$$

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

- SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

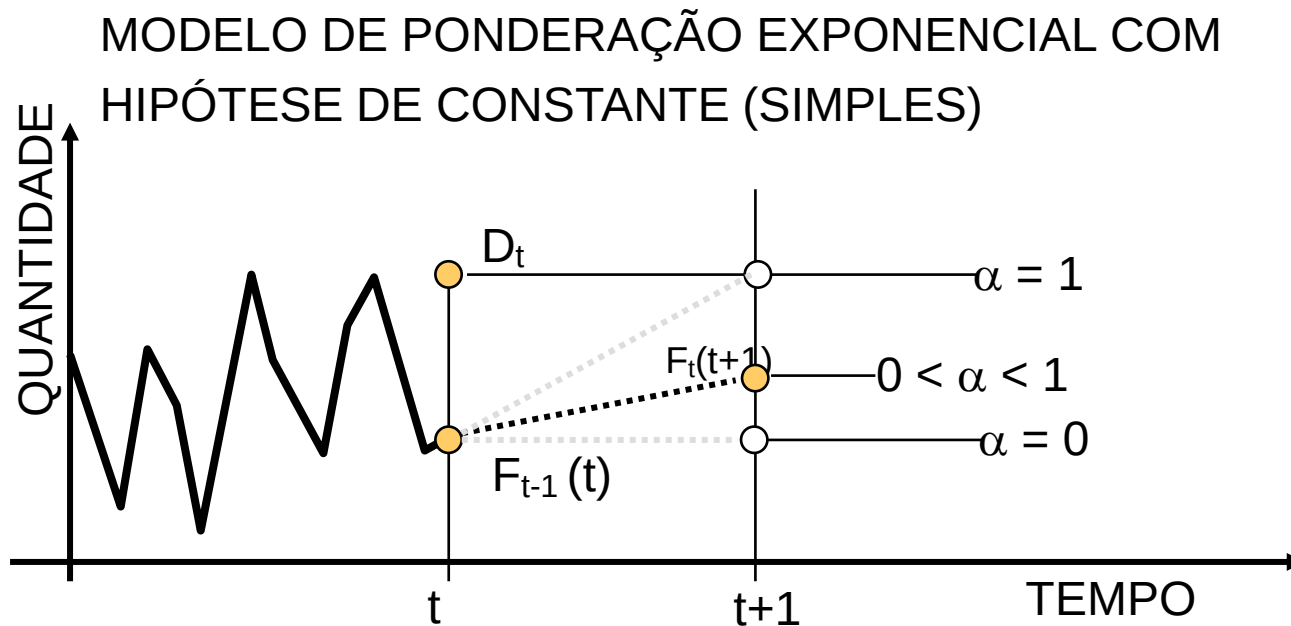
$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1}$$

Pode-se demonstrar que todas as demandas anteriores entram no cálculo

$$B_t = \alpha \cdot D_t + \alpha \cdot (1 - \alpha) \cdot D_{t-1} + \alpha \cdot (1 - \alpha)^2 \cdot D_{t-2} + \dots + \alpha \cdot (1 - \alpha)^{t-1} \cdot D_1 + (1 - \alpha)^t \cdot B_0$$

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

- SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES



$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1}$$

$$F_t(t+k) = B_t \quad k = 1, 2, \dots$$

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

Mês	Venda	Base	Previsão
		100	
1	105		
2	95		
3	114		
4	106		
5	126		
6	135		
7	125		
8	111		
9	131		
10	135		
11	116		
12	124		
13			

Utilizando os dados da tabela, e adotando $\alpha = 0,2$, faça a previsão de demanda para 1 mês adiante.

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1}$$

$$F_t(t + k) = B_t \quad k = 1, 2, \dots$$

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

Mês	Venda	Base	Previsão
		100	
1	105	101,00	<i>100</i>
2	95	99,80	<i>101,00</i>
3	114	102,64	<i>99,80</i>
4	106	103,31	<i>102,64</i>
5	126	107,85	<i>103,31</i>
6	135	113,28	<i>107,85</i>
7	125	115,62	<i>113,28</i>
8	111	114,70	<i>115,62</i>
9	131	117,96	<i>114,70</i>
10	135	121,37	<i>117,96</i>
11	116	120,29	<i>121,37</i>
12	124	121,04	<i>120,29</i>
13			<i>121,04</i>

Utilizando os dados da tabela, e adotando $\alpha = 0,2$, faça a previsão de demanda para 1 mês adiante.

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1}$$

$$F_t(t + k) = B_t \quad k = 1, 2, \dots$$

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

- SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

<Excel>

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

- MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM HIPÓTESE DE TENDÊNCIA (HOLT)

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}$$

$$F_t(t + k) = B_t + kT_t \quad k = 1, 2, \dots$$

onde:

D_t - demanda do período t ,

B_t - base ao final do instante t ,

T_t - tendência ao final do instante t ,

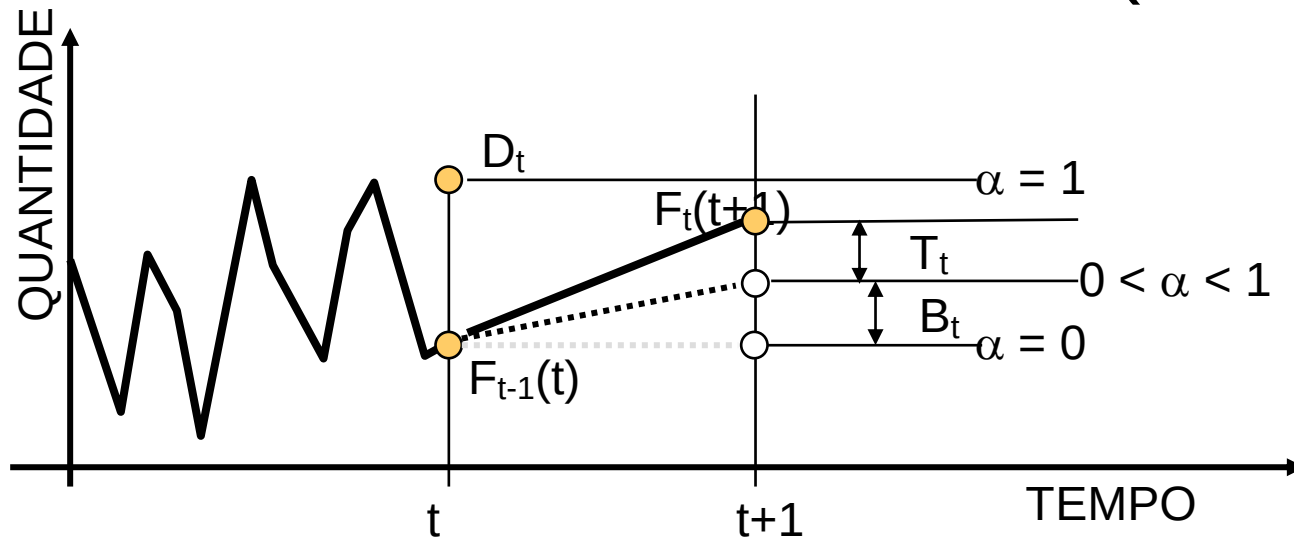
α - constante de suavização para Base,

β - constante de suavização para Tendência,

$F_t(u)$ - previsão ao final do período t para o período u ($u > t$).

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

- MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM HIPÓTESE DE TENDÊNCIA (HOLT)



$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta \cdot (B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}$$

$$F_t(t+k) = B_t + k \cdot T_t$$

Métodos Baseados na Suavização Exponencial

- MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM HIPÓTESE DE TENDÊNCIA (HOLT)

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$$

A primeira equação incorpora uma parte do erro de previsão como correção da base B (usando α como coeficiente de suavização).

$$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}$$

A segunda equação incorpora uma parte da variação da base como correção do incremento T da trajetória (usando β como coeficiente de suavização).

$$F_t(t + k) = B_t + kT_t \quad k = 1, 2, \dots$$

A equação de previsão é a soma da base B com o incremento T

PREVISÃO DE DEMANDA

MODELO DE PONDERAÇÃO EXPONENCIAL COM HIPÓTESE DE
CONSTANTE (Sem Tendência) E SAZONALIDADE α E γ (WINTER)

$$B_t = \alpha \cdot (D_t / I_{t-L}) + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1}$$

$$I_t = \gamma (D_t / B_t) + (1 - \gamma) I_{t-L}$$

$$F_t(t+k) = B_t \cdot I_{t-L+k} \quad k = 1, 2, \dots, L$$

onde:

D_t - demanda do período t ,

B_t - base ao final do instante t ,

I_t - índice de sazonalidade do instante t ,

α - constante de suavização para Base,

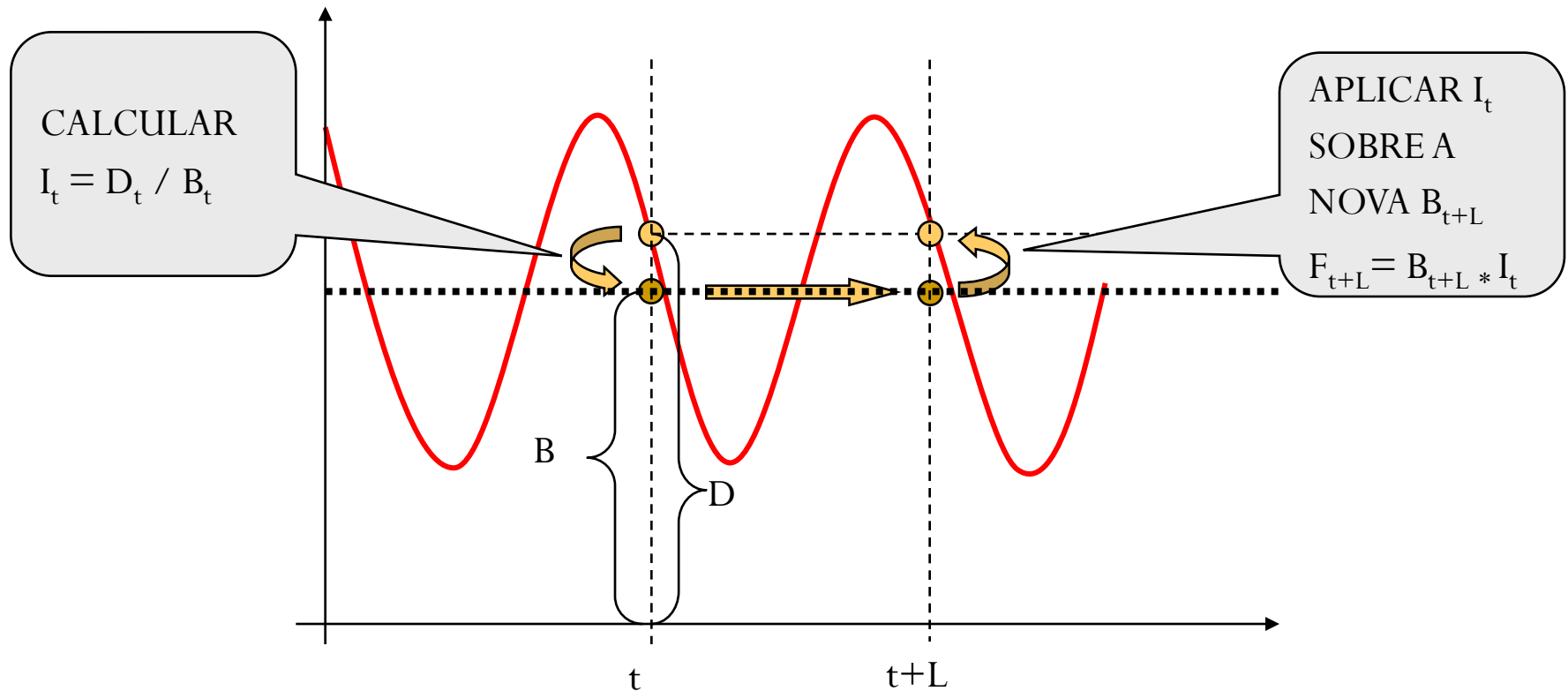
γ - constante de suavização para Sazonalidade,

$F_t(u)$ - previsão ao final do período t para o período u ($u > t$)

L - Tempo de uma estação completa

PREVISÃO DE DEMANDA

MODELO DE PONDERAÇÃO EXPONENCIAL COM HIPÓTESE DE
CONSTANTE E SAZONALIDADE α E γ (WINTER)



PREVISÃO DE DEMANDA

MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM HIPÓTESE DE CONSTANTE E SAZONALIDADE α E γ (WINTER)

- Tem-se L valores de I guardados, um para cada fase da sazonalidade
- Usa-se o valor de I do período $t - L + 1$ para a projeção F do mês $t+1$
- Usa-se o valor de I do período $t - L + 2$ para a projeção F do mês $t+2$

PREVISÃO DE DEMANDA

MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM HIPÓTESE DE TENDÊNCIA

E SAZONALIDADE α , β E γ (HOLT-WINTER)

$$B_t = \alpha \cdot \frac{D_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}$$

$$I_t = \gamma \cdot \frac{D_t}{B_t} + (1 - \gamma) \cdot I_{t-L}$$

$$F_t(t+k) = (B_t + kT_t) \cdot I_{t-L+k} \quad k = 1, 2, \dots, L$$

onde:

D_t - demanda do período t ,

B_t - base ao final do instante t ,

T_t - tendência ao final do instante t ,

I_t - índice de sazonalidade do instante t ,

α - constante de suavização para Base,

β - constante de suavização para Tendência,

γ - constante de suavização para Sazonalidade,

$F_t(u)$ - previsão ao final do período t para o período u ($u > t$)

L - Tempo de uma estação completa

PREVISÃO DE DEMANDA

MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM HIPÓTESE DE TENDÊNCIA E SAZONALIDADE α , β E γ (HOLT-WINTER)

- EFETUA-SE A DESSAZONALIZAÇÃO COMO NO MODELO DE HOLT ANTERIOR (D_t / I_{t-L})
- SUAVIZA-SE A BASE B (α), A TENDÊNCIA T (β)
- CALCULA-SE A PROJEÇÃO SEM SAZONALIDADE COMO NO MODELO DE TENDÊNCIA ($B_t + kT_t$)
- COLOCA-SE A SAZONALIDADE DO PERÍODO A SER PROJETADO, USANDO O ÍNDICE I CALCULADO L PERÍODOS ATRÁS.

$$F_t(t+k) = (B_t + kT_t) \cdot I_{t-L+k} \quad k = 1, 2, \dots, L$$

- SUAVIZA-SE A SAZONALIDADE (γ) PARA USO DAQUI A L PERÍODOS

Resumo das previsões

Método	Demanda Base	Tendência	Sazonalidade	Previsão
Média Móvel	Previsão de Média Móvel (MM) = $\sum_{i=t-n+1}^t \frac{\text{demanda real}_i}{n}$			
SE – Simples	$B_t = B_{t-1} + \alpha \cdot (D_t - B_{t-1})$	N/A	N/A	$F_t(t+k) = B_t$ $k = 1, 2, \dots$
SE – Holt	$B_t = \alpha \cdot D_t + (1-\alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$	$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1-\beta) \cdot T_{t-1}$	N/A	$F_t(t+k) = B_t + kT_t$ $k = 1, 2, \dots$
SE – Winter	$B_t = \alpha \cdot (D_t / I_{t-L}) + (1-\alpha) \cdot B_{t-1}$	N/A	$I_t = \gamma (D_t / B_t) + (1-\gamma) I_{t-L}$	$F_t(t+k) = B_t \cdot I_{t-L+k}$ $k = 1, 2, \dots, L$
SE – Winter-Holt	$B_t = \alpha \cdot \frac{D_t}{I_{t-L}} + (1-\alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$	$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1-\beta) \cdot T_{t-1}$	$I_t = \gamma \cdot \frac{D_t}{B_t} + (1-\gamma) \cdot I_{t-L}$	$F_t(t+k) = (B_t + kT_t) \cdot I_{t-L+k}$ $k = 1, 2, \dots, L$