

5. Métodos de previsão por amortecimento exponencial

- 5.1. Métodos baseados num modelo de nível constante
- 5.2. Métodos baseados num modelo com tendência linear
- 5.3. Métodos baseados num modelo com tendência quadrática
- 5.4. Métodos baseados em modelos sazonais
- 5.5. Busca do valor das constantes de amortecimento
- 5.6. Conclusão
- 5.7. Apêndices

Os métodos de amortecimento exponencial (*exponential smoothing*) são extensões dos métodos de médias móveis que vimos no Cap. 4, e baseiam-se também na idéia de *atualização iterativa* das estimativas dos parâmetros do modelo. Isto é coerente com a idéia de que os modelos empregados sejam *locais*, válidos apenas numa janela de tempo limitada; por isso, adotar um modelo linear (por exemplo) não implica supor que todos os valores da série evoluam em torno de uma linha reta única, mas sim que a série se comporta em pequenos trechos de forma linear, com parâmetros (nível e tendência) que podem variar um pouco ao longo do tempo e devem por isso ser re-estimados a cada passo. A diferença entre estes dois métodos é que, nas médias móveis, as estimativas feitas com os dados mais recentes *substituem* as estimativas anteriores (que são descartadas); no amortecimento exponencial, as estimativas feitas com os dados mais recentes são *combinadas* com as estimativas anteriores, por meio de médias ponderadas.

Há várias formas de implementar esta idéia; veremos a seguir algumas das que têm sido mais usadas na prática. Os primeiros métodos foram criados por Robert G. Brown nos anos 1940s, e foram publicados a partir de 1956 [1]. Por isso, o método básico, o *amortecimento exponencial simples*, usado quando a série tem nível constante, é também chamado às vezes de *método de Brown*. Se existe uma tendência na série, deve ser usado um método que leve em conta esta tendência; um destes métodos é o *amortecimento exponencial duplo de Brown*, baseado em médias amortecidas simples e duplas, e num sistema de duas equações que permitem a estimação simultânea do nível e da tendência. Charles Holt propôs outro método [2], no qual as estimações do nível e da tendência são feitas recursivamente por duas equações separadas, cada qual com sua própria constante de amortecimento. Por fim, se as séries são sazonais, há o método de *Holt-Winters* [3] uma generalização do método de Holt, que permite a estimação de fatores sazonais. Neste método há três equações – para nível, tendência e fatores sazonais –, cada qual com sua própria constante de amortecimento.

Em todos os métodos de amortecimento exponencial que veremos a seguir, suporemos que os valores observados podem ser representados por um modelo no qual o nível μ_t , dado por uma função determinística do tempo, é somado a um erro aleatório ε_t :

$$Z_t = \mu_t + \varepsilon_t$$

onde

μ_t : nível médio no instante t

ε_t : variáveis aleatórias i.i.d., caracterizadas por $E(\varepsilon_t) = 0$ e $V(\varepsilon_t) = \sigma^2$

Este nível, por sua vez, pode seguir um modelo constante, um modelo linear ou um quadrático:

nível constante	→	$\mu_t = a$
nível variando de forma linear	→	$\mu_t = a + bt$
nível variando de forma quadrática	→	$\mu_t = a + bt + ct^2$

Como será visto a seguir, nestes métodos a estimação dos parâmetros é feita por meio de procedimentos recursivos, e não pela minimização de uma função de erro escolhida, como é usual na Estatística. No entanto, como veremos mais tarde, alguns destes métodos de amortecimento podem ser considerados como casos particulares de modelos estatísticos mais gerais.

Nota: o *amortecimento* exponencial é também chamado às vezes de *alisamento* exponencial, ou de *suavização* exponencial (tradução recomendada pela Sociedade Portuguesa de Estatística e pela Associação Brasileira de Estatística [⁴]).

Referências

- [1] Brown, Robert G. (1956). *Exponential smoothing for predicting demand*. Cambridge (MA): Arthur D. Little, Inc. Disponível em: <https://www.industrydocuments.ucsf.edu/docs/jzlc0130> (acessado em jan / 2021).
- [2] Holt, Charles C. (1957). Forecasting Trends and Seasonal by Exponentially Weighted Averages. Office of Naval Research Memorandum. 52. reprinted in Holt, Charles C. (Jan–Mar 2004). Forecasting Trends and Seasonal by Exponentially Weighted Averages. *Int Journal of Forecasting*. 20 (1): 5–10.
- [3] Winters, P. R. (1960). Forecasting sales by exponentially smoothing weighted moving averages. *Management Science*, **6**, 324-342.
- [4] Paulino, C. D.; Pestana, D.; Branco, J.; Singer, J.; Barroso, L.; Bussab, W. (2011). *Glossário Inglês-Português de Estatística*. 2ª. ed. Sociedade Portuguesa de Estatística e Associação Brasileira de Estatística.