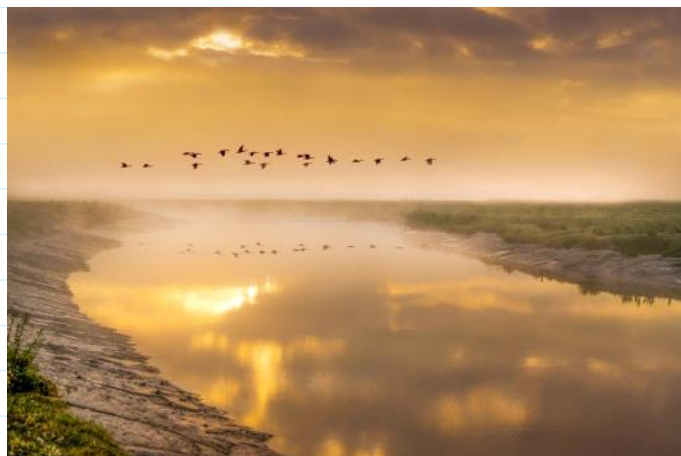


A formulação mais natural de um **modelo de séries temporais estacionárias** é uma **regressão linear dos valores passados** da própria série.

É a origem do termo **Autoregressivo**. Os modelos autoregressivos são muito práticos e são a forma mais popular de descrever séries temporais.



Fonte: www.pixabay.com

1. Definição

2. Ajustamento

Identificação do modelo

Estimativa dos parâmetros

Análise dos resíduos

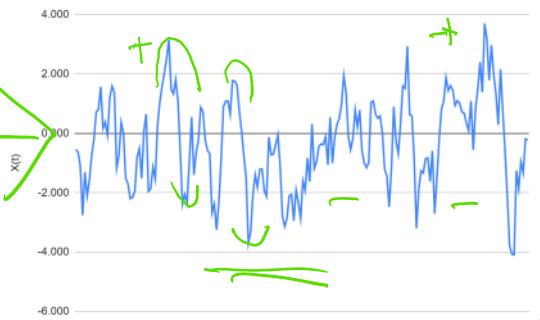
Definição

Um modelo autoregressivo de ordem p $AR(p)$ é baseado na combinação linear das observações passadas:

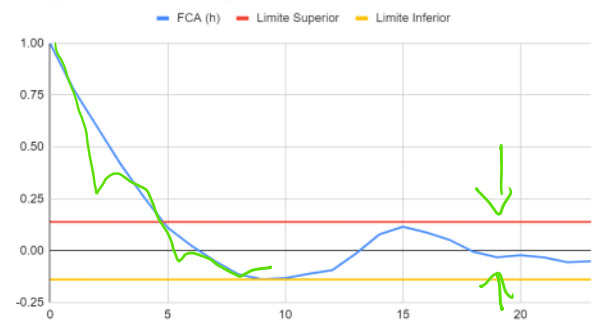
$$X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-2} + \dots + \alpha_p X_{t-p} + E_t$$

Em que, o termo de perturbação E_t vem de um processo de ruído branco (iid), sendo também (estocasticamente) independente de $X_{t-1}, X_{t-2} \dots$. Assim, E_t pode ter o poder de "comandar" a série em uma nova direção (!).

$$X_t = 0.8 \cdot X_{t-1} + E_t [= \text{normal}(0,1)]:$$



Função de Autocorrelação



★ **Atenção:** Modelos de $AR(p)$ devem ser ajustados apenas para séries temporais estacionárias, i.e. qualquer tendência e efeitos sazonais potenciais precisam ser primeiramente removidos. Precisamos também certificar que o processo $AR(p)$ é estacionário, ou seja:

- Possui média global zero;

- $\sigma_X^2 = \frac{\sigma_{E^2}}{1 - \alpha_1^2}$ para um processo $AR(1)$;

★ $AR(1)$ só pode ser estacionário se $|\alpha_1| < 1$. Entretanto, a dependência da série com o passado não pode ser muito elevado ($|\alpha_1|$ próximo de 1), pois a memória simplesmente desaparece... Se $|\alpha_1| > 1$, o processo diverge.

- As raízes do polinômio característico devem ser maiores que 1 em valores absolutos para que $AR(p)$ seja considerado um processo estacionário.

★ A maioria das séries temporais possuem uma média global diferente de zero (!). Neste caso,

✳ A maioria das series temporais possuem uma média global diferente de zero (!). Neste caso, defini-se o seguinte processo:

$$Y_t = m + X_t = m + \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-2} + \dots + \alpha_p X_{t-p} + E_t$$

Y_t é um processo AR(p) deslocado em m , i.e. possui todas as propriedades de dependência de AR(p), mas possui uma média global diferente de zero.

De fato, quando se fala em modelo autoregressivo, a maioria das pessoas estão pensando em Y_t e não em X_t (!).

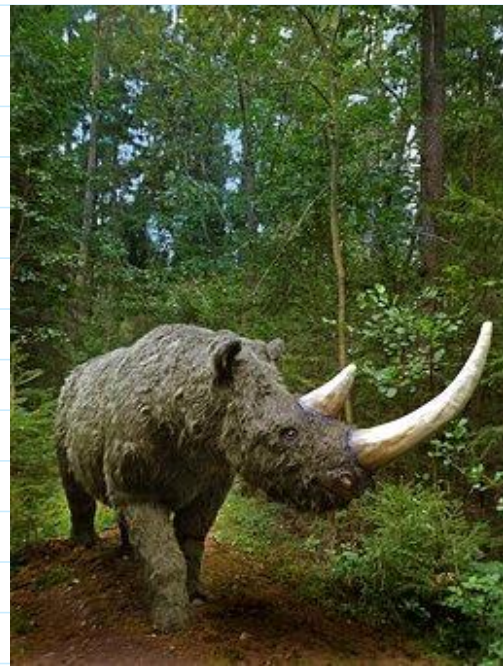


Fonte: www.pixabay.com

Fitting (Ajustamento)

Ajustar um AR(p) envolve basicamente três passos:

- ★ 1) O modelo e a sua ordem p precisam ser indentificados;
- ★ 2) Os parâmetros do modelo $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ precisam ser estimados;
- ★ 3) A qualidade do modelo ajustado precisam ser avaliados por uma análise dos resíduos E_t .

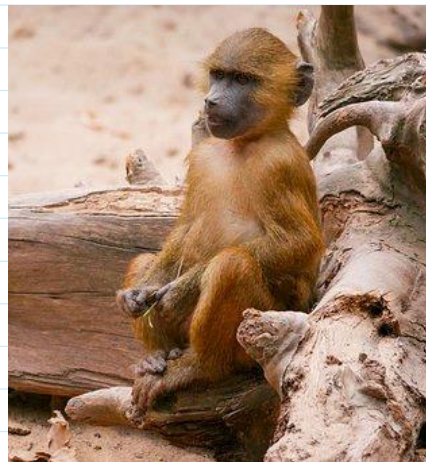


Fonte: www.pixabay.com

Identificação do modelo

A minha série é gerada a partir de um processo AR(p)?

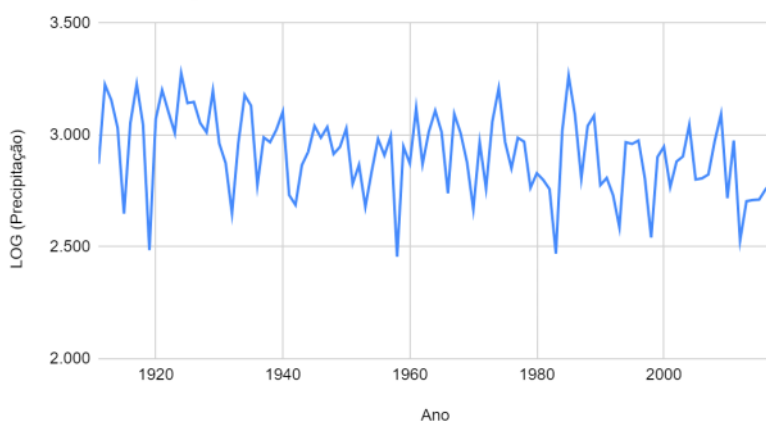
- ★ 1) A série temporal precisa ser necessariamente estacionária (!);
- ★ 2) Apresentar aproximadamente uma função de autocorrelação com decaimento exponencial;
- ★ 3) Apresentar uma função de autocorrelação parcial com um claro "corte" na correlação em algum passo p (menor que 5-10).



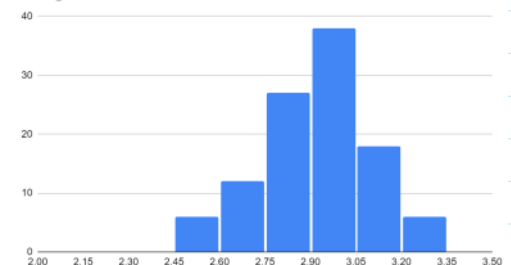
Fonte: www.pixabay.com

1) Fonte: Estacio (2020)

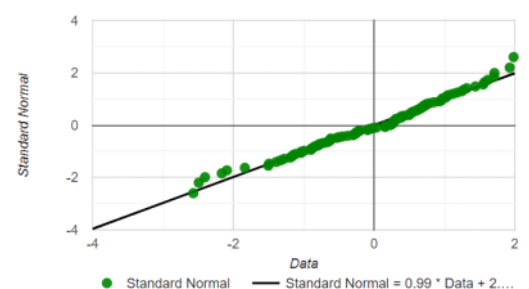
LOG (Precipitação Anual)



Histograma

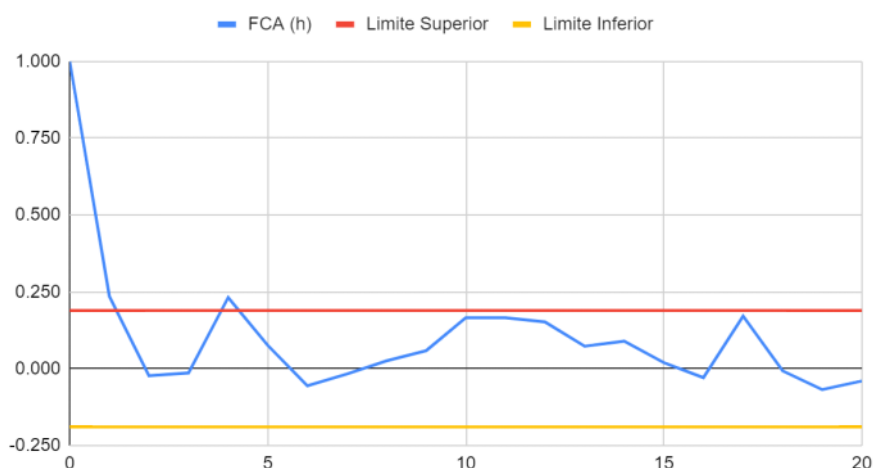


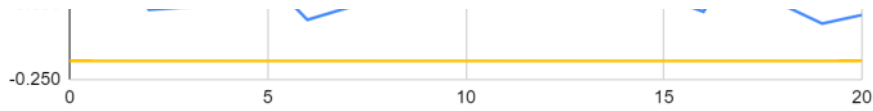
QQ - Plot



2)

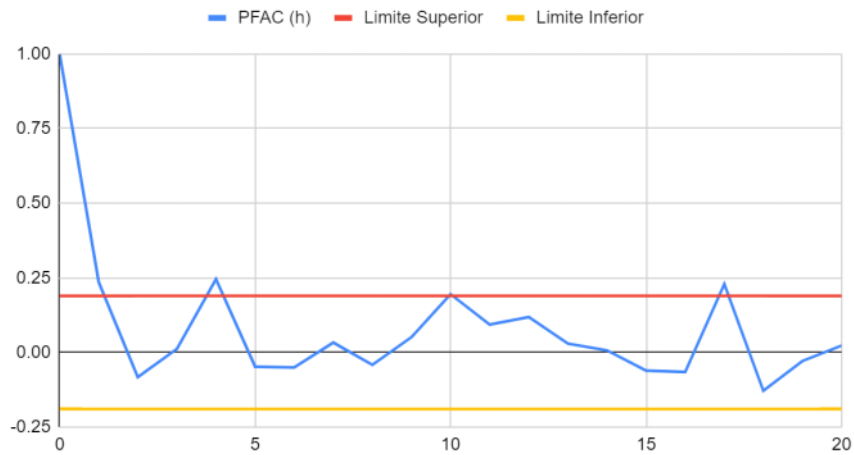
Função de Autocorrelação





3)

Função de Autocorrelação Parcial



Possíveis valores p:
1, 4, 10 e 17.

Referência:

Estácio, Ályson Brayner Sousa. Climate change and model parameter uncertainties propagated to ungauged reservoir catchments in Ceará: A study for water availability assessment.

Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, **Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza, p.67. **2020**.

Estimativa dos parâmetros

Análise dos resíduos

Resumo