

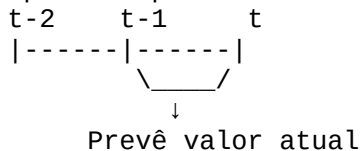
## 1. Parâmetro $p$ — AutoRegressivo (AR)

O parâmetro  $p$  indica quantos valores **anteriores da própria série** serão usados para prever o próximo valor.

### Exemplo visual:

Imagine uma série onde o valor atual depende dos anteriores:

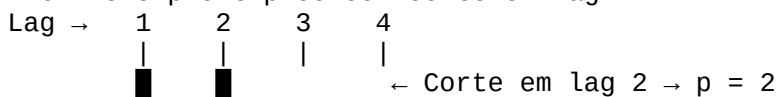
Exemplo com  $p = 2$



### Gráfico PACF (Partial Autocorrelation Function):

Usado para escolher o  $p$ . Ele mostra até onde os valores anteriores estão **parcialmente correlacionados** com o presente.

PACF: exemplo típico com corte em lag 2



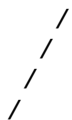
## 2. Parâmetro $d$ — Integração (Diferença)

$d$  é o número de vezes que aplicamos a **diferença entre os valores** da série para torná-la estacionária (sem tendência).

### Exemplo visual:

Série original com tendência crescente:

Série original (com tendência)



Depois de 1ª diferença ( $d=1$ ):

Série após  $d = 1$



### Quando usar $d$ ?

- Se a série tem **tendência**, aplique  $d = 1$ .
- Se ainda não for estacionária, tente  $d = 2$  (raro).

## 3. Parâmetro $q$ — Média Móvel (MA)

$q$  representa o número de **erros anteriores** considerados na previsão.

### Exemplo visual:

Erro anterior afeta previsão atual:  
 $e(t-1) \rightarrow$  usado para prever  $y(t)$

$q = 1 \rightarrow$  usa erro do período anterior

$q = 2 \rightarrow$  usa dois erros anteriores

### Gráfico ACF (Autocorrelation Function):

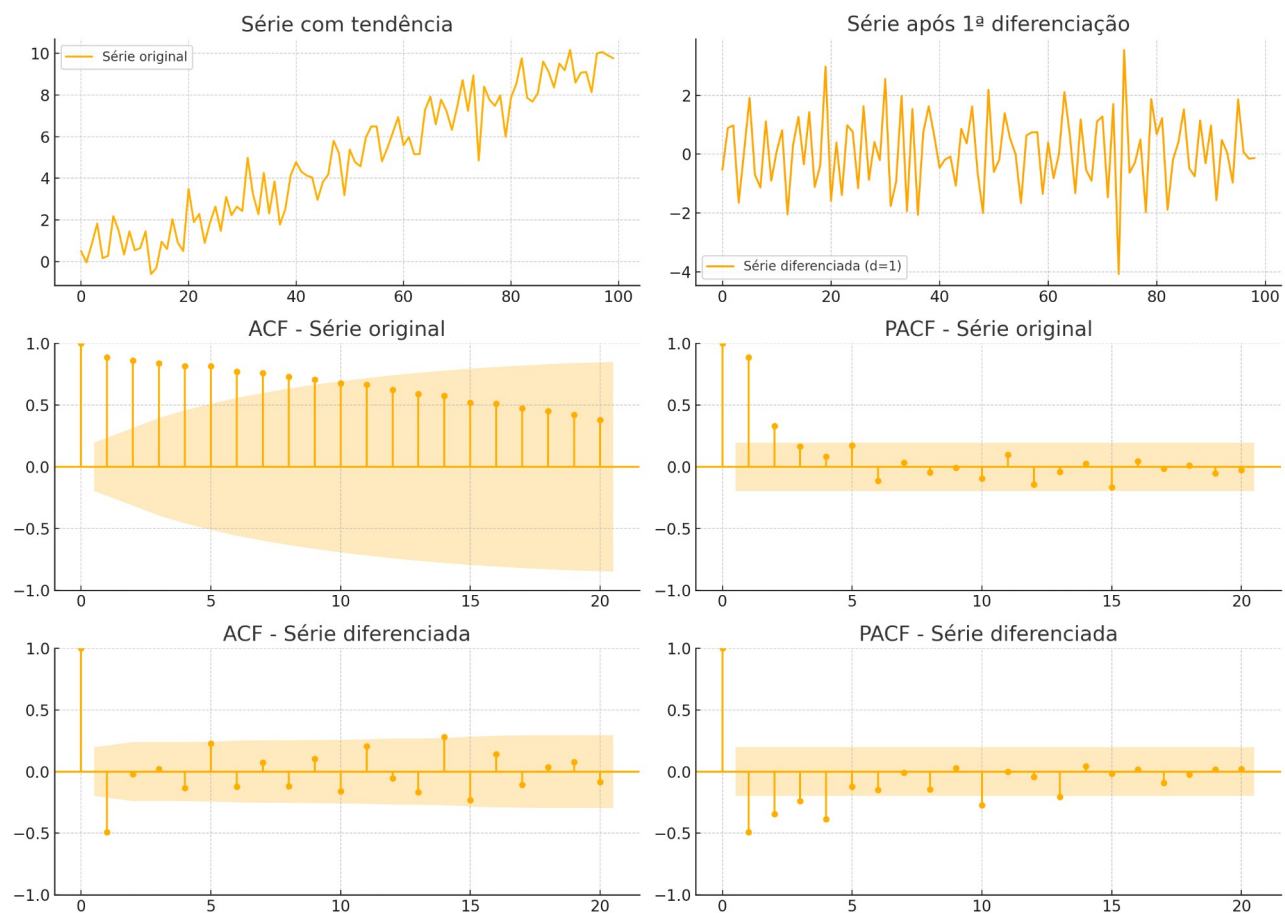
Ajuda a escolher  $q$ , mostrando até onde os **erros passados** têm correlação.

ACF: exemplo com corte em lag 1

Lag  $\rightarrow$  1 2 3  
| | |  
■ | |  
 $\leftarrow$  Corte em lag 1  $\rightarrow q = 1$

## Resumo visual

Parâmetro	Significado	Gráfico usado para identificar	Exemplos comuns
$p$	Termos autoregressivos (lags $Y$ )	PACF	0, 1, 2, 3
$d$	Número de diferenças (estacionar)	Série original	0, 1, 2
$q$	Termos de média móvel (lags erro)	ACF	0, 1, 2, 3



Com base nos gráficos:

- $d = 1$  parece adequado (pois removeu a tendência).
- $p \approx 1$  ou  $2$  (baseado no PACF da série diferenciada).
- $q \approx 1$  (baseado no ACF da série diferenciada).

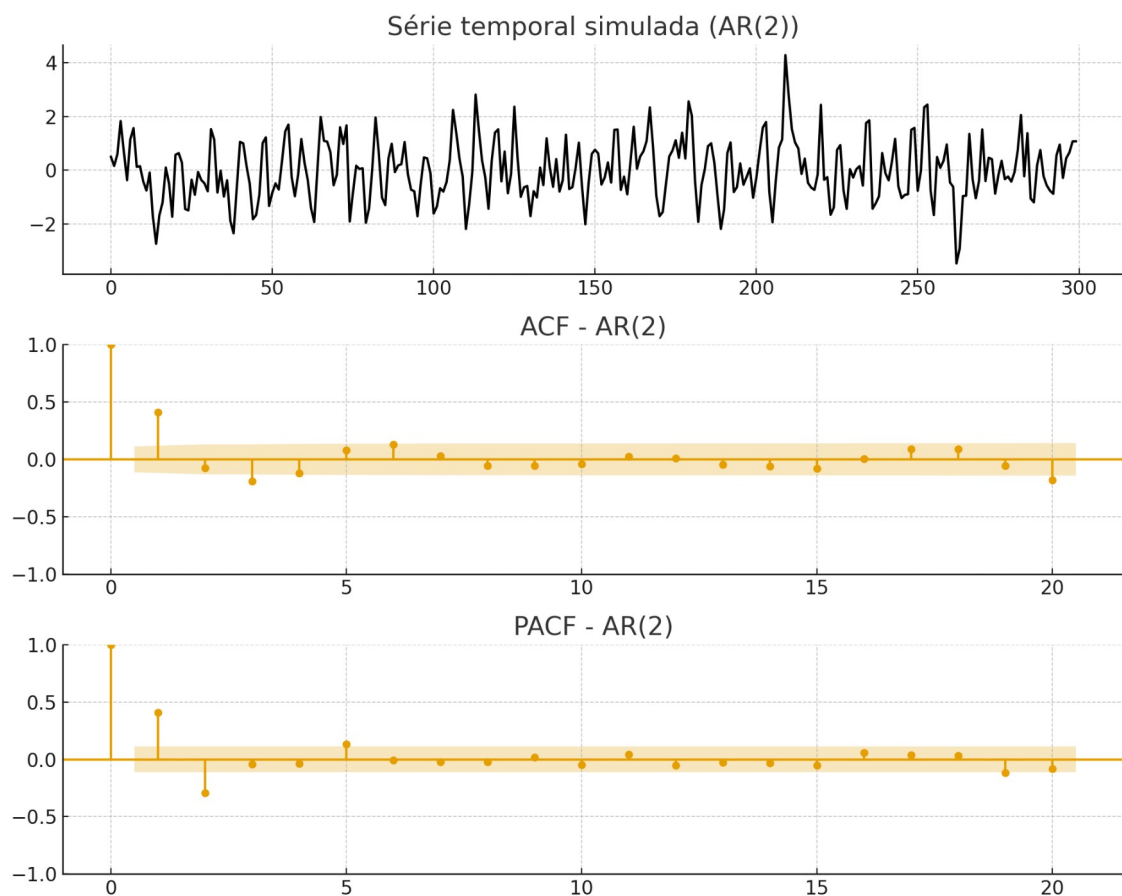
## Limites práticos para $(p, d, q)$ :

### $p$ – AutoRegressivo (AR)

- **Limite prático comum:** até 5 ou 6.
- Pode ser maior (10, 20 ou mais), **mas cuidado com overfitting** e perda de interpretabilidade.
- Modelos AR de ordem muito alta tendem a ser **instáveis** e difíceis de interpretar.

💡 Dica: Se o **PACF** mostrar cortes após lag 2 ou 3, já é suspeito usar  $p > 5$ .

### Outro Exemplo:



Aqui está o gráfico de **PACF (Partial Autocorrelation Function)** para a série simulada:

- Os **lags** que aparecem com barras ultrapassando a faixa azul (intervalo de confiança) indicam onde o termo **AR(p)** pode ser significativo.
- Nesse exemplo, vemos que apenas os primeiros lags (1 e talvez 2) são relevantes. Isso sugeriria um **modelo AR(1)** ou **AR(2)** como ponto de partida.

## ● d – Diferença (Integração)

- **Valores comuns:** 0, 1 ou no máximo 2.
- $d = 0$  → série já estacionária.
- $d = 1$  → tendência simples.
- $d = 2$  → tendência mais forte, mas é **raro**.

△  $d \geq 3$  normalmente indica problema grave de **não estacionaridade**, e **não é recomendado**, pois pode tornar o modelo instável ou fazer a série perder significado.

## ● q – Média Móvel (MA)

- **Limite prático comum:** até 5 ou 6, assim como p.
- Aumentar muito q pode causar **problemas numéricos** na estimação dos coeficientes.
- A análise da **ACF** ajuda a limitar o valor ideal de q.

## ▨ Limites técnicos (implementação)

Algumas bibliotecas podem ter restrições internas:

- `statsmodels` e `pmdarima` permitem valores maiores, mas **o tempo de processamento cresce rapidamente**.
- Modelos com  $(p + q) > 20$  podem travar, ou ter **problemas de convergência**.

## ☑ Boas práticas

Parâmetro	Valores recomendados	Cuidado
p	0 a 5	Overfitting se muito alto
d	0, 1, 2	$d > 2$ raramente necessário
q	0 a 5	Instabilidade se muito alto

## Resumo

Não há um limite fixo, mas sim um equilíbrio entre:

- Qualidade da previsão
- Simplicidade do modelo
- Estabilidade numérica
- Capacidade de generalização

## Tabela-Resumo dos Parâmetros do ARIMA

Parâmetro	Significado	Função no modelo	Valores recomendados	Como identificar	Alertas / Cuidados
p	AutoRegressivo (AR)	Usa valores anteriores da própria série	0 a 5	Gráfico <b>PACF</b>	p alto pode causar <b>overfitting</b>
d	Diferença (Integração)	Remove tendência para estacionar a série	0, 1 ou 2	Visual + teste <b>ADF</b>	d > 2 é raro e pode gerar instabilidade
q	Média Móvel (MA)	Usa erros anteriores na previsão	0 a 5	Gráfico <b>ACF</b>	q alto pode gerar problemas numéricos

## Recomendações rápidas:

- Comece testando modelos como:  $\text{ARIMA}(1, 1, 1)$  ou  $\text{ARIMA}(2, 1, 2)$
- Use `auto_arima` para automatizar a escolha dos melhores valores
- Sempre verifique se a série é estacionária (d) antes de ajustar p e q

## Exemplos de Combinações ARIMA(p, d, q)

Modelo	Explicação
ARIMA(0,0,0)	Série já estacionária. Sem AR, sem MA.
ARIMA(1,0,0)	Modelo autoregressivo simples (AR(1))
ARIMA(0,1,0)	Modelo com 1 diferenciação, sem AR ou MA
ARIMA(1,1,0)	AR com 1 diferença (modelo comum em séries com tendência)
ARIMA(0,1,1)	MA com 1 diferença (modelo muito usado em economia)
ARIMA(1,1,1)	AR e MA, com 1 diferença
ARIMA(2,1,2)	Modelo mais complexo com 2 defasagens e 2 erros passados