



TÉCNICO LISBOA

# Notas metodológicas de análise

---

João Seixas, Departamento de Física, Instituto Superior Técnico

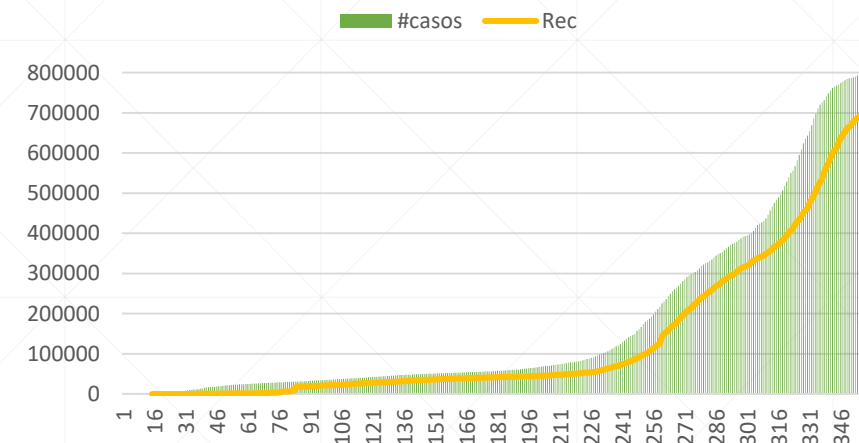
# Tópicos:

- Tipos de indicadores e sua evolução
- Ferramentas de análise e sua razão de ser
- Questões estatísticas
- Recomendações

# Tipos de indicadores e sua evolução

- Temos essencialmente dois tipos de indicadores:
  - **Valores acumulados:** nesse caso o indicador nunca pode diminuir, podendo apenas atingir um máximo e lá permanecer. **O máximo acontece quando não há novos casos e tem valor global, embora possam existir máximos locais.**
  - **Valores não-acumulados:** nesse caso o indicador poderá ter subidas e descidas e essas variações têm significado estatístico e dinâmico. **Um máximo ou um mínimo têm valor local.**

Número total de casos confirmados



Número de óbitos (diário)



**Questão fundamental:** *como avaliar a forma como um indicador varia e que quantidades sinalizam uma mudança no seu comportamento?*

# Ferramentas de análise e sua razão de ser

- **Valores acumulados:**

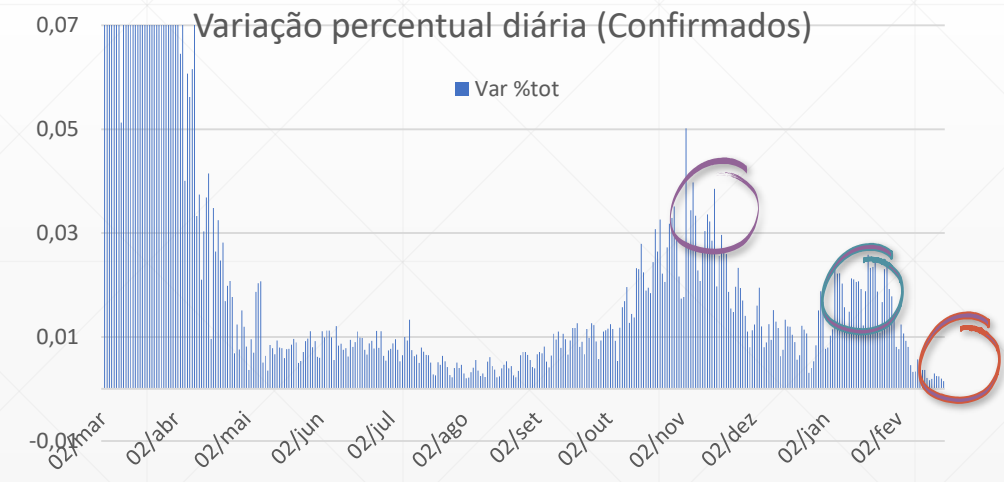
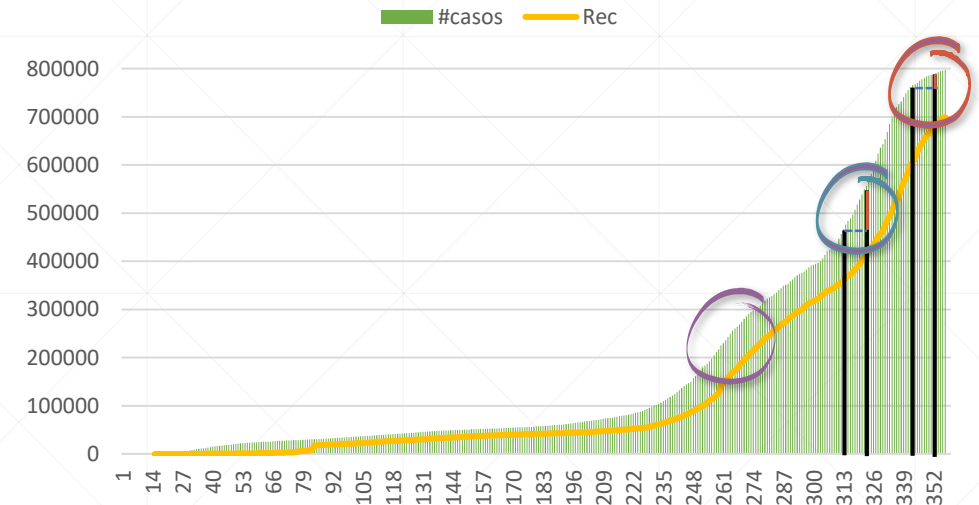
- Quando os valores crescem muito depressa a diferença é entre um dia e o anterior é grande; quando crescem devagar a diferença é pequena. *Tem de se comparar com o valor inicial:*

$$\text{Taxa de crescimento} = \frac{N(\text{dia}) - N(\text{dia}-1)}{N(\text{dia}-1)}$$

- **Vantagens:**

- **Comparar** a velocidade de crescimento.
- **Prever** o que vai acontecer no futuro próximo.
- Aproximação a um **máximo**: a taxa aproxima-se de **0**.
- Alteração da curvatura (**ponto de inflexão**): a taxa passa por um máximo.
- Um ponto de inflexão está no caminho para um máximo.

Número total de casos confirmados

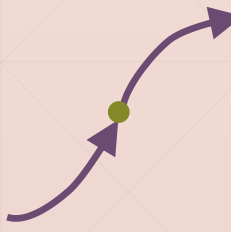


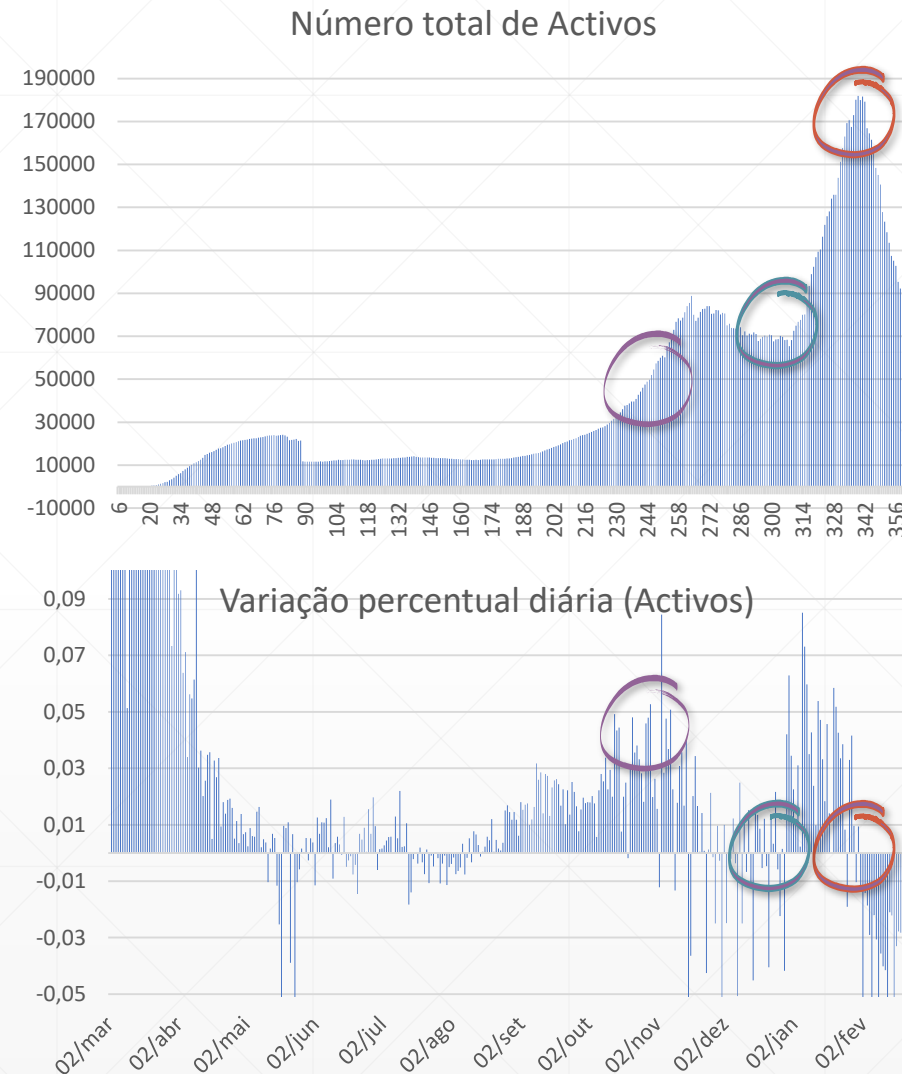
# Ferramentas de análise e sua razão de ser

- Valores não-acumulados:

- Temos **máximos (picos)** e **mínimos (poços)**.
- Nos máximos e mínimos a taxa de variação passa por **0**.
- Num **poço** passa de **valores negativos para positivos**; num **pico** passa de valores **positivos para negativos**.
- Os pontos de inflexão estão no caminho para um máximo **ou** um mínimo.

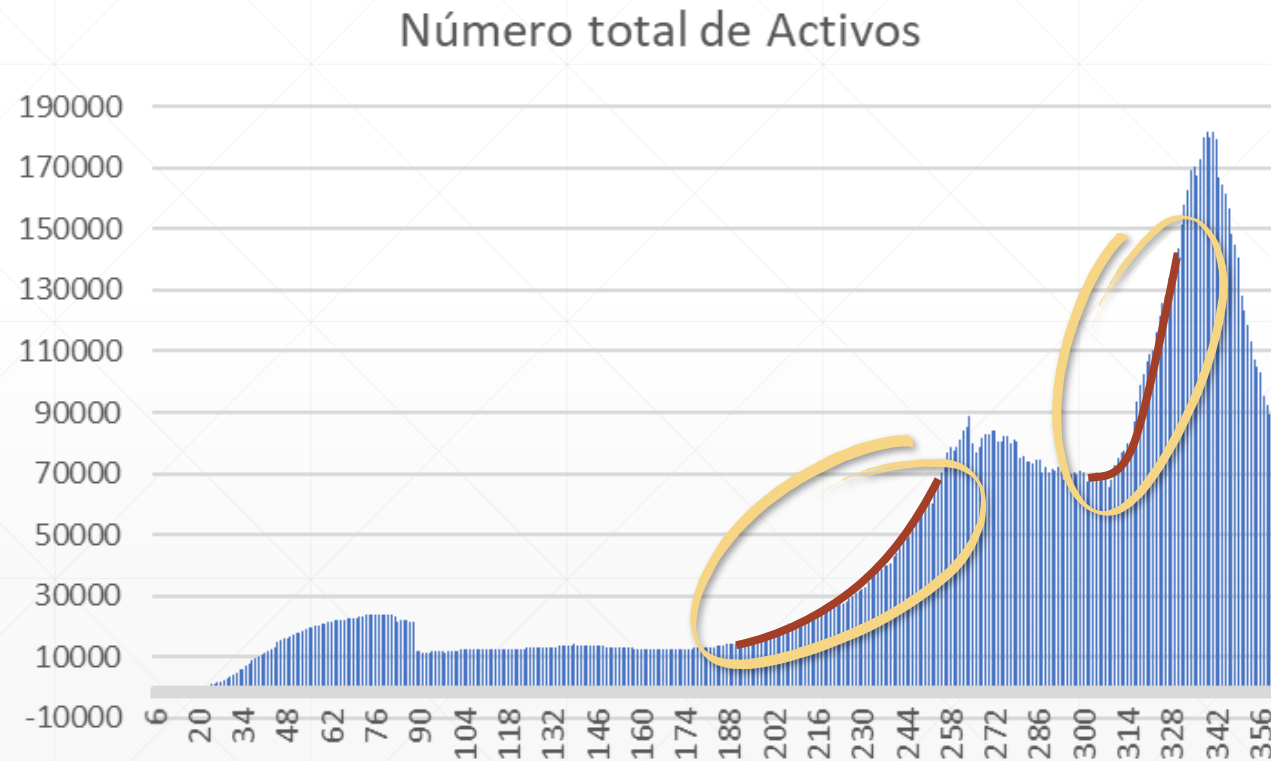
- Resumindo:

Máximo (pico)	Mínimo (poço)	Ponto de inflexão
		



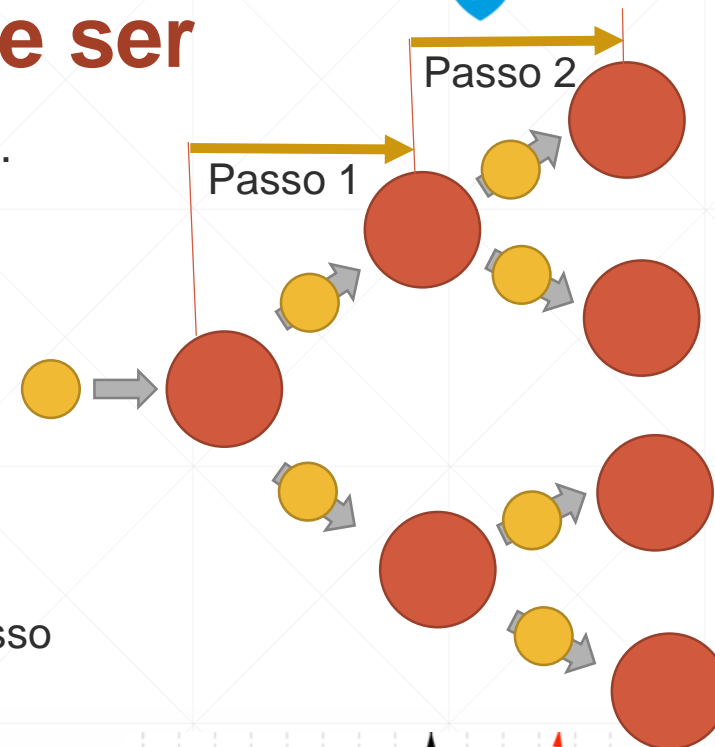
# Ferramentas de análise e sua razão de ser

- Existem regiões de crescimento muito rápido que frequentemente se designam por **exponencial** (embora nem sempre seja). Que significa e porque é importante?



# Ferramentas de análise e sua razão de ser

- Um processo físico com crescimento exponencial: a **reação em cadeia**.
- Características do processo:
  - Sequência do número de núcleos “infectados”: 1, 2, 4, 8, 16,... Duplica a cada contacto ( $R_t=2$ ).
  - Ao fim de, por exemplo, **64 passos** o número de núcleos “infectados” é **18446744073709551615**.
  - Para perceber o que isto significa, se cada núcleo fosse um grão de trigo isso corresponderia a **1500 vezes** a produção **mundial** de trigo.

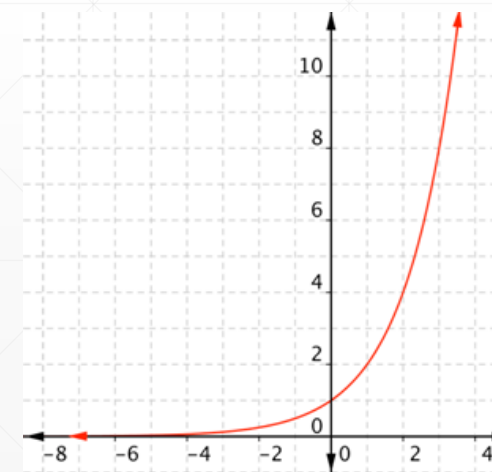


Este número de núcleos “infectados” mostra quão **explosivo** o crescimento exponencial é!

**Mensagem importante:** *quando o crescimento exponencial é detectado a acção de contenção tem de ser imediata!*

O crescimento é lento de início, mas explode muito rapidamente.

**Nota:** *se o  $R_t$  for superior a 1 o crescimento é automaticamente exponencial!*



# Ferramentas de análise e sua razão de ser

- Como saber se estamos em crescimento exponencial?

Usemos a taxa de crescimento:

**Passo 1:**  $\frac{2-1}{1} = 1$

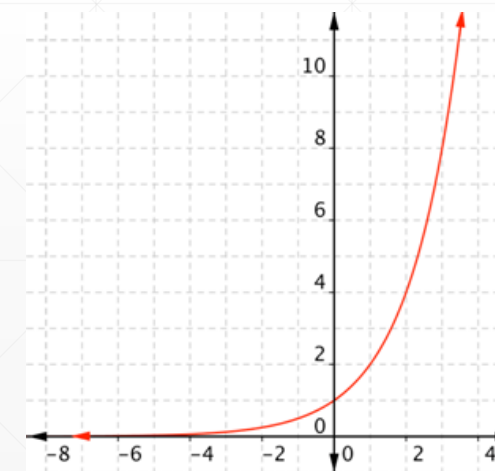
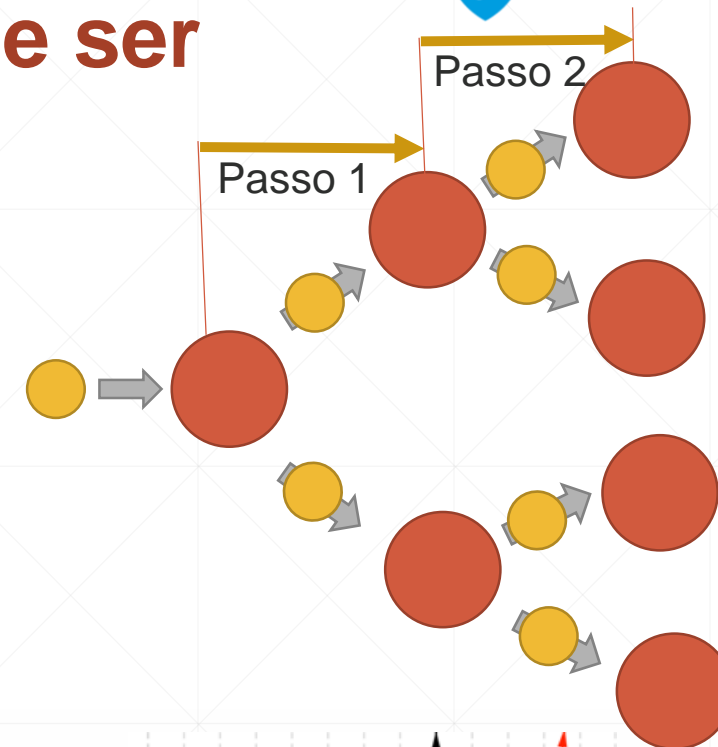
**Passo 2:**  $\frac{4-2}{2} = 1$

**Passo 3:**  $\frac{8-4}{4} = 1$

**Passo 4:**  $\frac{16-8}{8} = 1$

...

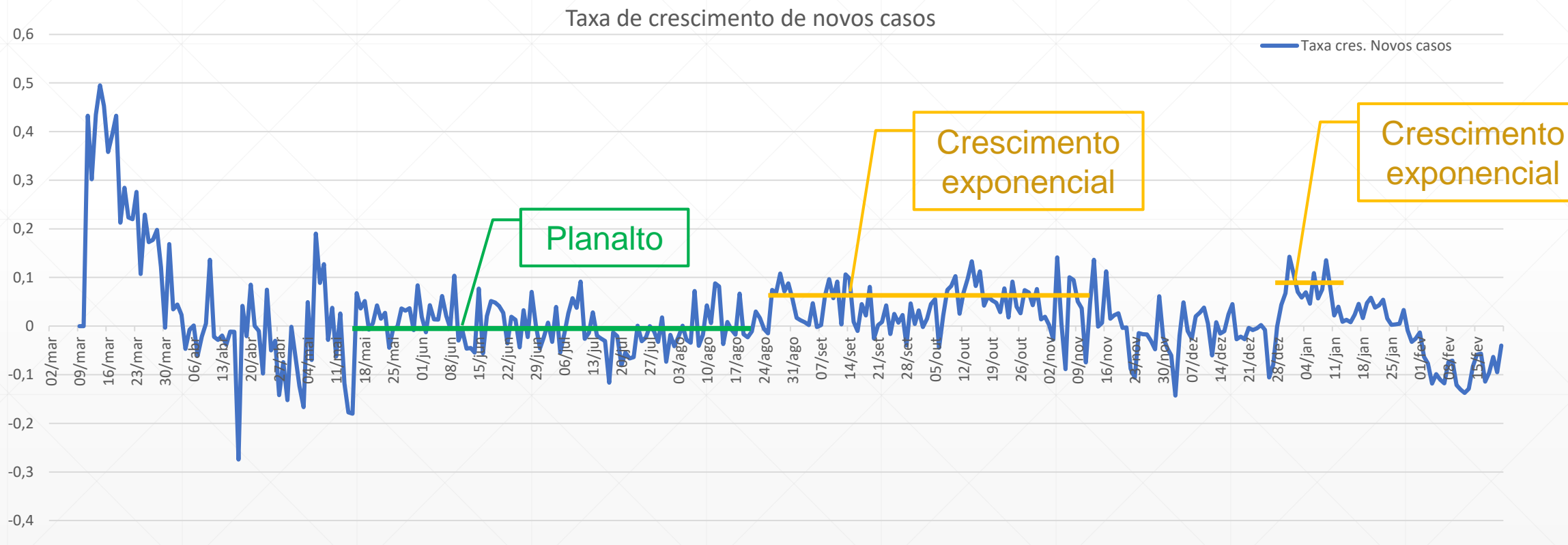
**Conclusão:** num crescimento exponencial a taxa de crescimento é constante (e não nula).





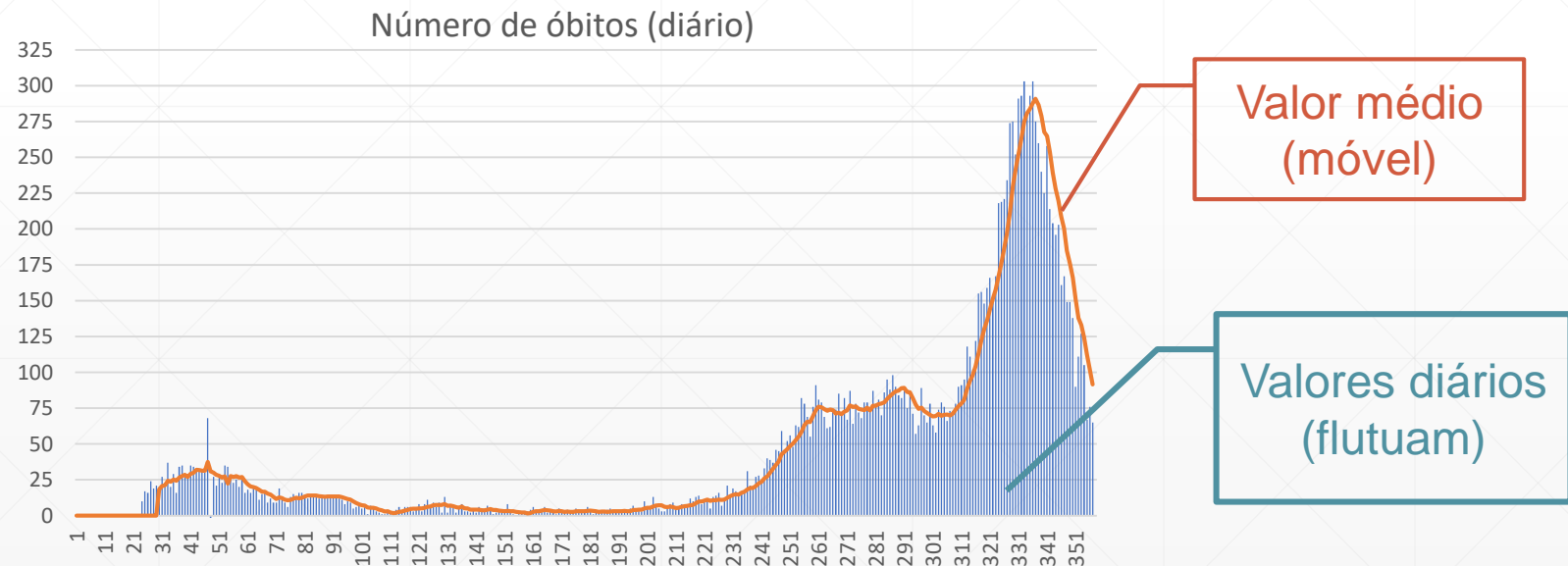
# Ferramentas de análise e sua razão de ser

- Num **planalto** o número de casos é **constante** e por isso a taxa de crescimento é nula.
- **Exemplo:** Taxa de crescimento de 10% implica duplicação semanal dos casos.



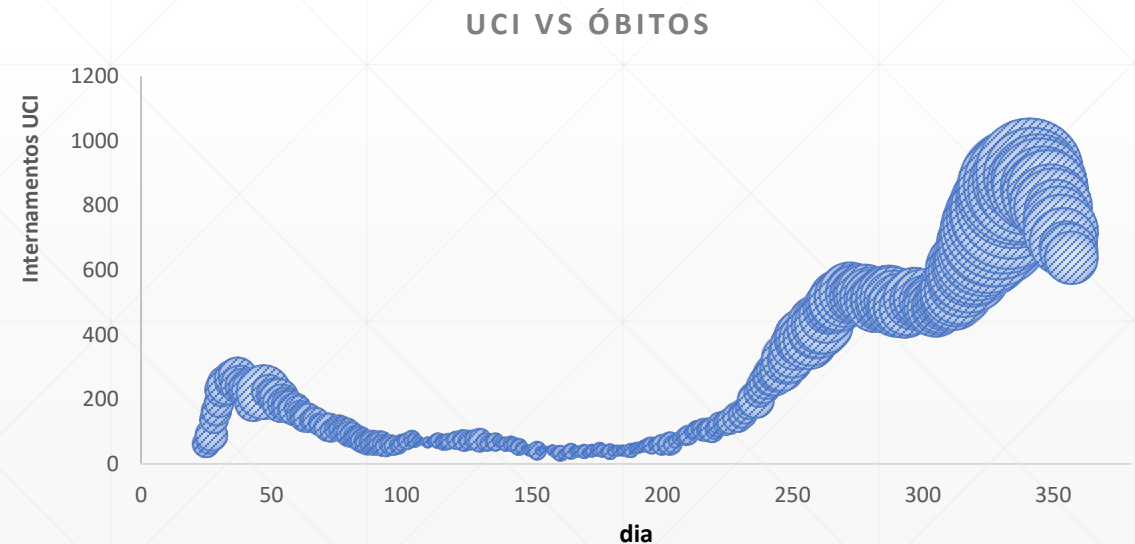
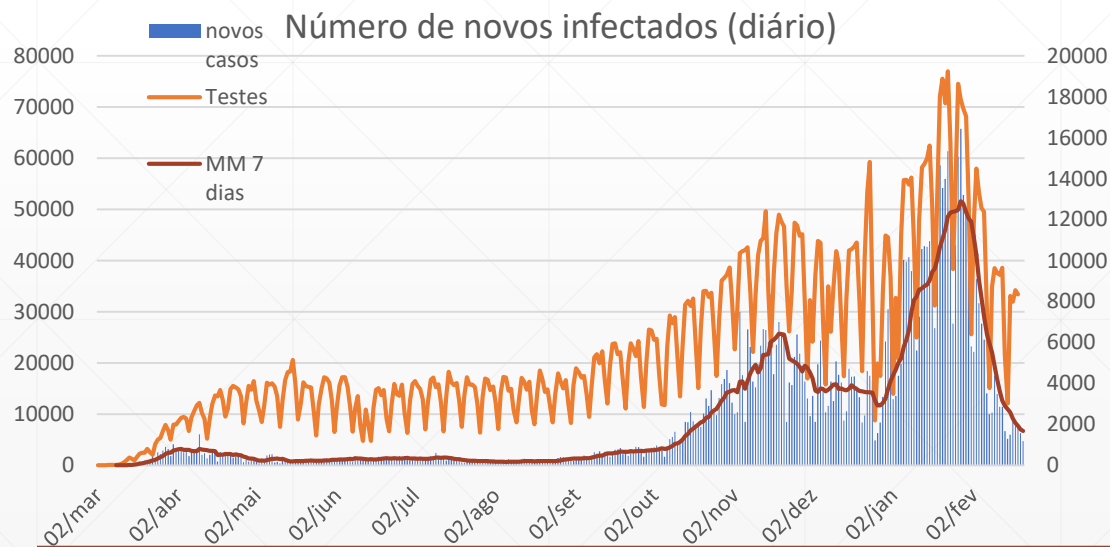
# Questões estatísticas

- Existem muitos fenómenos concorrentes que afectam a dinâmica da pandemia. Para além da **lei dinâmica** do processo há **flutuações**. Não interessam (normalmente) para perceber o processo.
- O valor de uma grandeza num dia é **irrelevante**. Só interessa a **tendência** ao longo de **vários dias**.
- Recorremos a **valores médios** calculados para um conjunto de dias.



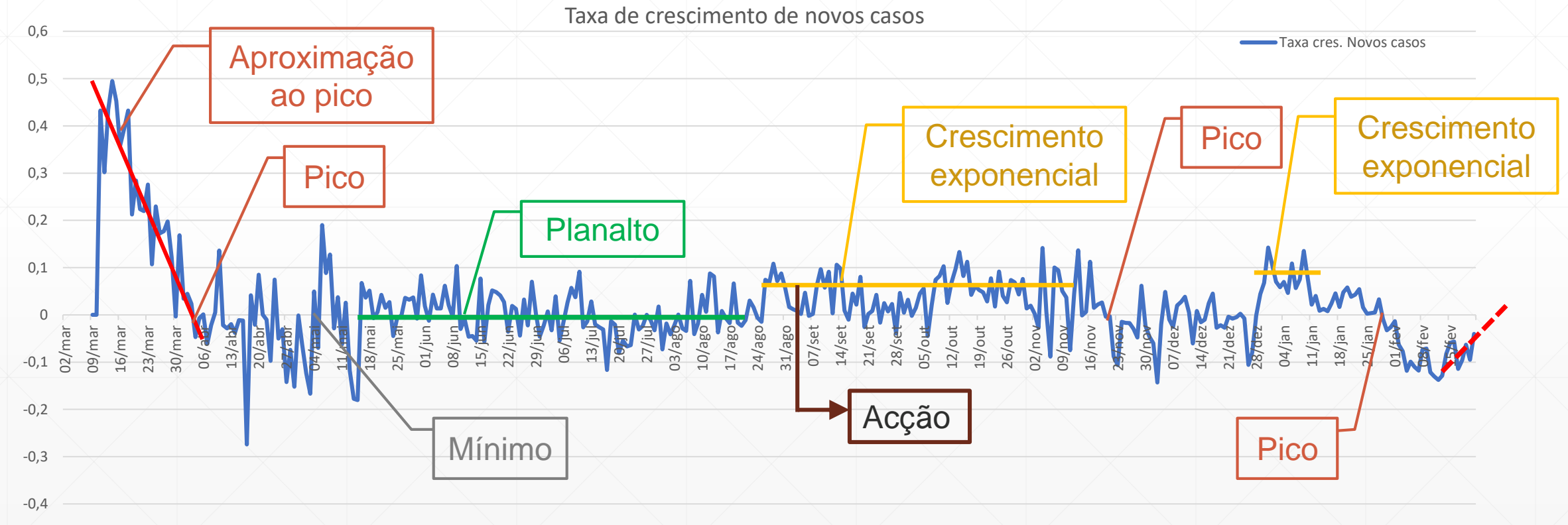
# Questões estatísticas

- Os indicadores podem estar **correlacionados**. O estudo da correlação dá outra visão sobre os processos em jogo e a forma de intervir no controlo.
- Novos casos mostram correlação com a estrutura semanal dos testes realizados e com a política de testagem.
- A escolha de quem testar influencia o resultado da medida de novos casos, nomeadamente no que toca a estimativa dos assintomáticos.
- Existe uma estreita correlação entre óbitos e internamentos em cuidados intensivos.



# Questões estatísticas

- A tendência na taxa de crescimento indica-nos o que vai acontecer e é um indicador de quando agir.
- Exemplo de uma análise rápida:



# Recomendações

- A análise apresentada é baseada exclusivamente nos dados e por isso espelha a realidade da pandemia até ao momento em que é feita.
- As ferramentas apresentadas permitem analisar a evolução, determinar quando agir e detectar constrangimentos.

## Análise:

- Não chega analisar o valor dos indicadores em cada dia por si. É essencial fazer uma análise diferencial e a sua evolução (tendência) ao longo de vários dias.
- A análise da tendência permite fazer uma estimativa do que vai acontecer (pelo menos) 1 ou 2 semanas à frente.
- A detecção de uma fase de crescimento exponencial corresponde a uma taxa de crescimento constante.

## Acção:

- O início da exponencial é o momento de agir.
- Quanto maior a taxa de crescimento, maior o custo por agir tardiamente (uma taxa de 10% corresponde a duplicação semanal).

## Constrangimentos:

- Analisar as correlações entre os vários indicadores (testes, internamentos, óbitos) permite estabelecer estratégias de controlo da pandemia.