MODELOS EPIDEMIOLÓGICOS

Como funcionam?

A grande maioria dos modelos de epidemias, são baseados numa ideia mecanística de como o vírus se propaga na população.

Essencialmente, (quase) todos estes modelos dividem a população em subgrupos, no caso mais simples temos o grupo das pessoas suscetíveis à infeção (S); as pessoas que foram expostas (E) e por isso estão infetadas, mas ainda não conseguem transmitir o vírus; as pessoas infetadas e infeciosas (I), isto é, que podem transmitir o vírus; e as pessoas recuperadas (R), isto é que já tiveram o vírus e estão curadas, assumindo que essas pessoas não podem voltar a ser infetadas (o que depende da duração da imunidade).

No caso do SARS-CoV-2 algumas pessoas não recuperam e morrem.

Uma versão esquemática é apresentada na figura 1a.

A este modelo chama-se um modelo de compartimentos, porque dividimos as pessoas em compartimentos e estudamos os fluxos entre os vários grupos (as setas na figura 1a).

É importante notar que estes modelos podem ficar mais complexos, se por exemplo quisermos seguir separadamente pessoas de diferentes faixas etárias, sexo, ou localizações geográficas, com diferentes características demográficas. Mas o princípio de utilizar compartimentos para cada um desses grupos mantém-se.

Figura 1a

Numa situação, como a do SARS-CoV-2, em que toda a população é suscetível, porque este vírus nunca circulou entre nós, os contactos entre pessoas infeciosas (I) e pessoas suscetíveis (S) vão gerando pessoas expostas (E), que se tornam infeciosas, que podem infetar mais suscetíveis. Este ciclo mantém-se enquanto cada pessoa infeciosa infetar mais do que um suscetível.

No início da epidemia, o número de pessoas infetadas por cada infecioso é denominado R0, o número reprodutivo básico da epidemia.

Se este valor, por exemplo, for R0=2, então começamos com 1 infetado, que infeta 2 pessoas, depois estes 3, infetam 6, e o total de 9 infetados depois infetam 18, e depois 54, 162, 486, ..; este crescimento cada vez mais rápido, onde em poucos ciclos muitas pessoas ficam infetadas, é o crescimento exponencial.

Este crescimento é multiplicativo (em vez de aditivo) e é por isso que é melhor analisar o número de casos numa escala logarítmica, que transforma (para visualização) a escala multiplicativa numa escala aditiva – nesta escala o crescimento exponencial é representado por uma linha reta.

Na figura 1b, apresenta-se as curvas do número de pessoas em cada um dos compartimentos (S, E, I, R) ao longo do tempo. Para criar estas curvas, os epidemiologistas podem implementar o modelo de maneiras diferentes. Por exemplo, podem seguir cada individuo da população numa simulação de computador (modelos baseados em indivíduos ou agentes) ou podem utilizar equações diferenciais (como no caso da figura 1b) (7).

Na primeira abordagem, pode-se simular em mais detalhe o comportamento de cada pessoa, e temos uma ideia da variabilidade dos resultados; mas rapidamente se transforma em simulações muito complexas e pesadas do ponto de vista computacional. A utilização de equações diferenciais (caixa 1) é mais simples, mas trata os indivíduos por agregado com comportamento semelhante entre si.

De qualquer modo, para qualquer das abordagens, é necessário conhecer ou estimar parâmetros do modelo, por exemplo, qual a probabilidade de um suscetível ficar infetado quando contata com um infecioso, ou durante quanto tempo uma pessoa exposta não fica infeciosa ou uma pessoa infeciosa não recupera.

Figura 1b

Legenda:
Azul - Suscetíveis
Vermelho - Infeciosos
Verde - Recuperados

Outra abordagem para estimar o número de casos e óbitos futuros é utilizar um modelo estatístico, em vez do modelo mecanístico.

Neste tipo de análise faz-se uma projeção dos casos futuros baseada nas taxas de crescimento observadas atualmente, e podendo utilizar curvas de outros países para fazer ajustamentos.

Isto é, utilizamos outros países que já podem estar numa fase mais adiantada da epidemia para calibrar as nossas projeções.

Na figura 2, mostramos as curvas de casos e óbitos em Portugal em comparação com outra curvas de países Europeus. Podemos projetar (isto é extrapolar) a nossa curva com ou sem ajuste pelas outras observadas.

Contudo, estimar estes parâmetros é difícil e há, por vezes, grande variabilidade nas estimativas de investigadores diferentes, porque usam modelos ou dados diferentes.

Figura 2

Países incluídos neste gráfico:
Áustria, Países Baixos, Suécia, República Checa, Bélgica, França, Espanha, Itália, Reino Unido, Portugal.