

A close-up, artistic photograph of a glass filled with an orange-colored liquid, possibly juice or a cocktail. The glass is tilted, and the liquid is captured in a dynamic, flowing state, creating a sense of movement and depth. The lighting is soft and warm, highlighting the texture of the glass and the vibrant color of the liquid. The background is a blurred gradient of light colors, making the glass and liquid the central focus of the image.

Primeiros passos na modelação

A transmissão da infecção

Simbologia elementar



Susceptíveis, S

Infectados, I

Latentes, E

Recuperados (imunes), R

$$S + I + R = N, \text{ aproxi } C^{te}$$

$$S + E + I + R = N$$

$$s = S/N, \quad i = I/N, \quad r = R/N$$

$$s = S/N, \quad e = E/N, \quad i = I/N, \quad r = R/N$$

$$s + i + r = 1$$

$$s + e + i + r = 1$$

Os contactos

Contacto efectivo – contacto em que a infecção pode ser transmitida

β Número médio de contactos de 1 indivíduo por unidade de tempo

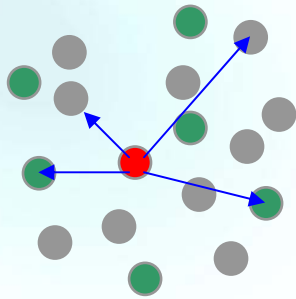
Depende de:

- Hábitos sociais / comportamentais
- Características da infecção em causa

Assuma-se: mistura aleatória de indivíduos na população
 β é o mesmo para todos os indivíduos

Qual o número de contactos de 1 infeccioso com susceptíveis em 1 unidade de tempo ?

Incidência da doença



- Infeccioso
- Susceptível
- Imune

β contactos aleatórios em 1 unid tempo

βs número de contactos com susceptíveis
= número de novas infecções causadas por
1 infeccioso em 1 unid tempo

Incidência da doença

(Multiplicando pelo total de infecciosos)

$\beta s I$

= número de novas infecções em 1 unid tempo

Ou ainda,

$$\beta S I / N = \beta i S$$

Força de infecção

$$\text{Incidência} = \underbrace{\beta i}_{\lambda} S$$

$$\lambda = \beta i = \text{força de infecção}$$

$$\lambda = \text{Incidência} / S$$

Probabilidade de um susceptível ser infectado em 1 unid tempo

Período de infecciosidade



Tempo médio de estadia no estágio infeccioso

$$= \frac{1}{c + d}$$

Morte
 d

Recuperação
da infecção, c

c e d são taxas “per capita”

Número de indivíduos por indivíduo por unid tempo

$c + d =$ taxa total de saída do estado infeccioso

Período médio de infecciosidade

<i>Gripe</i>	2 a 4 dias
<i>Sarampo</i>	5 a 7 dias
<i>"Papeira"</i>	7 a 11 dias
<i>"Tosse convulsa"</i>	15 a 21 dias
<i>Tétano</i>	21 a 30 dias
<i>Tuberculose</i>	meses
<i>HIV/SIDA</i>	> 1 ano
<i>Hepatite B</i>	potencialmente mtos anos

R_0 núm básico de reprodução da doença

Qual é o número médio de contactos infecciosos tidos por 1 infeccioso enquanto está infeccioso ?

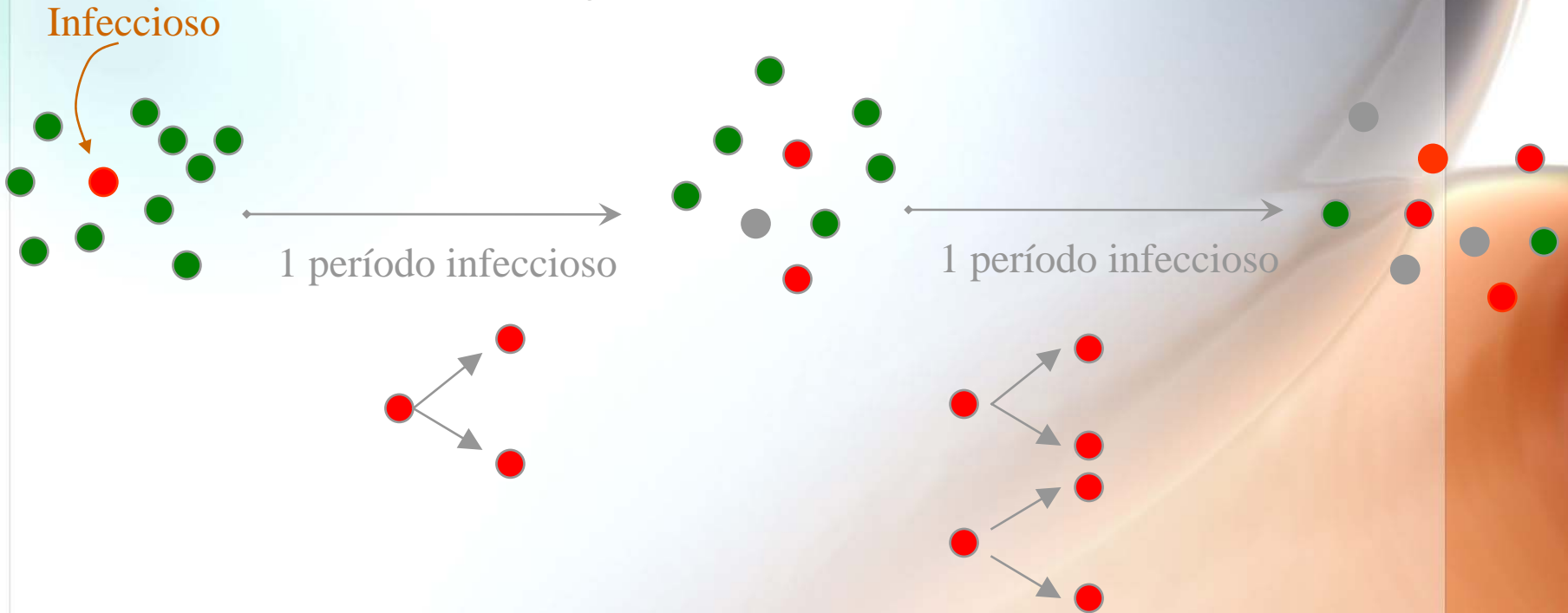
Número contactos em 1 unid tempo x número de unids tempo em que está infeccioso

$$R_0 = \frac{\beta}{c + d}$$

Número médio de novas infecções causadas por um infeccioso numa população inteiramente susceptível

Para a doença invadir e persistir uma população: $R_0 \geq 1$

$$R_0 = 2$$



Condição para uma doença persistir: $R_0 \geq 1$

Estimativas de R_0

	Área	Período	R_0
Sarampo	Kansas, USA	1918-21	5 a 6
	England + Wales	1950-68	16 a 18
	Ghana	1960-68	14 a 15
	Eastern Nigeria	1960-68	16 a 17
"Papeira"	England + Wales	1960-80	11 a 14
	Netherlands	1970-80	11 a 14
	Portugal	1990	7 a 8
Difteria	New York, USA	1918-19	4 a 5
	Portugal	1954-63	8 a 9
Rubéola	Manchester, UK	1970-82	7 a 8
	West Germany	1972	6 a 7
	Portugal	1990	7 a 8

Força de infecção vs R_0

λ

Força de infecção

Probabilidade de 1 susceptível ser infectado em 1 unid tempo

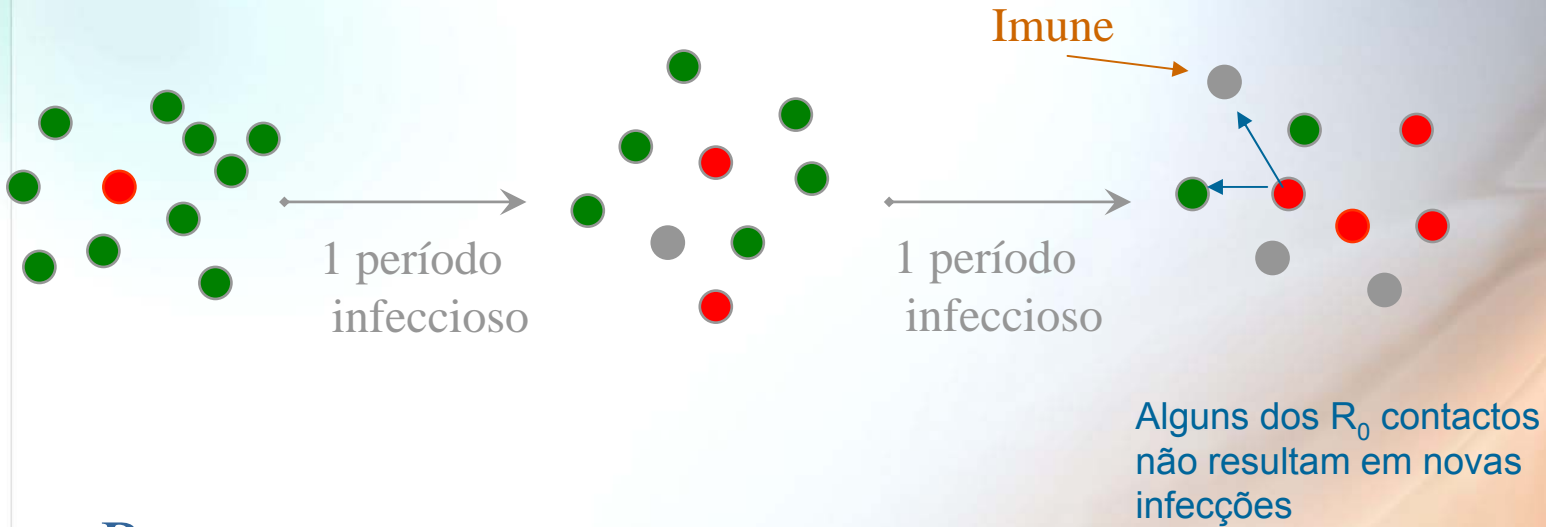
R_0

Número básico de reprodução

Número de contactos de 1 infeccioso

$$\lambda = R_0(c + d) i \quad \text{TPC} \quad \text{😊}$$

$$R_0 = 2$$

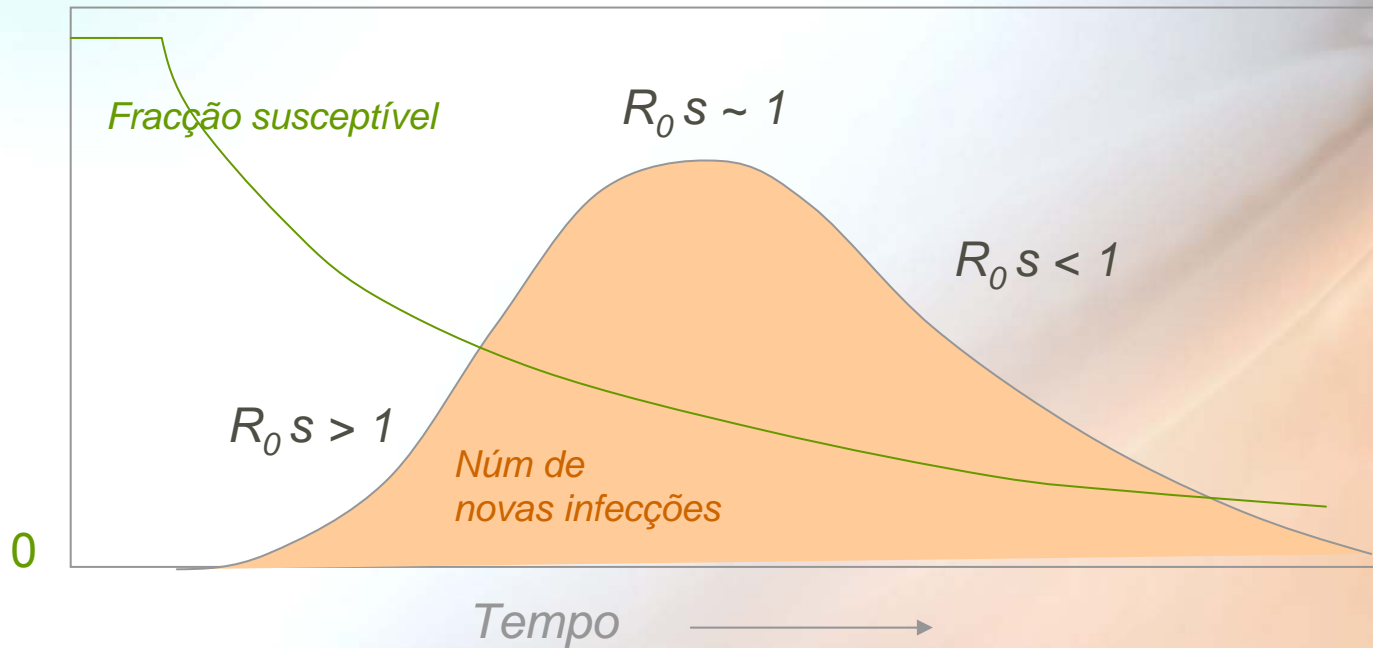


R_0 s número de substitutos
= número de novas infecções causadas por
1 infeccioso

= “net reproduction number” (taxa “líquida” de reprodução)



A epidemia

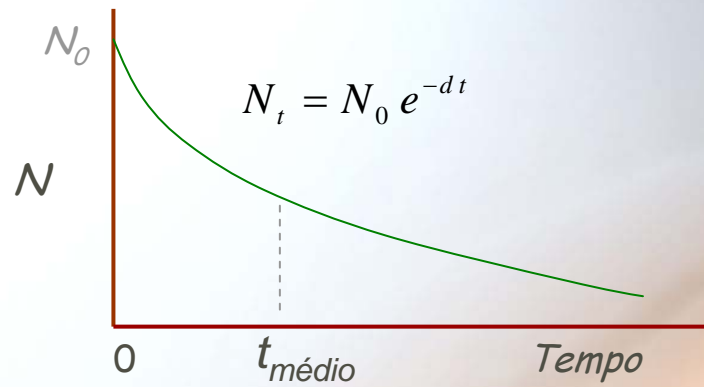


A disponibilidade de susceptíveis determina o evoluir da epidemia

Tempo médio de vida



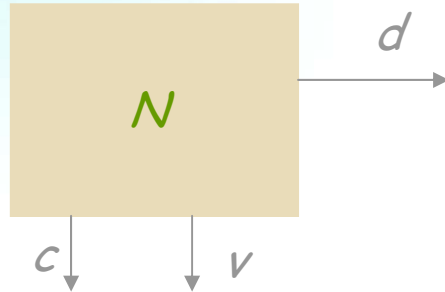
$$\frac{dN}{dt} = -dN$$



Quanto tempo está em média um indivíduo dentro do compartimento ?

$$t_m = \frac{\int_0^{\infty} t N_t dt}{\int_0^{\infty} N_t dt} = \frac{N_0 \int_0^{\infty} t e^{-dt} dt}{N_0 \int_0^{\infty} e^{-dt} dt} = \frac{1}{d}$$

Tempo médio de vida



Taxa total de saída
 $d + c + v$

Tempo médio de estadia

$$1 / (d+c+v)$$

*O tempo médio de estadia
num estágio é o inverso
da taxa total de saída
desse estágio*