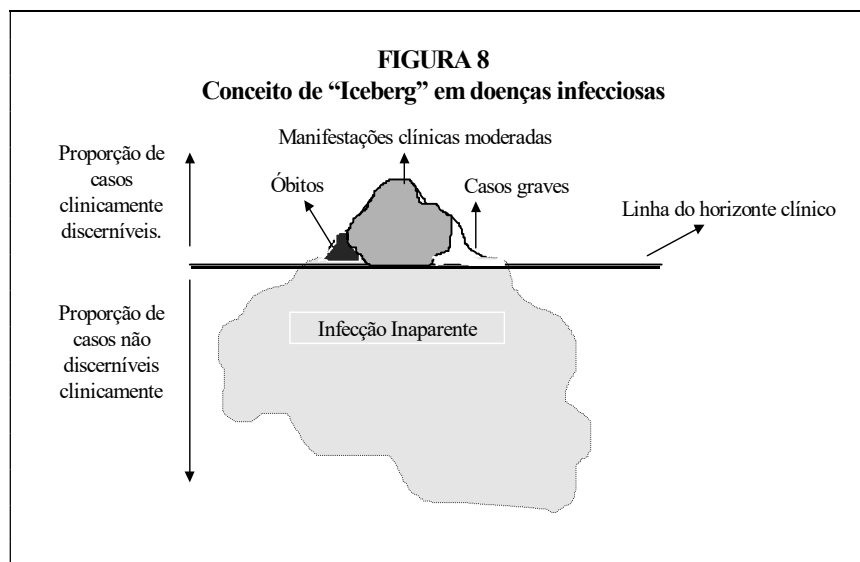
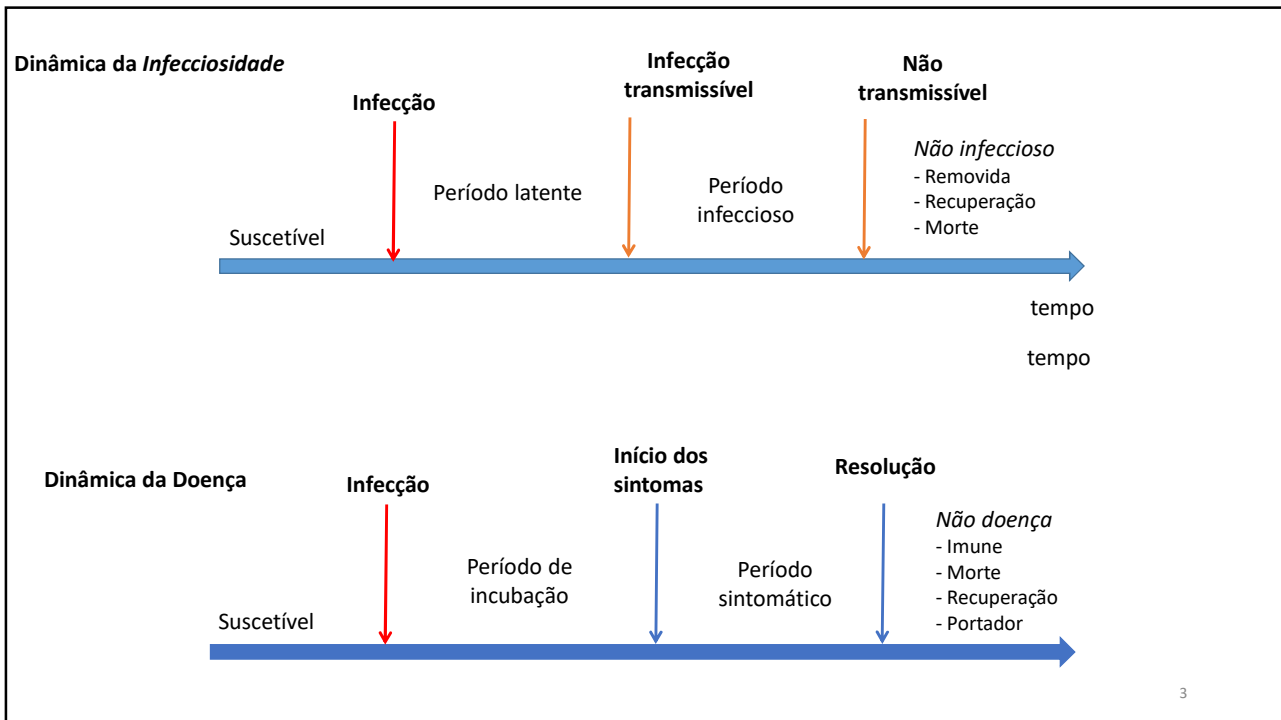


**USP**

Dinâmica e Medidas de Transmissão

Prof. Fredi Alexander Diaz Quijano
Departamento Epidemiologia – FSP
E-mail: frediazq@usp.br
Twitter: [@DiazQuijanoFA](https://twitter.com/DiazQuijanoFA)



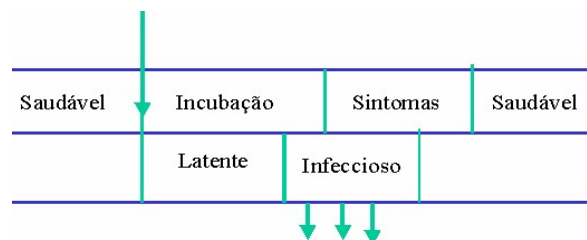


Período de Exposição: Período no qual a pessoa é exposta a uma fonte de infecção

Período Latente: Intervalo entre penetração do agente e o início da infeciosidade, ou seja, da capacidade de transmitir a infecção.

Período de Incubação: Intervalo entre a penetração do agente infeccioso ao início dos sintomas

Período Infeccioso: Período durante o qual a pessoa infectada é capaz de transmitir o agente infeccioso



Períodos de Transmissibilidade

- **Varicela**

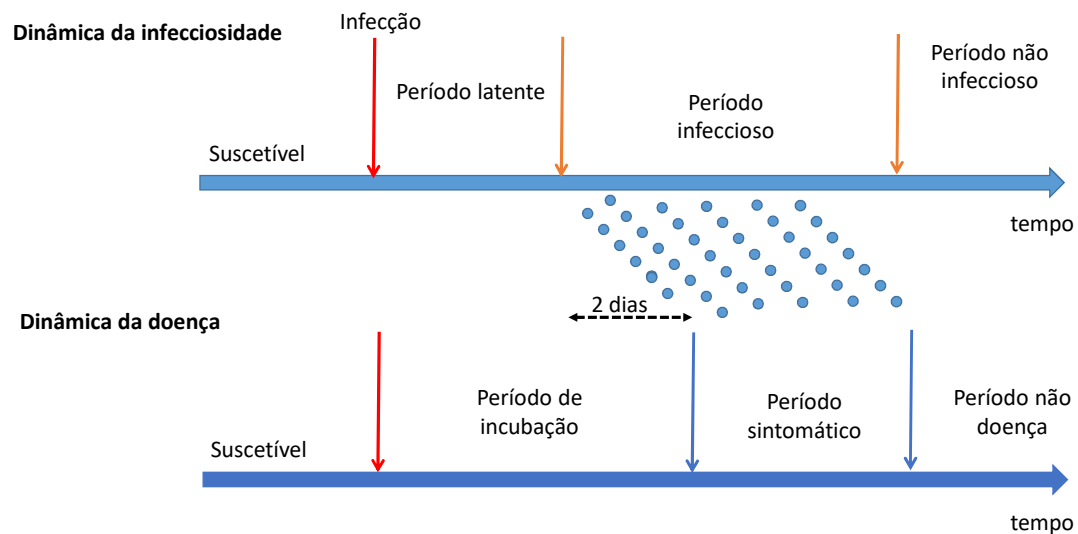
- Período latente curto, menor que o de incubação

→ Criança se torna infectante antes do desenvolvimento dos sintomas

→ Intervenções?

5

Dinâmicas em varicela



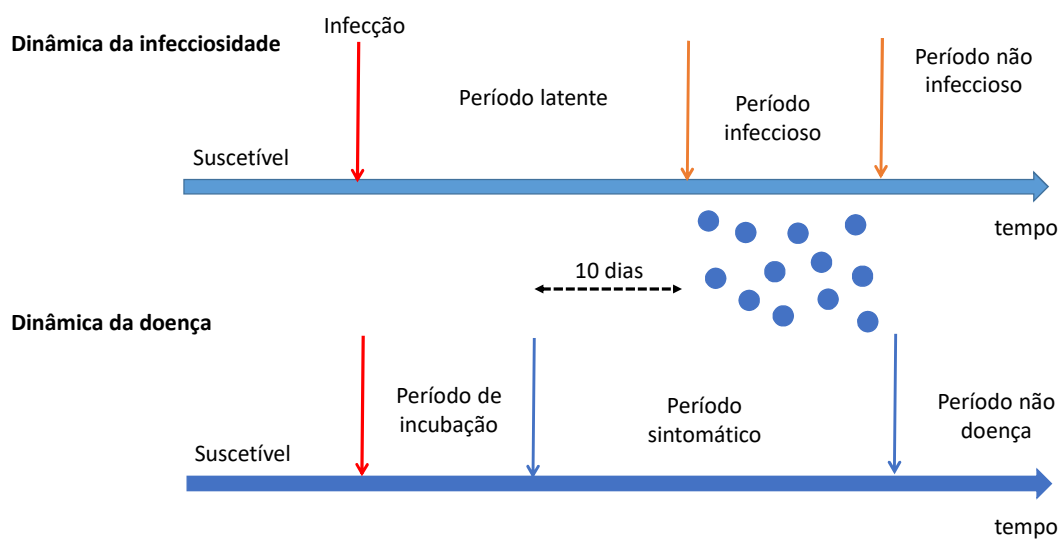
6

Malária por *Plasmodium falciparum*

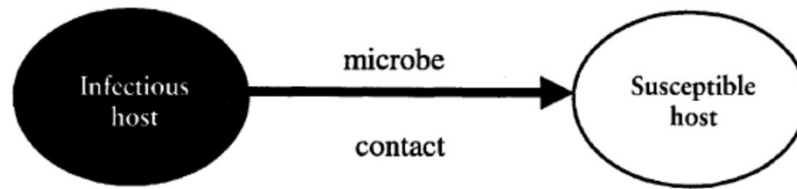
- Período de incubação: 14 dias no humano
- Período latente é mais ou menos 10 dias a mais que o período de incubação
- Estágios infectantes ocorre 10 dias após o desenvolvimento dos sintomas
- Intervenção: Tratamento oportuno dos sintomáticos pode ter efeito importante na transmissão

7

Dinâmicas em Malária por *Plasmodium falciparum*



8



La probabilidade de transmissão depende de:

- Tipo e definição de **Contato**
- Micróbio
- Hospedeiro infeccioso
- Hospedeiro susceptível

Perguntas de interesse:

- Qual é a probabilidade de adquirir infecção após um ou mais contatos com uma fonte?
- Que potencial tem um caso de expandir a infecção numa comunidade?

Medidas de Transmissibilidade

- ✓ Probabilidade de adquirir infecção
- ✓ Número Básico de Reprodução (ou Reprodutivo Básico), R_0

Probabilidade de adquirir infecção (PI)

p = Probabilidade de transmissão em um contato

Em um único contato: $PI = p$

Probabilidade de escape (q) = $(1 - p)$

Probabilidade de adquirir infecção (PI)

Após um segundo contato a PI final vai ser o complemento da probabilidade de ter escapado da infecção nos dois contatos (duas vezes).

Probabilidade de escape com 2 contatos (exposições):

$$q * q = q^2 = (1 - p)^2$$

$$PI \text{ após 2 contatos} = 1 - ((1 - p)^2)$$

Probabilidade de adquirir infecção (PI)

Probabilidade de escape com n contatos (exposições):

$$q^n = (1 - p)^n$$

$$PI \text{ após } n \text{ contatos} = 1 - ((1 - p)^n)$$

Probabilidade de adquirir infecção (PI)

Exemplo:

Se a probabilidade de transmissão do herpes simplex for 0,3 (30%) em cada contato, então a PI após n contatos seria:

$$\begin{aligned}
 n=2 & \longrightarrow PI = 1 - ((1 - p)^n) \\
 & = 1 - ((1 - 0,3)^2) = 1 - ((0,7)^2) \\
 & = 1 - 0,49 = \mathbf{0,51}
 \end{aligned}$$

Probabilidade de adquirir infecção (PI)

Exemplo:

Se a probabilidade de transmissão do herpes simplex for 0,3 (30%) em cada contato, então a PI após n contatos seria:

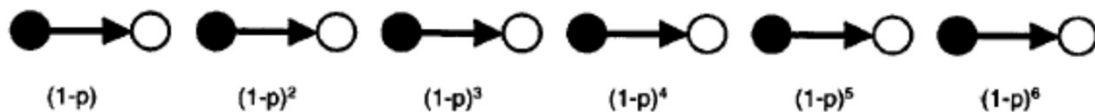
$$\begin{aligned}
 n=3 & \longrightarrow PI = 1 - ((1 - p)^n) \\
 & = 1 - ((1 - 0,3)^3) = 1 - ((0,7)^3) \\
 & = 1 - 0,34 = \mathbf{0,64}
 \end{aligned}$$

Probabilidade de adquirir infecção (*PI*)

Exemplo:

Se a probabilidade de transmissão do herpes simplex for 0,3 (30%) em cada contato, então a *PI* após *n* contatos seria:

$$\begin{aligned}
 n=6 & \longrightarrow PI = 1 - ((1 - p)^n) \\
 & = 1 - ((1 - 0,3)^6) = 1 - ((0,7)^6) \\
 & = 1 - 0,12 = \mathbf{0,88}
 \end{aligned}$$



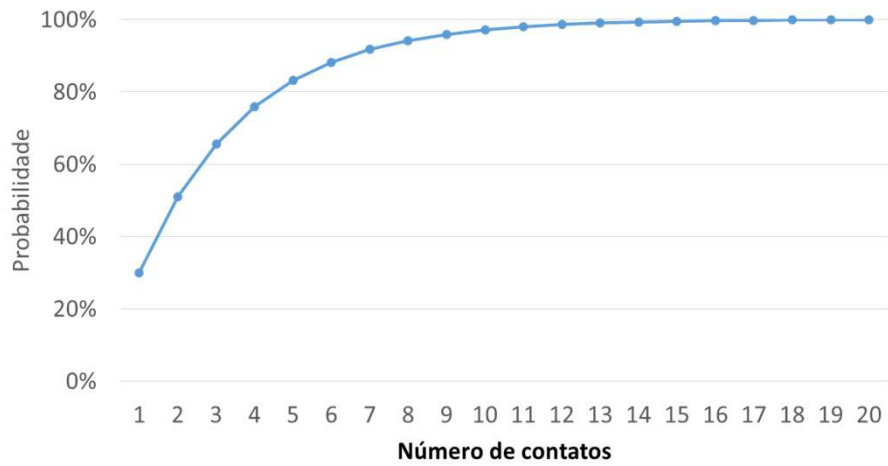
Escape Probabilities

Probability of Infection

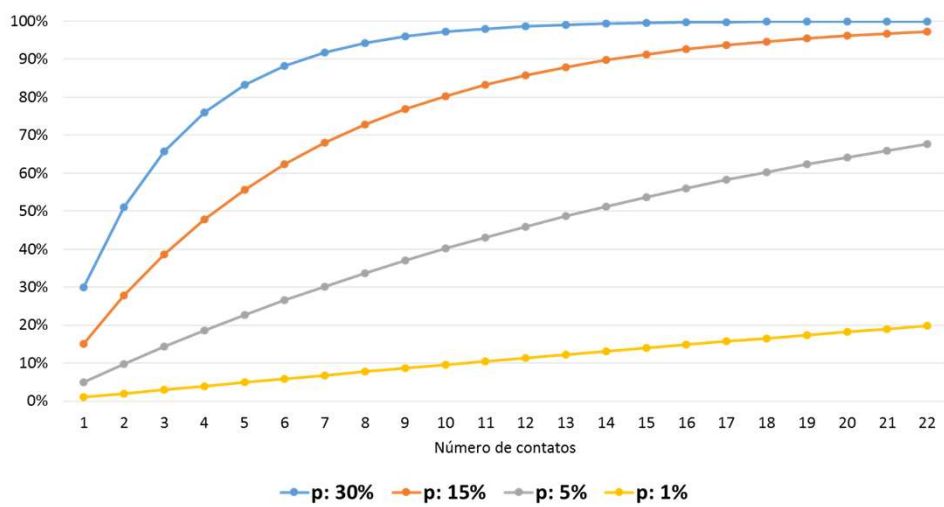
$$1 - (1-p)^6 = 1 - q^6$$

Figure 4-3A. The probability of infection with six consecutive contacts.

**Probabilidade de adquirir infecção com um $p=30\%$,
segundo o número de contatos.**



Probabilidade de adquirir infecção segundo o "p" e o número de contatos.

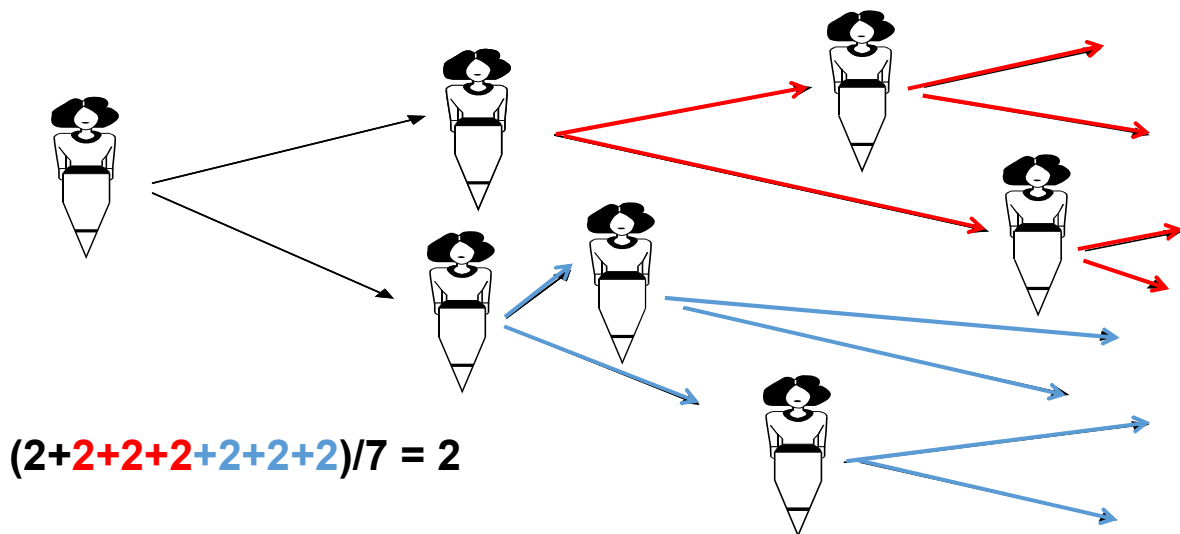


Medidas da transmissibilidade

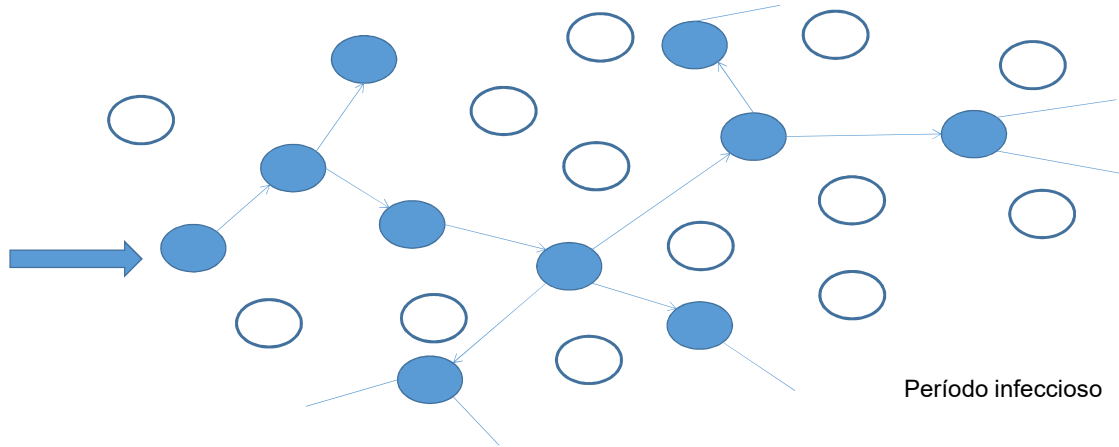
Número Básico de Reprodução, R_0 , "are-zero"

Número esperado de novos hospedeiros infecciosos que um hospedeiro infeccioso pode produzir.

Número Básico de Reprodução - R_0



Número Básico de Reprodução (R_0)



$$(1+2+0+1+3+2+1+2+1+2)/10 = 1,5$$

23

Medidas da transmissibilidade

Número Básico de Reprodução, R_0 , "are-zero"

$$R_0 = \text{duração da infecciosidade} \times \frac{\# \text{contatos}}{\text{Tempo}} \times \frac{\# \text{Infec.}}{\text{contato}}$$

$$R_0 = dcp$$

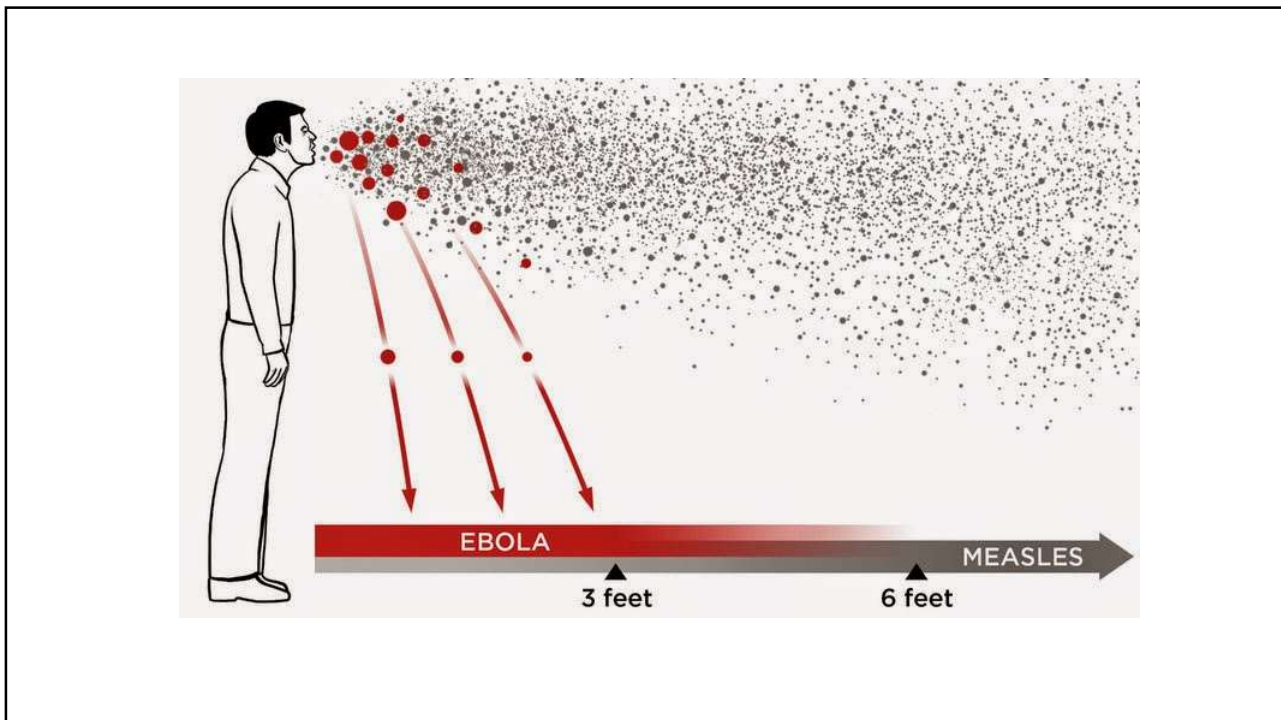
Medidas da transmissibilidade

Número Básico de Reprodução, R_0 , “are-zero”

R_0 não se refere a:

- Casos gerados pelos casos secundários (ou debaixo na cadeia de transmissão).
- Casos não infecciosos, mesmo quando tenham sido infectados.

Doença	R_0
Sarampo	12 - 18
Coqueluche	12 - 17
VIH	2 - 5
Ebola	2 - 3



Medidas da transmissibilidade

Número Básico de Reprodução, R_0 , "are-zero"

$$R_0 = \text{duração da infecciosidade} \times \frac{\# \text{ contatos}}{\text{Tempo}} \times \frac{\# \text{ Infec.}}{\text{contato}}$$

Modificável por comportamento

Rev Saude Publica. 2020;54:43

Comment



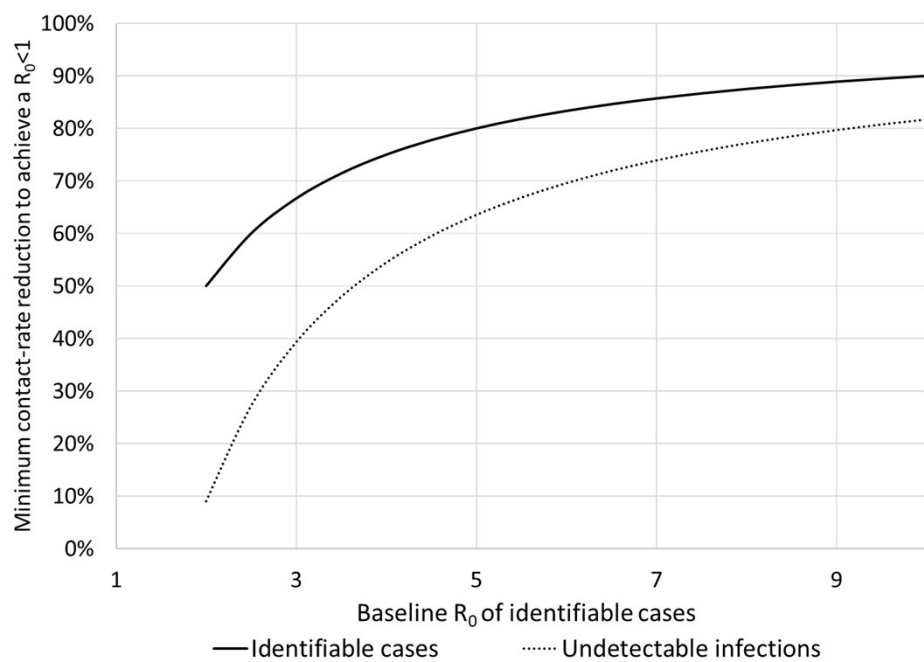
Revista de
Saúde Pública

<http://www.rsp.fsp.usp.br/>

Translating transmissibility measures into recommendations for coronavirus prevention

Fredi Alexander Diaz-Quijano^{III}  Alfonso Javier Rodriguez-Morales^{III,IV}  Eliseu Alves Waldman^I 

Diaz-Quijano FA, et al. Revista de Saúde Pública 2020, 54:43 <https://www.scielosp.org/pdf/rsp/2020.v54/43>



Diaz-Quijano FA, et al. Revista de Saúde Pública 2020, 54:43 <https://www.scielosp.org/pdf/rsp/2020.v54/43>

Medidas da transmissibilidade

R_0 , assume que todos os contatos são **suscetíveis**.

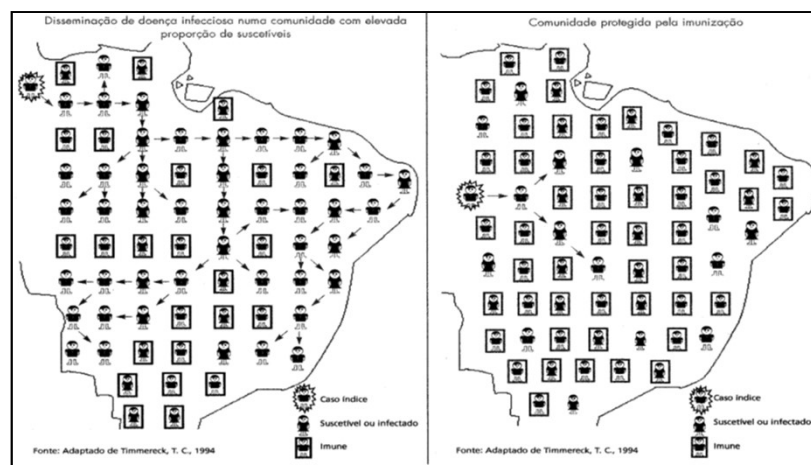
Na prática, apenas uma proporção X da população é susceptível.

Nestas circunstâncias, o **número efetivo de reprodução** (R) $\leq R_0$

$$R = R_0 X$$

Imunidade de Rebanho ou coletiva ou de grupo:

Resistência de uma população à invasão ou disseminação de um agente infeccioso que resulta da elevada proporção de indivíduos imunes nessa população. Diminuindo a probabilidade de contato entre um doente e um suscetível



Fatores que favorecem a imunidade de Rebanho:

- 1) O agente etiológico da doença possui uma única espécie hospedeira na qual a transmissão ocorre
- 2) A infecção deve induzir uma sólida imunidade
- 3) A transmissão deve se dar de forma direta (pessoa a pessoa)
- 4) Que os indivíduos imunes estejam homoganeamente dispersos na comunidade

R_0 e Saúde Pública

$$R = R_0 x$$

$R = 1$ \longrightarrow Incidência estável

$R > 1$ \longrightarrow Aumento da incidência

$R < 1$ \longrightarrow Incidência decrescente

 R_0 e Saúde Pública

$$R = R_0 x$$

$$R < 1 \longrightarrow R_0 x < 1 \longrightarrow x < \frac{1}{R_0}$$

Se tivermos uma fracção da população imunizada (f):

$$X = (1-f) \longrightarrow (1-f) < \frac{1}{R_0} \longrightarrow f > 1 - \frac{1}{R_0}$$

Ex.: Proporção da população que deve ser vacinadas (com uma vacina totalmente protetora) para controlar uma doença com $R_0 = 2$

$$f > 1 - \frac{1}{R_0} \longrightarrow f > 1 - \frac{1}{2} \longrightarrow f > 0,5$$

Nestas circunstâncias, deveria ser vacinada pelo menos 50% da população

$$R_0 = 2 \longrightarrow f > 1 - \frac{1}{2} \longrightarrow f > 50\%$$

$$R_0 = 5 \longrightarrow f > 1 - \frac{1}{5} \longrightarrow f > 80\%$$

$$R_0 = 10 \longrightarrow f > 1 - \frac{1}{10} \longrightarrow f > 90\%$$

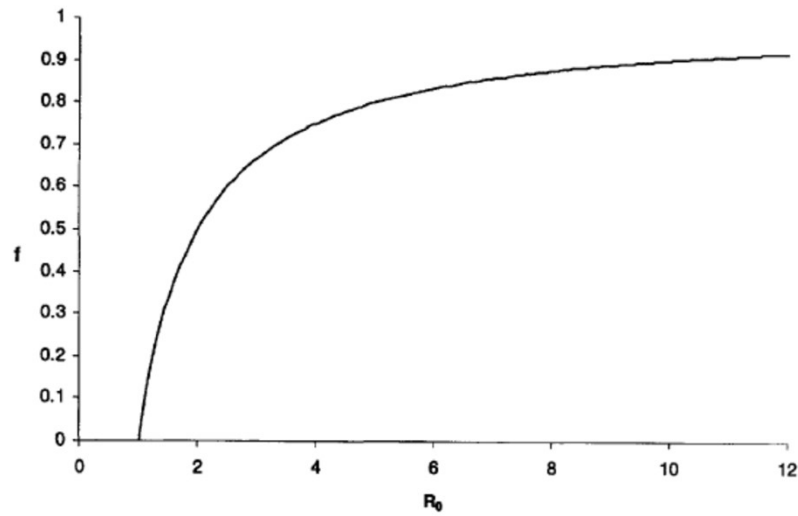


Figure 4-4. The fraction, f , of a population needed to be vaccinated with a completely protective vaccine to eliminate transmission as a function of R_0 , the basic reproductive number.

Quando a eficácia da vacina não for 100%, a proporção de vacinados deve ser maior.

Neste caso, o valor estimado deve ser dividido pela eficácia da vacina (h)

$$f > \frac{\left(1 - \left(\frac{1}{R_0}\right)\right)}{h}$$

$$\text{Se } R_0 = 2; h = 100\% \longrightarrow f > \frac{\left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)\right)}{1} \longrightarrow f > 50\% / 1 \longrightarrow f > 50\%$$

$$\text{Se } R_0 = 2; h = 90\% \longrightarrow f > \frac{\left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)\right)}{0,9} \longrightarrow f > 50\%/0,9 \longrightarrow f > 56\%$$

Referências

- Thomas JC, Weber DJ. Epidemiologic Methods for the Study of Infectious Diseases. Oxford. Oxford University Press. 2001. Cap. 4. Pag 56-67.
- Giesecke J. Modern infectious disease epidemiology. London, Oxford University Press. 2nd Edition. 2002.