

Competência e Capacidade Vetoras e Taxa de Reprodutibilidade de Malária

Gabriel Zorello Laporta

- 1 Capacidade vetora
- 2 Competência vetora
- 3 Reprodutibilidade basal de malária (R_0)
- 4 Exercícios

Sumário

- 1 Capacidade vetora
- 2 Competência vetora
- 3 Reprodutibilidade basal de malária (R_0)
- 4 Exercícios

Capacidade vetora

- O que é?

Capacidade vetora

- O que é?
 - Número médio de picadas potencialmente infectivas levadas a efeito por vetores que exercem a hematofagia em determinado hospedeiro por dia.

Capacidade vetora

- O que é?
 - Número médio de picadas potencialmente infectivas levadas a efeito por vetores que exercem a hematofagia em determinado hospedeiro por dia.
- Como calcular?

Capacidade vetora

- O que é?
 - Número médio de picadas potencialmente infectivas levadas a efeito por vetores que exercem a hematofagia em determinado hospedeiro por dia.
- Como calcular?
 - Combinam-se atributos fisiológicos dos vetores que determinam suscetibilidade à infecção e habilidade em transmitir patógenos (competência) com fatores ecológicos e comportamentais (longevidade, atratividade por hospedeiros e abundância).

Capacidade vetora

- O que é?
 - Número médio de picadas potencialmente infectivas levadas a efeito por vetores que exercem a hematofagia em determinado hospedeiro por dia.
- Como calcular?
 - Combinam-se atributos fisiológicos dos vetores que determinam suscetibilidade à infecção e habilidade em transmitir patógenos (competência) com fatores ecológicos e comportamentais (longevidade, atratividade por hospedeiros e abundância).
- Significado prático?

Capacidade vetora

- O que é?
 - Número médio de picadas potencialmente infectivas levadas a efeito por vetores que exercem a hematofagia em determinado hospedeiro por dia.
- Como calcular?
 - Combinam-se atributos fisiológicos dos vetores que determinam suscetibilidade à infecção e habilidade em transmitir patógenos (competência) com fatores ecológicos e comportamentais (longevidade, atratividade por hospedeiros e abundância).
- Significado prático?
 - Esse conceito começou a ser desenvolvido por Ross (1910) e refinado por Macdonald (1957) para mensuração dos componentes-chaves da dinâmica de transmissão e o uso da abordagem quantitativa ao controle de vetores no Programa Global de Erradicação da Malária, 1955–1969.

Modelo matemático de Ross-Macdonald

$$C = \frac{ma^2bP^n}{-\log_e P}$$

em que m = razão de densidades de abundância de vetores e hospedeiros; a = proporção de vetores que exercem hematofagia em determinado hospedeiro; b = proporção de vetores com agentes infectivos nas glândulas salivares (competência); P = sobrevivência diária da população vetora e n = período de incubação extrínscica (em dias).

Parâmetro m (densidade)

m = razão de densidades de abundância de vetores e hospedeiros.

Estimativa do tamanho populacional

São utilizados métodos de marcação-soltura-e-recaptura a fim de estimar o tamanho populacional. Brevemente, indivíduos marcados são liberados no ambiente onde misturam-se com a população natural, i.e., de não marcados. Prossegue-se com coleta sobre essa população e a proporção de captura de marcados (M) em relação ao total de capturados (c) e o número de marcados e soltos (s) compõe a equação matemática para a estimativa da abundância (A):

$$A = \frac{c(s + 1)}{M + 1}$$

Estimativa de densidade mosquito / homem

Utiliza-se método de atração humana.

Parâmetro a

a = proporção de vetores que exercem hematofagia em determinado hospedeiro.

Estimativa de a

Métodos disponíveis (e.g., Precipitina, ELISA ou PCR) ajudam a determinar a origem do sangue ingerido de hospedeiro em insetos capturados em campo. A determinação do sangue ingerido combinada com informações sobre a disponibilidade de hospedeiros são utilizadas para estimar o padrão de hematofagia.

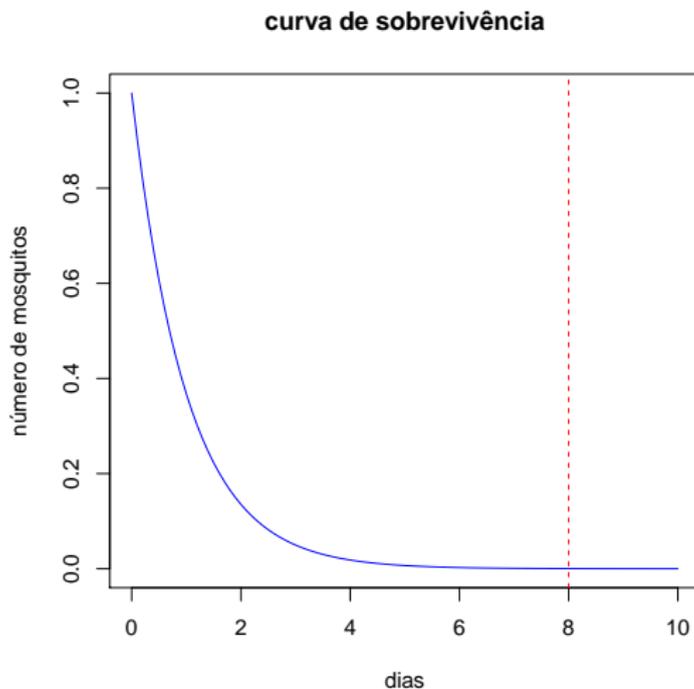
Significado da combinação de ma

ma = “taxa de picadas” (por vetor, hospedeiro e dia), que determina o contato efetivo entre o vetor e seu hospedeiro.

Parâmetro P

P = sobrevivência diária da população vetora.

Sobrevivência diária



Estimativa de P

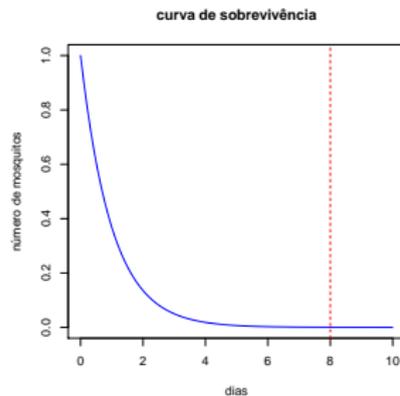
Determinação da estrutura etária da população de fêmeas do mosquito (nulíparas vs. paridas).

Parâmetro n

n = período em dias de incubação do agente infeccioso no mosquito (tempo desde o respasto de sangue infectado até quando o vetor é capaz de transmitir o patógeno).

Estimativa de n

Esse período é estimado a partir de estudos experimentais em laboratório nos quais infecções controladas são acompanhadas por dias até o aparecimento de agentes infecciosos na glândulas salivares dos vetores.

Significado de P^n 

Curva hipotética de sobrevivência de população vetora. O período de incubação extrínseca dá-se até a linha tracejada vermelha. A proporção de indivíduos que viverão até tornarem-se infectivos está representada pela área embaixo da curva azul após a linha tracejada vermelha.

Sumário

1 Capacidade vetora

2 Competência vetora

3 Reprodutibilidade basal de malária (R_0)

4 Exercícios

Parâmetro b

b = proporção de vetores com agentes infecciosos nas glândulas salivares (competência).

Significado de b

Nem todos os insetos que exercem a hematofagia em determinado hospedeiro vão tornar-se infectados. Isso porque o hospedeiro pode ou não conter o agente infeccioso e, ainda, tal agente pode estar presente em poucas quantidades (baixa viremia ou parasitemia), o que diminui a probabilidade de infecção dos vetores ao exercerem a hematofagia. Também é verdade que nem todos os insetos que exercem a hematofagia em um hospedeiro com alta parasitemia ou viremia vão tornar-se infectivos, i.e., presença dos agentes infecciosos nas glândulas salivares. Os insetos possuem defesas contra a infecção desses microorganismos, mais notadamente a barreira física e bioquímica do trato intestinal e células macrofágicas da hemocele, i.e., sistema de transporte.

Estimativa de b

Para determinar a competência vetorial, pode-se desenvolver estudos experimentais baseados em infecções e transmissões controladas em condições laboratoriais ou, também, usar métodos para detectar agentes infectivos na glândula salivar de insetos coletados em campo.

Sumário

- 1 Capacidade vetora
- 2 Competência vetora
- 3 Reprodutibilidade basal de malária (R_0)**
- 4 Exercícios

Definição de R_0

O número de reprodutibilidade basal, R_0 , é definido como o número esperado de casos secundários de uma doença produzidos por um indivíduo infectado em uma população suscetível durante seu período de infecciosidade. Tem-se que, para $R_0 < 1$ a doença não consegue se manter na população, e para $R_0 > 1$ a doença irá se estabelecer.

Estimativa de R_0

É uma extensão da capacidade vetora com inclusão explícita de parâmetros do hospedeiro:

$$R_0 = \frac{ma^2bcP^n}{-\log_e Pr}$$

em que m = razão de densidades de abundância de vetores e hospedeiros; a = proporção de vetores que exercem hematofagia em determinado hospedeiro; b = infectividade de mosquitos para humanos - probabilidade de infecção mosquito:humano; c = infectividade de humano para mosquito - probabilidade de infecção humano:mosquito; P = sobrevivência diária da população vetora, n = período de incubação extrínscica (em dias) e $1/r$ = taxa de recuperação média do hospedeiro infectado (em dias).

Conclusão

Capacidade e competência vetoras e reprodutibilidade da doença são peças-chave para o entendimento de causas que levam aos problemas de saúde pública e, assim, tem contribuição importante na prevenção e controle de epidemias de doenças veiculadas por vetores.

Sumário

- 1 Capacidade vetora
- 2 Competência vetora
- 3 Reprodutibilidade basal de malária (R_0)
- 4 Exercícios**

Lista de Exercícios

- Calcular capacidade vetora de *Nyssorhynchus darlingi*, *Anopheles gambiae* e *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* e reprodutibilidade basal de *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium knowlesi* em três situações distintas:

Lista de Exercícios

- Calcular capacidade vetora de *Nyssorhynchus darlingi*, *Anopheles gambiae* e *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* e reprodutibilidade basal de *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium knowlesi* em três situações distintas:
 - 1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*;

Lista de Exercícios

- Calcular capacidade vetora de *Nyssorhynchus darlingi*, *Anopheles gambiae* e *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* e reprodutibilidade basal de *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium knowlesi* em três situações distintas:
 - 1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*;
 - 2) Áreas rurais de vilas humanas na savana africana com transmissão de *P. falciparum* por *An. gambiae*;

Lista de Exercícios

- Calcular capacidade vetora de *Nyssorhynchus darlingi*, *Anopheles gambiae* e *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* e reprodutibilidade basal de *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium knowlesi* em três situações distintas:
 - 1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*;
 - 2) Áreas rurais de vilas humanas na savana africana com transmissão de *P. falciparum* por *An. gambiae*;
 - 3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*.

Dados disponíveis

1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 23 por dia

Dados disponíveis

1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 23 por dia
- competência vetora = 0,05

Dados disponíveis

1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 23 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Ny. darlingi* por dia = 0,9

Dados disponíveis

1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 23 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Ny. darlingi* por dia = 0,9
- ciclo extrínseco do *P. vivax* = 8 dias

Dados disponíveis

1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 23 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Ny. darlingi* por dia = 0,9
- ciclo extrínseco do *P. vivax* = 8 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:humano = 0,9

Dados disponíveis

1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 23 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Ny. darlingi* por dia = 0,9
- ciclo extrínseco do *P. vivax* = 8 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:humano = 0,9
- probabilidade de transmissão humano:mosquito = 0,9

Dados disponíveis

1) Áreas de fronteira amazônica com transmissão de *P. vivax* por *Ny. darlingi*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 23 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Ny. darlingi* por dia = 0,9
- ciclo extrínseco do *P. vivax* = 8 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:humano = 0,9
- probabilidade de transmissão humano:mosquito = 0,9
- taxa de recuperação do humano infectado por *P. vivax* = 30

Dados disponíveis

2) Áreas rurais de vilas humanas na savana africana com transmissão de *P. falciparum* por *An. gambiae*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 15 por dia

Dados disponíveis

2) Áreas rurais de vilas humanas na savana africana com transmissão de *P. falciparum* por *An. gambiae*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 15 por dia
- competência vetora = 0,25

Dados disponíveis

2) Áreas rurais de vilas humanas na savana africana com transmissão de *P. falciparum* por *An. gambiae*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 15 por dia
- competência vetora = 0,25
- sobrevivência de *An. gambiae* por dia = 0,8

Dados disponíveis

2) Áreas rurais de vilas humanas na savana africana com transmissão de *P. falciparum* por *An. gambiae*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 15 por dia
- competência vetora = 0,25
- sobrevivência de *An. gambiae* por dia = 0,8
- ciclo extrínseco do *P. falciparum* = 5 dias

Dados disponíveis

2) Áreas rurais de vilas humanas na savana africana com transmissão de *P. falciparum* por *An. gambiae*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 15 por dia
- competência vetora = 0,25
- sobrevivência de *An. gambiae* por dia = 0,8
- ciclo extrínseco do *P. falciparum* = 5 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:humano = 0,95

Dados disponíveis

2) Áreas rurais de vilas humanas na savana africana com transmissão de *P. falciparum* por *An. gambiae*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 15 por dia
- competência vetora = 0,25
- sobrevivência de *An. gambiae* por dia = 0,8
- ciclo extrínseco do *P. falciparum* = 5 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:humano = 0,95
- probabilidade de transmissão humano:mosquito = 0,95

Dados disponíveis

2) Áreas rurais de vilas humanas na savana africana com transmissão de *P. falciparum* por *An. gambiae*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 15 por dia
- competência vetora = 0,25
- sobrevivência de *An. gambiae* por dia = 0,8
- ciclo extrínseco do *P. falciparum* = 5 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:humano = 0,95
- probabilidade de transmissão humano:mosquito = 0,95
- taxa de recuperação do humano infectado por *P. falciparum* = 7

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia
- taxa de picada em macacos (ma^2) = 57 por dia

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia
- taxa de picada em macacos (ma^2) = 57 por dia
- competência vetora = 0,05

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia
- taxa de picada em macacos (ma^2) = 57 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* por dia = 0,95

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia
- taxa de picada em macacos (ma^2) = 57 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* por dia = 0,95
- ciclo extrínseco do *P. knowlesi* = 18 dias

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia
- taxa de picada em macacos (ma^2) = 57 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* por dia = 0,95
- ciclo extrínseco do *P. knowlesi* = 18 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:macaco = 0,9

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia
- taxa de picada em macacos (ma^2) = 57 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* por dia = 0,95
- ciclo extrínseco do *P. knowlesi* = 18 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:macaco = 0,9
- probabilidade de transmissão macaco:mosquito = 0,9

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia
- taxa de picada em macacos (ma^2) = 57 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* por dia = 0,95
- ciclo extrínseco do *P. knowlesi* = 18 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:macaco = 0,9
- probabilidade de transmissão macaco:mosquito = 0,9
- probabilidade de transmissão mosquito:humano = 0,7

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia
- taxa de picada em macacos (ma^2) = 57 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* por dia = 0,95
- ciclo extrínseco do *P. knowlesi* = 18 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:macaco = 0,9
- probabilidade de transmissão macaco:mosquito = 0,9
- probabilidade de transmissão mosquito:humano = 0,7
- probabilidade de transmissão humano:mosquito = 0,7

Dados disponíveis

3) Áreas silvestres florestais no sudeste asiático e malásia com transmissão *P. knowlesi* por *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus*

- taxa de picada em humanos (ma^2) = 3 por dia
- taxa de picada em macacos (ma^2) = 57 por dia
- competência vetora = 0,05
- sobrevivência de *Anopheles* do grupo *Leucosphyrus* por dia = 0,95
- ciclo extrínseco do *P. knowlesi* = 18 dias
- probabilidade de transmissão mosquito:macaco = 0,9
- probabilidade de transmissão macaco:mosquito = 0,9
- probabilidade de transmissão mosquito:humano = 0,7
- probabilidade de transmissão humano:mosquito = 0,7
- taxa de recuperação do humano infectado por *P. knowlesi* = 15

Perguntas

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Capacidade R_0			

Respostas

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Capacidade	4.69	5.51	11.62
R_0	2.54	2.84	9.91