

Introdução

- ▶ A produção de milho no Brasil está estimativa em 56 milhões de toneladas, o que representa 35,1% da produção total de grãos na safra 2010/11 (CONAB, 2011);
- ▶ Principais doenças: enfezamentos pálido (Corn Stunt Spiroplasma, CSS) e vermelho (Maize Bushy Stunt Phytoplasma, MBSP).
- ▶ Principal inseto vetor no Brasil: cigarrinha *Dalbulus maidis*.



Objetivo

Analisar a dinâmica temporal dos enfezamentos, usando como base o modelo proposto por Vandermeer e Power (1990).

Modelo Matemático

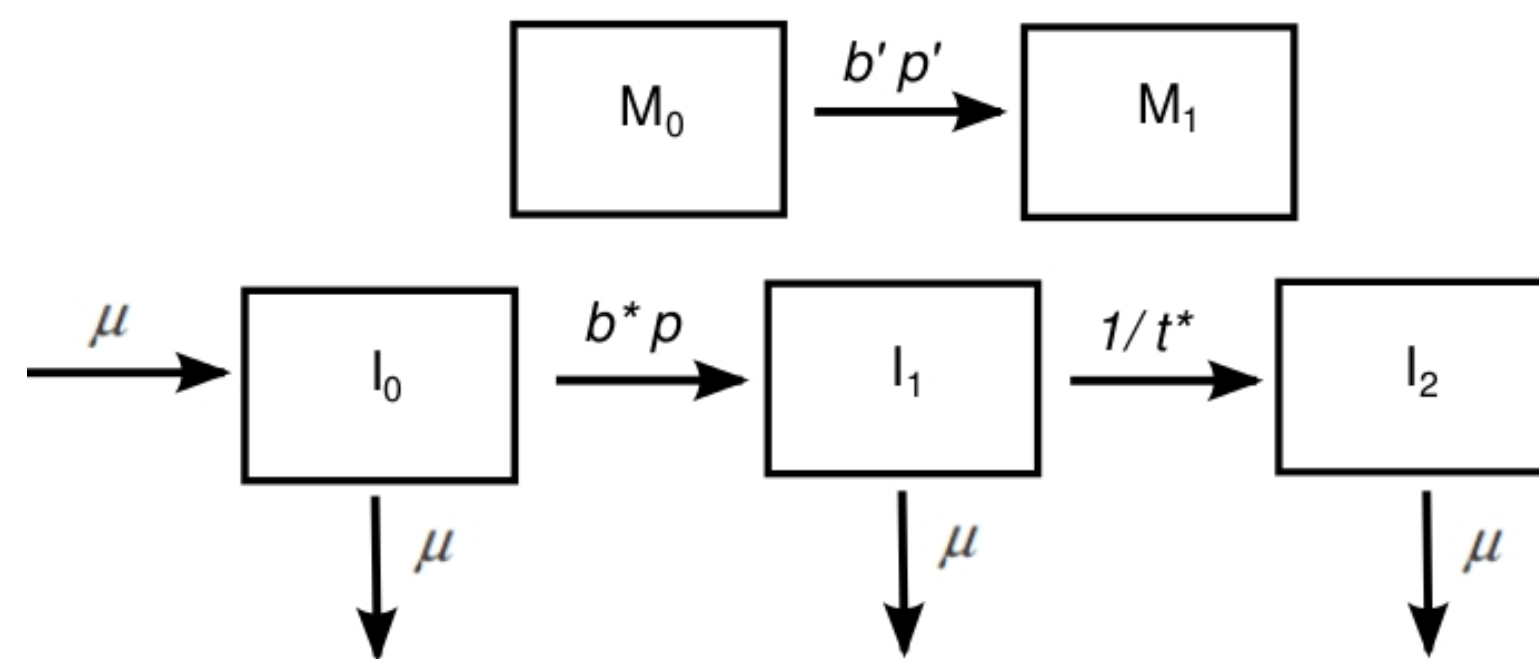


Figura: Compartimentos considerados no modelo matemático

Considerando $M_0 + M_1$ e $I_0 + I_1 + I_2$ constantes e $b' = b^* = \frac{b}{N_1}$, obtém-se o sistema normalizado:

$$\begin{cases} \frac{dm_1}{dt} = \frac{N_2}{N_1} b p' i_2 (1 - m_1), \\ \frac{di_1}{dt} = b p (1 - i_2 - i_1) m_1 - \frac{1}{t^*} i_1 - \mu i_1, \\ \frac{di_2}{dt} = \frac{1}{t^*} i_1 - \mu i_2, \end{cases}$$

- ▶ M_0 e M_1 são as populações de plantas saudas e infectadas;
- ▶ I_0 , I_1 e I_2 são as populações de cigarrinhas sem mollicutes, com o mollicutes em período de latência, e infectantes;

Parâmetros

Parâmetros	Valores	Descrição
μ	0.129	taxa de mortalidade da cigarrinha
b'	2	taxa de visitas que a planta recebe por cigarrinha
b^*	2	taxa de visitas que a cigarrinha realiza por planta
$\frac{N_2}{N_1}$	1	razão entre populações totais de cigarrinha e planta
p	0.46	probabilidade de aquisição de mollicutes pela cigarrinha
p'	0.835	probabilidade de transmissão da cigarrinha para a planta
t^*	20	período de latência da cigarrinha com enfezamento pálido
	25	período de latência da cigarrinha com enfezamento vermelho

Análise de Estabilidade

- ▶ Ponto de equilíbrio trivial: $I_{(1)}^* = (0, 0, 0)$.
- ▶ Ponto de equilíbrio não trivial: $I_{(2)}^* = (m_1^*, i_1^*, i_2^*)$, onde $m_1^* = 1$, $i_1^* = \frac{b p \mu t^*}{\mu^2 t^* + b p \mu t^* + \mu + b p}$, $i_2^* = \frac{b p}{\mu^2 t^* + b p \mu t^* + \mu + b p}$.
- ▶ Matriz jacobiana calculada nos pontos de equilíbrio:

$$A_{(1)} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \frac{b p' N_2}{N_1} \\ b p & -\frac{1}{t^*} - \mu & 0 \\ 0 & \frac{1}{t^*} & -\mu \end{pmatrix}, A_{(2)} = \begin{pmatrix} -b^2 p p' N_2 & 0 & 0 \\ \frac{N_1 (\mu^2 t^* + b p \mu t^* + \mu + b p)}{b p \mu^2 t^* + b p \mu} & -\frac{1}{t^*} - \mu - b p & -b p \\ \frac{\mu^2 t^* + b p \mu t^* + \mu + b p}{0} & \frac{1}{t^*} & -\mu \end{pmatrix}$$

O ponto de equilíbrio trivial é sempre instável e o não trivial é sempre estável, pelo critério de Routh-Hurwitz (EDELSTEIN-KESHET, 1988).

Resultados Numéricos

Partindo do estágio inicial com 1% das cigarrinhas infectantes, nenhuma planta infectada e cigarrinha em período de latência, realizou-se uma simulação numérica com os valores da tabela que gerou os seguintes gráficos:

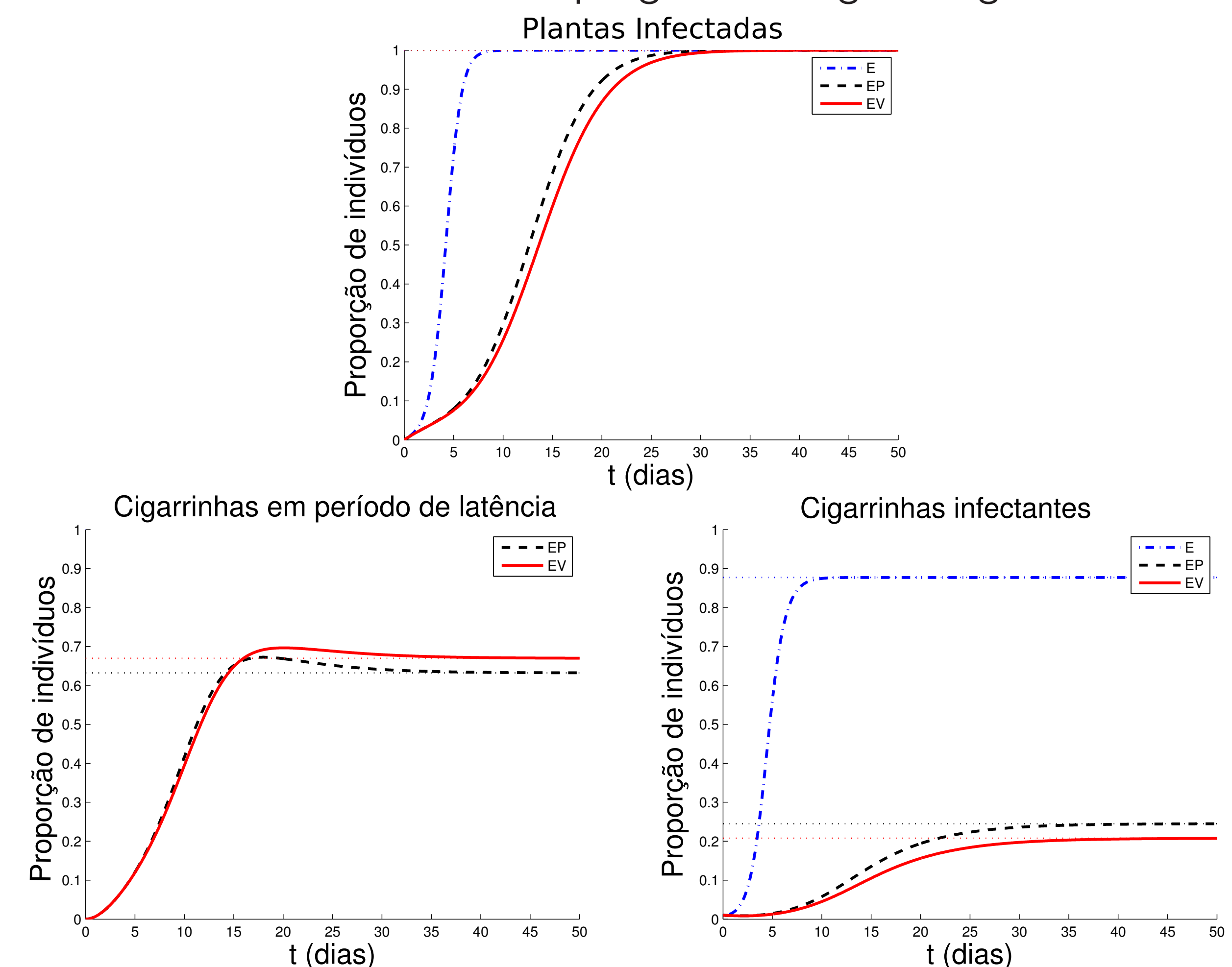


Figura: Dinâmica da evolução dos enfezamentos pálido EP, vermelho EV, e sem período de latência E.

Conclusões

- ▶ Não há diferenças significativas na dinâmica das populações representadas pelo sistema de equações normalizado quando compara-se o enfezamento pálido com o enfezamento vermelho, resultado semelhante ao obtido por Oliveira et al. (2002).
- ▶ O ponto de equilíbrio $I_{(2)}^*$ é sempre estável, assim a proporção de plantas infectadas tende para 1, se o ponto inicial é diferente do trivial, resultado semelhante ao obtido por Vandermeer e Power (1990).

Referências Bibliográficas

- ▶ VANDERMEER, J.; POWER, A. An epidemiological model of the corn stunt system in central america. **Ecological Modelling**, v. 52, p. 235-248. 1990.
- ▶ OLIVEIRA, E. D.; CARVALHO, R. V. D.; DUARTE, A. P.; ANDRADE, R. A. D.; RESENDE, R. D. O.; OLIVEIRA, C. M. D.; RECCO, P. C. Mollicutes e vírus em milho na safrinha e na safra de verão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p. 38-46. 2002.
- ▶ EDELSTEIN-KESHET, L. **Mathematical models in biology**. Birkhäuser mathematics series. 1988.