

Modelagem Computacional de Vetores de Endemias

Fabíola Fernandes de Oliveira

Graduanda em Engenharia Ambiental - CEFET-MG

Cintia Loureiro dos Santos,

Mestre em Modelagem Matemática e Computacional - PPGMMC/CEFET-MG

A.P.F. ATMAN

GESC - Grupo de Estudos em Sistemas Complexos

PPGMMC - Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional

Departamento de Física e Matemática - DFM/CEFET-MG

INCT - Sistemas Complexos

Resumo:

O objetivo do trabalho é reproduzir a dinâmica da fase alada de mosquitos através de modelagem computacional baseada em um modelo híbrido de autômatos celulares e o método Monte Carlo. Basicamente, implementamos uma caminhada aleatória de mosquitos em áreas urbanas considerando duas situações: regiões completamente homogêneas e regiões com *loci* preferenciais (ruído congelado). Além disso, testamos um modelo de caminhada aleatória com variância ilimitada - vôo de Lévy. Pretendemos apresentar o modelo e os conceitos básicos adjacentes, bem como alguns resultados preliminares que foram validados com dados empíricos. O presente modelo pode ser empregado tanto para o estudo de vetores da leishmaniose (mosquito palha) como da dengue (*Aedes aegypt*).

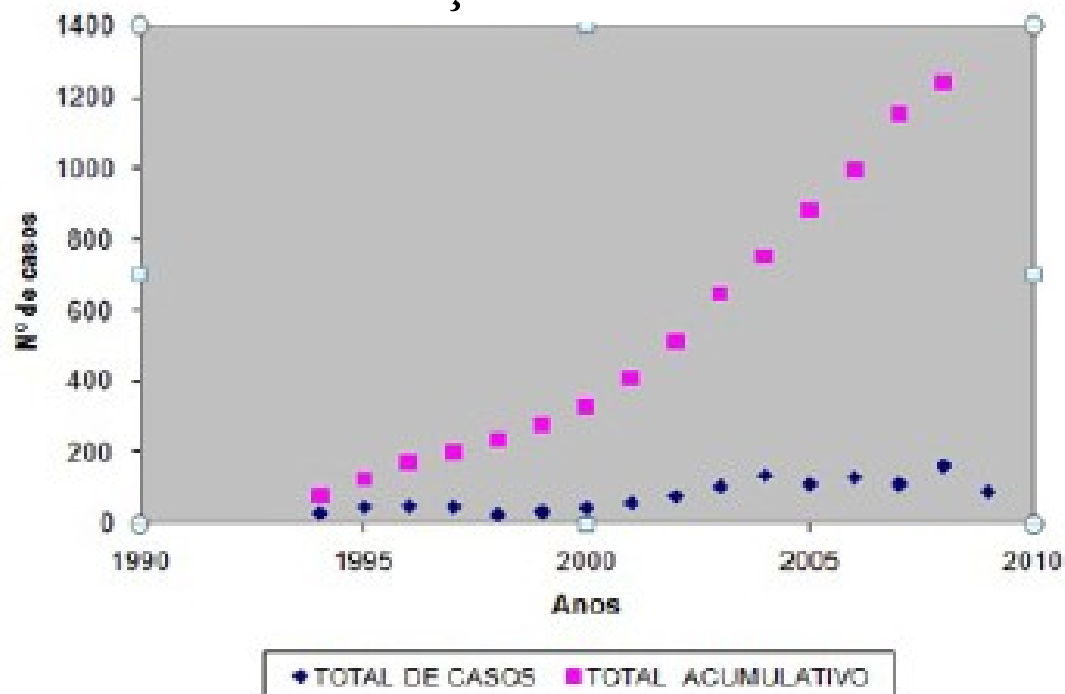
Projeto financiado pela FAPEMIG - PPM V (2011)

Motivação

Tabela 2.1: Casos de LV em Belo Horizonte no período de 2004 a 2010¹

Distrito	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*	Total
Barroiro	6	6	9	5	10	14	13	63
Centro Sul	5	6	3	5	9	7	2	37
Leste	16	12	9	13	16	8	12	86
Nordeste	24	14	23	21	41	17	18	158
Noroeste	24	17	30	22	29	23	12	157
Norte	22	20	14	12	13	19	9	109
Oeste	10	11	10	7	9	15	14	76
Pampulha	6	10	3	6	5	6	8	44
Venda Nova	21	13	24	17	25	24	13	137
Indeterminado	0	1	3	2	4	11	6	27
Total	134	110	128	110	161	144	107	894
Total Acumulativo	134	244	372	482	643	787	894	

Evolução dos casos



Modelo

Rede quadrada representando a área urbana;

Cada “casa” possui 16 sítios, e cada sítio pode estar vazio (estado 0), ocupado por humano (estado 1) ou ocupado por outro hospedeiro (estado 2);

```

-2-2-2-2  2 2 2 2  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2  2 2 2 2
-2 1 1-2  2 1 1 2  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2  2 1 1 2
-2 1 1-2  2 1 1 2  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2  2 1 1 2
-2-2-2-2  2 2 2 2  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2  2 2 2 2

0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  0 0 0 0  0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2
0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  0 1 1 0  0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2
0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  0 1 1 0  0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2
0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  0 0 0 0  0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2

2 2 2 2  2 2 2 2  0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0
2 1 1 2  2 1 1 2  0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0
2 1 1 2  2 1 1 2  0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0
2 2 2 2  2 2 2 2  0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0

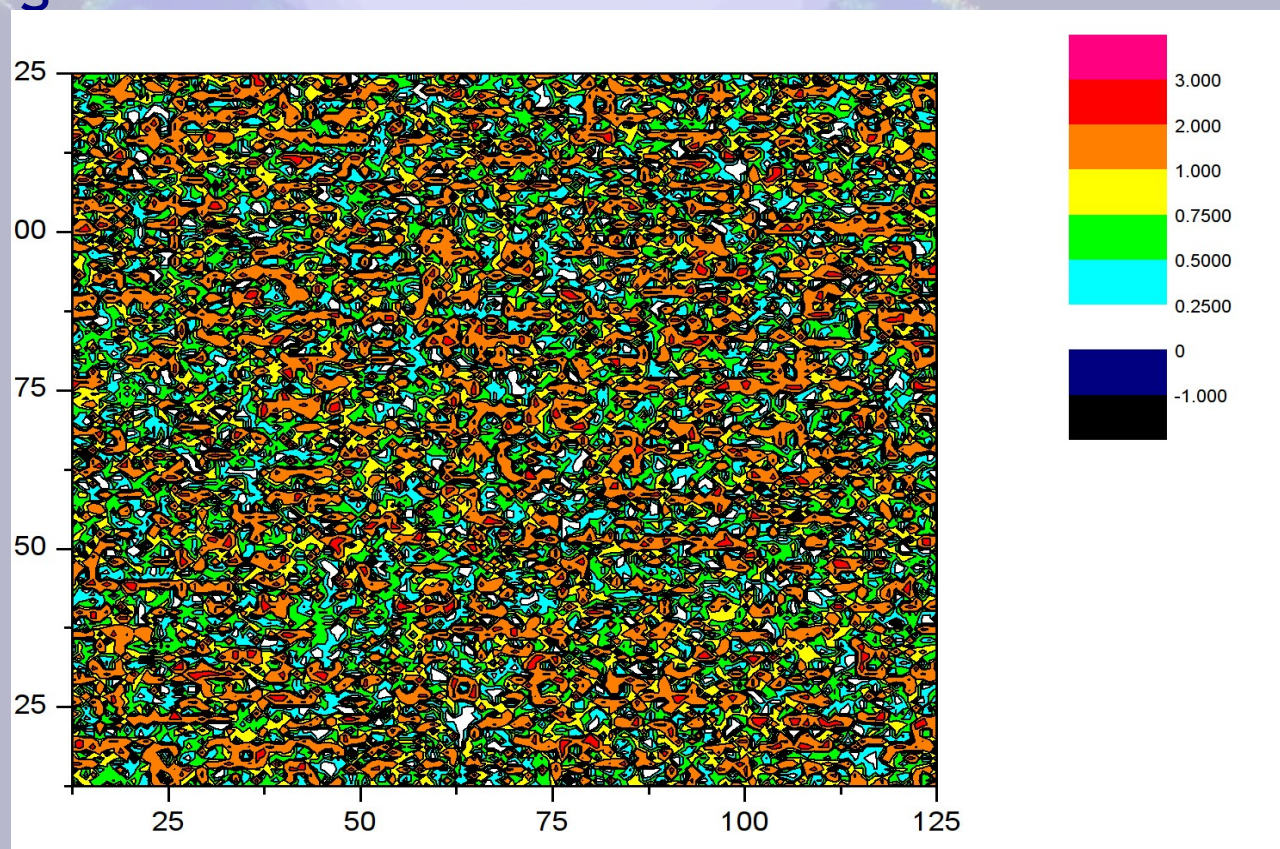
0 0 0 0  2 2 2 2  2 2 2 2  2 2 2 2  0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2  2 2 2 2
0 1 1 0  2 1 1 2  2 1 1 2  2 1 1 2  0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2  2 1 1 2
0 1 1 0  2 1 1 2  2 1 1 2  2 1 1 2  0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2  2 1 1 2
0 0 0 0  2 2 2 2  2 2 2 2  2 2 2 2  0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2  2 2 2 2

2 2 2 2  0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2
2 1 1 2  0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2
2 1 1 2  0 1 1 0  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2  0 1 1 0  2 1 1 2
2 2 2 2  0 0 0 0  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2  0 0 0 0  2 2 2 2

```

Modelo

Estudamos duas situações: região homogênea, onde todos os sítios possuem as mesmas características, e região heterogênea, onde cada sítio possui características únicas - ruído congelado.



Dinâmica dos vetores

Os vetores (mosquitos) podem ocupar qualquer sítio da rede; Inicialmente, N mosquitos são distribuídos aleatoriamente na rede; Em seguida, atualiza-se o estado de todos os mosquitos de forma síncrona;

A cada passo de tempo, é sorteada uma das seguintes ações:

- 1 - mover-se (considerando-se passeio aleatório ou vôo de Lévy);
- 2 - tentar alimentar-se, caso o sítio possua um hospedeiro;
- 3 - depositar ovos, caso esteja devidamente alimentada;

Ao final de cada iteração, implementa-se um sorteio para simular a morte do mosquito com probabilidade de morte proporcional à idade do mosquito;

Após alimentar-se ou depositar ovos, a idade do vetor é incrementada de modo a considerar o risco maior nestas ações.

Dinâmica dos vetores

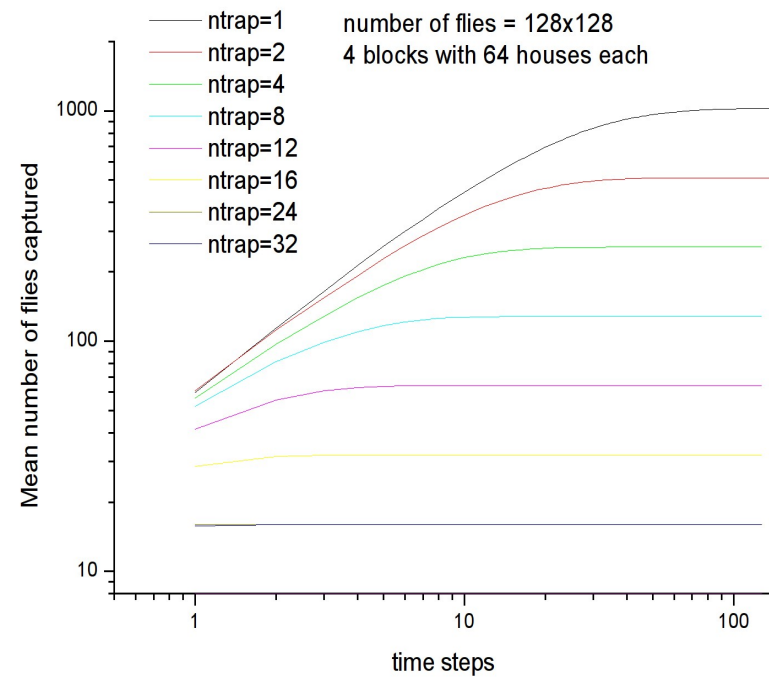
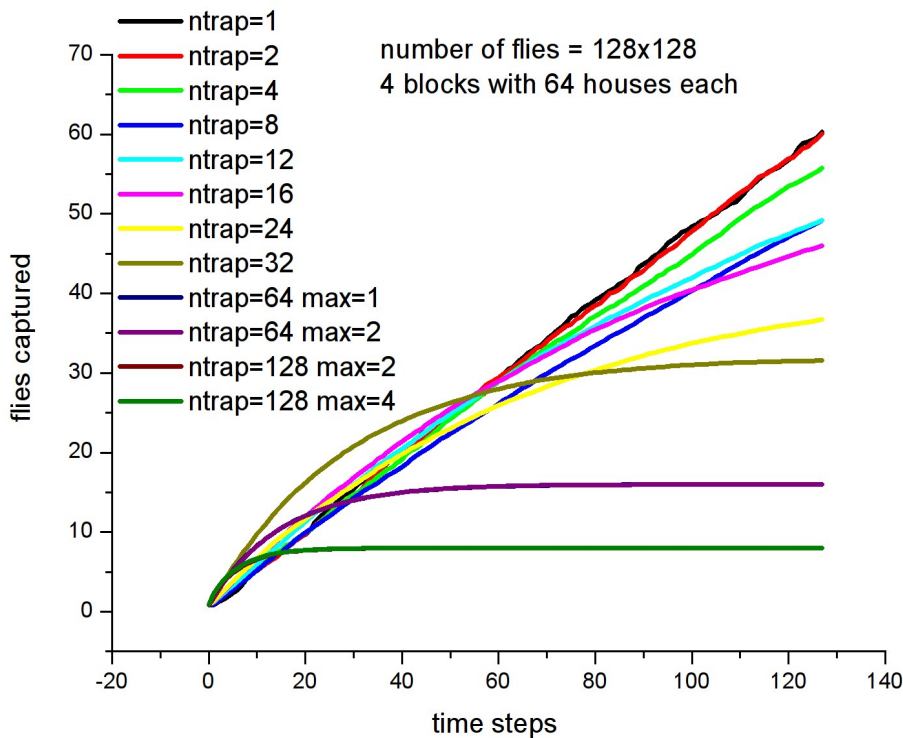
Procuramos inicialmente validar a dinâmica utilizando os resultados empíricos de Eiras et al. para o *Aedes aegypt*.

Consideramos um sistema com 256 casas (16 sítios cada uma) e 128x128 mosquitos, movimentando-se com **passeio aleatório**;

Inicialmente estudamos apenas a dinâmica dos mosquitos sem considerar hospedeiros ou reprodução (equivalente ao estudo de uma geração de mosquitos);

Distribuimos aleatoriamente na rede armadilhas para capturar os mosquitos; o sistema foi dividido em 4 blocos de 64 casas cada e variamos o número de armadilhas por bloco.

Resultado: região homogênea



Ruído congelado

