

Comparando quadrats fixos e aleatórios na análise de padrões espaciais

Elias T. Krainski, Paulo J. Ribeiro Jr. & Renato B. Bassanezi

`elias@est.ufpr.br, paulojus@est.ufpr.br`

Departamento de Estatística - UFPR

Introdução e Motivação

- Estudos de distribuição espacial de doenças de plantas
- Padrões agregação regular, aleatório ou agregado
- Conhecimento do padrão:
 - sugere ou apoia hipóteses sobre mecanismos biológicos
 - auxilia definição de mecanismos de controle
 - hipóteses sobre novas doenças
 - permite comparar padrões
- Ex 1: Pinta preta dos citrus – hipóteses sobre reprodução do patógeno
- Ex 2: *Morte Súbita dos Citrus* (MSC) – compreensão de nova doença

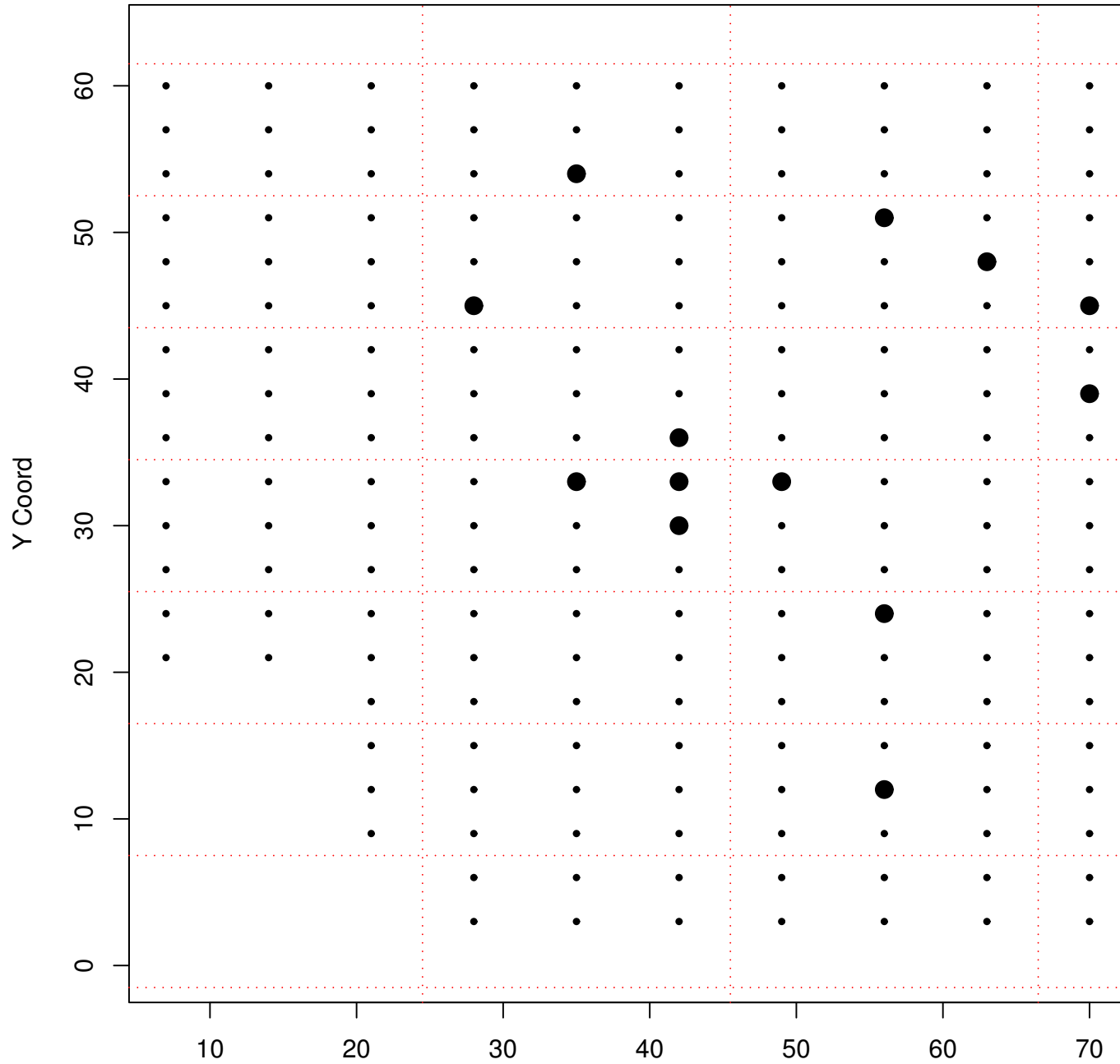
Alguns métodos

- seqüências ordinárias
- contagem de "quadrats"
- processos pontuais
- modelos geoestatísticos
- modelos autologísticos (e similares)
- modelos com prioris CAR
- modelos de seqüências de infecções
- etc (?)

Análise por *quadrat counts*

- Os *quadrats* são uma área retangular com $n = l * c$, plantas, l linhas e c plantas na linha
- passos
 1. Em cada *quadrats* conta-se o número de plantas doentes
 2. Compara-se contagens com distribuições teóricas
 3. Índice de dispersão
 4. Decisão: aleatório, regular ou agregado
- *Exemplo*

quadrat counts



Algumas questões em *quadrat counts*

- Qual a distribuição?
 - Binomial
 - Poisson
 - Beta-binomial
- Tamanhos e forma dos quadrats (*Exemplo*)
- quadrats fixos *versus* aleatórios?
- quantos quadrats aleatórios?

Metodologia

- Padrão espacial determinado a partir da comparação das variâncias observada e esperada segundo um modelo
- Por exemplo: Modelo Binomial:

$$(1) \quad V_t(Y) = np(1 - p)$$

- Índice de Dispersão:

$$(2) \quad D = V_o/V_t$$

- $(N - 1)D \sim \chi_{N-1}^2$, onde N é o número de quadrats.

Fixo *versus* aleatório

- Análise por *quadrat counts* em 1118 avaliações da MSC em talhões
- Incidência variou de 0.05% até 99.89%
- 75% das avaliações com menos de 10.53% de incidência
- diferentes tamanhos e formas de *quadrats*
- Resultados calculados para todos os *quadrats* possíveis no talhão e também selecionando aleatoriamente
- *quadrats* tamanhos 2×2 , 3×3 , 2×4 e 3×7
- seleção dos *quadrats* aleatórios considerou-se metade (50%), igual (100%) e o dobro (200%) do número de *quadrats* fixos
- Utilizou-se o modelo binomial

Resultados Gerais

Conclusão	Agregado			Aleatório		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
Fixos 2x2	0.4150	0.3417	0.2281	0.5850	0.6583	0.7719
Fixos 3x3	0.4834	0.4082	0.3107	0.5166	0.5918	0.6893
Fixos 2x4	0.5250	0.4589	0.3408	0.4750	0.5411	0.6592
Fixos 3x7	0.5443	0.4673	0.3241	0.4557	0.5327	0.6759
Aleatórios 2x2 com 50%	0.3177	0.2449	0.1381	0.6823	0.7551	0.8619
Aleatórios 3x3 com 50%	0.3826	0.3189	0.2172	0.6174	0.6811	0.7828
Aleatórios 2x4 com 50%	0.4058	0.3417	0.2331	0.5942	0.6583	0.7669
Aleatórios 3x7 com 50%	0.3788	0.3120	0.2126	0.6212	0.6880	0.7874
Aleatórios 2x2 com 100%	0.4391	0.3679	0.2471	0.5609	0.6321	0.7529
Aleatórios 3x3 com 100%	0.4688	0.3839	0.2882	0.5312	0.6161	0.7118
Aleatórios 2x4 com 100%	0.5005	0.4388	0.3373	0.4995	0.5612	0.6627
Aleatórios 3x7 com 100%	0.4878	0.4207	0.3191	0.5122	0.5793	0.6809
Aleatórios 2x2 com 200%	0.5264	0.4682	0.3554	0.4736	0.5318	0.6446
Aleatórios 3x3 com 200%	0.5709	0.5090	0.4093	0.4291	0.4910	0.5907
Aleatórios 2x4 com 200%	0.5732	0.5274	0.4564	0.4268	0.4726	0.5436
Aleatórios 3x7 com 200%	0.5508	0.4897	0.3801	0.4492	0.5103	0.6199

Resultados 2

Concordância das conclusões pelas diferentes estratégias de seleção dos quadrats.

Estratégia	Quadrats 2x2	Quadrats 3x3	Quadrats 2x4	Quadrats 3x7
Resultados com 90% de confiança				
Aleatório 50%	0.71915	0.70148	0.71123	0.71031
Aleatório 100%	0.75383	0.76130	0.76972	0.76881
Aleatório 200%	0.76365	0.77558	0.80144	0.80144
Resultados com 95% de confiança				
Aleatório 50%	0.74217	0.75046	0.71588	0.72609
Aleatório 100%	0.77457	0.79385	0.75703	0.76881
Aleatório 200%	0.76634	0.78366	0.79874	0.78886
Resultados com 99% de confiança				
Aleatório 50%	0.80755	0.77542	0.76787	0.80223
Aleatório 100%	0.80974	0.82188	0.80236	0.82412
Aleatório 200%	0.78156	0.79803	0.79245	0.81402

Conclusões Parciais

- Concordância de 70-80%
- sem padrão ou tendência nos índices de dispersão
- tamanho dos quadrats não aumentou concordância
- para maiores níveis de significância concordância aumenta com maior número de quadrats aleatórios
- resultados podem variar com incidência (?)
- é preciso verificar sensibilidade dos métodos (simulação)

Quantos *quadrats* aleatórios?

- Estudo de simulação
- Métodos de simulação:
 - baseado em modelo geoestatístico (*Exemplo*)
 - baseado em modelo de Gibson (*Exemplo*)

$$P[x_i = 1|t] = k(t) \left[\alpha_1 + \sum_j \|x_i - x_j\|^{-\alpha_2} \right]$$

Estudo de simulação

- 7 modelos em arranjo 20×20 :
 - aleatório
 - Gibson com $\alpha_2 = 1, 2e3$
 - Modelo Geostatístico com $\phi = 5, 10, 15$
- Espaçamento: 7×3
- 1000 simulações para cada modelo
- quadrats 2×2 , 3×3 , 2×4 e 3×7
- número de quadrats aleatórios correspondendo a 10, 20, 30, 50, 100 e 200% do número possível de fixos

Dados simulados - Espaçamento 7×3

	Gibson0	Gibson1	Gibson2	Gibson3	GRFa5	GRFa10	GRFa15
fix2x2	0.0390	0.3910	0.9990	1.0000	0.0310	0.0430	0.0430
fix3x3	0.0390	0.5050	1.0000	1.0000	0.0440	0.0620	0.0690
fix2x4	0.0440	0.5480	1.0000	1.0000	0.0560	0.0780	0.0850
fix3x7	0.0440	0.3770	0.7749	0.8674	0.0490	0.0760	0.0640
A12x2.1	0.0334	0.0843	0.5027	0.7253	0.0316	0.0315	0.0397
A13x3.1	0.0204	0.0917	0.4757	0.6320	0.0225	0.0338	0.0299
A12x4.1	0.0184	0.0859	0.4647	0.6333	0.0193	0.0287	0.0184
A13x7.1	0.0395	0.1139	0.3771	0.5120	0.0557	0.0433	0.0499
A12x2.2	0.0240	0.1370	0.7523	0.9057	0.0380	0.0300	0.0370
A13x3.2	0.0390	0.2150	0.7536	0.8339	0.0531	0.0620	0.0680
A12x4.2	0.0430	0.1750	0.7053	0.8404	0.0340	0.0390	0.0520
A13x7.2	0.0340	0.1998	0.6202	0.7257	0.0450	0.0570	0.0550
A12x2.3	0.0320	0.1730	0.8539	0.9548	0.0500	0.0430	0.0470
A13x3.3	0.0320	0.2700	0.8592	0.9163	0.0500	0.0650	0.0500
A12x4.3	0.0290	0.2360	0.8418	0.8832	0.0330	0.0550	0.0490
A13x7.3	0.0500	0.2513	0.7641	0.8493	0.0520	0.0560	0.0580
A12x2.5	0.0430	0.2510	0.9530	0.9930	0.0500	0.0750	0.0630
A13x3.5	0.0460	0.3760	0.9489	0.9759	0.0560	0.0810	0.0630
A12x4.5	0.0510	0.3400	0.9370	0.9800	0.0530	0.0700	0.0610
A13x7.5	0.0420	0.3330	0.9236	0.9333	0.0540	0.0770	0.0600
A12x21	0.0550	0.3650	0.9940	1.0000	0.0770	0.0870	0.0830
A13x31	0.0610	0.5060	0.9950	1.0000	0.0670	0.0960	0.1120
A12x41	0.0530	0.4540	0.9920	1.0000	0.0700	0.0860	0.0920
A13x71	0.0420	0.4710	0.9780	0.9900	0.0690	0.0810	0.0980
A12x22	0.0700	0.4970	0.9970	1.0000	0.1040	0.1190	0.1230
A13x32	0.0840	0.6350	1.0000	1.0000	0.0980	0.1510	0.1460
A12x42	0.0780	0.5930	0.9990	1.0000	0.0900	0.1520	0.1290
A13x72	0.0600	0.5770	0.9990	1.0000	0.0810	0.1130	0.1380

Resultados

Gráfico de controle

Bibliografia

Referências

- [1] R. B. BASSANEZI, N. G. FERNANDES, and P. T. YAMMAMOTO. Morte súbita do citros. Technical report, Fundecitrus, 2003.
- [2] L. V. MADDEN and G. HUGHES. Plant disease incidence: Distributions, heterogeneity, and temporal analysis. *Phytopathology*, 1995.

Agradecimentos

- Ao Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS, pelo financiamento do convênio com o DEST/UFPR
- Ao Laboratório de Estatística e Geoinformação (LEG) pelos recursos computacionais

- LEG: www.est.ufpr.br/LEG
- Rcitrus: www.est.ufpr.br/Rcitrus