

**MALHAS AMOSTRAIS APLICADAS AO MAPEAMENTO DA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE *Tibraca limbativentris* EM ARROZ IRRIGADO**

Pazini<sup>1</sup>, J. de. B.; Seidel<sup>2</sup>, E. J.; Silva<sup>3</sup>, F. F. da; Botta<sup>4</sup>, R. A.; Martins<sup>5</sup>, J. F. da. S.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitossanidade, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil, julianopazzini@hotmail.com

<sup>2</sup>Matemático, Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Estatística, Cidade Universitária, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil, enioseidel@gmail.com

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Associado, Universidade Federal do Pampa/Campus de Itaqui, fernandosilva@unipampa.edu.com.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil, robson\_a.b@hotmail.com

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Caixa postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS, Brasil, jose.martins@embrapa.br

**Resumo** - O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de diferentes malhas amostrais na elaboração de mapas de probabilidade de ocorrência de *Tibraca limbativentris*, inseto conhecido por percevejo-do-colmo, em final da fase vegetativa da cultura do arroz irrigado por inundação na região do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul. O monitoramento do inseto ocorreu num talhão de lavoura de arroz de 13,7 ha, utilizando-se uma grade com 81 pontos georreferenciados e equidistantes 50 m. O número de percevejos somados nas fases de adultos e ninfas de cada ponto foi transformado, codificando os valores em zero (0) (ausência do inseto) e um (1) (presença do inseto). A partir da grade original do estudo, realizou-se a retirada de pontos a fim de se estabelecer outras configurações de malhas amostrais, sendo essas: 50 x 100 m, 100 x 50 m e 100 x 100 m. Realizou-se análise geoestatística via ajuste de semivariogramas e interpolação dos dados numéricos por *krigagem* ordinária. As malhas amostrais propostas geraram modelos diferentes de dependência espacial quando comparadas à malha original, sendo que a malha de 100 x 50 m apresentou concordância razoável com a malha original no mapeamento da probabilidade de ocorrência de *T. limbativentris* em arroz irrigado.

**Palavras-chave:** percevejo-do-colmo; monitoramento; *Oryza sativa*.

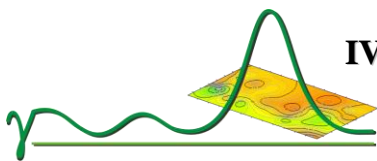
**SAMPLE GRIDS APPLIED TO THE OCCURRENCE PROBABILITY MAPPING OF *Tibraca limbativentris* IN FLOODED RICE FIELD**

**Abstract** - The aim of this study was to evaluate the influence of different sample grids in the preparation of *Tibraca limbativentris* probability maps, insect known as rice stem bug, at the end of the vegetative phase of flooded rice field in “Planalto da Campanha” Region, Rio Grande do Sul (RS), Brazil. The insect monitoring occurred in 13,7 ha rice crops plot, using 81 points georeferenced grid and equidistant 50 m. The number of bugs summed at adult and nymph phases, of each spot, was transformed, encoding the values to zero (0) (insect absence) and (1) (insect presence). From original study grid, it was performed the removal of points in order to establish other sample grids settings, being these: 50 x 100 m, 100 x 50 m and 100 x 100 m. A geostatistical analysis was performed through semivariogram fitting and the interpolation of numerical data by ordinary kriging. The proposed sample grids generated different models of spatial dependence when compared to original grid, wherein the grid of 100 m x 50 showed reasonable agreement with the original grid in occurrence probability mapping of *T. limbativentris* flooded in rice field.

**Key words:** rice stem bug; monitoring; *Oryza sativa*.

**Introdução**

O percevejo-do-colmo do arroz, *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae), pode ocorrer nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura, provocando os sintomas de “coração-morto” e “panícula-branca”, respectivamente. Trata-se de uma espécie altamente prejudicial aos arrozais no Brasil, principalmente aos cultivos irrigados por inundação (MARTINS et al., 2004), onde para cada inseto adulto/m<sup>2</sup>, é esperada uma redução de 1,2% na produtividade de grãos (REUNIÃO, 2014).



O monitoramento de insetos-pragas em lavouras comerciais é um procedimento que, além de fundamentar a tomada de decisão sobre a adoção de estratégias de manejo, principalmente o controle químico por meio do uso de inseticidas, é primordial em estudos aplicados ao aperfeiçoamento de sistemas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), como, por exemplo, na definição do comportamento espacial de uma população de insetos e, a partir disto, o desenvolvimento de orientações padronizadas de amostragem eficientes (TERRY et al., 1989; FERNANDES et al., 2003). Sob esta lógica, Pazini et al. (2013) comprovaram que o monitoramento georreferenciado e métodos geoestatísticos constituem uma importante ferramenta para tal determinação ao serem utilizados para mapear a probabilidade de ocorrência de adultos e ninfas de *T. limbativentris* na cultura do arroz irrigado por inundação.

O emprego dessas inovações na elaboração de protocolos para o monitoramento de pragas deve, preferencialmente, aliar um número mínimo de pontos amostrados com uma máxima representação do local amostrado (mínima variância), de modo a aperfeiçoar o plano de amostragem para a economia de tempo e esforço (MONTANARI et al., 2005). Diante dessa perspectiva, com este trabalho, objetivou-se avaliar a influência de diferentes malhas amostrais na elaboração de mapas de probabilidade de ocorrência de *T. limbativentris* em fase vegetativa da cultura do arroz irrigado por inundação na região do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul.

## Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado na safra de 2009/10, em lavoura comercial de arroz instalada num Luvisolo, com declividade média de 4,8%, na Fazenda Pitangueira, situada a 29 09'56.52"S e 56 29'20.06"W, em Itaqui, RS. O clima predominante da região   Cfa, subtropical, temperado quente, com chuvas bem distribuídas e estações bem definidas, segundo classificação de K ppen-Geiger. A cultura foi implantada em cultivo mínimo, com a cultivar IRGA 417, na primeira semana do mês de outubro, na densidade de 60 sementes/m linear, num espaçamento de 0,17 m entre linhas. A adubação foi de 286 kg ha<sup>-1</sup> de 4-17-27 N-P-K na sementeira, 150 kg ha<sup>-1</sup> de 45-0-0 N-P-K aos 15 dias pós-emergência das plântulas, antes da inundação do arrozal, e 75 kg ha<sup>-1</sup> de 30-0-20 N-P-K na diferenciação do primórdio floral. O manejo fitossanitário foi empregado conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (REUNIÃO, 2014), no entanto, sem aplicações de inseticidas.

Para execução do monitoramento de *T. limbativentris* na lavoura de arroz, foi estabelecido, previamente, um *grid* mais ou menos regular com 81 pontos georreferenciados e equidistantes 50 m, conforme orientação adaptada de Kuno (1991), num talhão de lavoura de 13,7 ha. O levantamento ocorreu no dia 06/01/2010 quando as plantas encontravam-se em V11, correspondendo ao est dio de formação do colar na 11  folha do colmo principal, no final do est dio vegetativo (COUNCE et al., 2000). Em cada ponto de amostragem lançou-se um quadrado de metal medindo 0,5 m x 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>), onde as plantas inseridas na área do quadro foram examinadas visualmente a fim de realizar a contagem do inseto em sua fase jovem e adulta.

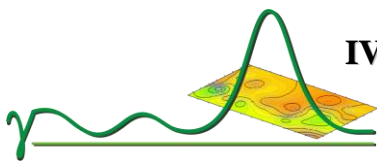
Primeiramente, os dados referentes ao número de adultos + ninfas encontrados em cada ponto, foram transformados em indicadores de probabilidade, isto é, em níveis de corte baseados na afirmativa de que para cada inseto adulto/m<sup>2</sup>, em m dia,   esperada uma redução de 1,2% na produtividade (REUNIÃO, 2014). Como níveis de corte os valores foram codificados em zero (0) quando da ausência do inseto e, com o valor 1, nas ocasiões de presença, originando, assim, novo conjunto de dados, onde as contagens de insetos (0, 1, 2, 3,...), com máximos diferentes em cada configuração de malha de amostragem, foram re-escaladas no intervalo (0 e 1) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores observados e transformados para o número de adultos + ninfas do percevejo-do-colmo, dos cinco primeiros pontos de amostragem. Safra 2009/10. Itaqui-RS.

Pontos amostrais	Coordenadas UTM		Número de insetos	
	Easting	Northing	Observados adultos + ninfas	Transformados adultos + ninfas
1	549407,491	6773616,577	0	0
2	549358,116	6773631,101	1	1
3	549307,156	6773643,032	5	1
4	549258,853	6773658,527	0	0
5	549215,609	6773673,377	5	1

A partir do *grid* de amostragem original do estudo, com 81 pontos amostrais espaçados 50 x 50 m, na tentativa de reduzir o número de pontos a serem amostrados, outras configurações de malha de amostragem foram estabelecidas de modo exploratório, onde pontos foram retirados para serem obtidas as seguintes disposições dos pontos: 50 x 100 m, com 30 pontos; 100 x 50 m, com 40 pontos e; 100 x 100 m, com 20 pontos (Figura 1).

Os dados de adultos + ninfas transformados foram submetidos à análise geoestatística por meio do pacote geoR (RIBEIRO JÚNIOR; DIGGLE, 2001) do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011), e utilizando o estimador robusto de semivariâncias (CRESSIE; HAWKINS, 1980) foram elaborados gráficos de semivariogramas experimentais para a avaliação da dependência espacial.



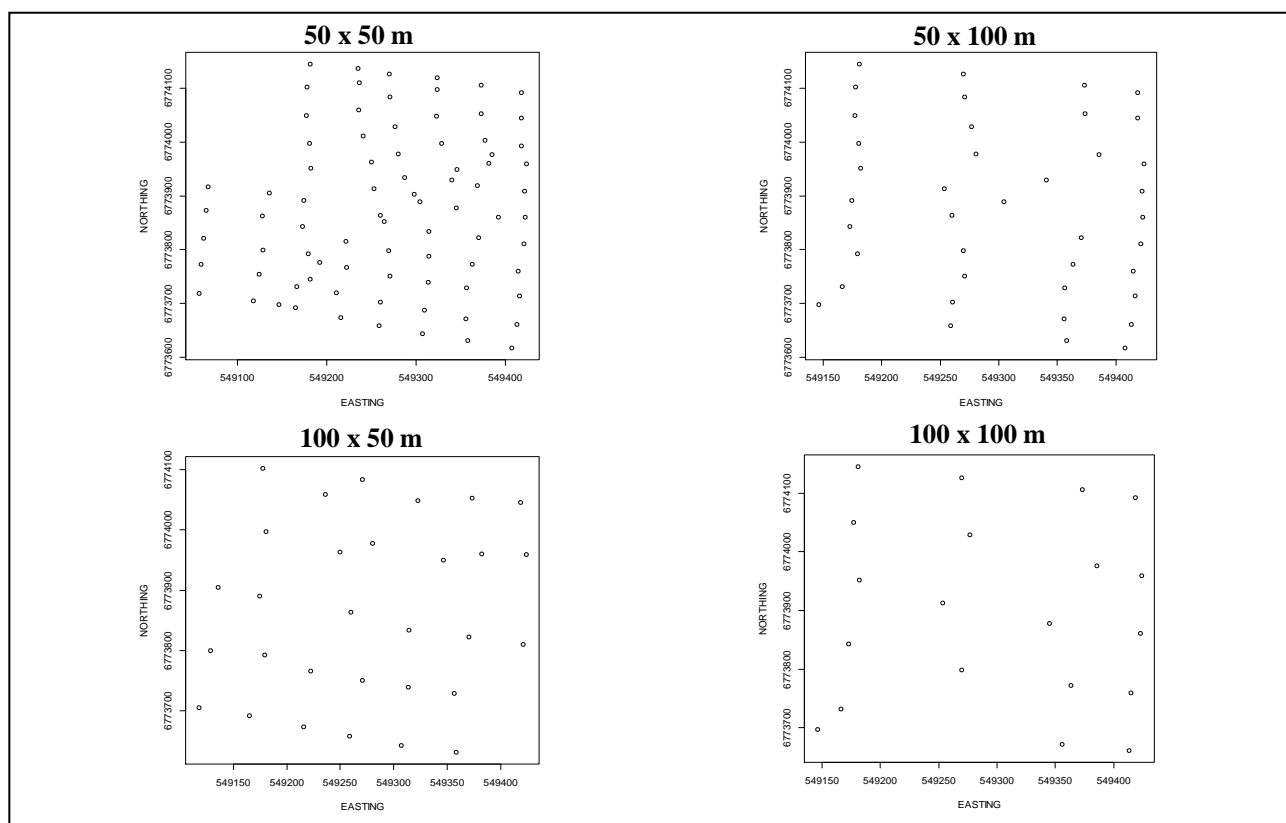
Após a obtenção dos semivariogramas, foram ajustados modelos matemáticos teóricos, sendo esses: esférico, exponencial e gaussiano (YAMAMOTO; LANDIM, 2013). Nos casos de independência espacial, ajustou-se ao modelo de efeito pepita puro. Desses modelos são determinados os parâmetros efeito pepita ( $C_0$ ), que representa o valor da semivariância para a distância zero e revela os erros de medição ou da variabilidade não detectada pela amostragem; patamar ( $C_0+C_1$ ), que é o valor máximo em que a semivariância estabiliza; e o alcance ( $a$ ), que é a distância máxima até onde ocorre dependência espacial.

A avaliação do melhor modelo teórico ajustado foi realizada visualmente, ou seja, “ajuste a sentimento” (ZIMBACK, 2001), sendo repetido até que fosse encontrado um modelo considerado satisfatório.

A qualidade dos ajustes foi determinada pelo índice de dependência espacial (IDE), proposto por Seidel e Oliveira (2014), o qual contempla uma medida de correlação espacial e considera todos os parâmetros dos modelos de semivariograma.

Com a definição e ajuste dos modelos utilizou-se a krigagem ordinária na interpolação dos dados transformados (equivalente a *krigagem* indicativa) para geração de mapas probabilísticos de ocorrência do percevejo-do-colmo (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

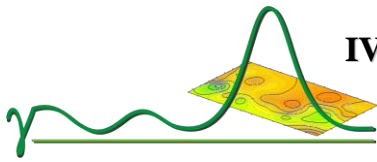
Para avaliar a concordância das previsões das três configurações de pontos amostrais criadas com a grade original foi utilizado o coeficiente Kappa ( $K$ ), o qual é uma medida variável – [ $< 0$  = péssimo;  $0 < k \leq 0,2$  = ruim;  $0,2 < k \leq 0,4$  = razoável;  $0,4 < k \leq 0,6$  = bom;  $0,6 < k \leq 0,8$  = muito bom e;  $0,8 < k \leq 1,0$  = excelente] – que avalia o quanto às novas configurações estão de acordo com os dados de referência (FIGUEIREDO; VIEIRA, 2007).



**Figura 1.** Malhas amostrais quadrilateras de dimensões 50 x 50 m (original), com 81 pontos; 50 x 100 m, com 40 pontos; 100 x 50 m, com 30 pontos e; 100 x 100 m, com 20 pontos, utilizadas no estudo. Safra 2009/10. Itaqui-RS.

## Resultados e Discussão

Verificou-se dependência espacial para adultos + ninfas do percevejo-do-colmo nas malhas de amostragem oriundas da original (50 x 50 m) com configuração de pontos 100 x 50 m e 100 x 100 m, com ajuste do modelo matemático gaussiano aos semivariogramas dos dados (Tabela 2).



**Tabela 2.** Parâmetros estimados dos modelos ajustados aos semivariogramas experimentais e índice Kappa ( $K$ ) para adultos + ninfas de *T. Limbativentris*, em fase vegetativa da cultura do arroz irrigado. Safra 2009/10. Itaquí-RS.

Malha amostral	Modelo	Efeito pepita ( $C_0$ )	Patamar ( $C_0+C_1$ )	Alcance (a)	Máxima Distância	Hmax <sup>2</sup>	IDE (%) <sup>1</sup>	( $K$ ) <sup>3</sup>
50 x 50 m	Esférico	0,0000	0,0459	100,79 m	575,55 m	$0,75*575,55 = 431,66$ m	13,1	--
50 x 100 m	Efeito pepita puro	0,0757	--	--	504,84 m	$0,85*504,84 = 429,11$ m	--	--
100 x 50 m	Gaussiano	0,0099	30,7835	12383,68 m	575,55 m	$0,80*575,55 = 460,44$ m	50,4	0,35
100 x 100 m	Gaussiano	0,0047	30,9448	13678,31 m	537,51 m	$0,85*537,51 = 456,89$ m	50,4	0,22

<sup>1</sup>IDE(%) =  $FM*(C_1/C_0+C_1)*[a/(0,5*MD)]*100$ ; FM = 0,375 no esférico e FM = 0,504 no gaussiano, em que FM é o fator do modelo, MD é a máxima distância entre pontos amostrados,  $C_0$  é o efeito pepita,  $C_1$  é a contribuição e a é o alcance prático. Observação: quando o alcance foi maior que a metade da maior distância ( $0,5*MD$ ) o valor de  $a/(0,5*MD)$  é truncado em 1.

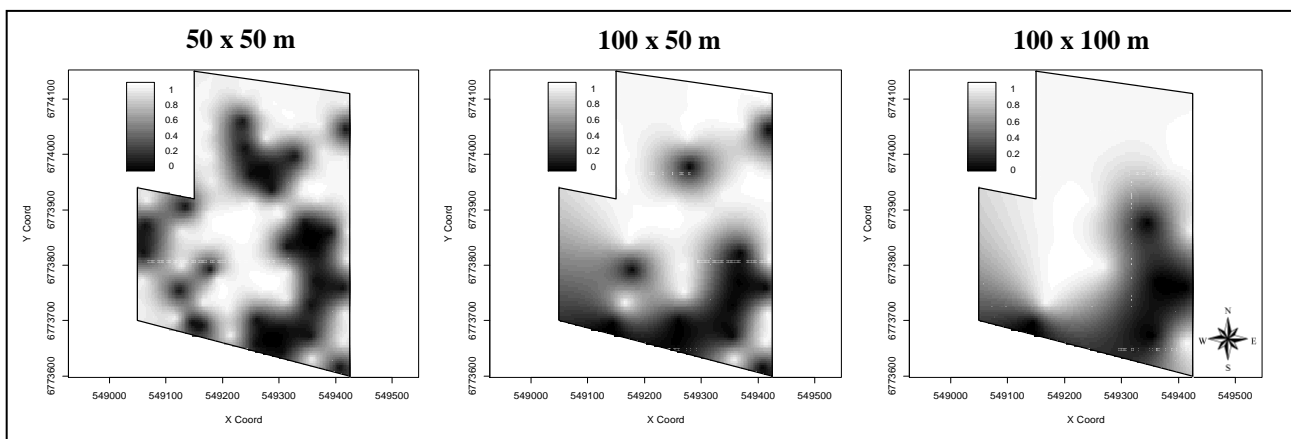
<sup>2</sup>Distância considerada no semivariograma estimado.

<sup>3</sup>Índice Kappa, em que:  $< 0$  = péssimo;  $0 < k \leq 0,2$  = ruim;  $0,2 < k \leq 0,4$  = razoável;  $0,4 < k \leq 0,6$  = bom;  $0,6 < k \leq 0,8$  = muito bom e;  $0,8 < k \leq 1,0$  = excelente.

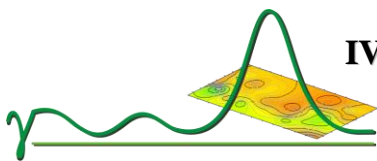
O alcance (a), que representa a distância limite, na qual há dependência espacial entre os pontos amostrais, foi maior que a máxima distância no interior do malha de amostragem (Tabela 2). Além da elevada correlação espacial entre os pontos amostrais, essas informações quanto ao alcance podem auxiliar na escolha de uma grade de amostragem para monitoramento, em que a distância máxima entre os pontos forneça dados confiáveis de infestação por insetos-praga no espaço de cultivo (RIFFEL et al., 2012). Neste caso, as malhas de 100 x 50 m e 100 x 100 m mostraram-se adequadas no presente estudo, fato esse que pode ser comprovado também pelos valores próximo a zero observados no parâmetro efeito pepita (ODA SOUZA et al., 2008).

A qualidade dos ajustes dos modelos matemáticos de semivariogramas foi classificada como “alta” nas malhas de 100 x 50 m e 100 x 100 m ( $0 \leq IDE_{Gaussiano} (\%) \leq 50,4$ ) (SEIDEL; OLIVEIRA, 2014), o que possibilita a geração de mapas mais precisos no detalhamento da probabilidade de ocorrência do percevejo na área (ASSIS, 2005).

Segundo a análise dos mapas gerados, foi possível observar que a ocorrência de focos de adultos + ninfas de *T. limbativentris* foi semelhante na bordadura da lavoura localizada a sudeste, nas malhas 100 x 50 m e 100 x 100 m em comparação com a malha original (Figura 2). O índice de Kappa ( $K$ ) foi utilizado para analisar a concordância entre probabilidades de ocorrência do inseto-praga para as malhas amostrais testadas em comparação com a original e constatou-se, nas avaliações das malhas 50 x 50 m – 100 x 50 m e 50 x 50 m – 100 x 100 m, coeficiente  $K$  de 0,35 e 0,22, respectivamente, indicando concordância razoável entre as malhas amostrais (FIGUEIREDO; VIEIRA, 2007).



**Figura 2.** Mapas de probabilidade de ocorrência de adultos + ninfas de *T. limbativentris*, na escala (0, 1), nas malhas 50 x 50 m (original), 100 x 50 m e 100 x 100, na fase vegetativa da cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2009/10. Itaquí, RS.



Pazini et al., 2013, no estudo da probabilidade de ocorrência de adultos e ninfas de *T. limbativentris* em arrozal irrigado, já havia constatado que, na fase vegetativa da cultura, a probabilidade de ocorrência do inseto é maior na região marginal da lavoura em razão deste ser um local adequado para os insetos alimentarem-se ativamente e intensificarem a atividade sexual, após a saída do sítio de hibernação. O fato das diferentes malhas de amostragem testadas no presente estudo terem detectado semelhante ocorrência do inseto, isto indica que o referencial do monitoramento do percevejo-do-colmo deve ser os pontos de ingresso do inseto localizado às margens do arrozal.

Observa-se, ainda, na Figura 2, que o aumento da densidade amostral proporciona maior detalhamento espacial da ocorrência de *T. limbativentris* na área e, como consequência, ocorre a construção de mapas populacionais mais precisos. De acordo com Riffel et al., 2012, é esperado que pontos amostrais localizados mais próximos sejam mais semelhantes entre si daqueles mais afastados, reduzindo, consequentemente, a probabilidade de erros. Porém, o tempo e os custos envolvidos na execução de monitoramento com um número elevado de pontos por unidade de área podem travar a atividade, principalmente em lavouras comerciais de grandes extensões. Nesse sentido, fazem-se necessários ainda mais estudos sobre o plano amostral para monitoramento do percevejo-do-colmo do arroz a fim de se estabelecer a melhor malha e as adequadas distâncias entre os pontos de amostragem, de modo a tornar mais eficiente e prático o método de monitoramento.

## Conclusão

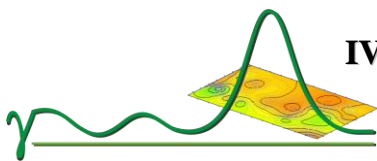
As diferentes malhas amostrais propostas para mapeamento da probabilidade de ocorrência de *T. limbativentris*, em fase vegetativa do arroz irrigado por inundação, geraram modelos diferentes de dependência espacial quando comparadas com a malha original de 50 x 50 m.

A malha amostral de 100 x 50 m apresentou concordância razoável com a malha amostral original de 50 x 50 m no mapeamento da probabilidade de ocorrência de *T. limbativentris* em arrozal irrigado por inundação.

## Referências

- ASSIS, A. L. de. **Definição da estratégia amostral em plantios jovens de *Eucalyptus* spp pelo uso de geoestatística**. 2005. 118 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4051/1/TESE\\_Defini%C3%A7%C3%A3o%20da%20estrat%C3%A9gia%20amostral%20em%20plantios%20de%20Eucalyptus%20spp%20pelo%20uso%20de%20geoestat%C3%ADstica.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4051/1/TESE_Defini%C3%A7%C3%A3o%20da%20estrat%C3%A9gia%20amostral%20em%20plantios%20de%20Eucalyptus%20spp%20pelo%20uso%20de%20geoestat%C3%ADstica.pdf)>. Acesso em: 05 dez. 2014.
- CRESSIE, N.A.; HAWKINS, D.M. Robust estimation of the variogram: I. **Mathematical Geology**, v.12, n.2, p.115-125, 1980. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~abe/lista/pdfOZDqFaTuKv.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2014.
- FERNANDES, M.G.; BUSOLI, A.C.; BARBOSA, J.C. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) em algodoeiro. **Neotropical Entomology**, v.32, n.1, p.107-115, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2003000100016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2003000100016&script=sci_arttext)>. Acesso em: 15 dez. 2014.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, p.436-443, 2000. Disponível em: <<http://cses.uark.edu/ricepaper.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2014.
- FIGUEIREDO, G. C.; VIEIRA, C. A. O. **Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.13.17.35/doc/5755-5762.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- KUNO, E. Sampling and analysis of insect populations. **Annual Review of Entomology**, v.36, p.285-304, 1991. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.en.36.010191.001441>>. Acesso em: 07 ago. 2014.
- MARTINS, J.F. da S.; BOTTON, M.; CARBONARI, J.J.; QUINTELA, E.D. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do Percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1681-1688, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-566X2008000100004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2008000100004)>. Acesso em: 10 dez. 2014.
- MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z.M. de. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 69-77, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2005000100010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2005000100010&script=sci_arttext)>. Acesso em: 20 dez. 2014.
- ODA-SOUZA, M.; BARBIN, D.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J.; STAPE, J. L. Aplicação de métodos geoestatísticos para identificação de dependência espacial na análise de dados de um ensaio de espaçamento florestal em delineamento sistemático tipo leque. **Revista Árvore**, v.32, n.3, p.499-509, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622008000300011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622008000300011&script=sci_arttext)>. Acesso em: 15 dez. 2014.





## IV Simpósio de Geoestatística Aplicada em Ciências Agrárias

14 e 15 de Maio de 2015

Botucatu, São Paulo

- PAZINI, J. de B.; SEIDEL, E.J.; BOTTA, R.A.; SILVA, F.F. da; MARTINS, J.F. da S. Mapeamento da probabilidade de ocorrência de *Tibraca limbativentris* em arroz irrigado por inundação. In: SIMPÓSIO DE GEOESTATÍSTICA APLICADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3., 2013, Botucatu. **Anais...** São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2013. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/sgea/Docs2013/37.pdf>>. Acesso em 20 dez. 2014.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R - A language and environment for statistical computing**. rev. 2.15.0. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2011. Disponível em: <<http://r-project.org>>. Acesso em: 10 jan. 2013.
- REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192p.
- RIBEIRO JÚNIOR, P.J.; DIGGLE, P.J. geoR: a package for geostatistical analysis. **R NEWS**, v.1, n.2, p.15-18, 2001. Disponível em: <[http://geodacenter.asu.edu/system/files/rnews1.2.15-18\\_0.pdf](http://geodacenter.asu.edu/system/files/rnews1.2.15-18_0.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2013.
- RIFFEL, C.T.; GARCIA, M.S.; SANTI, A.L.; BASSO, C.J.; DELLA FLORA, L.P.; CHERUBIN, M.R. EITELWEIN, M. T. Densidade amostral aplicada ao monitoramento georreferenciado de lagartas desfolhadoras na cultura da soja. **Ciência Rural**, v.42, n.12, p.2112-2119, 2012.
- SEIDEL, E.J.; OLIVEIRA, M.S. Novo índice geoestatístico para a mensuração da dependência espacial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.3, p.699-705, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832014000300002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832014000300002&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 20 nov. 2014.
- TERRY, I.; BRADLEY, J.R.; VAN DUYN, J.W. *Heliothis zea* (Lepidoptera: *Noctuidae*) eggs in soybeans: within-field distribution and precision level sequential count plans. **Environmental Entomology**, v.18, p.908-916, 1989.
- YAMAMOTO, J.K.; LANDIM, P.M.B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de textos, 2013.
- ZIMBACK, C.R.L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114f. Tese (Livre-Docência em Levantamento do solo e Fotopedologia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.