

Geoestatística aplicada ao estudo da distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* em arrozal irrigado por inundação

Geostatistics applied to the study of the spatial distribution of *Tibraca limbativentris* in flooded rice fields

Juliano de Bastos Pazini^{I*} Robson Antonio Botta^I Enio Júnior Seidel^{II}
Fernando Felisberto da Silva^{III} José Francisco da Silva Martins^{IV}
José Alexandre Freitas Barrigossi^V Rodrigo Rübénich^{III}

RESUMO

Tibraca limbativentris (percevejo-do-colmo) é um inseto altamente prejudicial à cultura do arroz no Brasil. O objetivo com este trabalho foi definir a distribuição espacial de *T. limbativentris* e aperfeiçoar o método de amostragem por meio da aplicação de técnicas geoestatísticas e construção de mapas de predição em arrozal irrigado por inundação, no Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul. Os experimentos foram realizados em lavoura de arroz situada no município de Itaqui - RS, nos anos agrícolas de 2009/10, 2010/11 e 2011/12, efetuando-se amostragens quinzenais para contagem de ninfas e adultos, conforme grids georreferenciados com pontos espaçados em 50m na primeira safra e em 10m nas demais safras. Realizou-se a análise geoestatística via ajuste de semivariogramas e da interpolação dos dados numéricos por krigagem ordinária para verificar a dependência espacial e posterior mapeamento populacional. Os resultados obtidos indicaram que o percevejo do colmo, *T. limbativentris*, possui forte dependência espacial. Os mapas de predição permitem estimar a densidade populacional da praga e a visualização de sua distribuição espacial em lavoura de arroz irrigado por inundação, possibilitando o aperfeiçoamento do método de amostragem tradicional para o percevejo-do-colmo.

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

ABSTRACT

Tibraca limbativentris (rice stem bug) is an insect highly injurious to the rice crop in Brazil. The aim of this research was to define the spatial distribution of the *T. limbativentris* and improve the sampling process by means of geostatistical application techniques and construction of prediction maps in a flooded rice field located in the "Planalto da Campanha" Region, Rio Grande

do Sul (RS), Brazil. The experiments were conducted in rice crop in the municipality of Itaqui - RS, in the crop years of 2009/10, 2010/11 and 2011/12, counting fortnightly the number of nymphs and adults in a georeferenced grid with points spaced at 50m in the first year and in 10m in the another years. It was performed a geostatistical analysis by means adjusting semivariogram and interpolation of numeric data by kriging to verify the spatial dependence and the subsequent mapping population. The results obtained indicated that the rice stem bug, *T. limbativentris*, has a strong spatial dependence. The prediction maps allow estimating population density of the pest and visualization of the spatial distribution in flooded rice fields, enabling the improvement of the traditional method of sampling for rice stem bug.

Key words: *Oryza sativa*, rice stem bug, dispersion, monitoring.

INTRODUÇÃO

O percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: *Pentatomidae*) é um dos insetos mais prejudiciais à cultura do arroz irrigado por inundação no Brasil. Sua ocorrência é maior na região do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul, onde predominam lavouras implantadas em áreas inclinadas e com desuniformidade da lâmina de irrigação, o que favorece o estabelecimento do inseto, provocando danos do início do perfilhamento à floração (COSTA & LINK, 1992a).

O controle de *T. limbativentris* na região é feito predominantemente com inseticidas

^IDepartamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), CP 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: julianopazzini@hotmail.com.* Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Estatística, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Cidade Universitária, Santa Maria, RS, Brasil.

^{III}Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Itaqui, RS, Brasil.

^{IV}Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil.

^VEmbrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil.

químicos, aumentando custos de produção e riscos de contaminação ambiental. Tal fato, aliado à inadequação do monitoramento do inseto nos arrozais, configura um descumprimento dos princípios do manejo integrado de pragas - MIP. A combinação de métodos químicos, físicos, biológicos (MACIEL et al., 2007) e culturais (PAZINI et al., 2012) de controle com modelos adequados de amostragem, resulta em maior eficiência do processo (FARIAS et al., 2003). Nesse contexto, o conhecimento sobre o comportamento espacial de insetos-praga é básico para a definição de processos eficazes de amostragem (FERNANDES et al., 2003).

O conhecimento da dependência espacial de um organismo permite definir a distância a partir da qual as amostras representativas da sua população passam a ser independentes, ou seja, em que circunstância a variação média entre duas observações não é mais função da distância entre si, dando lugar à independência, sem correlações espaciais (ANDRIOTTI, 2003). A Geoestatística é uma importante ferramenta para esse tipo de determinação, pois considera o valor da observação e a sua localização na estimativa da correlação entre os pontos de amostragem (BARRIGOSI et al., 2002). Nessa perspectiva, com este trabalho, objetivou-se definir a distribuição espacial de *T. limbativentris* e aperfeiçoar o método de amostragem por meio da aplicação de técnicas geoestatísticas e construção de mapas de predição em arrozal irrigado por inundação, no Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul, onde predomina o cultivo do cereal também sobre as taipas, condição que potencializa os danos do inseto.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas safras de 2009/10, 2010/11 e 2011/12, em lavoura comercial de arroz

instalada num Luvisso, 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 é "Cfa", subtropical, temperado quente, com chuvas bem distribuídas e estações bem definidas, segundo classificação de Köppen-Geiger.

Nas três safras, a cultura foi implantada via cultivo mínimo, semeando a cultivar IRGA 417, na primeira semana de outubro, na densidade de 60 sementes/m linear, num espaçamento de 0,17m entre linhas. A adubação foi de 286kg ha⁻¹ de 4-17-27 N-P-K na semeadura, 150kg ha⁻¹ de 45-0-0 N-P-K aos 15 dias pós-emergência das plântulas, antes da inundação do arrozal, e 75kg ha⁻¹ de 30-0-20 N-P-K na diferenciação do primórdio floral. O manejo fitossanitário foi feito conforme as recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (REUNIÃO, 2012), porém, sem aplicações de inseticidas. Nas duas primeiras safras, pós-colheita do arroz, em meados de fevereiro, a lavoura foi submetida a duas passadas de grade aradora e uma de grade niveladora para destruição dos restos culturais (resteva). Na safra de 2011/12, porém, a resteva foi destruída por rolo-faca.

Para o monitoramento de *T. limbativentris* na lavoura, nas três safras, previamente, foi estabelecido um *grid* regular com pontos amostrais geoposicionados equidistantes, conforme orientação adaptada de KUNO (1991). O monitoramento compreendeu amostragens quinzenais em distintos estádios do ciclo biológico das plantas de arroz e pós-colheita (Tabela 1), uma vez que o inseto pode se manter entre a resteva, principalmente em condições de cultivo mínimo. Comparativamente à safra de 2009/10, em 2010/11 e 2011/12, o espaçamento entre os pontos de amostragem foi diminuído, enquanto o número de amostras foi aumentado, a fim de se identificar mais eficientemente as variações da população por unidade de área.

Tabela 1 - Aspectos metodológicos do estudo sobre comportamento espacial de *T. limbativentris* em lavoura de arroz irrigado por inundação. Itaqui-RS.

Safra	Área (ha)	-----Pontos amostrais-----		-----Amostragens-----	
		Número	Equidistância (m)	Número	Período amostral (estádios fenológicos)
2009/10	13,5	81	50	3	I, II, III
2010/11	7,7	693	10	5	IV; V; VI; VII; VIII
2011/12	4,0	375	10	8	IX; X; XI; XII; XIII; XIV; XV; XVI

^IV11; ^{II}R6; ^{III}resteva não destruída; ^{IV}V8; ^VV10/V11; ^{VI}R1; ^{VII}R9; ^{VIII}resteva não destruída; ^{IX}V4; ^XV6; ^{XI}V8/V9; ^{XII}V11; ^{XIII}R1; ^{XIV}R5 ^{XV}R9; ^{XVI}resteva destruída por rolo-faca. Estádios conforme COUNCE et al. (2000).

Em todos os levantamentos de *T. limbativentris*, sobre cada ponto amostral, foi lançada uma estrutura metálica com 0,5m x 0,5m, sendo as plantas inseridas na área de 0,25m², examinadas visualmente para a contagem de ninfas e adultos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise exploratória e à análise geoestatística por meio do pacote geoR (RIBEIRO JÚNIOR & DIGGLE, 2001) do *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). A análise geoestatística foi realizada utilizando-se os semivariogramas com o estimador robusto (CRESSIE & HAWKINS, 1980).

Após a obtenção dos semivariogramas experimentais, foram ajustados aos dados alguns modelos matemáticos. Testaram-se os modelos de alcance finito: esférico, exponencial e gaussiano (VIEIRA, 2000; ANDRIOTTI, 2003). Nos casos de independência espacial dos dados, ajustou-se ao modelo de efeito pepita puro.

A avaliação do melhor ajuste dos dados experimentais ao modelo do semivariograma foi visual, ou seja, “ajuste a sentimento” (ZIMBACK, 2001), sendo, posteriormente, validado pelo critério da menor média das variâncias de predição obtidas por validação cruzada (ANDRIOTTI, 2003). Para complementar a avaliação da qualidade dos ajustes, foi calculado, na ausência de independência dos dados, o índice de dependência espacial (IDE), proposto por SEIDEL & OLIVEIRA (2014).

Após definidos os modelos dos semivariogramas e constatada a existência de dependência espacial, utilizou-se a *krigagem* ordinária para a elaboração de mapas de predição, com o fim de estimar valores em qualquer posição dentro das áreas estudadas, sem tendência e com variância mínima (VIEIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise exploratória dos dados de adultos+ninfas de *T. limbativentris* indicou elevada variabilidade pelos valores de desvio padrão superiores à média e dos valores máximo e mínimo observados, em todas as ocasiões de amostragem (Tabela 2). Resultado similar com dados de contagens foi indicado por estudo sobre a variabilidade espacial de plantas daninhas, sendo atribuído à existência de zonas com baixa ocorrência e outras com expressiva população (CHIBA et al., 2010), motivo que também pode explicar a alta variabilidade dos dados sobre o percebejo-do-colmo.

A partir do início das contagens de adultos+ninfas de *T. limbativentris*, nas três safras, foi constatado aumento populacional do inseto, com posterior redução nas amostragens pós-colheita (Tabela 2). O período entre o início do perfilhamento (V4) à floração (R4) do arroz foi o de maior ocorrência de *T. limbativentris*.

Tabela 2 - Análise exploratória dos dados populacionais de *T. limbativentris* em lavoura de arroz irrigado por inundação. Itaqui-RS.

Período amostral *	MIN**	MAX	M	S	CV%
06/01/10 ^I	0,00	12,00	1,72	2,29	133,60
02/02/10 ^{II}	0,00	9,00	1,82	2,24	138,46
08/03/10 ^{III}	0,00	7,00	0,79	1,28	162,22
13/12/10 ^{IV}	0,00	35,00	0,70	2,48	356,09
27/12/10 ^V	0,00	46,00	0,99	3,13	314,60
18/01/11 ^{VI}	0,00	30,00	1,16	2,15	185,87
12/02/11 ^{VII}	0,00	24,00	1,43	1,73	121,12
15/02/11 ^{VIII}	0,00	7,00	0,43	1,04	239,22
19/11/11 ^{IX}	0,00	4,00	0,06	0,33	549,68
03/12/11 ^X	0,00	4,00	0,15	0,48	314,52
17/12/11 ^{XI}	0,00	4,00	0,24	0,52	217,11
07/01/12 ^{XII}	0,00	18,00	1,15	2,16	187,16
21/01/12 ^{XIII}	0,00	27,00	1,22	2,50	204,60
02/02/12 ^{XIV}	0,00	36,00	1,28	2,77	216,35
15/02/12 ^{XV}	0,00	48,00	1,51	4,91	325,48
29/02/12 ^{XVI}	0,00	3,00	0,01	0,18	1242,25

*Dados e estádios fenológicos (COUNCE et al., 2000) das amostragens: ^IV11; ^{II}R6; ^{III}resteva não destruída; ^{IV}V8; ^VV10/V11; ^{VI}R1; ^{VII}R9; ^{VIII}resteva não destruída; ^{IX}V4; ^XV6; ^{XI}V8/V9; ^{XII}V11; ^{XIII}R1; ^{XIV}R5 ^{XV}R9; ^{XVI}resteva destruída. **MIN - MAX - valores mínimo e máximo no conjunto de dados; M - média; S - desvio padrão; CV% - coeficiente de variação.

Conforme a análise geoestatística, nove modelos de semivariogramas, considerando cada ocasião de amostragem, nas três safras, se ajustaram aos dados de contagem de ninfas+adultos de *T. limbativentris* indicando dependência espacial (Tabela 3). O modelo gaussiano foi o que, na maioria das amostragens, melhor se ajustou aos dados. Dentre os modelos tradicionais, isto é, esférico, exponencial e gaussiano, o modelo gaussiano de semivariograma é o que apresenta maior força de dependência espacial, evidenciando que os dados possuem forte estrutura de dependência espacial (SEIDEL & OLIVEIRA, 2014).

O alcance de dependência espacial, em seis das ocasiões (06/01/10, 02/02/10, 08/03/10, 27/12/10, 18/01/11 e 03/12/11), foi maior que a máxima distância de amostragem dentro do *grid* georreferenciado (Tabela 3), o que indica que todos os pontos amostrados são altamente correlacionados. Nos demais casos, o alcance foi de 171m e 364m, nas amostragens de 2011 na resteva não destruída e em V4, respectivamente, e 251m na amostragem em 2012 na resteva destruída por rolo-faca. Os índices de dependência espacial (IDE), para cada caso, foram, respectivamente, 8,9, 50,4 e 44,5%, significando que a dependência espacial é pequena na resteva não destruída e grande em V4 e na resteva destruída. Estes valores também indicam a qualidade dos mapas

de predição, ou seja, quanto maior o IDE maior a sua qualidade. Dessa forma, constatou-se que, na resteva não destruída, a dependência espacial é menor que na lavoura, indicando uma tendência de dispersão do inseto após a colheita, caso nenhum manejo seja aplicado na área. Ainda, esses valores do alcance, relacionados ao semivariograma, são importantes na detecção do limite da dependência espacial (FERRAZ et al., 2012), isto é, o monitoramento deve ser realizado com espaçamentos inferiores ao alcance encontrado (VALERIANO & PRADO, 2001).

Os valores de efeito pepita, os quais detectam a variabilidade não explicada em razão da distância entre pontos amostrais, foram próximos a zero em todas as amostragens (Tabela 3), evidenciando que possíveis erros amostrais foram mínimos (ODA-SOUZA et al., 2008) e que tanto os espaçamentos de 10 como os de 50m entre pontos do *grid* foram adequados.

Nos demais semivariogramas (13/12/10, 12/02/11, 17/12/11, 07/01/12, 21/01/12, 02/02/12 e 15/02/12), evidenciaram-se ajustes ao modelo efeito pepita puro (Tabela 3), indicando que a distribuição de *T. limbativentris* não ocorreu de forma contínua no espaço.

A qualidade dos ajustes, determinada pelo IDE, foi classificada como “alta” em sete ocasiões

Tabela 3 - Parâmetros estimados para os modelos de semivariogramas sobre os dados populacionais de *T. limbativentris* em lavoura de arroz irrigado por inundação. Itaquí-RS.

Período amostral*	Modelo	Efeito pepita	Patamar	Alcance (m)	IDE (%)**
06/01/10 ^I	Exponencial	1,04	3,51	1108,35	22,3
02/02/10 ^{II}	Gaussiano	1,62	819,41	14982,81	50,3
08/03/10 ^{III}	Gaussiano	0,22	171,35	11447,53	50,3
13/12/10 ^{IV}	-----Efeito pepita puro-----				
27/12/10 ^V	Gaussiano	0,39	262,06	22303,10	50,3
18/01/11 ^{VI}	Gaussiano	0,76	255,74	13977,55	50,3
12/02/11 ^{VII}	-----Efeito pepita puro-----				
15/02/11 ^{VIII}	Gaussiano	0,66	0,08	171,39	8,9
19/11/11 ^{IX}	Gaussiano	0,00	0,0007	364,41	50,4
03/12/11 ^X	Gaussiano	0,00	0,18	2756,35	50,4
17/12/11 ^{XI}	-----Efeito pepita puro-----				
07/01/12 ^{XII}	-----Efeito pepita puro-----				
21/01/12 ^{XIII}	-----Efeito pepita puro-----				
02/02/12 ^{XIV}	-----Efeito pepita puro-----				
15/02/12 ^{XV}	-----Efeito pepita puro-----				
29/02/12 ^{XVI}	Gaussiano	5,39x10 ⁻⁸	4,58x10 ⁻⁷	251,30	44,5

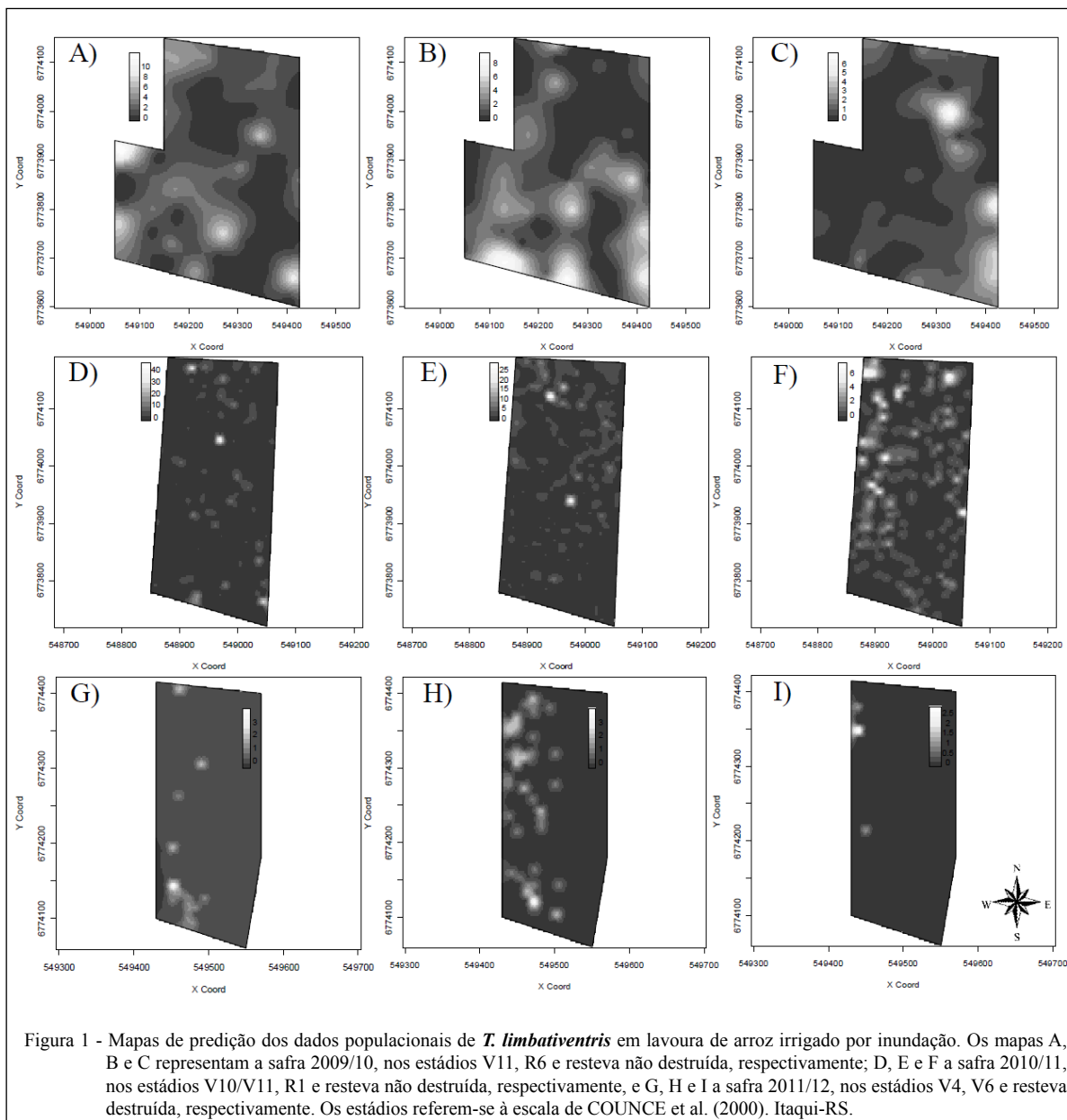
*Datas e estádios fenológicos (COUNCE et al., 2000) das amostragens: ^IV11; ^{II}R6; ^{III}resteva não destruída; ^{IV}V8; ^VV10/V11; ^{VI}R1; ^{VII}R9; ^{VIII}resteva não destruída; ^{IX}V4; ^XV6; ^{XI}V8/V9; ^{XII}V11; ^{XIII}R1; ^{XIV}R5; ^{XV}R9; ^{XVI}resteva destruída. **IDE - índice de dependência espacial ($0 \leq \text{IDE}_{\text{Gaussiano}} (\%) \leq 50,40$ e $0 \leq \text{IDE}_{\text{Exponencial}} (\%) \leq 31,70$) (SEIDEL & OLIVEIRA, 2014).

(Tabela 3), possibilitando a geração de mapas precisos no detalhamento espacial do inseto (Figura 1), conforme abordado anteriormente.

Pela análise dos mapas gerados, constatou-se que os primeiros focos de infestação de *T. limbativentris* ocorreram no início do perfilhamento das plantas de arroz, em áreas marginais (bordadura) da lavoura (Figuras 1G e 1H), por meio da migração de adultos pós-hibernantes oriundos da vegetação adjacente, onde permanecem na entressafra (COSTA & LINK, 1992b). A provável baixa capacidade inata

de movimentação de adultos pós-hibernantes justifica a maior concentração às margens do arrozal. As ninfas resultantes do acasalamento desses insetos pós-hibernantes, devido à incapacidade de voar, também permaneceram às margens da lavoura, justificando o comportamento espacial agregado da população (Figura 1A, 1B, 1D e 1E), mesmo com o avanço fenológico da cultura.

A redução populacional de *T. limbativentris* somente foi detectada nas amostragens pós-colheita do arroz (Figuras 1C, 1F e 1I). A



redução da população pós-colheita, detectada na safra 2011/12, foi expressiva, comparativamente às safras anteriores, decorrente, provavelmente, da mortalidade gerada pela destruição dos restos culturais, horas após a colheita do arroz, por meio de rolo-faca, por ser este processo referido como uma técnica eficiente de controle mecânico de insetos-pragas em diversas culturas (CIVIDANES, 2002), evitando condições favoráveis de abrigo na entressafra (PAZINI et al., 2012).

Com base na variabilidade dos dados populacionais de *T. limbativentris* e, como em alguns casos os limites do *grid* foram ultrapassados, pode-se inferir sobre a impossibilidade de estabelecer um número mínimo de pontos de amostragem do inseto por área, como tradicionalmente é recomendado (REUNIÃO, 2012). Assim sendo, nas amostragens, devem ser consideradas as distâncias entre os pontos, devido à interdependência espacial que apresentam (VALERIANO & PRADO, 2001).

Os resultados evidenciaram que o monitoramento de *T. limbativentris* deva ser iniciado na fase de perfilhamento do arroz, tendo como referência os pontos de ingresso do inseto às margens dos arrozais, prosseguindo com base em pontos amostrais distanciados, conforme a interdependência espacial definida em cada etapa do processo produtivo do arroz, seja na resteva ou na fase vegetativa da cultura. Já, pela forte dependência espacial verificada, estudos futuros sobre as geometrias de amostragem devem ser realizados a fim de se estabelecer o melhor *grid* e as adequadas distâncias entre os pontos de amostragem, de modo a tornar mais eficiente o atual método de monitoramento. Comprova-se ainda a aplicabilidade da geoestatística e da elaboração de mapas de distribuição espacial, importantes subsídios para o conhecimento do comportamento do inseto e que podem auxiliar no seu manejo integrado, permitindo ações localizadas (BARRIGOSI et al., 2002), minimizando custos de produção e risco de contaminações ambientais associados ao uso de inseticidas (FARIAS et al., 2003).

CONCLUSÃO

O percevejo-do-colmo do arroz, *T. limbativentris*, apresentou forte dependência espacial, evidenciada pelos ajustes ao modelo gaussiano de semivariograma. O método de amostragem tradicional pode ser aperfeiçoado pela inclusão de métodos geoestatísticos, os quais permitem a elaboração de mapas de predição que estimam a densidade populacional da praga e a

visualização de sua distribuição espacial na área, possibilitando o manejo localizado.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOTTI, J.L.S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. São Leopoldo: Unisinos, 2003. 165p.
- BARRIGOSI, J.A.F. et al. Spatial and probability distribution of Mexican bean beetle (Coleoptera: *Coccinellidae*) egg mass populations in dry beans. **Environmental Entomology**, v.30, n.2, p.244-253, 2002. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1603/0046-225X-30.2.244>>. Acesso em: 10 fev. 2013. doi: 10.1603/0046-225X-30.2.244.
- CHIBA, M.K. et al. Variabilidade espacial e temporal de plantas daninhas em Latossolo Vermelho argiloso sob semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.4, p.735- 742, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212010000400024&script=sci_arttext>. Acesso em: 07 fev. 2013. doi: 10.4025/actasciagron.v32i4.5445.
- CIVIDANES, F.C. Efeitos do sistema de plantio e da consorciação soja-milho sobre artrópodes capturados no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.15-23, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2002000100003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 12 fev. 2013. doi: 10.1590/S0100-204X2002000100003.
- COSTA, E.C.; LINK, D. Avaliação de danos de *Tibraca limbativentris* Stal., 1860 (Hemiptera: *Pentatomidae*) em arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.21, n.1, p.187-195, 1992a.
- COSTA, E.C.; LINK, D. Dispersão de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: *Pentatomidae*) em arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.21, n.1, p.197-202, 1992b.
- COUNCE, P.A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, p.436-443, 2000. Disponível em: <<http://eses.uark.edu/ricepaper.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2013. doi: 10.2135/cropsci2000.402436x.
- 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 fev. 2013. doi: 10.1007/BF01035243.
- FARIAS, P.R.S. et al. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.235-241, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452003000200013>. Acesso em: 15 fev. 2013. doi: 10.1590/S0100-29452003000200013.
- FERNANDES, M.G. et al. 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>. Acesso em: 15 fev. 2013. doi: 10.1590/S1519-566X2003000100016.
- FERRAZ, G.A.S. et al. Agricultura de precisão no estudo de atributos químicos do solo e da produtividade de lavoura cafeeira.

- Coffee Science**, v.7, n.1, p.59-67, 2012. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/204/pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2013.
- 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 jan. 2013. doi: 10.1146/annurev.en.36.010191.001441.
- MACIEL, A.A.S. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: *Pentatomidae*) na cultura do arroz no Maranhão. **Neotropical Entomology**, v.36, n.4, p.616-618, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2007000400023>. Acesso em: 20 fev. 2013. doi: 10.1590/S1519-566X2007000400023.
- ODA-SOUZA, M. et al. 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>. Acesso em: 15 fev. 2013. doi: 10.1590/S0100-67622008000300011.
- PAZINI, J. de B. et al. Mortalidade de percevejo-do-colmo do arroz no preparo do solo para cultivo mínimo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.7, p.1022-1024, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2012000700020&script=sci_arttext>. doi: 10.1590/S0100-204X2012000700020.
- 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, 29. 2012. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Itajaí: SOSBAI, 2012. 179p.
- 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>. Acesso em: 09 jan. 2013.
- 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>. Acesso em: 20 jul. 2014. doi: 10.1590/S0100-06832014000300002.
- VALERIANO, M.M.; PRADO, H. Técnicas de geoprocessamento e de amostragem para o mapeamento de atributos anisotrópicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.3, p.997-1005, 2001. Disponível em: <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v25n4a22.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2013. doi: 10.1590/S0100-06832001000400022.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.E.G.R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-53.
- 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.