

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPACIAL DE
Tibraca limbativentris STAL, 1860 (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) NA CULTURA DO ARROZ
IRRIGADO POR INUNDAÇÃO NO PLANALTO DA
CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Juliano de Bastos Pazini

Itaqui, RS, Brasil
2012

JULIANO DE BASTOS PAZINI

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPACIAL DE *Tibraca
limbativentris* STAL, 1860 (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA
CULTURA DO ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO NO PLANALTO
DA CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Fernando Felisberto da Silva

Co-orientador: Enio Júnior Seidel

Itaqui, RS, Brasil
2012

FICHA CATALOGRÁFICA

JULIANO DE BASTOS PAZINI

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPACIAL DE *Tibraca
limbativentris* STAL, 1860 (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA
CULTURA DO ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO NO PLANALTO
DA CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da Universidade Federal do
Pampa (UNIPAMPA), como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: ____/____/____

Banca examinadora:

Prof. Dr. Fernando Felisberto da Silva
Orientador
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Prof. Msc. Enio Júnior Seidel
Curso de Agronomia - UNIPAMPA

Dr. José Francisco da Silva Martins
EMBRAPA Clima Temperado

**Dedico este trabalho
Aos meus pais, Antônio e Maria Neli,
por serem os principais responsáveis pela formação do meu caráter;
pelo amor e apoio incondicionais.**

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que me concede a cada momento de minha vida;

Aos meus pais por ter-me concedido a oportunidade de estudo e o constante apoio em momentos de alegrias, aflições e angústias;

Ao meu querido irmão, que soube compreender, mesmo desde cedo, minha ausência e conviver com a saudade em diversos momentos, inclusive em ocasiões importantes de sua vida;

À minha querida irmã pelo carinho e incentivo em inúmeras ocasiões;

À Universidade Federal do Pampa pela oportunidade de realização do curso de graduação;

Ao professor Doutor Fernando Felisberto da Silva pela orientação, confiança, paciência e, principalmente, pela amizade desenvolvida e pelos conhecimentos transmitidos que jamais serão esquecidos;

Ao professor Mestre Enio Seidel pela pacienzosa co-orientação e valiosa colaboração na execução e discussão das análises estatísticas;

À Embrapa Clima Temperado, na pessoa do pesquisador Doutor José Francisco da Silva Martins, pelo fundamental apoio na realização deste trabalho;

Ao Programa de Educação Tutorial (PET) pelo apoio financeiro proporcionado através da bolsa de estudos;

À professora Luciana Zago Ethur pela confiança ao conceder-me a bolsa de estudos, pela sua amizade e colaboração em minha formação acadêmica, através de seus comentários, críticas e sugestões;

Ao Grupo Pitangueira, nas pessoas de Pedro Monteiro Lopes, Rubens Dalenogare, Jofa de Oliveira e Cleiton José Ramão, pela parceria e disponibilização de sua infraestrutura;

Aos colegas do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Manejo Integrado de Pragas (NEMIP), em especial, ao amigo Robson Botta, pela amizade e valioso apoio na realização deste trabalho;

Ao condomínio “Complexo do Alemão”, nas pessoas de Jocemar Leiria e Roseli Leiria, que, nesses anos de graduação, me acolheram carinhosamente e preencheram momentos saudosos e de angústias com distrações e alegrias;

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e que dividem comigo esta alegria.

**“De tudo ficam três coisas:
A certeza de que estamos sempre começando...
A certeza de que precisamos continuar...
A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...
Portanto, devemos:
Fazer da interrupção um caminho novo...
Da queda, um passo de dança...
Do medo, uma escada...
Do sonho, uma ponte...
Da procura, um encontro...”**

Fernando Pessoa

RESUMO

ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESPACIAL DE *Tibraca limbativentris* STAL, 1860 (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO NO PLANALTO DA CAMPANHA DO RIO GRANDE DO SUL

Autor: Juliano de Bastos Pazini

Orientador: Fernando Felisberto da Silva

Itaqui, Outubro de 2012.

O objetivo do trabalho foi verificar o comportamento espacial de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz irrigado por inundação no Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul. O experimento foi conduzido em lavoura comercial de arroz situada no município de Itaqui, RS, nas safras agrícolas de 2009/10, 2010/11 e 2011/12 em áreas de 13,5, 7,67 e 3,75 ha, respectivamente. Por meio de amostragens quinzenais, o levantamento abrangeu todo o ciclo fenológico da cultura e foi realizado seguindo um *grid* regular pré-estabelecido por GPS de navegação. Na safra de 2009/10 o *grid* totalizou 81 pontos amostrais espaçados em 50 m. Já nas safras de 2010/11 e 2011/12 os *grids* totalizaram 693 e 352 pontos espaçados em 10 m, respectivamente. Para execução das amostragens, em cada ponto amostral foi lançado um quadro de metal de 0,25 m², onde foi realizada a contagem de ninfas e adultos do percevejo-do-colmo. A distribuição espacial da população do inseto foi determinada pela razão variância/média (I), índice de Morisita (I \bar{d}) e ajuste da variável às distribuições teóricas de frequência. Os dados também foram submetidos à análise geoestatística como ferramenta para o mapeamento da população do percevejo-do-colmo. O padrão de distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* é do tipo agregado. Quando observada, a dependência espacial entre os percevejos, na maioria das ocasiões amostrais, classifica-se como forte e a variabilidade gerada pela estrutura espacial é alta. A coleta de dados populacionais em *grids* de 10 m até 85 m entre os pontos possibilita a geração de mapas de previsão do número de percevejos-do-colmo, dando subsídios para o manejo localizado da praga.

Palavras-chave: percevejo-do-colmo; amostragem; dinâmica populacional; geoestatística; *Oryza sativa*.

ABSTRACT

STUDY OF SPATIAL BEHAVIOR OF *Tibraca limbativentris* STAL, 1860 (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) IN FLOODED RICE FIELD IN PLANALTO DA CAMPANHA REGION OF THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Author: Juliano de Bastos Pazini

Advisor: Fernando Felisberto da Silva

Itaqui, October, 2012.

The objective of this study was investigated spatial behavior of *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) in flooded rice field in Planalto da Campanha region of the State of Rio Grande do Sul, Brazil. The experiment was conducted under field commercial rice in the municipality of Itaqui, RS, in the growing seasons of 2009/10, 2010/11 and 2011/12 in areas of 13,5, 7,67 and 3,75 ha, respectively. Through fortnightly samples, the survey covered the entire phenological cycle of culture and was conducted following an established regular grid for GPS navigation. In the season 2009/10 totaled 81 points grid sampling spaced 50 m. Already harvests in 2010/11 and 2011/12 the grids totaled 693 e 352 points spaced 10m, respectively. For carrying out the sampling at each sampling point was released a framework of metal of 0.25 m², where counts were performed in nymphs and adults of rice stem bug. The spatial distribution of the pest was determined by the variance/mean (I), Morisita index (I δ) and adjustment to theoretical distributions of variable frequency. The data were also subjected to geostatistical analysis as a tool for mapping the population of rice stem bug. The spatial distribution pattern of *Tibraca limbativentris* type is aggregate. When observed, the spatial dependence among stink bugs, most of the sampling occasions, classified as strong and variability generated by the spatial structure is high. The collection of population data grids from 10 m to 85 m between points enables the generation of maps forecasting the number of stem bug, giving subsidies for location management of the pest.

Keywords: rice stem bug; sampling, population dynamics, geoestatistic; *Oryza sativa*.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 - Fases adulta (A) e ninfal (B) do percevejo-do-colmo..... | 20 |
| FIGURA 1 - Fases adulta (A) e ninfal (B) do percevejo-do-colmo..... | 20 |
| FIGURA 2 - Danos de <i>T. limbativentris</i> : (A) Coração-morto; (B) Panícula-branca. ... | 21 |
| FIGURA 3 - Adultos de <i>T. limbativentris</i> de cabeça para baixo na região do colo da planta. | 22 |
| FIGURA 4 - Capim rabo-de-burro: hospedeiro de <i>T. limbativentris</i> no entorno da lavoura | 23 |
| FIGURA 5 - Monitoramento de áreas adjacentes às lavouras na entressafra (sítio de hibernação do inseto)..... | 23 |
| FIGURA 6 – Representação geral das feições principais do semivariograma | 27 |
| FIGURA 7 – <i>Grid</i> amostral contendo 81 pontos espaçados aproximadamente em 50 m estabelecido para monitoramento na safra de 2009/10. | 29 |
| FIGURA 8 - <i>Grid</i> amostral contendo 693 pontos espaçados aproximadamente em 10 m estabelecido para monitoramento na safra de 2010/11. | 31 |
| FIGURA 9 - <i>Grid</i> amostral contendo 352 pontos espaçados aproximadamente em 10 m estabelecida para monitoramento na safra de 2011/12. | 32 |
| FIGURA 10 - Representação dos modelos de distribuição espacial aleatório, agregado e uniforme | 35 |
| FIGURA 11 - Semivariogramas do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2009/10. Itaquí-RS..... | 49 |
| FIGURA 12 - Mapas de predição do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2009/10. Itaquí-RS. | 50 |
| FIGURA 13 - Semivariogramas do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2010/11. Itaquí-RS..... | 52 |
| FIGURA 14 - Mapas de predição do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2010/11. Itaquí-RS. | 54 |
| FIGURA 15 - Semivariogramas do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2011/12. Itaquí-RS..... | 57 |

FIGURA 16 - Mapas de predição do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2011/12. Itaqui-RS.58

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 - Análise exploratória dos dados para adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12. Itaquí-RS. | 40 |
| TABELA 2 - Probabilidade do teste do Qui-quadrado (χ^2) para o ajuste da melhor distribuição, parâmetros estimados e índices de dispersão de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2009/10. Itaquí-RS. | 42 |
| TABELA 3 - Probabilidade do teste do Qui-quadrado (χ^2) para o ajuste da melhor distribuição, parâmetros estimados e índices de dispersão de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2010/11. Itaquí-RS. | 43 |
| TABELA 4 - Probabilidade do teste do Qui-quadrado (χ^2) para o ajuste da melhor distribuição, parâmetros estimados e índices de dispersão de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2011/12. Itaquí-RS. | 45 |
| TABELA 5 - Valores médios das variâncias de predição e respectivo melhor modelo ajustado para os valores de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12. Itaquí-RS..... | 47 |
| TABELA 6 - Parâmetros estimados para os modelos de semivariogramas para os valores de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2009/10. Itaquí-RS..... | 48 |
| TABELA 7 - Parâmetros estimados para os modelos de semivariogramas para os valores de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2010/11. Itaquí-RS..... | 51 |
| TABELA 8 - Parâmetros estimados para os modelos de semivariogramas para os valores de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2011/12. Itaquí-RS..... | 55 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 17 |
| 2.1 A cultura do arroz e sua importância..... | 17 |
| 2.2 A cultura do arroz e os insetos-pragas..... | 18 |
| 2.3 Percevejo-do-colmo <i>T. limbativetrus</i> Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) | 19 |
| 2.4 Controle do percevejo-do-colmo | 22 |
| 2.5 Distribuição espacial e dispersão de espécies-praga | 24 |
| 2.6 Geoestatística e o estudo da dependência espacial de espécies-pragas..... | 25 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 27 |
| 3.1 Descrição das áreas de estudo..... | 28 |
| 3.2 Levantamento populacional de <i>T. limbativentrus</i> na safra 2009/10..... | 29 |
| 3.3 Levantamento populacional de <i>T. limbativentrus</i> na safra 2010/11..... | 30 |
| 3.4 Levantamento populacional de <i>T. limbativentrus</i> na safra 2011/12..... | 31 |
| 3.5 Métodos estatísticos utilizados na análise dos dados..... | 32 |
| 3.5.1 Análise estatística exploratória | 32 |
| 3.5.2 Análise da dispersão e distribuição espacial | 33 |
| 3.5.3 Análise geoestatística | 35 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 39 |
| 4.1 Análise estatística exploratória | 39 |
| 4.2 Análise da dispersão e distribuição espacial..... | 41 |
| 4.3 Análise geoestatística | 47 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 60 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 61 |
| GLOSSÁRIO | 68 |
| APÊNDICE | 69 |
| ANEXO..... | 71 |

1 INTRODUÇÃO

O percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) é uma das espécies de insetos-pragas mais prejudiciais aos arrozais, podendo ser encontrado nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura, quando provoca os sintomas conhecidos por “coração morto” e “panícula branca”, respectivamente. A maior incidência dessa praga no arroz irrigado por inundação ocorre em locais não atingidos pela lâmina de água. Essas condições são encontradas mais frequentemente nas lavouras implantadas na região do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul, onde as taipas são mais próximas, possibilitando plantas em melhores condições ao inseto (MARTINS et al., 2009). A época indicada como de ocorrência e controle do percevejo do colmo está entre V4 a R4, estádios correspondentes à época que vai do início do perfilhamento até a floração (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010).

O fato do controle deste inseto ser efetuado, principalmente, através de inseticidas químicos, sem considerar princípios do manejo integrado de pragas, tem se revelado um sério problema. Há muitos casos em que as aplicações são realizadas antecipadamente a época indicada de controle, sem monitoramento da população da praga, usando inseticidas não registrados ou doses inadequadas, tornando-se os principais responsáveis pelo manejo indevido da praga (MARTINS et al., 2009).

Medidas de controle de insetos-pragas devem considerar os interesses dos produtores, da sociedade e do meio ambiente, não sendo recomendadas isoladamente. Assim, a implementação de métodos que combinem os processos químicos, físicos, biológicos e culturais de controle de modo planejado, isto é, o manejo integrado de pragas, é a forma de controle mais segura e eficiente. Para isso, torna-se fundamental o conhecimento da distribuição espacial e dispersão das espécies-praga na cultura e a geração de mapas com esta determinação, de modo a criar um modelo amostral de *T. limbativentris* para que o manejo integrado de pragas seja desenvolvido satisfatoriamente no agroecossistema orizícola.

A distribuição de uma espécie é uma adaptação ao habitat e determina a dispersão e, como consequência, a densidade. É simplesmente o alcance

geográfico e ecológico da espécie em seu habitat, englobando todas as áreas ocupadas durante o ciclo de vida. Já a dispersão caracteriza a distância entre os indivíduos com respeito uns aos outros, podendo ocasionar padrões de distribuição espacial formando agregações, distribuições aleatórias ou uniformes.

O entendimento da distribuição e dispersão de insetos simplificado em uma visualização por meio de mapas é fundamental para a utilização de métodos de controle, determinação de danos econômicos e criação de compatibilidade entre padrão de amostragem e padrão de distribuição do inseto a fim de otimizar técnicas de amostragem e conseqüentemente o manejo integrado de pragas, tendo base para tomada de decisões mais efetivas.

O trabalho pioneiro no estudo do comportamento espacial do percevejo-do-colmo foi o realizado por Costa & Link (1992a), no entanto, o levantamento populacional considerou um pequeno número de amostras em somente duas épocas no ciclo da cultura sob uma metodologia de amostragem por “rede-de-varredura”, não recomendada atualmente quando o arroz encontra-se em fase vegetativa (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010). Nesse aspecto, existem novas tecnologias, como por meio da Agricultura de Precisão, que permitem aprimorar a exatidão na detecção da distribuição espacial da praga e, conseqüentemente, a eficiência amostral e de manejo.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar o comportamento espacial de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz irrigado por inundação no Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do arroz e sua importância

O arroz (*Oryza sativa* L.) destaca-se como sendo um dos cereais cultivados no mundo de maior importância em termos de valor econômico e social. É base alimentar em diversos países em desenvolvimento, como Ásia e Oceania, onde vivem, aproximadamente, 70% da população total dos países em desenvolvimento e cerca de dois terços da população subnutrida mundial. É a espécie de maior potencial para o combate a fome no mundo, caracterizando-se como um dos alimentos de melhor balanceamento nutricional, com capacidade de fornecer 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária ao homem.

Atualmente, a produção mundial de arroz não vem acompanhando o consumo, gerando preocupação quanto à estabilidade de produção. Pesquisas indicam que no ano de 2020 serão necessárias 300 milhões de toneladas a mais produzidas, isto é, uma elevação de produção de mais de 65%, a fim de atender a demanda de consumo exigida pela crescente população (ROGER et al., 1991).

O Brasil é o país de maior produção de arroz fora do continente Asiático, com 13,6 milhões de toneladas produzidas na safra 2010/11 (CONAB, 2011), estando entre os dez maiores produtores mundiais, sendo os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná os responsáveis por mais de 70% dessa produção.

Dentre os sistemas de produção que norteiam a atividade orizícola no Brasil, destacam-se o arroz irrigado por inundação, típico de solos de várzeas e, o arroz de terras altas, característico em solos de cerrado, sendo irrigado com a água das chuvas. Especificamente o sistema de produção de arroz irrigado por inundação, com área que abrange aproximadamente 1,3 milhões de hectares, concentra-se nos Estados da Região Sul do Brasil, sendo esses, Rio Grande do Sul (81,5%) e Santa Catarina (11,5%). É o sistema que proporciona a maior parcela da produção nacional de arroz em virtude do maior potencial produtivo das cultivares e maior estabilidade de produção fornecida pela irrigação por inundação controlada.

O estado do Rio Grande do Sul, sob cultivo irrigado, evidencia-se como o maior produtor nacional, representando 64,8% da produção brasileira (CONAB, 2011), sendo na região da Fronteira Oeste, onde localiza-se praticamente 30% das

lavouras, obtidas as maiores produtividades, como já verificado na safra 2009/2010, com 6.971 Kg.ha⁻¹ (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010).

2.2 A cultura do arroz e os insetos-pragas

As lavouras de arroz são envolvidas por uma pluralidade de ambientes aquáticos e terrestres, caracterizando uma zona de diversidade biótica e abiótica rica, sustentado pela rápida colonização, reprodução e crescimento dos organismos. Como em qualquer outro cultivo, a lavoura orizícola está submetida à ação de inúmeros fatores bióticos e abióticos, que podem exercer influência negativa na produção e na qualidade dos grãos, ocasionando perdas aos produtores (GOMES & MAGALHÃES Jr., 2004; SANTOS et al., 2006).

Dentre os fatores bióticos deletérios à cultura do arroz irrigado por inundação e de sequeiro, destacam-se espécies de insetos com potencial para causar elevadas perdas de 15 a 30% de produtividade (MARTINS et al., 2009), exigindo monitoramento constante por parte dos produtores, visto que apresentam elevada capacidade reprodutiva e de ocasionar danos diretos no que diz respeito ao rendimentos de grãos, quando medidas de controle não são adotadas com antecedência. Estes insetos basicamente classificam-se em dois distintos grupos: i) em insetos-praga que concentram sua atividade atacando sementes, raízes e a região basal das plantas de arroz na fase precedente ao perfilhamento; ii) e em insetos-praga que atuam na parte aérea, danificando colmos, folhas, panículas e grãos (MARTINS et al., 2009).

Em sistemas de arroz irrigado por inundação, preferencialmente no Estado do Rio Grande do Sul, o gorgulho aquático (*Oryzophagus oryzae*), o percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*) e o percevejo-do-grão (*Oebalus poecilus*) são os insetos mais importantes e prejudiciais aos arrozais (MARTINS et al., 2009; REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010). Ainda, nesse sistema de cultivo, no Rio Grande do Sul, surgem como pragas, o pulgão-da-raiz (*Rhopalosiphum rufiabdominale*) e Lagarta-da-folha (*Spodoptera frugiperda*), concentrando danos nas fases de pré-perfilhamento (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010; BUSATO et al., 2002), e a lagarta-da-panícula (*Mytmma sequax*), na fase reprodutiva (FERREIRA & BARRIGOSI, 2001).

Situações de ocorrência de insetos-pragas diferem no cultivo de arroz de sequeiro em comparação ao irrigado por inundação. Destacam-se, também, como insetos prejudiciais aos arrozais conduzidos neste sistema, o cupim (*Procornitermes triafer*), a lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), a cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*), a lagarta-dos-capinzais (*Mocis latipes*), a lagarta-da-panícula e a broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*) (MARTINS, 2009).

As distinções que pairam entre os sistemas de produção, tratando-se de surtos de insetos-praga, são significativas. O fato de que em áreas de arroz de terras altas torna-se impossível cobrir o solo com uma lâmina de água, o controle de pragas de solo na fase inicial de crescimento das plantas, conseqüentemente, torna-se mais difícil. Situação que não se observa no arroz irrigado por inundação, pois a lâmina de água exerce um efeito natural de controle sobre insetos-praga de solo, como o pulgão-da-raiz e o cascudo preto (*Euetheola humilis*) (MARTINS, 2009), mesmo que condicione a ocorrência de gorgulho aquático, em virtude da água destinada à inundação ser muito propícia ao seu desenvolvimento (MARTINS et. al., 1996).

2.3 Percevejo-do-colmo *T. limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae)

Em sistemas de arroz irrigado por inundação no Estado do Rio Grande do Sul, o percevejo-do-colmo *T. limbativentris* Stal, também conhecido como percevejo-marrom, percevejo-grande-do-arroz ou percevejo-das-hastes, está entre as espécies de insetos-pragas mais prejudiciais à cultura (MARTINS et al., 2004; FERREIRA, 2006), onde para cada inseto adulto/m², em média, é esperada uma redução de 1,2% na produtividade (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010).

Inseto oligófago, de ocorrência crônica, com aproximadamente 13 mm de comprimento e 7 mm, os adultos do percevejo-do-colmo (FIGURA 1(A)), geralmente apresentam o corpo em coloração marrom claro na face dorsal e marrom escuro na face ventral, com uma mancha clara na margem do abdome (FERREIRA et al., 1997), que é coberto pelo escutelo e hemiélitros. Possuem o hábito de hibernarem

no período de entressafra em locais adjacentes às lavouras em plantas hospedeiras ou no interior das lavouras em taipas com palhas de arroz. A colonização dos arrozais pelos adultos de percevejo-do-colmo ocorre no início do perfilhamento (COSTA & LINK, 1992a). Depois de passarem por um período de alimentação, iniciam a atividade de reprodução, onde as fêmeas realizam as posturas na superfície das folhas. As posturas possuem cerca de 20 ovos agrupados dispostos em duas ou mais fileiras e de coloração esverdeada, escurecendo com a proximidade da eclosão (BOTTON et al., 1996). A fase ninfal (FIGURA 1(B)) corresponde cinco instares. A duração do período de ninfa do percevejo-do-colmo foi verificada por Botton et al. (1996), que observaram que a duração média foi de 3,6; 6,1; 5,1; 5,2 e 10,6 dias para o primeiro ao quinto ínstar, respectivamente.

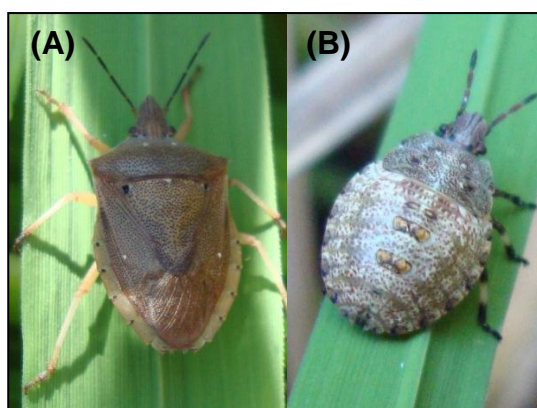


FIGURA 1 - Fases adulta (A) e ninfal (B) do percevejo-do-colmo.

A maior ocorrência do percevejo-do-colmo encontra-se entre V4 a R4, estádios correspondentes à época que vai do início do perfilhamento até a floração na cultura do arroz (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010). Os danos causados são consequências de seu hábito alimentar, que já na fase ninfal ao alimentar-se das plantas introduz substâncias tóxicas a cultura, onde na fase vegetativa causa o sintoma chamado “coração-morto” (FIGURA 2(A)) e na fase reprodutiva o sintoma “panícula-branca” (FIGURA 2(B)).

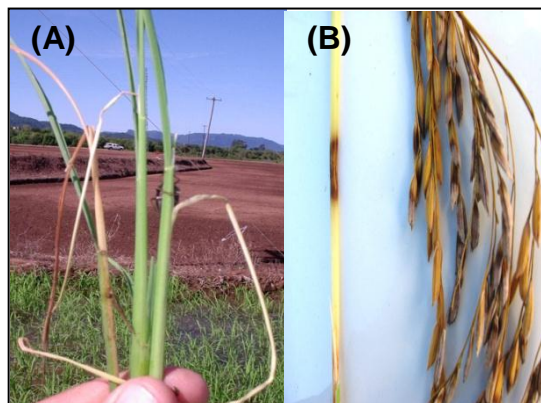


FIGURA 2 - Danos de *T. limbativentris*: (A) Coração-morto; (B) Panícula-branca. Foto: IRGA, 2010.

Como dano direto, o local onde o inseto insere o estilete no colmo para alimentar-se desenvolve uma mancha de coloração escura que provoca, na parte interna da planta, um estrangulamento ou necrose, por impedir a passagem de seiva. Além deste dano, seu ataque na fase reprodutiva, pode provocar perdas qualitativas oriundas da maior incidência de grãos quebrados e manchados (COSTA & LINK, 1992b).

O inseto, preferencialmente, se estabelece em plantas situadas em pontos não atingidos pela lâmina de água, porém, com elevada umidade e temperatura na superfície do solo. Após escolhido o local para alimentação, o inseto assume sua posição característica ao sugar a seiva do colmo, posicionando-se de cabeça para baixo atingindo a região do colo da planta (FIGURA 3). O efeito de tais condições micrometeorológicas é favorável na biologia do inseto, por esse motivo, sua incidência é maior em lavouras implantadas em terrenos inclinados, predominantes no Planalto da Campanha (Fronteira Oeste) do Rio Grande do Sul. Nesse tipo de lavoura, há maior proximidade das taipas, sobre as quais o arroz também é semeado, proporcionando, maior população de plantas em condições favoráveis ao inseto (MARTINS et al., 2009).

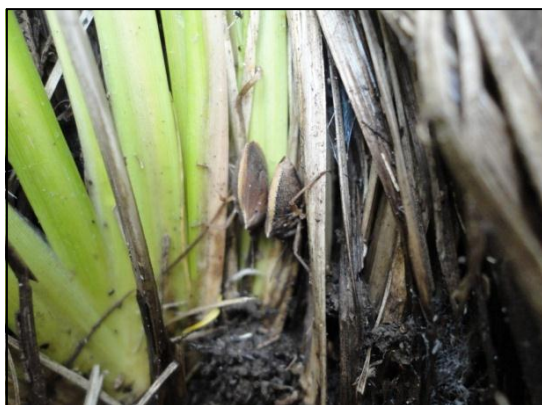


FIGURA 3 - Adultos de *T. limbativentris* de cabeça para baixo na região do colo da planta. Foto: Silva, 2011.

2.4 Controle do percevejo-do-colmo

O principal método de controle de *T. limbativentris* é por inseticidas químicos. A expansão do controle químico, nos últimos anos, é expressiva. O baixo custo de aplicação (inseticidas e equipamentos) em relação aos elevados índices de produtividade alcançados nas últimas safras condicionou um aumento substancial de aplicações aéreas de inseticidas no Rio Grande do Sul. Seu uso abusivo caracteriza uma atitude irracional, sendo o principal responsável pelo manejo inadequado da praga (MARTINS et al., 2009), onde aplicações têm sido efetuadas sem o monitoramento de populações, antecipadamente à época indicada e usando inseticidas sem registro, isto é, sem considerar os princípios do manejo integrado de pragas.

No âmbito do manejo integrado de pragas, os métodos culturais e o controle biológico possibilitam a interferência na flutuação populacional do percevejo-do-colmo. Dentre elas, destacam-se a eliminação de restos culturais após a colheita (PAZINI et al., 2012); destruição de plantas hospedeiras adjacentes à lavoura (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010), como touceiras de capim-rabo-de-burro (FIGURA 4), capim-anoni (*Eragrostis plana*) e capim macegão (*Cortadaria selloana*); limpeza e retirada de materiais que possam servir de abrigo aos insetos na entressafra (EMBRAPA, 2009; HICKEL & PRANDO, 2008).



FIGURA 4 - Capim rabo-de-burro: hospedeiro de *T. limbativentris* no entorno da lavoura. Foto: IRGA, 2010

Além disso, após a colheita, podem ser criadas condições favoráveis à concentração do inseto no entorno da lavoura para que o controle seja facilitado, visto que o mesmo estará concentrado em uma determinada área (HICKEL & PRANDO, 2008). Para isso, o monitoramento dessas áreas durante a entressafra (FIGURA 5), torna-se muito importante, pois se for constatado a concentração do inseto em sítio de hibernação, estratégias de controle por meio de inseticidas ou outras medidas podem ser adotadas.



FIGURA 5 - Monitoramento de áreas adjacentes às lavouras na entressafra (sítio de hibernação do inseto).

Os métodos de controle devem analisar o ecossistema orizícola como sendo dinâmico e, com isso, todas as interferências levam a alguma consequência. Assim, o manejo integrado de pragas, e não a utilização de procedimentos isolados, como a dependência exclusiva de inseticidas químicos, mostra-se a forma de controle mais

segura e eficaz. Para isso, o conhecimento de um modelo de amostragem das pragas que seja rápido e eficiente é fundamental para que o manejo integrado de pragas seja desenvolvido satisfatoriamente em qualquer agroecossistema (FERNANDES et al., 2003), possibilitando o controle localizado do inseto, o que minimiza os danos à inimigos naturais. Conforme Giles et al. (2000), para o estabelecimento de um plano de amostragem confiável torna-se necessário se conhecer a distribuição espacial e dispersão das espécies-praga na cultura.

2.5 Distribuição espacial e dispersão de espécies-praga

A distribuição de uma espécie é uma adaptação ao habitat e pode determinar a dispersão e conseqüentemente, a densidade. É o alcance geográfico e ecológico da espécie, definido pela presença de habitats adequados e engloba todas as áreas ocupadas durante o ciclo de vida. Já a dispersão caracteriza a distância entre os indivíduos com respeito uns aos outros. Representa a heterogeneidade do ambiente e as interações sociais. A disposição dos organismos no espaço é uma característica ecológica da espécie, resultante do nascimento, morte e migração de indivíduos (TOLEDO et al., 2006), sendo a distribuição espacial a forma como os indivíduos de uma população se dispersam em seu habitat.

O padrão de distribuição espacial de um organismo é a descrição de como este organismo está disperso no espaço (BINNS et al., 2000). Em se falando em manejo integrado de pragas, um padrão de amostragem, que não coincide com o padrão de distribuição espacial do inseto, pode levar a erros na estimativa da sua população para fins de monitoramento. Estimativas básicas das populações são necessárias a fim de compreender a dinâmica da população de uma espécie praga e como base para tomada de decisões de gestão relativas ao acompanhamento e previsão de níveis da abundância e de distribuição de pragas (DENT, 2000). Este arranjo espacial de populações de insetos obedece a padrões que podem ser de maneira aleatória, uniforme, ou, ainda, agregada (RICKLEFS, 2003).

A forma de dispersão no habitat pode se dar de formas diferentes entre as espécies e entre as populações da mesma espécie; a variação dessa forma de distribuição espacial pode ocorrer em função de fatores ambientais ou genéticos da população. A determinação desses padrões de arranjo é obtida através de índices de dispersão e distribuição teórica de frequências (BARBOSA, 1992).

Barbosa (1992) constata, ainda, que para estudos sobre a distribuição de insetos há necessidade de se conhecer as distribuições de frequências dos indivíduos de cada espécie em cada cultura, adotando-se critérios adequados de amostragem para estimar os parâmetros populacionais. Conforme Kuno (1991), inicialmente deve-se dividir a área para estudo em várias unidades ou quadrados (*grids*) de mesmo tamanho e, posteriormente, descrever o modelo de ocupação da área pelos indivíduos da população como uma distribuição de frequências dos indivíduos observados em cada quadrado.

O conhecimento destes padrões é importante por várias razões: conhecer a etologia da espécie, aperfeiçoar os processos de amostragens e, conseqüentemente, o processo de manejo integrado de pragas agrícolas, entre outras menos evidentes (TAYLOR, 1984).

2.6 Geoestatística e o estudo da dependência espacial de espécies-pragas

No estudo da dinâmica populacional de insetos-praga e a caracterização da distribuição desses insetos no espaço, se faz necessário o conhecimento da dependência espacial. Isso significa apontar a distância, que a partir desta, as amostras passam a ser independentes, ou seja, a partir da qual a variação média entre duas observações não é mais função da distância entre elas, dando lugar à independência, sem correlações espaciais (ANDRIOTTI, 2003). Para essa determinação, a geoestatística é uma importante ferramenta, pois considera o valor da observação e a sua localização na estimativa da correlação entre os pontos de amostragem (BARRIGOSI et al., 2002).

O nome “Geoestatística” teve origem baseando-se nas considerações de Daniel Krige, engenheiro de minas sul-africano, que, ao trabalhar com dados de concentração de ouro na África do Sul, concluiu que não conseguia encontrar sentido nas variâncias, se o estudo não levasse em conta a distância entre as amostras, ou seja, informações de localização geográfica e dependência espacial. Atualmente, a geoestatística é o método científico mais adequado e utilizado em estudos que envolvem a dependência espacial nas amostragens (LEAL et. al., 2010; ROSA, 2010).

Os métodos geoestatísticos baseiam-se no princípio de que a diferença no valor de uma variável qualquer em dois pontos (espaço) depende da distância entre essas (VARELA & SENA, 2008). Essa dependência espacial pode ser estimada pelo semivariograma, cujo é considerado a ferramenta básica da geoestatística. No cálculo do semivariograma, o objetivo é relacionar a distância entre pares de amostras com a semivariância para todos os possíveis pares a cada distância sugerida (ELLSBEURY et al., 1998), para que esses valores sejam inseridos em gráficos de dispersão e ajustados a um modelo, sendo os valores do eixo Y, as semivariâncias, e os de X, as distâncias. Ou seja, o semivariograma é uma função que relaciona a semivariância $\gamma(h)$ com o vetor distância h (ROSA, 2010).

Espera-se no comportamento ideal de um semivariograma, que medições localizadas próximas sejam mais semelhantes entre si quando comparado àquelas separadas por elevadas distâncias, isto é, que $\gamma(h)$ aumente com a distância h (VIEIRA, 2000). Quando h tende para zero, $\gamma(h)$ se aproxima de um valor positivo denominado efeito pepita (C_0), que é o valor de $\gamma(h)$ nos pontos muito próximos, quando a distância h entre as unidades amostrais tende à zero. O efeito pepita revela os erros de medição ou da variabilidade não detectada pela amostragem (DELHOMME, 1976; VIEIRA, 2000). À proporção que h aumenta, $\gamma(h)$ aumenta também até um valor máximo no qual se estabiliza. Esse valor denomina-se patamar ($C_0 + C_1$) e é, aproximadamente, igual à variância dos dados. A distância no eixo X até atingir o patamar é chamada de alcance (a), e representa a zona de influência de uma observação e separa o campo estruturado (amostras correlacionadas) do campo aleatório (amostras independentes) (ANDRIOTTI, 2003). Isto significa que a partir do patamar não existe mais dependência espacial entre as amostras.

Na Figura 6 estão representadas as feições principais de um semivariograma e suas propriedades.

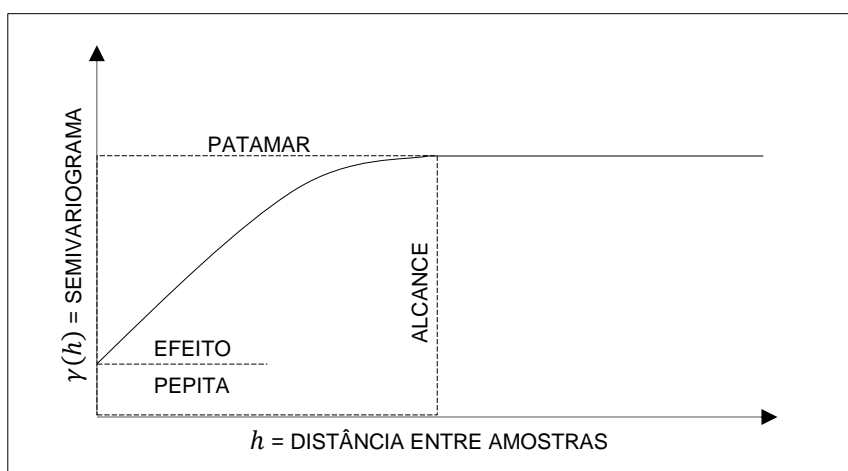


FIGURA 6 – Representação Geral das feições principais do semivariograma (adaptado de Andriotti, 2003).

Uma vez verificada a presença de dependência espacial entre as amostras por meio do semivariograma, a geoestatística permite a utilização do método de interpolação, chamado Krigagem, para estimar valores em qualquer posição dentro do campo de estudo, sem tendência e com variância mínima (VIEIRA, 2000). Isso permite estimar para os locais onde não procedeu-se a amostragem, pois os valores vizinhos aos pontos amostrados serão semelhantes entre si (CHIBA et al., 2010) e; elaborar mapas de elevada precisão (ALVES, 2005; VOLPE, 2009) com a capacidade de prever a distribuição do inseto, possibilitando distinguir ponto a ponto o número estimado da praga. Isto é, ao invés de considerar somente os valores médios de insetos, realiza-se a predição ponto a ponto, eliminando os riscos de ora subestimar e ora superestimar a real concentração da praga (CHIBA et al., 2010).

A implementação destas tecnologias no manejo de insetos-praga possibilita a visualização espacial do inseto-praga na área (FARIAS et al., 2004) e a integração de dados de distribuição espacial, características do ambiente e da cultura (DAL PRÁ et al., 2011), que são informações importantes para o manejo integrado de pragas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi executado na Estância Pitangueira - Unidade Cambaí, situada a 29°09'56.52" de latitude Sul e 56°29'20.06" longitude Oeste, no município de Itaqui, Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul, sobre um Luvissole, em lavoura comercial de arroz cultivada com a variedade IRGA 417 e isenta de tratamentos com inseticidas, nas safras de 2009/10, 2010/11 e 2011/12.

3.1 Descrição das áreas de estudo

Na safra 2009/10, o experimento foi instalado em um talhão de 13,5 hectares, no qual a semeadura foi realizada no dia 14 de Outubro de 2009 e a colheita no dia 16 de Fevereiro de 2010. Dentre a fisionomia da vegetação de fundo e demais elementos que compuseram a área nessa safra destacavam-se: rodovia e mata de eucalipto na divisa Sul; estrada de circulação entre lavouras e início de corredor com casca-de-arroz para fluxo bovino na divisa Norte; poste de rede elétrica circundado pela presença abundante de plantas daninhas (raio de 4 m), como *Eragrostis plana*, *Echinochloa* spp. e outras à Oeste; estrada de acesso local e pequena extensão de mata de eucalipto na divisa Leste (região bastante infestada por plantas daninhas semelhantes as já descritas, principalmente no ângulo Sudeste da área) e; canal de irrigação transversal a lavoura.

Para a safra de 2010/11, o experimento foi realizado em um talhão de 7,67 hectares. A semeadura ocorreu no dia 12 de Outubro de 2010 e a colheita no dia 14 de Fevereiro de 2011, com fisionomia da vegetação e outros elementos inseridos na área, como: rodovia e mata de eucalipto na divisa Sul; corredor com casca-de-arroz para fluxo bovino e presença abundante de vegetação, como *Eragrostis plana*, *Echinochloa* spp., dentre outras, na divisa Norte; poste de rede elétrica com entorno não cultivável (raio de 4 m, aproximadamente) e ocorrência de plantas semelhantes as já referidas à Nordeste e; lavoura de sorgo na divisa Leste.

Já na safra de 2011/12, o experimento foi instalado sobre um talhão de 3,75 hectares, onde a semeadura foi efetuada no dia 17 de Outubro de 2011 e a colheita no dia 16 de Fevereiro de 2012. Dentre as características da vegetação e outros componentes que pertenciam à área, destacavam-se: corredor com casca-de-arroz para trânsito bovino e presença abundante de plantas daninhas, como *Aeschynomene* spp., *Eragrostis plana*, *Echinochloa* spp. e outras, na divisa Sul;

canal de irrigação e ocorrência de plantas daninhas semelhantes às já citadas na divisa Norte; estrada de acesso local à Oeste e; estrada de circulação entre lavouras dividindo dois talhões cultivados com arroz à Leste da área em estudo.

O clima da região é “Cfa”, pela classificação de Köppen-Geiger, subtropical, temperado quente, com chuvas bem distribuídas e estações bem definidas.

3.2 Levantamento populacional de *T. limbativentris* na safra 2009/10

Foram realizadas três amostragens entre o final da fase vegetativa e após a colheita do arroz, entre os meses de Janeiro a Março de 2010, respectivamente. A primeira amostragem ocorreu em V11, correspondendo ao estágio de formação do colar na 11ª folha do colmo principal, no final do estágio vegetativo, no dia 06/01/2010. A segunda amostragem foi executada dentro do período de maturação, em R6, fase correspondente a de grão leitoso, no dia 02/02/2010. A última amostragem foi realizada já na resteva do arroz, no dia 08/03/2010. A escala fenológica adotada foi a escala de Counce et al. (2000), conforme apresentada no Anexo A.

Para a execução deste levantamento foi adotado um *grid* regular previamente estabelecido por pontos geoposicionados por um GPS de mão, e equidistantes aproximadamente 50 metros (FIGURA 7), evitando que os mesmos não coincidisse com canais de irrigação e/ou locais não cultivados.

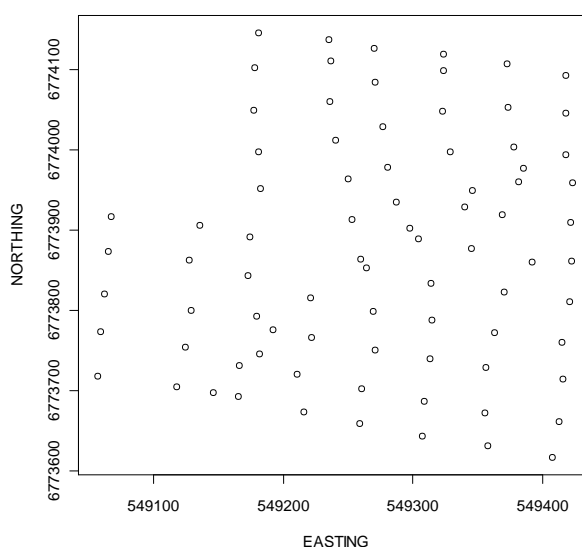


FIGURA 7 – *Grid* amostral contendo 81 pontos espaçados aproximadamente em 50 m estabelecido para monitoramento na safra de 2009/10.

Abrangendo um total de 81 pontos amostrais, lançou-se em cada ponto um quadrado de metal medindo 0,5 m x 0,5 m, totalizando uma área de 0,25 m². As plantas inseridas no quadro foram examinadas visualmente a fim de realizar a contagem do inseto em sua fase jovem e adulta. Essas informações foram devidamente registradas em caderneta de campo para posterior discussão.

3.3 Levantamento populacional de *T. limbativentris* na safra 2010/11

No decorrer do estudo verificou-se a necessidade de ajustes na metodologia inicialmente desenvolvida na safra 2009/10, por meio da redução das distâncias no *grid* amostral, com isso aumentando-se o número de amostras, a fim de se identificar com maior exatidão as variações da população por unidade de área. Desta forma, o monitoramento foi executado por meio de cinco amostragens abrangendo todo o período da cultura, isto é, entre o perfilhamento e após a colheita. A primeira amostragem ocorreu no dia 13/12/2010, no perfilhamento, entre V7 e V8, correspondendo ao estágio de formação do colar na sétima/oitava folha do colmo principal. A segunda amostragem foi realizada no dia 27/12/2010 no período próximo ao final do desenvolvimento vegetativo, entre V10 e V11. A terceira foi realizada no dia 18/01/2011, correspondendo ao estágio de iniciação e diferenciação da panícula (R1). A quarta amostragem foi no dia 12/02/2011, época em que a cultura já se encontrava em ponto de colheita (R9). A quinta e última amostragem foi realizada logo após a colheita do arroz, no dia 15/02/2011. A escala fenológica utilizada foi segundo Counce et al. (2000).

O levantamento populacional de *T. limbativentris* na safra de 2010/11 foi realizado seguindo um *grid* de 693 pontos geoposicionados equidistantes aproximadamente 10 m (FIGURA 8), estabelecido com um GPS de mão, sem que os mesmos coincidissem em zonas de canais de irrigação ou local não cultivado. Para cada ponto amostral foi lançada uma estrutura metálica quadrada de 0,25 m², onde as plantas nela inseridas eram examinadas para contagem de ninfas e adultos, num processo semelhante ao realizado na safra anterior.

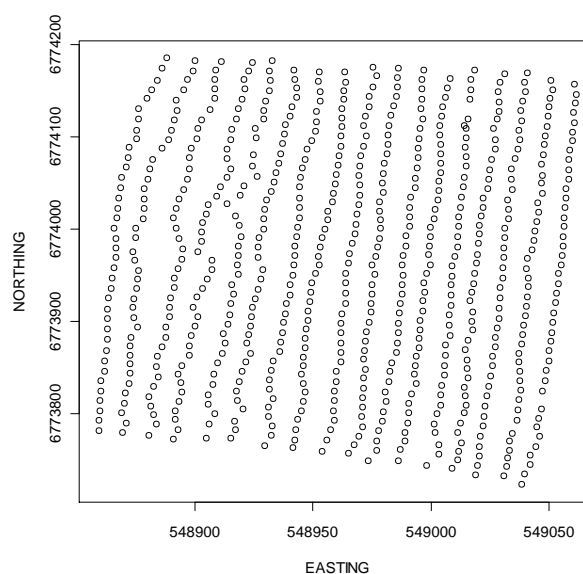


FIGURA 8 - *Grid* amostral contendo 693 pontos espaçados aproximadamente em 10 m estabelecido para monitoramento na safra de 2010/11.

3.4 Levantamento populacional de *T. limbativentris* na safra 2011/12

Nesta safra foram realizadas oito amostragens, as quais abrangeram desde o início do perfilhamento até após a colheita. Tal procedimento, diferiu da safra 2010/11, uma vez que na safra supracitada não foi abrangido o período inicial do perfilhamento, próximo a entrada da água para irrigação. Esta adequação na metodologia previa identificar com maior precisão o momento de entrada dos percevejos na lavoura, bem como sua distribuição nessa época de migração aos arrozais. A primeira amostragem foi efetuada no dia 19/11/2011, no início do perfilhamento, em V4, estágio correspondente à formação do colar na quarta folha do colmo principal. A segunda amostragem ocorreu no dia 03/12/2011, em V6. A terceira foi realizada no dia 17/12/2011, no momento em que as plantas encontravam-se entre V8 e V9, estádios em que o colar é formado na oitava/nona folha do colmo principal. A quarta ocorreu no final do período vegetativo, em V11, no dia 07/01/2012. O quinto levantamento foi realizado no dia 21/01/2012, no estágio “R1” de desenvolvimento reprodutivo das plantas. A sexta amostragem deu-se no dia 02/02/2012, em R5, estágio correspondente à expansão da cariopse. A sétima e última amostragem na cultura do arroz ocorreu no dia 15/02/2012, no momento conhecido por “ponto de colheita” (R9). A amostragem após a colheita foi realizada no dia 29/02/2012, mas, não sendo possível realizá-la sobre a resteva, visto que, a

mesma foi incorporada horas após a colheita da cultura com um implemento denominado “rolo-faca”, o qual é utilizado para readequação da área, num dos processos de preparo antecipado do solo. A escala fenológica utilizada foi segundo Counce et al. (2000).

Na realização do levantamento adotou-se um *grid* amostral pré-estabelecido por meio de GPS de mão, contendo 352 pontos equidistantes aproximadamente 10 m (FIGURA 9), impedindo-os que coincidisse com locais de canais de irrigação ou não cultivados. Como nas safras anteriores, em cada ponto era lançada uma estrutura quadrada de metal (0,25 m²), para contagem de ninfas e adultos do percevejo-do-colmo nas plantas inseridas no quadro.

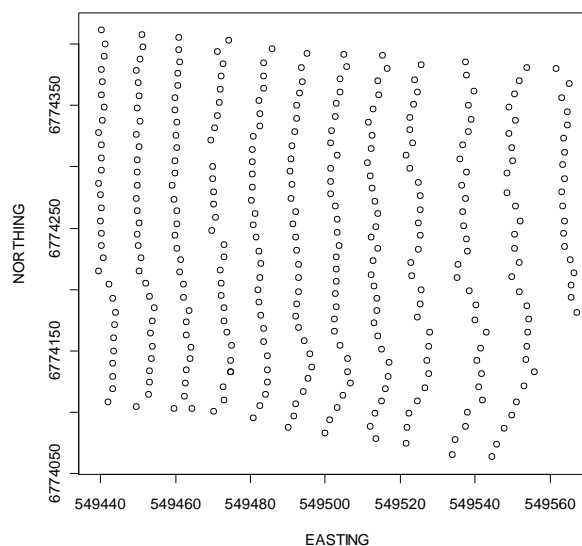


FIGURA 9 - *Grid* amostral contendo 352 pontos espaçados aproximadamente em 10 m estabelecida para monitoramento na safra de 2011/12.

3.5 Métodos estatísticos utilizados na análise dos dados

A partir dos resultados obtidos com a contagem de adultos e ninfas do percevejo-do-colmo, efetuou-se a soma das fases do inseto para análise, considerando que ambas geram danos à cultura.

3.5.1 Análise estatística exploratória

Foram determinados alguns parâmetros estatísticos descritivos, como os valores mínimo e máximo, mediana, média, primeiro e terceiro quartil, desvio padrão

e coeficiente de variação. Como etapa inicial do estudo, essas informações tornam-se importantes na descrição do comportamento numérico da população do percevejo-do-colmo no decorrer do ciclo da cultura do arroz.

3.5.2 Análise da dispersão e distribuição espacial

Para análise da distribuição espacial da população do inseto, determinaram-se os índices de dispersão variância/média, índice de Morisita e a distribuição de frequências. De acordo com Melo et al. (2006), como modelos de probabilidades para as populações, foram utilizadas as seguintes distribuições de frequências: Poisson, Binomial e Binomial Negativa. Posteriormente, foi selecionada a melhor distribuição através do teste de Qui-quadrado (χ^2), comparando o total das frequências observadas na área amostral, com as frequências esperadas (YOUNG & YOUNG, 1998).

3.5.2.1 Índices de distribuição espacial

Razão Variância/Média: A razão Variância/Média (I) é um índice que serve para medir o desvio de um arranjo dos dados da aleatoriedade. Para este índice os valores iguais à unidade indicam disposição espacial ao acaso ou aleatória. Os valores menores indicam que a unidade aponta disposição espacial regular ou uniforme, e os valores significativamente maiores que 1 (um) mostram disposição agregada ou contagiosa (RABINOVICH, 1980) (FIGURA 10). Esse índice é estimado através de:

$$I = \frac{S^2}{\bar{X}}$$

onde:

S^2 = variância amostral;

\bar{X} = média amostral.

Índice de Morisita: Trata-se de um índice independente da média e do número de amostras. Para valores iguais à unidade o indicativo é de uma distribuição aleatória. Valores superiores à unidade indicam um arranjo agregado e,

valores inferiores à unidade mostram uma disposição regular ou uniforme dos dados (SILVEIRA NETO et al., 1976; NASCIMENTO, 1995). É estimado por:

$$I\delta = \frac{N(\sum_{i=1}^N X_i^2 - \sum_{i=1}^N X_i)}{(\sum_{i=1}^N X_i)^2 - \sum_{i=1}^N X_i}$$

onde:

N = tamanho da amostra;

X_i = número de insetos na i -ésima unidade amostral.

3.5.2.2 Distribuições teóricas de frequências

Distribuição de Poisson: Também é conhecida como distribuição aleatória e caracteriza-se por apresentar variância igual a média ($S^2 = \bar{x}$). O cálculo da série de probabilidades é obtido por meio da seguinte fórmula:

$$P(x) = \frac{\lambda^x \cdot e^{-\lambda}}{x!}$$

onde:

x = número de ocorrências;

λ = média;

e = base do logaritmo neperiano ($e = 2,718282\dots$);

$P(x)$ = probabilidade de encontrar x indivíduos em uma unidade amostral.

Distribuição Binomial: A distribuição Binomial descreve a distribuição uniforme e apresenta variância menor que a média. Apresenta a média como parâmetro estimador. Sua fórmula é representada como:

$$P(x) = \frac{k!}{x! (k-x)!} \cdot p^x \cdot q^{(k-x)}$$

onde:

k = um número inteiro e positivo;

x = o número de vezes que o evento ocorre.

Distribuição Binomial Negativa: A distribuição Binomial Negativa apresenta variância maior que a média, indicando, assim, distribuição agregada, além de possuir dois parâmetros estimadores: a média e o parâmetro k ($k > 0$). As probabilidades são calculadas pela seguinte fórmula:

$$P(x) = \binom{x+k-1}{x} p^k (1-p)^x$$

para $x = 1, 2, 3, \dots$, onde:

$P(x)$ = probabilidade de encontrar uma unidade amostral que contém x indivíduos;
 $k = 1, 2, 3, \dots$

O ajuste dos dados obtidos às distribuições de frequências foi determinado por meio do teste do Qui-quadrado, através da fórmula:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{nc} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$

onde:

nc = número de classes da distribuição de frequências;

FO_i = frequência observada na i -ésima classe;

FE_i = frequência esperada na i -ésima classe.

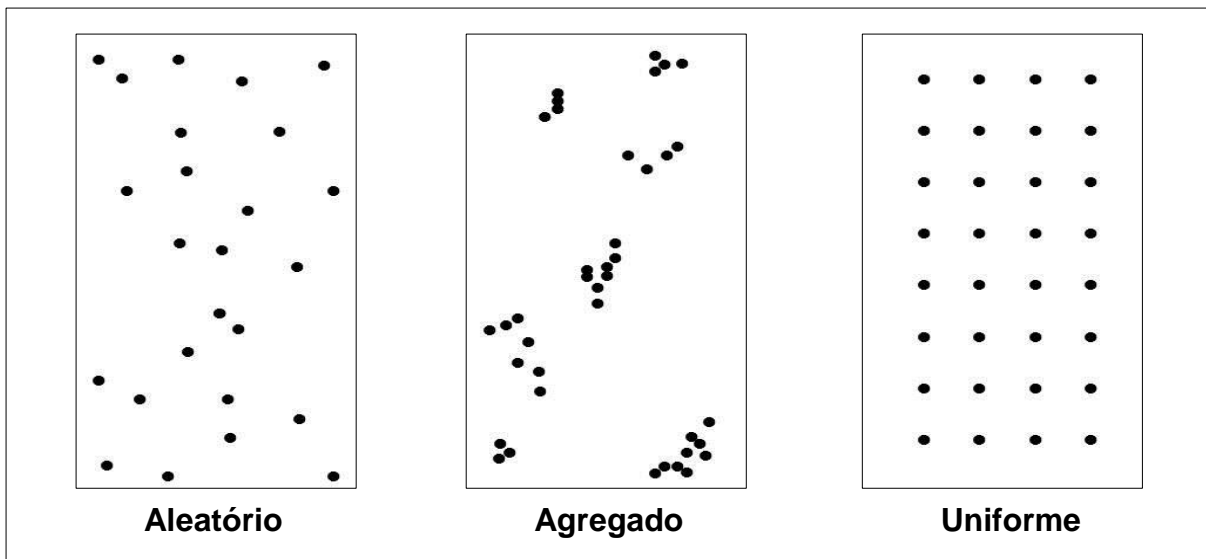


FIGURA 10 - Representação dos modelos de distribuição espacial aleatório, agregado e uniforme (adaptado de Krebs, 1999).

Os índices de dispersão e o teste de Qui-quadrado foram calculados através do software Krebs/WIN 0.94 (KREBS, 1999).

3.5.3 Análise geoestatística

Os dados também foram submetidos à análise geoestatística através do pacote geoR (RIBEIRO JR & DIGGLE, 2001) do *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

Foram ajustados semivariogramas para avaliar a dependência espacial dos atributos. Para a construção dos semivariogramas é necessário, primeiramente, determinar a presença nos dados de valores discrepantes, os chamados *outliers*. Para tanto, foram elaborados gráficos de caixa (“*box-plots*”). Esses valores foram determinados a fim de se verificar se os mesmos, realmente, manifestavam o fenômeno presente na área (SILVA JÚNIOR, 2010).

Para a construção dos semivariogramas, neste caso, utilizou-se o estimador robusto proposto por Cressie & Hawkins (1993), o qual é compatível com a presença de certo grau de discrepância nos dados (MONTENEGRO et al., 1999). O estimador robusto é dado por:

$$\tilde{\gamma}(h) = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{1}{|N(h)|} \sum_{N(h)} \left[|Z(x_i) - Z(x_i + h)|^{\frac{1}{2}} \right] \right)^4 / \left(0.457 + \frac{0.494}{|N(h)|} \right) \right\}$$

onde:

$N(h)$ = é o número de pares;

$Z(x_i+h)$ = na distância h ;

$\{Z(x_i) - Z(x_i+h)\}$ = é o incremento.

Após a obtenção dos semivariogramas experimentais, foram ajustados modelos matemáticos teóricos aos dados. Os modelos testados foram o esférico, o exponencial e o gaussiano, pois são modelos que classificam-se como modelos com patamar (de alcance finito) (VIEIRA, 2000; ANDRIOTTI, 2003) e são os mais utilizados na literatura (ZIMBACK, 2001).

O modelo esférico é dado por:

$$\gamma(h)_{esf} = \begin{cases} 0 & , h = 0 \\ C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & , 0 < h \leq a \\ C_0 + C_1 & , h > a \end{cases}$$

Esse modelo é obtido ao selecionar os valores do efeito pepita, (C_0), e do patamar, ($C_0 + C_1$), e após, traçar uma reta que intercepte o eixo das semivariâncias em C_0 e seja tangente aos primeiros pontos próximos de $h = 0$. O modelo esférico é linear até aproximadamente $(1/3) a$ (VIEIRA, 2000).

O modelo exponencial é dado por:

$$\gamma(h)_{\text{exp}} = \begin{cases} 0 & , h = 0 \\ C_0 + C_1 \left[1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right) \right] & , h \neq 0 \end{cases}$$

O modelo exponencial diferencia-se do esférico ao atingir o patamar apenas de forma assintótica, ou seja, teoricamente quando $h = \infty$; enquanto o modelo esférico o atinge no valor do alcance. O parâmetro a tem sua determinação efetuada visualmente como a distância após a qual o semivariograma se estabiliza. Os parâmetros C_0 e C_1 (contribuição) são determinados do mesmo modo que para o modelo esférico (ANDRIOTTI, 2003; VIEIRA, 2000).

O modelo gaussiano é dado por:

$$\gamma(h)_{\text{gau}} = \begin{cases} 0 & , h = 0 \\ C_0 + C_1 \left\{ 1 - \exp\left[-3\left(\frac{h}{a}\right)^2\right] \right\} & , h \neq 0 \end{cases}$$

Já o modelo gaussiano tem comportamento parabólico nas vizinhanças da origem. É o modelo que retrata com mais regularidade a variável em estudo, possuindo tangente horizontal na origem. O alcance é puramente analítico. A presença do efeito pepita nesse modelo é explicado devido à existência de erros humanos, pois o fenômeno tratado é muito regular (ANDRIOTTI, 2003).

Nos casos de independência espacial dos dados, ajustou-se ao modelo efeito pepita puro, o qual é dado pela seguinte fórmula:

$$\gamma(h) = C_0 + C_1, \forall h$$

O semivariograma que apresenta efeito pepita puro é constante e igual ao patamar para qualquer valor de h . Nesses casos, tem-se ausência total de

dependência espacial. Isto significa que o alcance a , para os dados em estudo, é inferior do que o menor espaçamento entre amostras. Assim, torna-se impossível diferenciar quais amostras estão mais próximas e quais são mais distantes; nenhuma é mais importante do que a outra e os resultados geoestatísticos serão os mesmos fornecidos pela Estatística Clássica, sendo desnecessária a interpolação dos dados (ANDRIOTTI, 2003).

A avaliação do melhor ajuste dos dados experimentais ao modelo teórico do semivariograma foi realizada de maneira visual, ou seja, “ajuste a sentimento” (ZIMBACK, 2001), cujo método é frequentemente utilizado na literatura (ODA-SOUZA et al., 2008). O procedimento foi repetido até que fosse encontrado um modelo considerado satisfatório (CAMARGO, 2001), sendo, posteriormente, validado pelo critério da menor média das variâncias de predição obtidas por meio da validação cruzada (ANDRIOTTI, 2003).

Como complemento para avaliar a qualidade dos ajustes, foi calculado, quando possível (ausência de independência dos dados), o grau de dependência espacial (GDE), o qual relaciona a contribuição (C_1) com o patamar ($C_0 + C_1$). Segundo critérios de Cambardella et al. (1994), o GDE ($C_1/C_0 + C_1$) com valor inferior a 25% classifica-se como fraco, entre 25 e 75% como moderado e superior a 75% como forte (SKORUPA et al., 2012). Isto é, quanto maior for a representação da contribuição em relação ao patamar, mais próximo de 100% será o valor de GDE e, conseqüentemente, melhor será o ajuste ao modelo matemático.

Após definidos os modelos dos semivariogramas e verificada a existência de dependência espacial, utilizou-se a krigagem ordinária para a elaboração de mapas de predição. O estimador de krigagem ordinária é dado por Wackernagel (2003); Webster & Oliver (2007):

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i)$$

onde:

λ_i = peso da krigagem associado com a observação do local x_i ;

$Z(x_i)$ = valor do atributo no local x_i .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise estatística exploratória

A análise estatística exploratória mostrou que os dados apresentaram elevada variabilidade, conforme os valores do coeficiente de variação (CV%) (TABELA 1) e da presença de *outliers* evidenciado nos gráficos de caixa, *box-plots*, em todos os períodos amostrais, conforme apresentado no Apêndice A. Chiba et al. (2010) obtiveram um resultado semelhante no estudo da variabilidade espacial e temporal de plantas daninhas, e mencionaram, que a elevada variabilidade é esperada ao analisar dados provenientes da contagem do número de plantas daninhas. A alta variabilidade verificada para o número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo justifica-se pela mesma razão, visto que na lavoura assim como são localizadas zonas que não apresentam concentração da praga, existem àqueles com expressiva população, como pode ser verificado nos valores máximo e mínimo (TABELA 1).

Na safra 2009/10 foi possível observar uma pequena redução no número médio de adultos+ninfas da primeira (06/01/2010) para a segunda amostragem (02/02/2010), porém, com acentuada redução na média populacional no levantamento realizado após a colheita (08/03/2010) (TABELA 1). Isso pode ser explicado em virtude da população média observada nas épocas das primeiras duas amostragens, realizadas no final do desenvolvimento vegetativo e maturação, respectivamente, encontrarem-se próximos ao período de maior ocorrência do percevejo-do-colmo nos arrozais, estes sendo entre V4 a R4 (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010), tornando-se responsáveis pela pouca variação no número médio de insetos (06/01/2010: $\bar{x}= 1,72$; 02/02/2010: $\bar{x}= 1,62$).

A redução significativa na média verificada na amostragem no início do mês de março de 2010 ($\bar{x}= 0,79$) é devido à mesma ter sido realizada já na resteva da cultura, onde a população do percevejo-do-colmo decresce devido à alta mortalidade provocada pelos processos mecânicos da colheita e pela falta de alimento, indicando uma dispersão dos insetos a procura de locais mais apropriados, inclusive em preparo à hibernação, que ocorre a partir do mês de Março (PAZINI et al., 2012).

Nas safras 2010/11 e 2011/12, observou-se um aumento inicial no número médio de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo no decorrer das amostragens até o período conhecido como ponto de colheita, em meados de Fevereiro e, posterior redução na amostragem subsequente, após a colheita. (TABELA 1). Os dados evidenciaram as épocas de maior ocorrência do percevejo-do-colmo, esta sendo entre V4 a R4, estádios correspondentes à época que vai do início do perfilhamento até a floração na cultura do arroz (REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2010), estendendo-se, nesse caso, até o subperíodo compreendido entre a maturação fisiológica e maturação de colheita.

Conforme observado, a população de *T. limbativentris* geralmente é baixa no início da cultura (13/12/2010: \bar{x} = 0,70; 27/12/2010: \bar{x} = 0,99; 19/11/2011: \bar{x} = 0,06; 03/12/2011: \bar{x} = 0,15), pois resultam apenas da migração de indivíduos hibernantes, geralmente os presentes na vegetação espontânea às margens da lavoura, mas acentua-se conforme ocorre o desenvolvimento de novas gerações oriundas das infestações de insetos migratórios e de posteriores gerações (HICKEL & PRANDO, 2008).

As diminuições verificadas nas últimas datas (15/02/2011: \bar{x} = 0,43 e 29/02/2012: \bar{x} = 0,01) ocorreram devido as amostragens terem sido efetuadas na resteva da cultura e após preparo antecipado da área, respectivamente. De acordo com os dados já observados na safra de 2009/10, o efeito mecânico da colheita sobre a população de percevejo-do-colmo também condicionou expressiva redução no número médio de adultos+ninfas. Serafim Jr. et al. (2011) em estudo sobre percevejos ocorrentes na colheita do arroz, onde amostras foram coletadas em graneleiros de 20 lavouras, demonstraram que *T. limbativentris* foi a espécie de maior ocorrência, com cerca de 95% do total de exemplares coletados.

TABELA 1 - Análise exploratória dos dados para adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12. Itaqui-RS.

| Período amostral | Mín* | 1º Quartil | Mediana | 3º Quartil | Máx* | \bar{x} | S | CV% | |
|-------------------------|--------------------------|------------|---------|------------|------|-----------|------|---------|--------|
| Safr 09/10 | 06/01/10 ^I | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 12,00 | 1,72 | 2,29 | 133,60 |
| | 02/02/10 ^{II} | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 9,00 | 1,62 | 2,24 | 138,46 |
| | 08/03/10 ^{III} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 7,00 | 0,79 | 1,28 | 162,22 |
| Safr 10/11 | 13/12/10 ^{IV} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 35,00 | 0,70 | 2,48 | 356,09 |
| | 27/12/10 ^V | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 46,00 | 0,99 | 3,13 | 314,60 |
| | 18/01/11 ^{VI} | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 30,00 | 1,16 | 2,15 | 185,87 |
| | 12/02/11 ^{VII} | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 24,00 | 1,43 | 1,73 | 121,12 |
| | 15/02/11 ^{VIII} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,00 | 0,43 | 1,04 | 239,22 |
| Safr 11/12 | 19/11/11 ^{IX} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,00 | 0,06 | 0,33 | 549,68 |
| | 03/12/11 ^X | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,00 | 0,15 | 0,48 | 314,52 |
| | 17/12/11 ^{XI} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,00 | 0,24 | 0,52 | 217,11 |
| | 07/01/12 ^{XII} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 18,00 | 1,15 | 2,16 | 187,16 |
| | 21/01/12 ^{XIII} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 27,00 | 1,22 | 2,50 | 204,60 |
| | 02/02/12 ^{XIV} | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 36,00 | 1,28 | 2,77 | 216,35 |
| | 15/02/12 ^{XV} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 48,00 | 1,51 | 4,91 | 325,48 |
| 29/02/12 ^{XVI} | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 0,01 | 0,18 | 1242,25 | |

*Valores mínimos e máximos encontrados dentro do conjunto de dados; \bar{x} - média; S - desvio padrão; CV% - coeficiente de variação.

^Ifinal do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{II}maturação - R6; ^{III}pós-colheita - resteva; ^{IV} final do perfilhamento - V8; ^Vfinal do desenvolvimento vegetativo - V10/V11; ^{VI}maturação - R1; ^{VII}ponto de colheita - R9; ^{VIII}pós-colheita - resteva; ^{IX}início do perfilhamento - V4; ^Xmetade do perfilhamento - V6; ^{XI}final do perfilhamento - V8/V9; ^{XII}final do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{XIII}maturação - R1; ^{XIV}maturação - R5 ^{XV}ponto de colheita - R9; ^{XVI}pós-colheita.

4.2 Análise da dispersão e distribuição espacial

Considerando os conceitos de dispersão e distribuição espacial (TOLEDO et al., 2006), os resultados demonstraram, em todos os períodos amostrais abrangidos na safra de 2009/10, uma distribuição espacial de adultos+ninfas com ajuste para a

distribuição Binominal Negativa, isto é, uma distribuição espacial do tipo agregada (TABELA 2). Os valores de “k” quanto mais próximos a zero demonstram que a distribuição é mais agregada e distante da aleatoriedade (MARUYAMA et al., 2002), indicando, para essa safra, uma tendência de agregação maior dos adultos+ninfas desde a fase final do estágio vegetativo até a colheita. Este comportamento pode ser explicado pelo fato de a eclosão dos ovos ter se dado na presença das plantas (alimento), não havendo a necessidade dos adultos se locomoverem, permanecendo próximos das ninfas. Ou seja, os adultos teriam realizado a postura e permanecido junto aos seus ovos, pois o alimento já estava disponível. Com o tempo ocorreu a emergência das ninfas, as quais são desprovidas de asas e com baixa mobilidade após a eclosão dos ovos, e somadas aos adultos, ocasionou o aumento na agregação.

TABELA 2 - Probabilidade do teste do Qui-quadrado (χ^2) para o ajuste da melhor distribuição, parâmetros estimados e índices de dispersão de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2009/10. Itaquí-RS.

| Período amostral | Estágio | Modelos de distribuição | | | | Índices de Dispersão | |
|-------------------------|----------------|-------------------------|----------|-------------|--------------------------------|----------------------|----------------|
| | | Melhor distribuição | χ^2 | $p(\chi^2)$ | Parâmetro estimador* | (I) | (I \bar{d}) |
| 06/01/10 ^I | Adultos+Ninfas | Binominal Negativa | 7,619 | 0,179 | $\bar{x} = 1,716$ k = 1,020 | 3,06 | 2,19 |
| 02/02/10 ^{II} | Adultos+Ninfas | Binominal Negativa | 3,613 | 0,606 | $\bar{x} = 1,617$ k = 0,598 | 3,10 | 2,29 |
| 08/03/10 ^{III} | Adultos+Ninfas | Binominal Negativa | 3,380 | 0,185 | $\bar{x} = 0,790$ k = 0,978 | 2,08 | 2,37 |

* \bar{x} - média, k - parâmetro K da Distribuição Binomial Negativa; χ^2 - qui-quadrado; $p(\chi^2)$ - nível de probabilidade do teste qui-quadrado; (I) - variância/média; (I \bar{d}) - Morisita.

^Ifinal do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{II}maturação - R6; ^{III}pós-colheita - resteva;

Os índices de dispersão variância/média (I) e Morisita (I \bar{d}) também indicaram uma distribuição do tipo agregada, com valores acima da unidade ($I > 1$; $I\bar{d} > 1$) para adultos+ninfas de percevejo-do-colmo em todas as épocas de amostragem (TABELA 2). Observa-se que ambos os índices foram elevados no final da fase

vegetativa da cultura, no início do mês de Janeiro, ($I = 3,06$ e $I\bar{D} = 2,19$), na maturação, no início de Fevereiro, ($I = 3,10$ e $I\bar{D} = 2,29$) e após a colheita, já na resteva da cultura ($I = 2,08$ e $I\bar{D} = 2,37$).

Do mesmo modo em que foi verificado na safra 2009/10, em todos os estádios da cultura, na safra 2010/11 em que se efetuou teste de ajuste das frequências obtidas aos modelos matemáticos propostos, evidenciou-se ajuste a distribuição binomial negativa, isto é, a população de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo apresentou agregação (TABELA 2). A população de adultos+ninfas permaneceu mais agregada no primeiro período amostral (13/12/2010), conforme o parâmetro estimador "k" da distribuição binomial negativa, cujo apresentou valor mais próximo a zero ($k = 0,140$) (MARUYAMA et al., 2002). Esta agregação possivelmente levou a uma maior frequência de acasalamentos, logo um maior número de posturas que condicionou uma maior população de ninfas de instares iniciais originadas por meio de percevejos adultos pós-hibernantes nessa época.

No estágio de maturidade completa dos grãos na panícula ou ponto de colheita, foi possível observar uma redução significativa na agregação de adultos+ninfas, a menor observada no conjunto de dados analisados ($k = 1,694$). Levando em conta que o percevejo-do-colmo atinge a fase adulta com, aproximadamente, 58,4 dias, contabilizando a ovoposição (FERREIRA et. al., 1997), esta redução indica um aumento na população de adultos desenvolvidos a partir das gerações anteriores do inseto que ocorrem no decorrer da safra, e, conseqüentemente, maior movimentação dos mesmos na lavoura.

TABELA 3 - Probabilidade do teste do Qui-quadrado (χ^2) para o ajuste da melhor distribuição, parâmetros estimados e índices de dispersão de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2010/11. Itaquí-RS.

| Período amostral | Estágio | Modelos de distribuição | | | | Índices de Dispersão | |
|------------------------|----------------|-------------------------|----------|-------------|----------------------------------|----------------------|----------------|
| | | Melhor distribuição | χ^2 | $p(\chi^2)$ | Parâmetro estimador* | (I) | (I \bar{D}) |
| 13/12/10 ^{IV} | Adultos+Ninfas | Binominal Negativa | 62,308 | 0,062 | $\bar{x} = 0,733$ $k = 0,140$ | 8,82 | 12,62 |

| | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------|-------|----------------------------------|------|------|
| 27/12/10 ^v | Adultos+ Ninfas | Binominal Negativa | 12,852 | 0,380 | $\bar{x} = 1,617$ $k = 0,598$ | 9,84 | 9,89 |
| 18/01/11 ^{vi} | Adultos+ Ninfas | Binominal Negativa | 12,637 | 0,081 | $\bar{x} = 1,156$ $k = 0,832$ | 4,00 | 3,60 |
| 12/02/11 ^{vii} | Adultos+ Ninfas | Binominal Negativa | 15,796 | 0,074 | $\bar{x} = 1,421$ $k = 1,694$ | 2,09 | 1,77 |
| 15/02/11 ^{viii} | Adultos+ Ninfas | Binominal Negativa | 12,222 | 0,071 | $\bar{x} = 0,431$ $k = 0,322$ | 2,48 | 4,45 |

* \bar{x} - média, k - parâmetro K da Distribuição Binomial Negativa; χ^2 - qui-quadrado; $p(\chi^2)$ - nível de probabilidade do teste qui-quadrado; (I) - variância/média; (I \bar{d}) - Morisita.

^{iv} final do perfilhamento - V8; ^v final do desenvolvimento vegetativo - V10/V11; ^{vi} maturação - R1; ^{vii} ponto de colheita - R9; ^{viii} pós-colheita - resteva.

Os índices de dispersão variância/média e Morisita comprovaram, também, uma distribuição agregada para adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na safra 2010/11 (TABELA 2). Nas primeiras amostragens (13/12/2010 e 27/12/2010), épocas que fazem alusão ao final do perfilhamento e do desenvolvimento vegetativo da cultura, respectivamente, os valores da razão variância/média e Morisita indicaram, novamente, que os adultos+ninfas permanecem mais agregados, apresentando índices elevados nesses períodos (I= 8,82 / I \bar{d} = 12,62; I= 9,84 / I \bar{d} = 9,89).

Para a safra de 2011/12 verificou-se ajuste aos modelos de distribuição testados somente a partir do final do perfilhamento das plantas de arroz, visto que, nas amostragens realizadas no início e metade do perfilhamento (19/11/2011; 03/12/2011) não foi possível constatar ajuste das frequências obtidas aos modelos matemáticos propostos (TABELA 4), provavelmente, em razão da ocorrência de uma redistribuição da população do inseto, passando a ocupar espaços vazios na lavoura. A distribuição espacial do percevejo-do-colmo no final do perfilhamento do arroz (17/12/2011) foi do tipo aleatória, isto é, com ajuste a distribuição de Poisson, diferindo do que foi observado na safra 2010/11. Isso pode ser um indicativo de que a população do inseto, nessa época, era composta apenas de adultos pós-hibernantes, os quais migraram aos arrozais distribuindo-se aleatoriamente. Esse resultado corrobora com Costa & Link (1992a), que, também, verificaram ajuste a distribuição de Poisson para as populações migratórias de *T. limbativentris*.

Nos períodos amostrais que abrangeram desde o final do desenvolvimento vegetativo - V11 até a fase de maturação da cultura - R5 (07/01/2012; 21/01/2012; 02/02/2012), foi verificado ajuste a distribuição Binomial Negativa, ou seja, os insetos apresentaram uma distribuição agregada (TABELA 4). De acordo com o parâmetro “k” da distribuição Binomial Negativa para essas épocas (k = 0,354; 0,379; 0,596) é possível inferir que a população reduziu a agregação a medida que a cultura avançou em seu desenvolvimento fenológico, isso porque os valores foram distanciando-se de zero. Esse comportamento, provavelmente, foi condicionado pelo desenvolvimento de ninfas originadas por adultos de gerações anteriores, resultando num maior número de adultos do percevejo na lavoura e, conseqüentemente, maior movimentação da população na área. Essas informações ratificam os fatos já observados e discutidos na safra 2010/11, onde os insetos apresentaram um comportamento semelhante nos mesmos estádios de desenvolvimento da cultura testados.

Já nos períodos de ponto de colheita e pós-colheita, onde as amostragens foram realizadas nos dias 15/02/2012 e 29/02/2012, respectivamente, não se obtiveram ajuste aos modelos de distribuição testados para número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo (TABELA 4), diferindo dos resultados obtidos nas safras de 2009/10 e 2010/11. Nesse caso, é válido destacar que o manejo diferenciado da área, ocorrido após a colheita e a própria natureza biológica, a qual regulamenta com maior intensidade a distribuição espacial de insetos por meio de fatores como os locais de hibernação, postura, disponibilidade de alimento, temperatura e umidade (MESSINA, 1986), podem ter exercido influência sobre a distribuição dos percevejos na área, sendo os prováveis responsáveis pelas alterações observadas de uma safra para a outra.

TABELA 4 - Probabilidade do teste do Qui-quadrado (χ^2) para o ajuste da melhor distribuição, parâmetros estimados e índices de dispersão de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2011/12. Itaqui-RS.

| Período amostral | Estágio | Modelos de distribuição | | | | Índices de Dispersão | |
|---------------------------|--------------------|-------------------------|----------|-------------|----------------------------------|----------------------|---------------|
| | | Melhor distribuição | χ^2 | $p(\chi^2)$ | Parâmetro estimador* | (I) | (I δ) |
| 19/11/11 ^{IX**} | Adultos+ Ninfas | -- | -- | -- | -- | 1,80 | 15,08 |
| 03/12/11 ^{X**} | Adultos+ Ninfas | -- | -- | -- | -- | 1,52 | 4,43 |
| 17/12/11 ^{XI} | Adultos+ Ninfas | Poisson | 1,120 | 0,290 | $\bar{x} = 0,241$ | 1,14 | 1,58 |
| 07/01/12 ^{XII} | Adultos+ Ninfas | Binominal Negativa | 13,404 | 0,202 | $\bar{x} = 1,234$ $k = 0,354$ | 4,04 | 3,45 |
| 21/01/12 ^{XIII} | Adultos+ Ninfas | Binominal Negativa | 14,352 | 0,110 | $\bar{x} = 1,222$ $k = 0,379$ | 5,11 | 4,36 |
| 02/02/12 ^{XIV} | Adultos+ Ninfas | Binominal Negativa | 9,088 | 0,246 | $\bar{x} = 1,281$ $k = 0,596$ | 6,00 | 4,90 |
| 15/02/12 ^{XV**} | Adultos+ Ninfas | -- | -- | -- | -- | 15,98 | 10,92 |
| 29/02/12 ^{XVI**} | Adultos+ Ninfas | -- | -- | -- | -- | 2,19 | 105,60 |

* \bar{x} - média, k - parâmetro K da Distribuição Binomial Negativa; χ^2 - qui-quadrado; $p(\chi^2)$ - nível de probabilidade do teste qui-quadrado; (I) - variância/média; (I δ) - Morisita.

**sem ajuste às distribuições testadas ($p(\chi^2) < 0,05$).

^{IX} início do perfilhamento - V4; ^X metade do perfilhamento - V6; ^{XI} final do perfilhamento - V8/V9; ^{XII} final do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{XIII} maturação - R1; ^{XIV} maturação - R5 ^{XV} ponto de colheita - R9; ^{XVI} pós-colheita - resteva.

Quanto aos índices de dispersão variância/média e Morisita, ambos indicaram uma distribuição do tipo agregada para adultos+ninfas na safra 2011/12 (TABELA 4), mas comprovados apenas para os insetos nos estádios da cultura V11, R1 e R5, nas amostragens realizadas nos dias 07/01/2012, 21/01/2012 e 02/02/2012, respectivamente. Assim como nas safras 2009/10 e 2010/11, esses resultados confirmam o padrão de distribuição agregado do percevejo-do-colmo para as fases do final do desenvolvimento vegetativo e maturação da cultura do arroz.

O padrão de distribuição espacial agregado para adultos+ninfas do percevejo-do-colmo, como observado nas safras 2009/10 e 2010/11 e em alguns dos períodos amostrais na safra 2011/12, faz com que o monitoramento da população seja fundamental na adoção de estratégias de manejo, e que devem ser tomados cuidados para que se registre nestas amostragens, tanto os adultos como as ninfas, pois ambos causam danos à cultura e estas últimas, muitas vezes, representam a maioria da população encontrada no campo. Também, incluem-se as ninfas de primeiro instares que, mesmo não se alimentando (HICKEL & PRANDO, 2008), representam o potencial de crescimento da população em poucas semanas, constituindo uma população com capacidade de gerar danos. Além disso, ambas as fases do inseto podem apresentar padrões de distribuição espacial diferenciados quando considerados separadamente (SILVA et al., 2011).

4.3 Análise geoestatística

Nas safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12, para os 16 semivariogramas calculados para o número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo, foram ajustados modelos matemáticos em nove destes (TABELA 5), pois apresentaram dependência espacial. Nos demais semivariogramas verificou-se efeito pepita puro. Os modelos gaussiano e exponencial foram os que melhor se ajustaram para a variável em estudo e, a escolha destes modelos, foi devido a pequena diferença entre as médias das variâncias de predição e pelo fato do ajuste parecer, visualmente, ser mais coerente (ZIMBACK, 2001), conforme já mencionado.

TABELA 5 - Valores médios das variâncias de predição e respectivo melhor modelo ajustado para os valores de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12. Itaqui-RS.

| | Período amostral | Modelos | | | Modelo escolhido |
|-------------|-------------------------|----------|-------------|-----------|------------------|
| | | Esférico | Exponencial | Gaussiano | |
| Safra 09/10 | 06/01/10 ^I | 1,48 | 1,46 | 1,46 | Exponencial |
| | 02/02/10 ^{II} | 1,67 | 1,67 | 1,68 | Gaussiano |
| | 08/03/10 ^{III} | 0,23 | 0,23 | 0,23 | Gaussiano |

| | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Safr 10/11 | 13/12/10 ^{IV} | -- | -- | -- | Efeito pepita puro |
| | 27/12/10 ^V | 0,46 | 0,39 | 0,39 | Gaussiano |
| | 18/01/11 ^{VI} | 0,73 | 0,73 | 0,76 | Gaussiano |
| | 12/02/11 ^{VII} | -- | -- | -- | Efeito pepita puro |
| | 15/02/11 ^{VIII} | 0,06 | 0,06 | 0,06 | Gaussiano |
| Safr 11/12 | 19/11/11 ^{IX} | 1,80x10 ⁻⁵ | 2,07x10 ⁻⁵ | 2,82x10 ⁻⁵ | Gaussiano |
| | 03/12/11 ^X | 0,002 | 0,002 | 0,002 | Gaussiano |
| | 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} | 8,21x10 ⁻⁸ | 2,55x10 ⁻⁸ | 5,59x10 ⁻⁸ | Gaussiano | |

^Ifinal do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{II}maturação - R6; ^{III}pós-colheita - resteva; ^{IV} final do perfilhamento - V8; ^Vfinal do desenvolvimento vegetativo - V10/V11; ^{VI}maturação - R1; ^{VII}ponto de colheita - R9; ^{VIII}pós-colheita - resteva; ^{IX}início do perfilhamento - V4; ^Xmetade do perfilhamento - V6; ^{XI}final do perfilhamento - V8/V9; ^{XII}final do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{XIII}maturação - R1; ^{XIV}maturação - R5 ^{XV}ponto de colheita - R9; ^{XVI}pós-colheita.

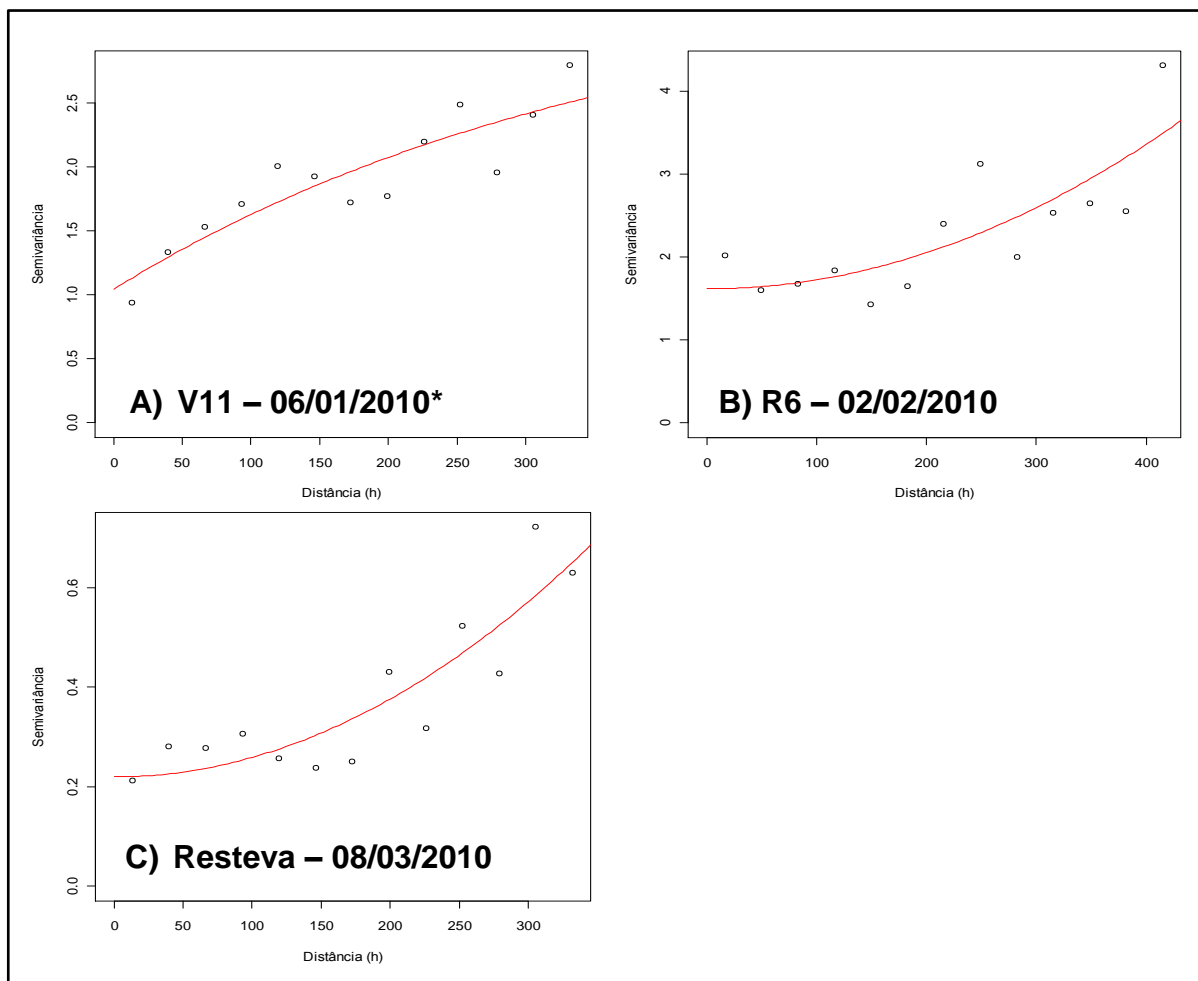
Para a safra de 2009/10, os modelos de semivariogramas ajustados e seus respectivos parâmetros para o número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo, são apresentados na Tabela 6 e Figura 13.

TABELA 6 - Parâmetros estimados para os modelos de semivariogramas para os valores de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2009/10. Itaqui-RS.

| Período Amostral | Modelo | Efeito pepita | Patamar | Alcance (m) | GDE (%) |
|-----------------------|-------------|---------------|---------|-------------|---------|
| 06/01/10 ^I | Exponencial | 1,04 | 3,51 | 1108,35 | 70,4 |

| | | | | | |
|-------------------------------|-----------|------|--------|----------|------|
| 02/02/10^{II} | Gaussiano | 1,62 | 819,41 | 14982,81 | 99,8 |
| 08/03/10^{III} | Gaussiano | 0,22 | 171,35 | 11447,53 | 99,9 |

GDE - grau de dependência espacial. ^I final do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{II} maturação - R6; ^{III} pós-colheita - resteva;



*A) final do desenvolvimento vegetativo; B) maturação; C) pós-colheita.

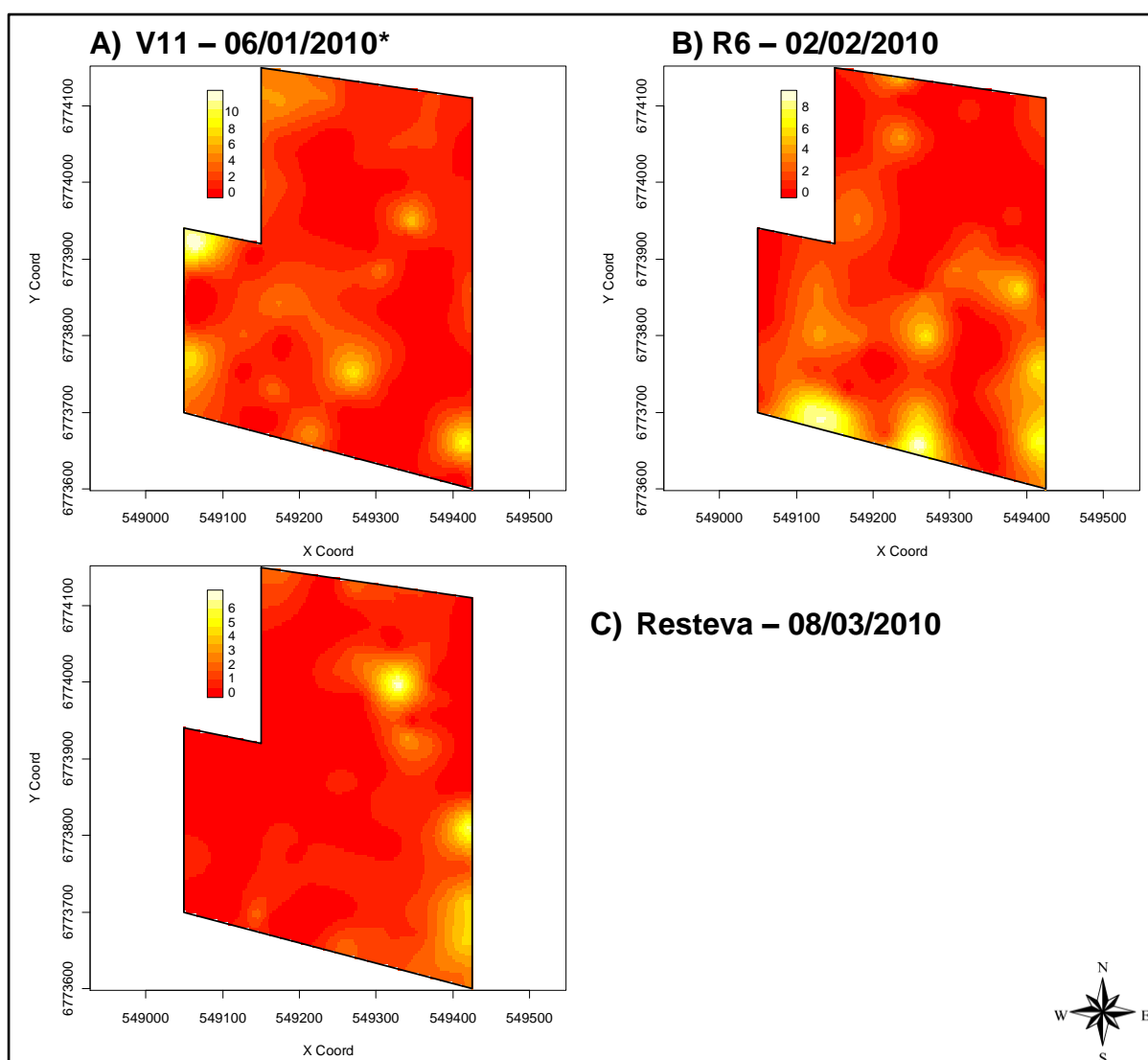
FIGURA 11 - Semivariogramas do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2009/10. Itaqui-RS.

A dependência espacial pode ser visualizada em todos os períodos amostrais. No final do desenvolvimento vegetativo (06/01/2010), o modelo ajustado foi o exponencial, tendo um grau de dependência espacial (GDE) moderado igual a 70,4%. Para os períodos de maturação (02/02/2010) e pós-colheita (08/03/2010), a dependência espacial seguiu o modelo gaussiano, com forte GDE de 99,8% e 99,9%, respectivamente (TABELA 6). Nota-se que os valores do GDE foram elevados, o que indica um bom ajuste aos modelos matemáticos mencionados e,

consequentemente, permite a geração de mapas de densidade do percevejo-do-colmo com boa precisão.

Em relação ao alcance de dependência espacial, verificou-se que estes foram maiores que a máxima distância de amostragem. Isso significa que todos os pontos amostrados no *grid* são correlacionados entre si.

A partir dos mapas de predição da distribuição espacial do percevejo-do-colmo para a safra 2009/10, observou-se a colonização dos insetos em praticamente toda a área no estágio final do desenvolvimento vegetativo (FIGURA 12(A)).



*A) final do desenvolvimento vegetativo; B) maturação; C) pós-colheita.

FIGURA 12 - Mapas de predição do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2009/10. Itaqui-RS.

Essa informação sugere que o monitoramento da praga deve ser realizado em estádios iniciais do perfilhamento da cultura. Entretanto, os agregados populacionais localizados às margens da lavoura, como no entorno do poste de rede elétrica a Oeste e no ângulo Sudeste da área, indicam que a colonização dos percevejos tem início a partir de zonas adjacentes infestadas com plantas daninhas ou vegetação espontânea. Isso porque, essas plantas são favoráveis à hibernação desses insetos na entressafra, fazendo com que a migração seja por meio de percevejos adultos pós-hibernantes da vegetação adjacente (FERREIRA et al., 1997).

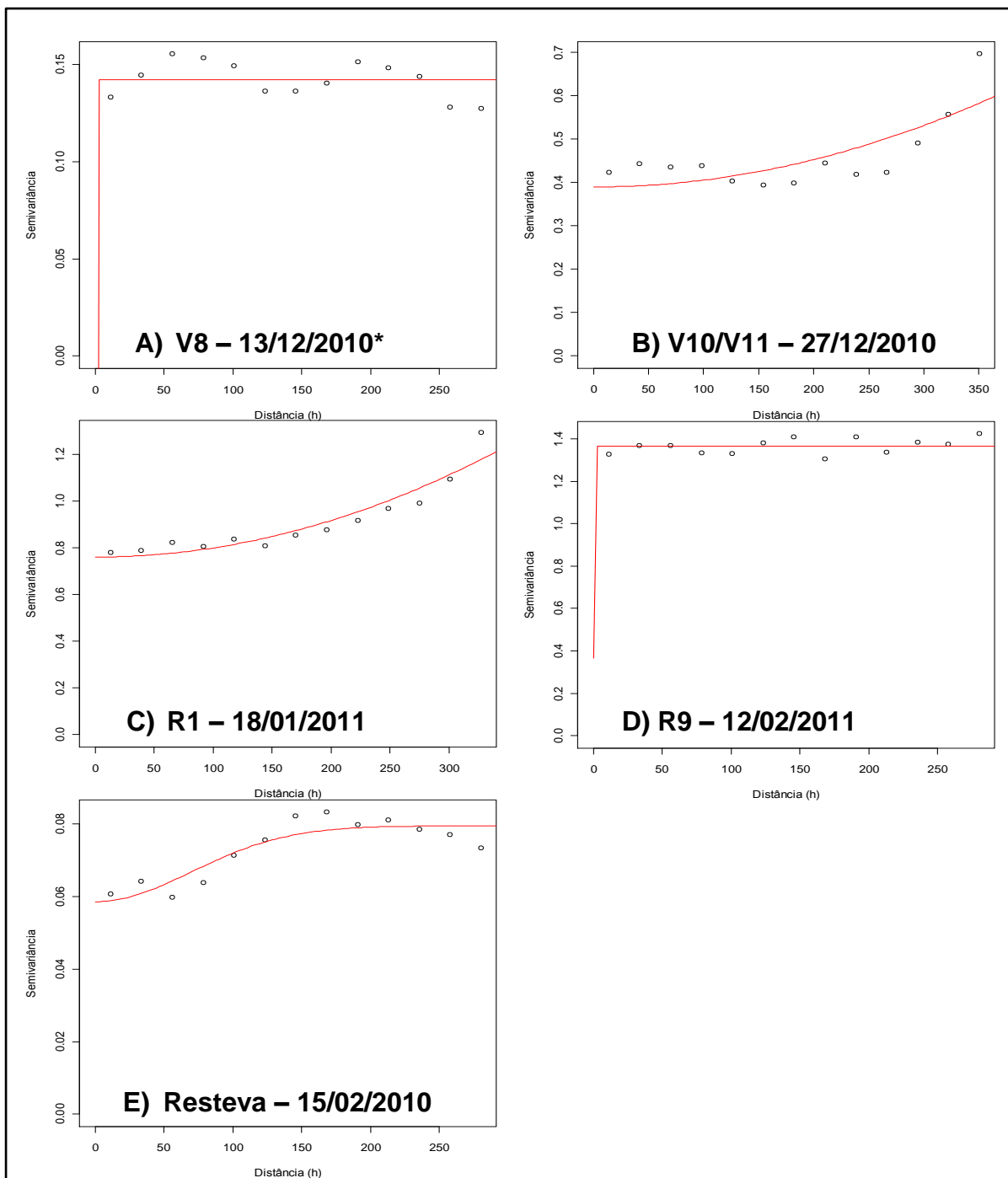
Na amostragem realizada após a colheita, na resteva da cultura, verificou-se a redução na agregação populacional e no número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na lavoura, com pequenas agregações, a leste da área. (FIGURA 14(C)). Isso demonstra o que foi observado na análise exploratória dos dados, onde os danos gerados pelos processos mecânicos da colheita ocasionaram alta mortalidade nos insetos.

Para a safra 2010/11, a Tabela 7 e a Figura 13 descrevem os modelos de semivariogramas ajustados e seus respectivos parâmetros para o número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo.

TABELA 7 - Parâmetros estimados para os modelos de semivariogramas para os valores de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2010/11. Itaqui-RS.

| Período Amostral | Modelo | Efeito pepita | Patamar | Alcance (m) | GDE (%) |
|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------|--------------------|----------------|
| 13/12/10 ^{IV} | Efeito pepita puro | 0,14 | -- | -- | -- |
| 27/12/10 ^V | Gaussiano | 0,39 | 262,06 | 22303,10 | 99,9 |
| 18/01/11 ^{VI} | Gaussiano | 0,76 | 255,74 | 13977,55 | 99,7 |
| 12/02/11 ^{VII} | Efeito pepita puro | 1,37 | -- | -- | -- |
| 15/02/11 ^{VIII} | Gaussiano | 0,66 | 0,08 | 171,39 | 25,0 |

GDE - grau de dependência espacial. ^{IV} final do perfilhamento – V8; ^V final do desenvolvimento vegetativo - V10/V11; ^{VI} maturação - R1; ^{VII} ponto de colheita - R9; ^{VIII} pós-colheita - resteva.



*A) final do perfilhamento; B) final do desenvolvimento vegetativo; C) maturação; D) ponto de colheita; E) pós-colheita.

FIGURA 13 - Semivariogramas do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2010/11. Itaqui-RS.

Conforme observado, nos períodos amostrais dos dias 13/12/2010 e 12/02/2011 os semivariogramas não indicaram presença de dependência espacial na área de avalia o, evidenciado pelo ajuste ao modelo efeito pepita puro (TABELA 7; FIGURA 13 (A) e (D)). Para esses períodos, a variabilidade existente é devido ao

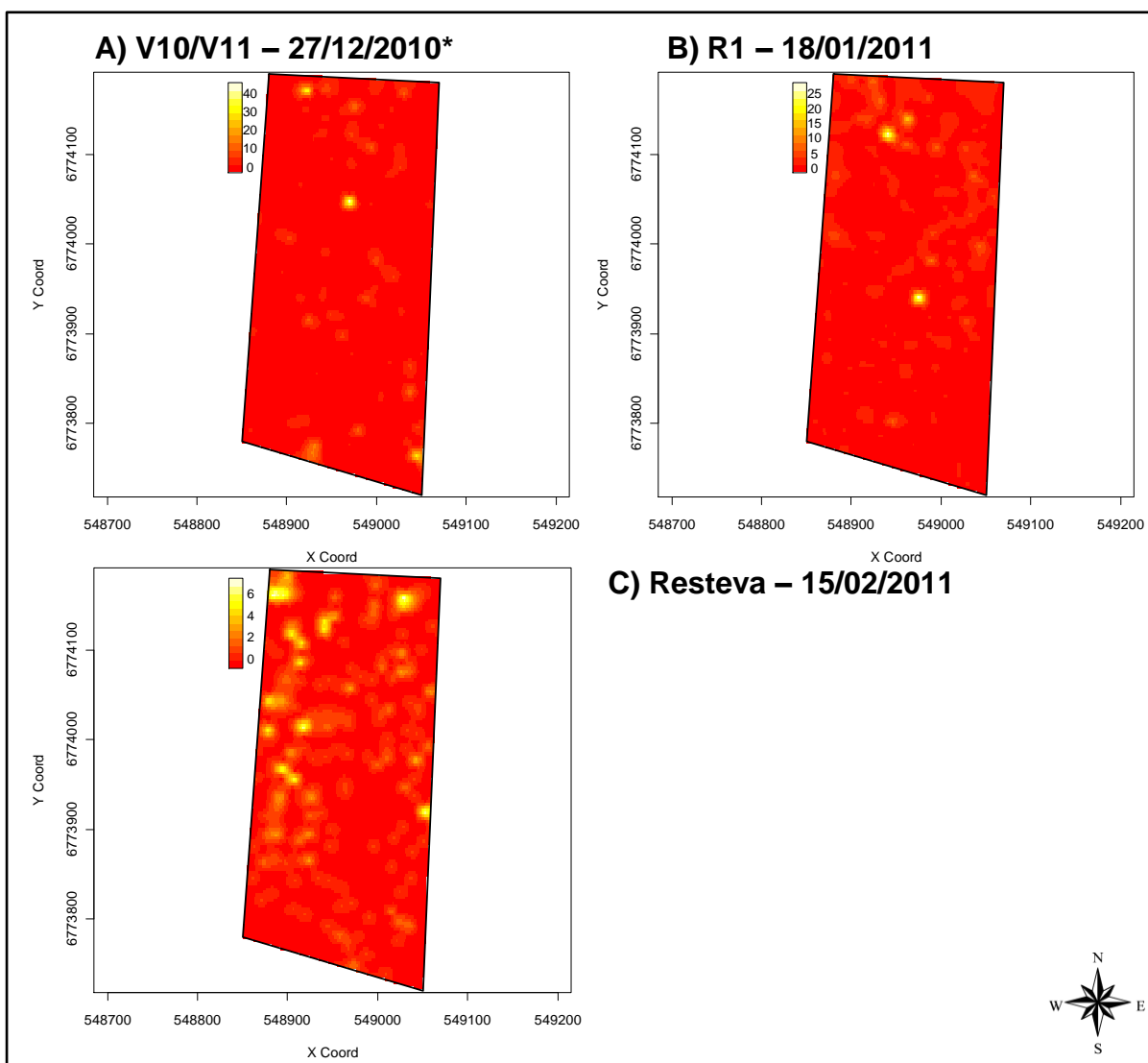
acaso e não em virtude da dependência espacial, isto é, a distribuição da densidade de insetos verificada não ocorreu de forma contínua no espaço. Em casos de efeito pepita puro, não se efetua a construção de mapas de predição (ANDRIOTTI, 2003), porém, as estimativas são fornecidas pelas médias amostrais (\bar{x}) de cada período (TABELA 1).

Já nas amostragens realizadas nos períodos que fazem alusão ao final do desenvolvimento vegetativo (27/12/2010) e maturação (18/01/2011) verificou-se a existência de dependência espacial, as quais foram modeladas por um ajuste gaussiano, com GDE classificado como forte, de 99,9% e 99,7%, respectivamente (TABELA 7). O ajuste ao modelo gaussiano também foi verificado em pós-colheita (15/02/2011), no entanto, com um fraco GDE, de 25,0%.

Quanto ao alcance da dependência espacial, nos períodos amostrais dos dias 27/12/2010 e 18/01/2011, este foi maior que a máxima distância de amostragem dentro do *grid* georreferenciado. No entanto, para o período do dia 15/02/2011, o alcance de dependência espacial foi de, aproximadamente, 171 m. Isso significa que a partir desta, as amostras passam a ser independentes, ou seja, a variação média entre as observações não é mais função da distância entre elas, dando lugar à independência (ANDRIOTTI, 2003). Em termos práticos, significa dizer que a relação entre os pontos amostrais passa a ser de independência a partir da distância computada.

De acordo com os mapas de predição da distribuição espacial do percevejo-do-colmo para a safra 2010/11, foi possível verificar agregados de adultos e ninfas com maior intensidade na divisa Norte (FIGURA 14). De acordo com os resultados da safra 2009/10, isso pode ser um indicativo de que a colonização da lavoura se iniciou pela entrada de percevejos adultos pós-hibernantes da vegetação adjacente presente na divisa Norte e num período anterior ao final do desenvolvimento vegetativo, o qual não foi possível visualizar por meio dos mapas. A baixa movimentação característica dos adultos pós-hibernantes, que ao migrarem do sítio de hibernação junto às plantas hospedeiras localizadas na bordadura para a lavoura, fez com que os mesmos permanecessem às margens dos arrozais. Esses adultos acasalaram-se e, as ninfas originadas permaneceram, também, nessa zona da lavoura, justificando os agregados populacionais visualizados na posição Norte, conforme a amostragem realizada no dia 27/12/2010 (FIGURA 14(A)).

Na amostragem executada em R1, estágio correspondente à iniciação e diferenciação da panícula, a distribuição do inseto deu-se em agregados no sentido Norte-Sul da lavoura (FIGURA 14(B)). Esse sentido de distribuição, provavelmente, foi impulsionado pela entrada dos adultos pós-hibernantes e o início da colonização, ocorridos na divisa Norte da lavoura.



*A) final do desenvolvimento vegetativo; B) maturação; C) pós-colheita.

FIGURA 14 - Mapas de predição do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2010/11. Itaqui-RS.

A redução da densidade populacional e agregação do inseto foram somente verificadas após a colheita, no dia 15/02/2011 (FIGURA 14(C)). Tal evidência reforça os resultados obtidos através da análise exploratória, do teste do Qui-quadrado e os ajustes as distribuições, bem como aos índices de agregação para essa safra e

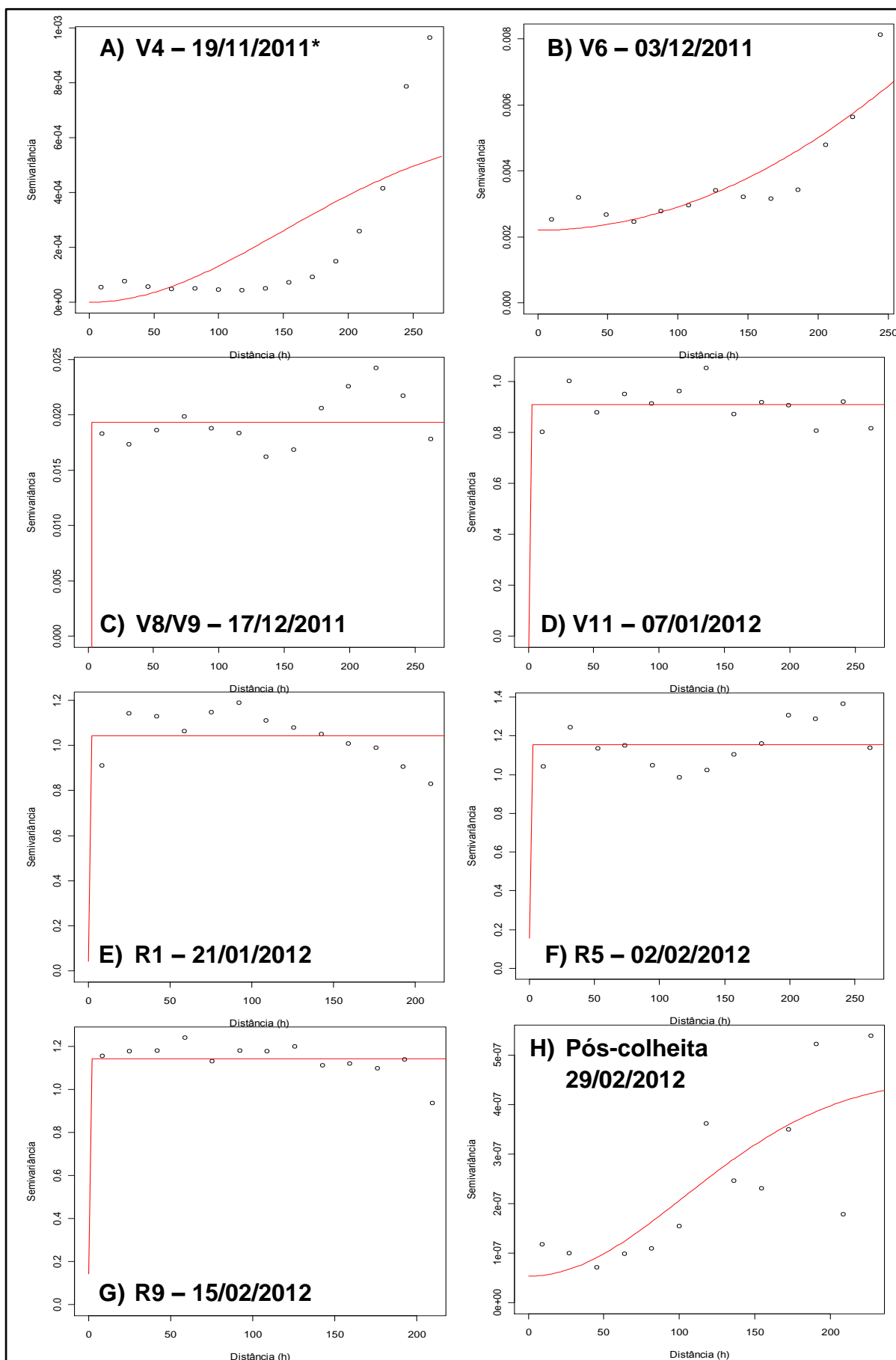
corroborar com os dados da safra de 2009/10 para esse mesmo período, demonstrando a importância de se monitorar a população do percevejo-do-colmo e estimar sua distribuição espacial dentro da lavoura após a colheita, no caso da manutenção da resteva (SILVA et al., 2011).

Já para a safra 2011/12, a Tabela 8 e a Figura 15 apresentam os modelos de semivariogramas ajustados e seus respectivos parâmetros para o número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo.

TABELA 8 - Parâmetros estimados para os modelos de semivariogramas para os valores de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safras 2011/12. Itaqui-RS.

| Período Amostral | Modelo | Efeito pepita | Patamar | Alcance (m) | GDE (%) |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 19/11/11 ^{IX} | Gaussiano | 0,00 | 0,0007 | 364,41 | 100,0 |
| 03/12/11 ^X | Gaussiano | 0,00 | 0,18 | 2756,35 | 100,0 |
| 17/12/11 ^{XI} | Efeito pepita puro | 0,02 | -- | -- | -- |
| 07/01/12 ^{XII} | Efeito pepita puro | 0,91 | -- | -- | -- |
| 21/01/12 ^{XIII} | Efeito pepita puro | 1,04 | -- | -- | -- |
| 02/02/12 ^{XIV} | Efeito pepita puro | 1,15 | -- | -- | -- |
| 15/02/12 ^{XV} | Efeito pepita puro | 1,14 | -- | -- | -- |
| 29/02/12 ^{XVI} | Gaussiano | $5,39 \times 10^{-8}$ | $4,58 \times 10^{-7}$ | 251,30 | 88,2 |

GDE - grau de dependência espacial. ^{IX}início do perfilhamento - V4; ^Xmetade do perfilhamento - V6; ^{XI}final do perfilhamento - V8/V9; ^{XII}final do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{XIII}maturação - R1; ^{XIV}maturação - R5 ^{XV}ponto de colheita - R9; ^{XVI}pós-colheita.



*A) início do perfilhamento; B) metade do perfilhamento; C) final do perfilhamento; D) final do desenvolvimento vegetativo; E) maturação; F) maturação; G) ponto de colheita; H) pós-colheita.

FIGURA 15 - Semivariogramas do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2011/12. Itaquí-RS.

Nos períodos amostrais dos dias 17/12/2011, 07/01/2012, 21/01/2012, 02/02/2012 e 15/02/2012, épocas referentes, respectivamente, ao final do perfilhamento, final do desenvolvimento vegetativo, maturação - R1, maturação - R5 e ponto de colheita na escala fenológica da cultura, foi possível verificar que os semivariogramas ajustaram-se ao modelo efeito pepita puro, caracterizando ausência de dependência espacial (TABELA 8).

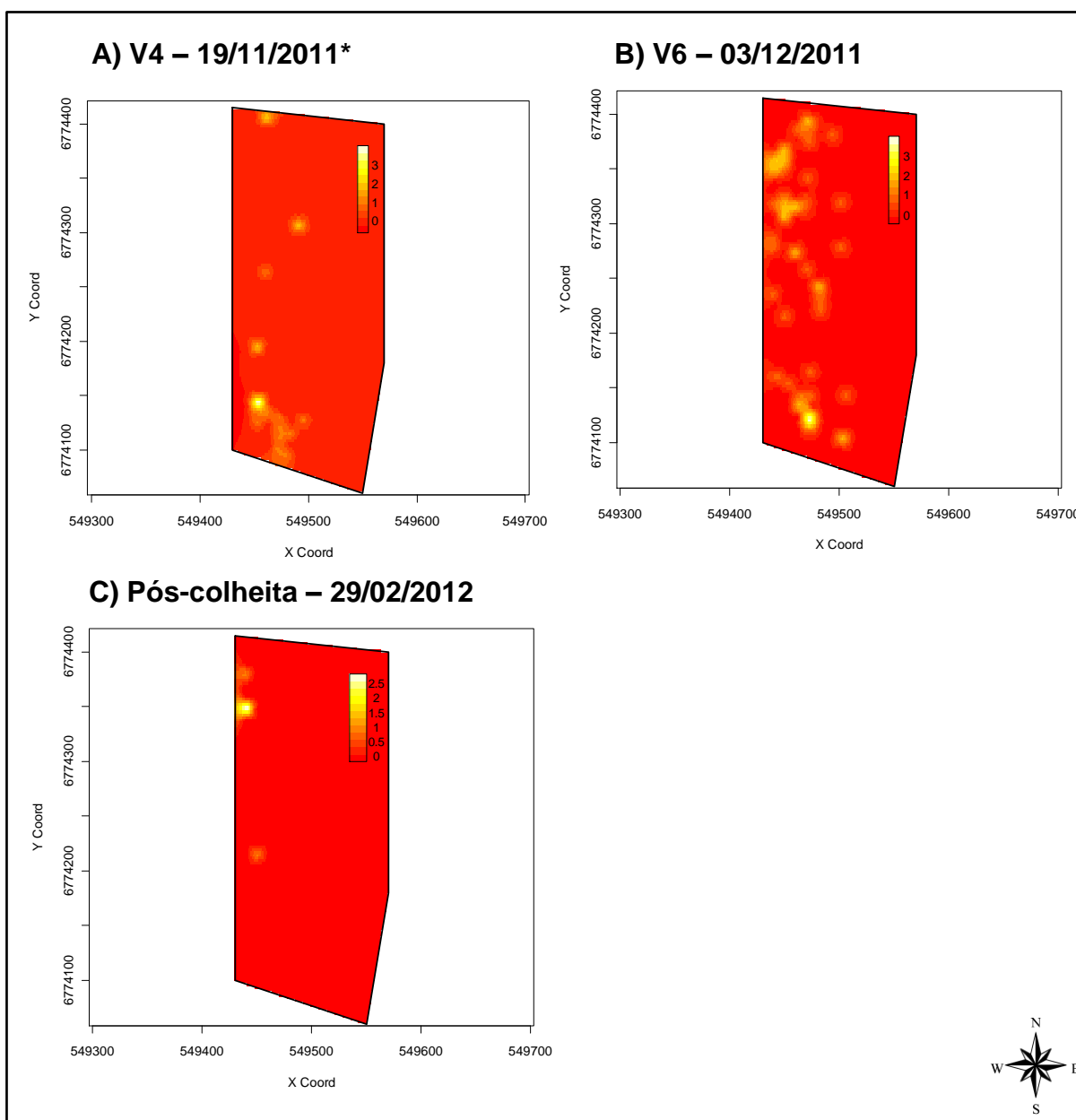
A dependência espacial somente foi identificada nas épocas amostrais do dia 19/11/2011, 03/12/2011 e 29/02/2012, referentes ao início do perfilhamento, metade do perfilhamento e pós-colheita. Para esses períodos a existência de dependência espacial foi modelada por um ajuste gaussiano, com GDE forte, de 100,0%, 100,0% e 88,2%, respectivamente.

Como ocorrido nas safras 2009/10 e 2010/11, os resultados demonstraram que os valores do efeito pepita, quando o ajuste de modelo gaussiano ou exponencial foi possível, foram baixos e próximos de zero, indicando que os possíveis erros amostrais foram desprez veis (ODA-SOUZA et al., 2008).

A respeito do alcance da dependência espacial, observou-se que este foi maior que a máxima distância de amostragem entre os pontos dentro do *grid* para o período do dia 03/12/2011. Nos dias 19/11/2011 e 29/02/2012 os respectivos alcances foram de 364,41 m e 251,30 m.

Os mapas de predic o para a safra 2011/12, especificamente os oriundos das amostragens dos dias 19/11/2011 e 03/12/2011, onde os primeiros focos do percevejo-do-colmo foram detectados, demonstram que a coloniza o da lavoura deu-se em razão da entrada dos percevejos p s-hibernantes pela divisa Oeste, conforme os agregados populacionais de até três insetos observados em toda extensão da bordadura Oeste e no  ngulo Sudoeste da  rea (FIGURA 16(A) e (B)). Tais resultados, com informaçoes apuradas logo no início do perfilhamento da cultura do arroz, confirmam a hipótese levantada nas safras de 2009/10 e 2010/11, de que a migra o dos percevejos-do-colmo aos arrozais ocorre pelos percevejos adultos p s-hibernantes advindos da vegeta o adjacente às margens da lavoura, no início do perfilhamento, próximo a V4 do desenvolvimento fenológico da cultura.

Esse padrão de distribuição pode ser explicado com o proposto por Kleijn & Van Langevelde (2006), os quais comentam que o padrão de distribuição dos insetos é influenciado pela qualidade dos habitats. Assim, a concentração dos percevejos nessas zonas pode ser atribuída a migração dos indivíduos adultos para a lavoura em busca de parceiros para o acasalamento, de alimentos ou em razão de condições microclimáticas favoráveis (STECCA, 2011).



*A) início do perfilhamento; B) metade do perfilhamento; C) pós-colheita.

FIGURA 16 - Mapas de predição do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2011/12. Itaqui-RS.

Na amostragem realizada após a colheita, no dia 29/02/2012, foi verificado uma redução expressiva na população do inseto, conforme a FIGURA 16(A), a qual apresenta pequenos agregados populacionais a Oeste da área, com densidade de no máximo dois insetos. Esse maior impacto na população do inseto, em pós-colheita, quando comparado às safras 2009/10 e 2010/11, deve-se a alta mortalidade gerada pelos processos mecânicos do manejo antecipado da área adotado, onde a resteva da cultura foi incorporada horas após o término da colheita do arroz, com o implemento agrícola conhecido por “rolo-faca”.

O mapeamento da população de percevejos-do-colmo na lavoura por meio de métodos geoestatísticos, juntamente com o estudo dos modelos de distribuição espacial, além de proporcionar um maior conhecimento do padrão de distribuição do inseto, é uma ferramenta fundamental, dentro do ambiente agrícola, para se estabelecer o manejo integrado de pragas, com estratégias de controle localizado, onde o esforço amostral e de manejo se concentre nos locais onde o inseto se encontra em maior densidade (BARRIGOSI et al., 2001).

A viabilidade no uso da geoestatística, demonstrado pelos mapas obtidos, os quais ilustraram as áreas de maior infestação do percevejo-do-colmo, permite efetuar uma aplicação mais racional de inseticidas, contribuindo para reduzir o custo de produção e o impacto ambiental gerado pelo excesso utilizado (FARIAS et al., 2003).

De forma conjunta analisando a análise exploratória, a distribuição espacial e os mapas, pode-se inferir, baseados na variabilidade dos dados numéricos coletados, comportamento do inseto e, ainda, considerando que o alcance ultrapassou os limites do *grid*, em alguns casos, que não é possível estabelecer um número mínimo de pontos por unidade de área para amostragem do inseto. As amostragens devem considerar as distâncias entre os pontos. Assim, como está verificado que o *grid* testado com distâncias mínimas de 10 m foi eficiente, deve-se estabelecer um limite máximo para esta distância. Excluindo os casos de efeito pepita puro, e os casos em que o *grid* foi ultrapassado, têm-se os valores de 171,39 m (TABELA 7), 364,41 m e 251,30 m (TABELA 8).

Para fins de padronização amostral sugere-se estabelecer um limite entre 10 m e 85 m. Este valor de 85 m corresponde a 50% do menor alcance observado (aproximadamente 171m) e, mostra-se como um critério adequado de amostragem para construção de mapas em monitoramentos futuros.

A amostragem deve ser realizada, tomando-se como referência os pontos de ingresso na lavoura ou os refúgios de hibernação, e ser iniciada na fase de perfilhamento. Caso existam canais de irrigação com vegetação dentro das áreas cultivadas, estes também devem ser considerados pontos de ingresso do inseto e devem ser consideradas as mesmas distâncias de monitoramento a partir deles.

5 CONCLUSÃO

O padrão de distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* é do tipo agregado na cultura do arroz irrigado por inundação.

Quando observada, a dependência espacial entre os percevejos, na maioria das ocasiões amostrais, classifica-se como forte e a variabilidade gerada pela estrutura espacial é alta.

Sugere-se utilizar *grids* de amostragem de 10 m até 85 m entre os pontos para a geração de mapas de previsão do número de percevejos-do-colmo, dando subsídios para o manejo localizado da praga.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. C. et al. Análise geoestatística da variabilidade espacial da Broca-do-Café (*Hypothenemus hampei*) (Coleoptera: Scolytidae) e da Cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cke.) do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 5.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO AGRONEGÓCIO COOPERATIVO, 2., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: SBI-AGRO, 2005. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. A amostragem sequencial. In: FERNANDES, O. A.; CORREIA, A. C. B.; BORTOLI, S. A. (Ed.), **Manejo integrado de pragas e nematóides**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 205-211.

BARRIGOSSO, J. A. F. et al. Spatial and probability distribution of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 30, n. 2, p. 244-253, 2001.

BINNS, M. R.; NYROP, J. P.; VAN DER WERF, W. **Sampling and monitoring in crop protection**: the theoretical basis for developing practical decision guides. Guildford e King's Lynn: Biddles Ltd., 2000. 284p.

BOTTON, M. et. al. Biology of *Tibraca limbativentris* Stal on rice plants. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.25, n. 1, p. 21-26, 1996.

BUSATO, G. R. et. al. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 525-529, 2002.

CAMARGO, E. C. G. **Geoestatística**: Fundamentos e aplicações. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/5geoest.pdf>. Acesso em 29 jul., 2012.

CAMBARDELLA, C.A. et. al. Fieldscale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.

CHIBA, M. K.; GUEDES FILHO, O.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial e temporal de plantas daninhas em Latossolo Vermelho argiloso sob semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringa, v. 32, n. 4, p. 735- 742, 2010.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2011. Brasília: Conab, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_09_19_09_49_47_boletim_setembro-2011..pdf>. Acesso em: 31 mai. 2012.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Liberção do parasitóide *Trissolcus basalis* em cultivar armadilha e seu efeito na população de percevejos da soja**. In: RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA 1991/92, Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 641-646. (Documentos, 138).

COSTA, E. C. & LINK, D. Avaliação de danos de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Londrina, v. 21, n. 1, p. 187-195, 1992b.

COSTA, E. C. & LINK, D. Dispersão de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Londrina, v. 21, n. 1, p. 197-202, 1992a.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison. v. 40, p. 436-443, 2000.

CRESSIE, N. A. C. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley & Sons. Inc. 1993, 900 p.

DAL PRÁ, E. et al. Geoestatística e imagens orbitais para caracterizar a distribuição espacial e danos de larvas de melolontídeos em cereais de inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1689-1694, 2011.

DELHOMME, J. P. **Kriging in hydrosciences**. Fontainebleau, Centre D'Informatique Geologique, 1976. 94p.

DENT, D. **Insect pest management**. Cambridge: University Press, 2000. 2nd ed. 410 p.

ELLSBEURY, M. M. et. al. Geostatistical characterization of special distribution of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence. **Environmental Entomology**, Salt Lake City, v. 27, n. 4, p. 910-917, 1998.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Informações técnicas sobre o arroz de terras altas**: Estados de Mato Grosso e Rondônia - safras 2009/2010 e 2010/2011. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. (Documentos,247).

FARIAS, P. R. S. et al. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 235-241, 2003.

FARIAS, P. R. S. et al. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 33, n. 1, p. 13-20, 2004.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição Espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) em Algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 107-115, jan-fev, 2003.

FERREIRA, E. & BARRIGOSI, J. A. F. **Controle integrado de pragas em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica online, 44). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/211161/1/Circ44.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2012.

FERREIRA, E. et. al. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz**. Goiânia, Embrapa Arroz e Feijão, 1997. 43 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 75).

GILES, K. L. et. al. Development and validation of a binomial sequential sampling plan for the greengug (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the southern plains. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 93, p. 1522-1530, 2000.

GOMES, A. da S. & MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 899p.

HICKEL, E. R; PRANDO, H. F. **Pragas do arroz irrigado, sistema pré-germinado**. 2008. Disponível em: <<http://www.pragasarroz.xpg.com.br/ArrozPColmo.htm>>. Acesso em: 28 mai. 2012.

KLEIJN, D. & VAN LANGEVELDE, F. Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes. **Bases and Applied Ecology**, Jena, v. 7, n. 3, p. 201-214, 2006.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper and Hall, 1989. 654 p.

KUNO, E. Sampling and analysis of insect populations. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 285-304, 1991.

LEAL, R. M. et. al. Distribuição espacial de huanglongbing (greening) em citros utilizando a geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 808-818, 2010.

MARTINS, J. F. da S. et. al. Efeito de inseticidas no tratamento de sementes e na água de irrigação no controle de *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima), em arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 2, n. 1, p. 27-32, 1996.

MARTINS, J. F. da S. et. al. 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.

MARTINS, J. F. da S. et. al. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 40 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 290).

MARUYAMA, W. I. et. al. Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. **Neotropical Entomology**, Londrina. v. 31, n. 1, p. 35-40, 2002.

MELLO, E. P. et. al. Distribuição Espacial de Plantas Infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na Cultura do Milho. **Neotropical Entomology**, Londrina. v. 35, n. 5, p. 689-697, 2006.

MONTENEGRO, S. M. G. L. et al. Caracterização da variabilidade espacial de parâmetros hidráulicos em solos aluviais no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p.3-20, 1999.

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**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 499-509, 2008.

OLIVEIRA, J. V. de. et. al. **Manejo de insetos associados à cultura do arroz irrigado**. Cachoeironha: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2010. 54 p. (IRGA. Boletim técnico, nº 08)

PAZINI, J. de B.; BOTTA, R. A.; SILVA, F. F. da. Mortalidade de percevejo-do-colmo do arroz no preparo do solo para cultivo mínimo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 47, n. 7, p.1022-1024, 2012.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R - A language and environment for statistical computing**. ver. 2.15.0. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2011. Disponível em: <www.R-project.org>.

RABINOVICH, J. E. **Introducción a la ecología de poblaciones animales**. México: Compañía editorial continental, 1980. 313 p.

RAMPELOTTI, F. T. et. al. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin sobre as fases do desenvolvimento de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, usando marcadores RAPD. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 2, p. 141-148, abr./jun. 2007.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2010, Bento Gonçalves. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188p.

RIBEIRO JR. & DIGGLE, P. J. geoR: a package for geostatistical analysis. **R NEWS**, v. 1, n. 2, p. 15-18, 2001.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan, 2003. 470p.

ROGER, P. A.; HEONG, K. L.; TENG, P. S. Biodiversity and sustainability of wetland rice production: role and potencial of microorganisms and invertebrates. In: HAWKSWORTH, D. L. (Ed.), **The biodiversity of microorganisms and invertebrates**: its role in sustainable agriculture. Wallingford, CAB International, 1991. p. 117-136.

ROSA, J. **Distribuição espacial e raio de agregação de cancro cítrico definidos por geostatística**. Jaboticabal, 2010. 53f.. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2ª ed. ampl. – Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p.

SERAFIM JÚNIOR, R. L. L.; D. LINK; PASINI, M. P. B. Percevejos Ocorrentes na Colheita do Arroz, em Santa Maria, RS, Safra 2010/11. In: 26º JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 2011, Santa Maria. **Anais eletrônicos...** Santa Maria: PRPGP/UFSM, 2011. Disponível em: < http://portal.ufsm.br/jai/anais/trabalhos/trabalho_1001228286.htm >. Acesso em: 15 mai. 2012.

SILVA JÚNIOR, M. C. da. **Mapeamento da cobertura de plantas daninhas utilizando imagens digitais e geostatística**. Viçosa, 2010. 159f.. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

SILVA, F. F. da. et. al. Distribuição Espacial e Dispersão de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) na Cultura do Arroz Irrigado por Inundação no Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Epagri/ Sosbai, 2011. v. 1. p. 643-646.

SKORUPA et al. Propriedades de solos sob vegetação nativa em Minas Gerais: Distribuição por fitofisionomia, hidrografia e variabilidade espacial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 11-22, 2012.

STECICA, C. dos S. **Distribuição espaço-temporal e flutuação populacional de lagartas desfolhadoras da soja**. Santa Maria, 2011. 86f.. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria.

TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects populations. **Annual Review of Entomology**, v. 29, p.231-257, 1984.

TOLEDO, F.; BARBOSA, J. C.; YAMAMOTO, P. T. Distribuição espacial de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 194-198, 2006.

VARELLA, C. A. A. & SENA, D. G. **Estudo do interpolador IDW para utilização em Agricultura de Precisão, Princípios em Agricultura de Precisão**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008. 26 p.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAES, R. F. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p. 1-53.

VOLPE, H. X. L. **Distribuição espacial do parasitismo de *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) em cana-de-açúcar**. Jaboticabal, 2009. 67f.. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

WACKERNAGEL, H. **Multivariate geostatistics: an introduction with applications**. New York: Springer-Verlag, 2003. 387p.

WEBSTER, R. & OLIVER, M. **Geostatistics for environmental scientists**. 2 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2007. 315p.

YOUNG, L. J.; YOUNG, J. H. **Statistical ecology: a population perspective**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 565 p.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. Botucatu, 2001. 114f. Tese (Livre-Docência em Levantamento do solo e Fotopedologia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

GLOSSÁRIO

escutelo - placa quitinosa dorsal do tórax dos insetos, desenvolvida no mesotórax.

hemiélitros - asas com parte basal de aspecto coriáceo e parte apical membranosa.

ninfas - fase pela qual alguns insetos possuem e apresentam forma imatura.

oligófago - insetos que se alimentam restritamente de plantas.

outliers - valor atípico cujo apresenta um grande afastamento das demais da série.

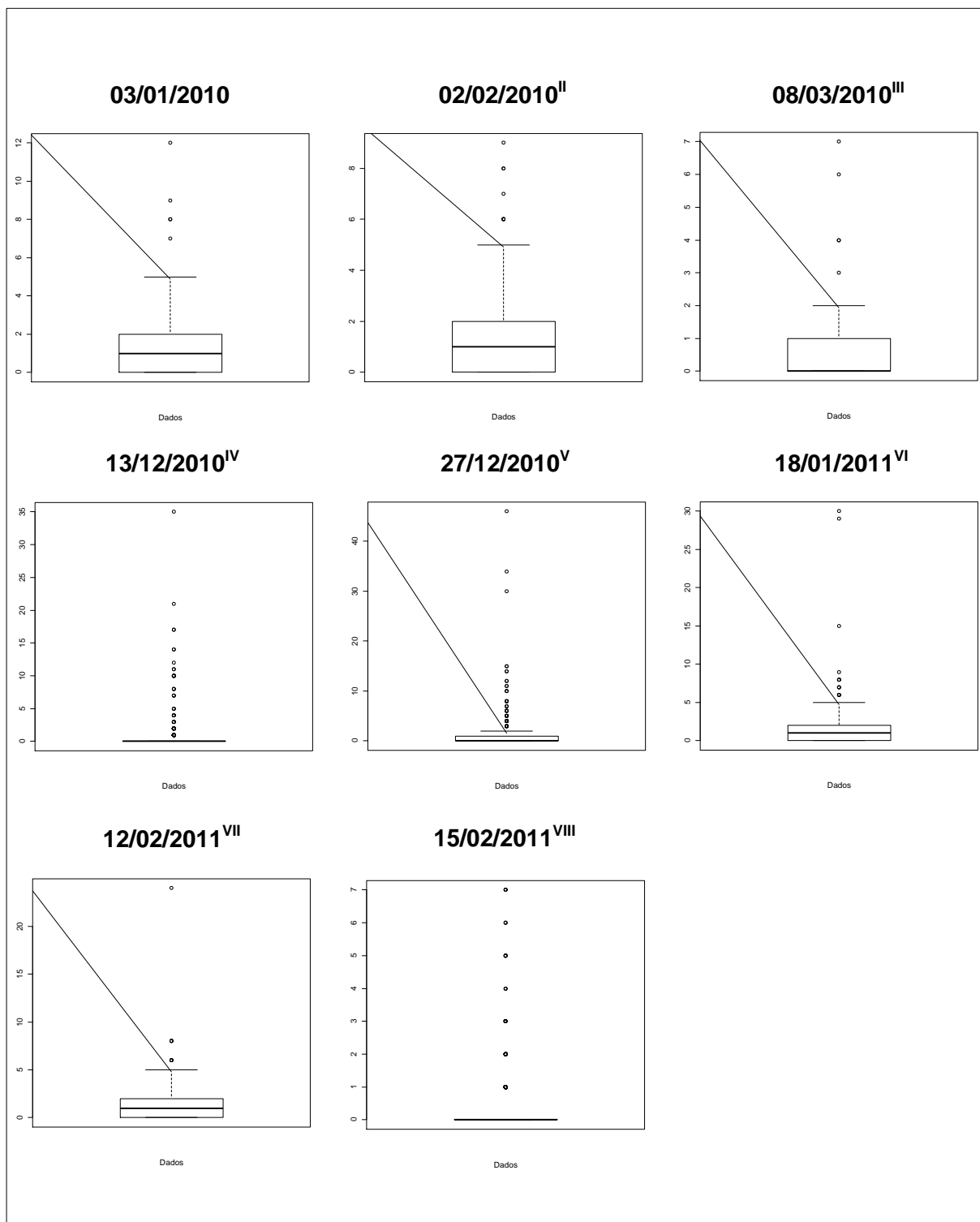
resteva - restos culturais deixados após a colheita.

taipas - camalhões de terra para condução da água na irrigação por inundação.

talhão - porção de terreno, mais ou menos distinta e separada.

APÊNDICE A - *Box plots* do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inundação. Safra 2009/10, 2010/11, 2011/12. Itaquí-RS.

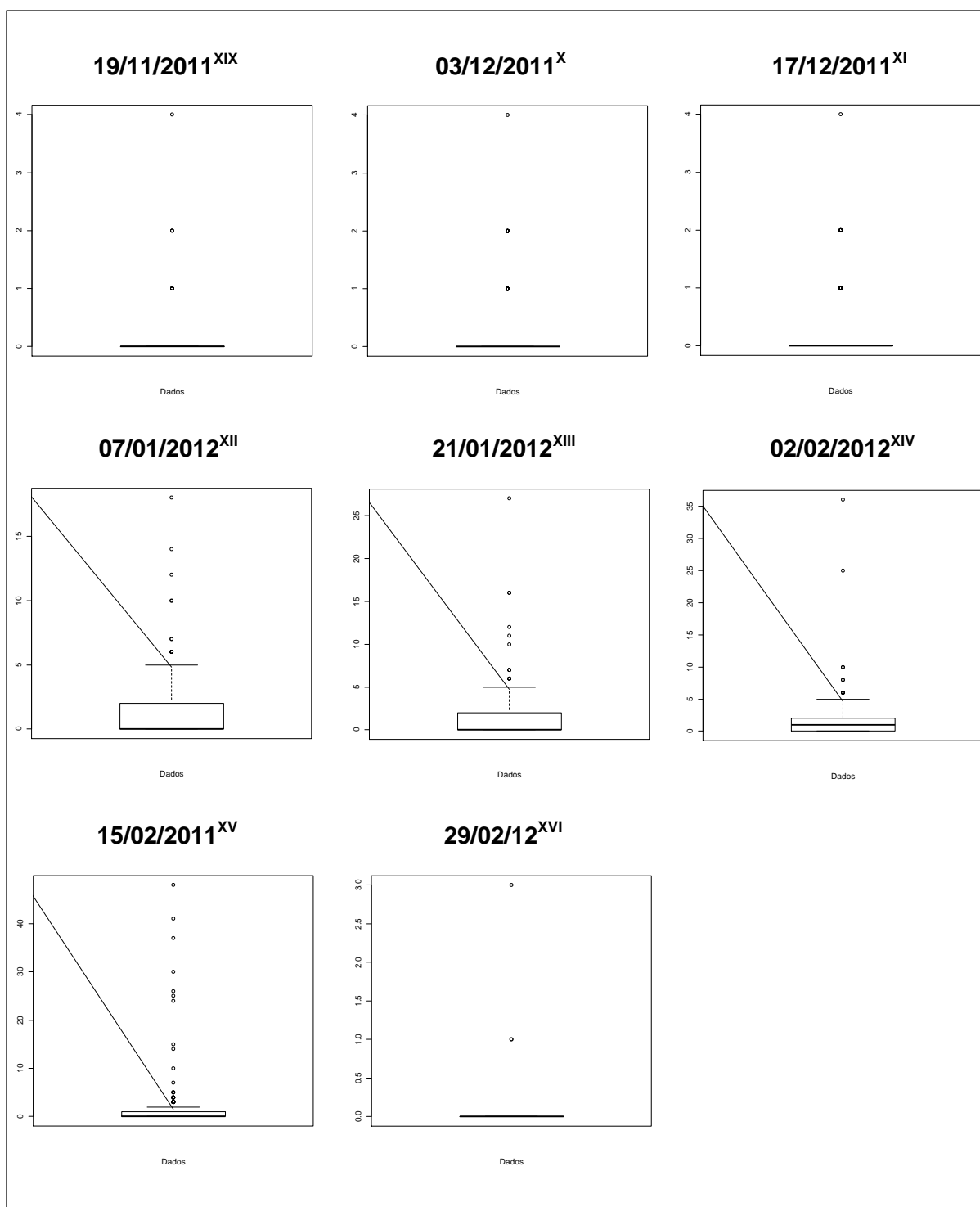
Continua.



^Ifinal do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{II}maturação - R6; ^{III}pós-colheita - resteva; ^{IV} final do perfilhamento - V8; ^Vfinal do desenvolvimento vegetativo - V10/V11; ^{VI}maturação - R1; ^{VII}ponto de colheita - R9; ^{VIII}pós-colheita - resteva.

APÊNDICE A - *Box plots* do número de adultos+ninfas do percevejo-do-colmo na cultura do arroz irrigado por inunda o. Safra 2009/10, 2010/11, 2011/12. Itaqui-RS.

Continua o.



^{XIX}início do perfilhamento - V4; ^Xmetade do perfilhamento - V6; ^{XI}final do perfilhamento - V8/V9; ^{XII}final do desenvolvimento vegetativo - V11; ^{XIII}maturação - R1; ^{XIV}maturação - R5 ^{XV}ponto de colheita - R9; ^{XVI}pós-colheita.

ANEXO A - Escala fenológica para a cultura do arroz, segundo Counce et al.(2000).

Continua.

| Estádio de desenvolvimento | Desenvolvimento morfológico |
|-----------------------------------|---|
| S0 | |
| S1 | Emergência da radícula ou coleóptilo |
| S2 | Emergência da radícula e coleóptilo |
| S3 | Emergência do perfilo do coleóptilo |
| V1 | |
| V2 | Formação das raízes nodais |
| V3 | |
| V4 | Início do perfilhamento |
| V5 | |
| V6 | Metade do perfilhamento |
| V7 | |
| V8 | Final do perfilhamento |

ANEXO A - Escala fenológica para a cultura do arroz, segundo Counce et al.(2000).

Continuação.

