

**TAVVS MICAEL ALVES**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PERCEVEJO-DO-COLMO (*Tibraca  
limbativentris* Stål) EM ARROZ IRRIGADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Fitossanidade.

Orientador:

**Ph.D. José Alexandre F. Barrigossi**

Goiânia, Goiás – Brasil  
2012

À minha preciosa esposa que estará me acompanhando pelos próximos anos de minha caminhada em direção aos meus sonhos e realizações.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de expressar minha sincera gratidão a Deus, por estar guiando-me nos passos de uma promissora carreira profissional e não ter me desamparado nos momentos de angústia e indecisão. Agradeço-O pelas bênçãos e oportunidades. Espero que Seus planos continuem sendo exercidos em minha vida.

Aos meus pais por fortalecerem nossos laços de amor, ainda que percalços tenham sido colocados em nossas vidas. Aos meus irmãos, Tauana Tandara, Miguel Moreira e Isabela Alves por não me deixarem perder os laços de amor e carinho com a vida. À minha sogra, sogro, e avós que fizeram o possível para que nós tivéssemos conforto e paz durante a realização de minhas atividades acadêmicas, além de não terem atrapalhado o relacionamento entre eu e sua filha e me recebido como um novo membro de sua família.

Ao meu orientador, José Alexandre Freitas Barrigossi, pela amizade nos momentos em que não tive forças ou conhecimento para assumir minhas responsabilidades. Eu fui sempre um privilegiado estudante durante esses cinco anos de sua orientação. Ele foi dedicado a minha formação acadêmica e não se absteve em guiá-me nos assuntos particulares. A atenção que ele me ofereceu foi maior do que qualquer estudante poderia desejar. Anseio que todos os seus ensinamentos tenham sido fixados em minha personalidade para que eu possa aplicá-los em minha vida profissional e também nos meus relacionamentos pessoais. Eu me lembrarei dele nos dias em que as mudanças forem necessárias e que trajetórias precisarem ser corrigidas.

À Aline de Holanda Nunes Maia por sua colaboração nas análises estatísticas e sugestões na elaboração dos manuscritos. Ao coordenador, Marcos Gomes da Cunha, que não poupou esforços para o desenvolvimento de nosso programa de pós-graduação e me incentivou na busca de experiências no exterior. Aos professores, José Alves Júnior e Larissa Leandro Pires, que apoiaram e aconselharam durante a decisão de fazer o mestrado. Ao professor, Paulo Marçal Fernandes, pela prontidão em fazer parte da banca examinadora e pelos conselhos durante o processo de seleção para o mestrado. Ao Wellington Barbosa Mota por organizar com agilidade os documentos necessários para obter a bolsa de doutorado e pela gentileza ao atender às minhas solicitações. Aos amigos, Ricardo Moreira, Gilliard de Borba Moreira, Nixon Araújo Lima, Vinícius Rodrigues Ribeiro, Ygor Vinícius, Wesley Vieira Gomes, Cristovão de Jesus Vieira Teixeira,

Henrique Matias R. Silva, Kamylla Lhays da Costa e Katielle Lariucci Martins Portilho que permitiram que o dia-a-dia não fosse somente estudos e trabalho e que em momentos difíceis dividiram suas vidas e compartilharam os meus problemas. À Jacqueline Barbosa Nascimento e Gabriel Moura Mascarin que auxiliaram na leitura de manuscritos. Ao José Francisco Arruda e Silva e Edmar Cardoso de Moura pela companhia e sugestões durante os últimos cinco anos de amizade. Ao Edson Djalma Dias Jacinto pelo apoio na realização das atividades curriculares. À Universidade Federal de Goiás por ter depositado em mim a confiança de levar a credibilidade de uma das melhores universidades do Brasil. À Embrapa Arroz e Feijão que disponibilizou seus recursos humanos e financeiros para essa dissertação. Agradeço também ao CNPq pela bolsa de mestrado.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	6
<b>ABSTRACT</b> .....	7
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
2.1 O ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO .....	13
2.2 O PERCEVEJO-DO-COLMO NO ARROZ.....	14
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL.....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
3.1 AMOSTRAGEM DO PERCEVEJO-DO-COLMO.....	19
3.2 ANÁLISE DE DADOS .....	20
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	42
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	43
<b>ANEXOS</b> .....	52

## RESUMO

ALVES, T. M. **Distribuição espacial do percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris* Stål) em arroz irrigado.** 2012. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitossanidade)–Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 2012.<sup>1</sup>

A injúria imposta por *Tibraca limbativentris* Stål às plantas de arroz pode inviabilizar a produção e reduzir o rendimento de grãos. Conhecer o arranjo espacial desta espécie permite que amostragens rápidas e precisas identifiquem focos de infestação e se determine o momento ideal de tomada de decisão para o controle. O objetivo desse trabalho foi verificar a distribuição espacial e probabilística de adultos e ninfas de *T. limbativentris* em arroz irrigado. Quinze campos com plantas de 50-80 dias de emergência foram amostrados em grades aproximadamente regulares durante as safras 2008, 2010 e 2011. A distribuição Poisson e Binomial negativa foram ajustadas e o teste de qui-quadrado de Pearson foi utilizado para verificar a distribuição probabilística de melhor ajuste. Regressões polinomiais do número de indivíduos em função das coordenadas geográficas foram utilizadas na tentativa de detectar tendências de macroescala. Posteriormente, semivariogramas foram utilizados para interpretar a dependência espacial e distribuição dos insetos. As semivariâncias obtidas das amostragens com ninfas indicaram padrão agregado em 13% dos campos amostrados. Padrão semelhante também foi obtido pelos semivariogramas de adultos em 26% dos campos amostrados. No entanto, houve ausência de dependência espacial na maior parte dos campos amostrados com adultos (74%) e ninfas (87%). Compreende-se então que adultos e ninfas de *T. limbativentris* se distribuem aleatoriamente pelos campos de arroz irrigado, embora, raramente, ocorram padrões agregados. A distribuição de probabilidade que melhor se ajusta aos dados de amostragem é a Binomial negativa. Os adultos e ninfas não ocupam os mesmos locais da lavoura. Níveis populacionais acima do valor de dano econômico podem ocorrer, mas os indivíduos não estão presentes em cerca de 2/3 das unidades amostradas. Os modelos de regressões polinomiais testados não são indicados para ajustar as tendências de macroescala em campos de arroz irrigado.

*Palavras-chave:* *Oryza sativa*, Pentatomidae, amostragem, variograma.

---

<sup>1</sup> Orientador: Ph.D. José Alexandre Freitas Barrigossi. Embrapa Arroz e Feijão.

## ABSTRACT

ALVES, T. M. **Spatial distribution of the rice stink bug (*Tibraca limbativentris* Stål) in irrigated rice fields.** 2012. 54 f. Dissertation (Master in Agronomy: Phytosanity)–Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 2012.<sup>1</sup>

The injury imposed by *Tibraca limbativentris* Stål in plants of rice can negatively affect the production and reduce grain yield. Knowing the spatial arrangement of this species allows fast and accurate sampling and identifies focuses of infestation determining the ideal moment of decision-making for the control. The aim of this study was to investigate the spatial and probabilistic distribution of adults and nymphs of *T. limbativentris* in irrigated rice. Fifteen fields with plants of 50-80 days after emergency were sampled on approximately regular grids in 2008, 2010, and 2011. Poisson and Negative binomial distributions were tested and Pearson chi-squared test was used to determine a probability distribution with the best fit. Polynomial regressions of the number of individuals versus geographical coordinates were used to try detecting trends related with macroscale. Later, semivariograms were used to interpret the spatial dependence and distribution of insects. The semivariance of the samples obtained with nymphs showed patterns grouped in 13% of fields sampled. Similar pattern was also obtained by semivariograms of adults in 26% of fields sampled. However, there were no spatial dependence in the most of the sampled fields with adults (74%) and nymphs (87%). In conclusion, adults and nymphs of *T. limbativentris* are randomly distributed in irrigated rice fields, though rarely clustered pattern can occur. The probability distribution that best fits the data sampling is the Negative binomial. Adults and nymphs do not inhabit the same local in the rice field. Population levels above the value of economic damage may occur, but individuals are not present in about 2/3 of the units sampled. Polynomial regression models tested are not appropriate to fit the trends related to macro-scale in irrigated rice fields.

*Key words:* *Oryza sativa*, Pentatomidae, sampling, variogram.

---

<sup>1</sup> Adviser: Ph.D. José Alexandre Freitas Barrigossi. Embrapa Rice and Beans.

# 1 INTRODUÇÃO

O arroz, *Oryza sativa* L., é uma das principais culturas exploradas em todo o mundo, sendo a maior parte da produção utilizada na alimentação humana (USDA, 2011; FAO, 2012). O Brasil é o maior produtor de arroz fora do continente asiático, com safra anual de aproximadamente 13,5 milhões de toneladas de arroz em casca (IBGE, 2011). O ambiente irrigado corresponde a cerca de 60% da produção nacional de arroz. Os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina concentram quase a totalidade da área plantada com arroz irrigado, porém o arroz também é produzido em terras altas nas regiões onde a precipitação pluviométrica é mais bem distribuída (IBGE, 2012). Em Goiás e Tocantins, as áreas de cultivo de arroz irrigado são extensas, sendo os campos de formato relativamente uniformes e área variando entre oito e cinquenta hectares, separados por elevações, na forma de carregadores ou canais para irrigação ou drenagem, que podem abrigar insetos durante a entressafra.

A pesquisa científica aliada aos esforços dos produtores em manejar melhor a cultura resultaram em crescentes aumentos de produtividade do arroz no Brasil. Em 2011, as condições climáticas foram favoráveis para que a produtividade do arroz no Brasil atingisse recorde histórico (IBGE, 2011), porém ainda distante do potencial produtivo que os cultivares comerciais podem expressar (Mariot et al., 2003). Os principais fatores que limitam ou atrasam o desenvolvimento das plantas e reduzem a quantidade e a qualidade de grãos compreendem o ataque de insetos e a incidência de doenças (Teng et al., 1990; Peng et al., 2009).

No Brasil, várias aplicações de inseticidas químicos sintéticos são destinadas ao controle de insetos fitófagos durante o cultivo do arroz. O gorgulho aquático *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima) (Coleoptera: Curculionidae) e a lagarta das folhas *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) podem causar severos danos à cultura. *Oebalus poecilus* (Dallas) e *O. ypsilongriseus* (De Geer) (Hemiptera: Pentatomidae) também causam prejuízos à cultura do arroz, mas ambas as espécies são mais restritas aos grãos. *Tibraca limbativentris* Stål (Hemiptera: Pentatomidae), também conhecido como percevejo-do-colmo, é o principal inseto sugador de importância



econômica que ataca os colmos dos arrozais brasileiros e em vários países da América Latina (Trujillo, 1970; Ferreira et al., 1997; Souza et al., 2008). Recentemente, um novo pentatomídeo, *Glyphepomis spinosa* Campos & Grazia tem sido observado atacando os colmos do arroz na região tropical. Apesar de ainda ser uma praga secundária, populações elevadas de *G. spinosa* podem ser tão prejudiciais quanto o principal percevejo-do-colmo, *T. limbativentris* (Alves et al., 2012).

*T. limbativentris*, foi identificado pelo taxonomista sueco Carl Stål utilizando exemplares provenientes do Rio de Janeiro, RJ, Brasil (Stål, 1860). Atualmente, o inseto vem se destacando como um dos principais fitófagos que atacam os colmos do arroz, podendo causar prejuízos de até 100% na produção de grãos (Pantoja et al., 2007). *T. limbativentris* está bem adaptado ao clima temperado e ao ambiente quente de climas tropicais e equatoriais, dispersando-se do Sul em direção ao Norte da América (Anexo A), onde os cultivos intensificados permitem que os insetos sobrevivam durante os períodos de entressafra. Sua presença foi detectada na Argentina, Bolívia, Brasil, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, República Dominicana e Costa Rica (Trujillo, 1970; Pantoja et al., 1995; Fernandes & Grazia, 1998; Perez-Gelabert & Thomas, 2005; Perez-Gelabert, 2008). Embora a sua dispersão e migração não sejam os principais movimentos da dinâmica populacional do percevejo-do-colmo (Rampelotti et al., 2008), monitoramentos constantes e medidas quarentenárias devem ser aplicadas para evitar os riscos de entrada em áreas isentas deste inseto, como, por exemplo, na Europa e América do Norte (Nappo, 2001; Desneux et al., 2011; Eppo, 2012). *T. limbativentris* possui mecanismos de sobrevivência que lhe permite fugir ou resistir a condições ambientais desfavoráveis e que, juntamente ao seu alto potencial reprodutivo, pode inviabilizar a produção de grãos do arroz (Costa & Link, 1992a; Silva et al., 2004).

Infestações regulares do percevejo-do-colmo são observadas nos arrozais de Norte ao Sul do Brasil (Maciel et al., 2007; Rampelotti et al., 2008), principalmente quando o ambiente de cultivo é o irrigado por inundação. *T. limbativentris* pode causar prejuízos quantitativos e qualitativos dependendo da fase fenológica da planta em que ocorre o ataque e da densidade populacional de adultos (Pantoja et al., 2007). A população inicial do percevejo-do-colmo precisa ser controlada, pois adultos e ninfas do segundo ao quinto ínstar de uma mesma geração podem permanecer se alimentando das plantas por até 63 dias de cultivo (Silva et al., 2004). Além disso, *T. limbativentris* é multivoltino, assim

os prejuízos podem ser ainda maiores quando a população consegue se estabelecer e reproduzir dentro do campo durante a safra (Ferreira et al., 1997).

A infestação de *T. limbativentris* inicia-se quando as plantas de arroz estão na fase vegetativa e, a partir de 24 horas de alimentação, podem causar a morte da parte central, sintoma conhecido como coração-morto (Ferreira et al., 1997). Quando o ataque ocorre na fase reprodutiva, podem ser observadas panículas malformadas, conhecidas como panículas-brancas (Barrigossi et al., 2004). Embora se tenha conhecimento da frequente presença do percevejo-do-colmo no arroz (Pantoja et al., 1995; Machado & Garcia, 2010), ainda não há informações suficientes que subsidiem a tomada de decisão para o momento de controle.

Apenas inseticidas de baixa persistência no ambiente (neonicotinóides e piretróides) estão registrados para o controle do percevejo-do-colmo na cultura do arroz no Brasil (Mapa, 2003). O momento correto de controlar o percevejo-do-colmo nas extensas lavouras de arroz não é bem determinado, pois não há instrumentos eficientes e rápidos para amostragem e tomada de decisão. Assim, muitas aplicações desnecessárias de agrotóxicos são realizadas sem a prévia informação da presença e densidade populacional de percevejos nos campos de arroz. Todos os anos são desperdiçados milhões de litros de produtos químicos, em diferentes culturas e locais, que poluem o ambiente e aumentam a frequência de genes resistentes na população dos insetos (Marchesan et al., 2010; Puinean et al., 2010; Held & Potter, 2012). Pulverizações antecipadas ou tardias aumentam o custo produtivo e implicam em maiores resíduos químicos nos solos e cursos de água (Marchesan et al., 2010), além de aumentar a chance de que ocorram danos econômicos e surtos populacionais (Litsinger et al., 2005; Litsinger et al., 2006; Rejesus et al., 2009; Nault & Shelton, 2010).

A família Pentatomidae segue um padrão geral de distribuição denominada de Binomial negativa, comumente associada a populações agregadas (Santos et al., 2004; Rampelotti et al., 2008; Vivas & Notz, 2009). Média e variância das densidades populacionais são consideradas para determinação da distribuição pelo método convencional utilizado na Binomial negativa, mas a localização do indivíduo é desprezada. Costa & Link (1992b) sugerem que a distribuição de adultos *T. limbativentris* é aleatória quando os insetos retornam das áreas de diáspausa para os campos comerciais ou permanecem agregados após seu estabelecimento na lavoura.

Os estudos com análises sobre as distribuições de probabilidade possuem objetivos diferentes dos estudos que utilizam métodos geoestatísticos. As análises sobre a distribuição de frequência são úteis para modelagem da média e variância, enquanto a geoestatística considera a localização dos indivíduos no ambiente para determinar seu padrão espacial. A geoestatística permite investigar a existência de contágio espacial de acordo com a direção e escala amostrada. Em distribuições normais, as ponderações fazem com que a média do erro seja exatamente zero e a variância do modelo minimizada (Isaaks & Srivastava, 1989). Os valores de semivariâncias em função da distância entre os pontos de amostragem são utilizados na geoestatística para caracterizar a natureza da correlação espacial e permitem inferir sobre o tipo de distribuição espacial (aleatório, agregado ou regular). Os semivariogramas dependem da direção em que são calculados os pares de distâncias e é uma ferramenta que permite verificar a existência de anisotropia no campo pesquisado. A krigagem permite prever valores desconhecidos através dos valores e localização dos dados observados considerando a estrutura espacial encontrada nos semivariogramas (Matheron, 1963). Na entomologia, semivariogramas e krigagem são técnicas frequentemente usadas em trabalhos visando identificar e monitorar a variabilidade espacial de insetos de importância econômica e de seus inimigos naturais (Karimzadeh et al., 2011; Rhodes et al., 2011; Lasmar et al., 2012).

A maioria dos produtores de arroz resiste em percorrer o campo inteiro para realizar a amostragem e, quase sempre, a decisão de controlar as pragas é feita com base em poucas observações realizadas na borda do campo. Isso se deve, em parte, à natureza do sistema de cultivo irrigado que dificulta o caminhamento no campo. Para reduzir o custo de produção e o impacto no agroecossistema através da diminuição da aplicação de inseticidas, órgãos governamentais de pesquisa e extensão têm procurado introduzir programas de manejo integrado de pragas que, geralmente, se baseiam em métodos de amostragem convencionais (Farias et al., 2001b). Por outro lado, a adoção de planos de amostragem sequenciais pode apresentar melhor aceitação por parte dos produtores por se tratar de uma técnica com menor gasto de tempo e custo da amostragem em relação à amostragem convencional (Farias et al., 2001a). As informações sobre a distribuição espacial são importantes para determinação de qualquer um desses métodos de amostragem.

O objetivo desse estudo foi determinar a distribuição espacial e probabilística de *T. limbativentris* Stål em campos de arroz irrigado. O controle do percevejo-do-colmo

será mais eficaz se for realizado no momento correto, quando a praga ainda não atingiu o nível de dano econômico. Contudo, a tomada de decisão precisa de métodos confiáveis que considerem a forma de contágio da espécie e a quantidade de recursos financeiros e de mão-de-obra para efetuar a amostragem. As informações sobre sua alocação poderão subsidiar o planejamento amostral para o manejo integrado do percevejo-do-colmo na cultura do arroz.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO**

No Brasil, o arroz é amplamente consumido entre diferentes classes sociais e produzido em quase todos os estados principalmente em dois ambientes: irrigado por inundação e em sequeiro, também conhecido como de terras altas. O arroz de sequeiro é geralmente produzido em sistema de plantio direto quando as lavouras já estão estabelecidas ou em plantio convencional em áreas recentemente abertas. O arroz de sequeiro é cultivado quase exclusivamente em pequenas áreas para subsistência (IBGE, 2011). Entre os principais fatores que reduzem a aceitação do produtor ao arroz de sequeiro estão: i) pouca competitividade em relação a culturas mais economicamente rentáveis, tais como a soja e o milho; ii) alto risco devido à dependência de chuvas regulares; iii) necessidade de adaptação do maquinário para cultivo de segunda safra; iv) menor produtividade em relação ao arroz irrigado; v) ataque de pragas iniciais (cupins, lagarta-elasmô); vi) qualidade dos grãos. Assim, mais da metade da produção de arroz no Brasil é cultivada em várzeas irrigadas (Ferreira & Wander, 2005; Wander, 2006; Caldarelli & Bacchi, 2010; Mapa, 2012).

O alto custo da sistematização dos tabuleiros e construção de taipas e canais é o principal fator responsável pela estabilidade da área de produção do arroz irrigado por inundação (Mapa, 2012). Além disso, a relação benefício:custo do arroz irrigado é comprometida pela alta demanda de água e preços pouco competitivos na venda do produto final (Caldarelli & Bacchi, 2010; Helfer & Louzada, 2011). Maior custo de produção pode ser observado em anos chuvosos que exigem a drenagem de água excedente ou em anos secos que implicam em maior quantidade de energia para bombear água dos reservatórios (Erenstein, 2009; Shah et al., 2009; Shahid, 2011). A incidência de doenças fúngicas severas que afetam a produção de arroz também está associada ao volume de chuvas (Zakharenkova et al., 2012).

Os talhões (ou tabuleiros) utilizados para cultivo em várzeas inundadas são separados por faixas mais elevadas de solo (taipas) que restringem o fluxo de água. As taipas são locais propícios para abrigar insetos durante a entressafra e precisam ser monitoradas durante e após o cultivo do arroz (Trujillo, 1970; Silva et al., 2004). A declividade facilita a distribuição e manutenção da mesma altura da lâmina de água em toda extensão do tabuleiro. Menores lâminas estimulam o perfilhamento do arroz, mas favorecem a permanência de percevejos mais próximos às raízes, reduzindo a eficiência dos inseticidas (Pantoja et al., 2007).

## 2.2 O PERCEVEJO-DO-COLMO NO ARROZ

*Tibraca limbativentris* Stål (Heteroptera: Pentatomidae: Pentatominae) é o principal percevejo que ataca os colmos do arroz em todos os ambientes em que a cultura é cultivada no Brasil. *T. limbativentris* foi descrito inicialmente como a única espécie do gênero (Stål, 1860). Depois, Fernandes & Grazia (1998) reuniram duas outras espécies descritas do gênero (*T. similima* Barber e *T. exigua* sp.n.) em uma chave ilustrativa para identificação.

*T. limbativentris* apresenta metamorfose incompleta e o tempo de desenvolvimento de ovo-adulto pode variar de 63 dias a 77 dias, dependendo da temperatura e umidade do ambiente (Prando et al., 1993). Os ovos são colocados em grupos de fileiras duplas, possuem forma cilíndrica e a oviposição ocorre preferencialmente na parte abaxial de folhas mais velhas (Pantoja et al., 2007). A coloração é verde-clara no início do desenvolvimento, depois escurecem quando as ninfas estão próximas de eclodir (Ferreira et al., 1997). Cerca de 90% dos ovos não atingem o estágio adulto, sendo que maiores mortalidades ocorrem nos últimos ínstares do estágio ninfal (Silva et al., 2004). Os adultos são marrons na parte ventral e dorsal, podem viver por até 140 dias e gerar mais de 1300 ovos por fêmea, sendo a razão sexual próxima de um macho para cada fêmea (Botton et al., 1996; Ferreira, 1998). Uma nova geração pode se iniciar a cada 60 dias, assim espera-se que duas ou três gerações de *T. limbativentris* possam completar seu ciclo durante uma mesma safra (Ferreira et al., 1997). Logo após a colheita, os adultos podem se abrigar sob restos culturais nas taipas ou fora da lavoura para entrar em diapausa devido à escassez de alimento (Trujillo, 1970). Se houver plantas de arroz disponíveis, eles continuam reproduzindo e se alimentando. Com início das chuvas e

aumento de temperatura, os adultos saem dos locais de refúgio para se alimentar e buscar parceiros para reprodução, preferencialmente em campos com plantas em fase de perfilhamento máximo. Os adultos não conseguem dispersar em longas distâncias, conseqüentemente as populações do percevejo-do-colmo possuem pouca similaridade entre os campos de arroz (Rampelotti et al., 2008).

As ninfas se alimentam dos colmos desde o segundo ínstar, não sendo observado ataque às panículas durante o estágio adulto e ninfal. A injúria se inicia aos 20-30 dias após a emergência da cultura e os danos são similares aos causados pelas brocas-do-colmo (Heinrichs & Miller, 1991; Pantoja et al., 2007). A partir de 12 horas de contínua alimentação e injeção de toxinas, as plantas podem expressar os sintomas de ataque (Trujillo, 1970). No estágio adulto, 15 dias de alimentação de um indivíduo durante a fase vegetativa da cultura pode estrangular no local da picada até três colmos de arroz, interrompendo a translocação de seiva e apresentando o sintoma conhecido como coração-morto (Costa & Link, 1992a). Os danos são maiores quando o ataque ocorre na fase reprodutiva, pois não há compensação e o dano impede a formação de panículas, sintoma conhecido como panícula-branca (Barrigossi et al., 2004). A alimentação dos percevejos também reduz o rendimento durante o beneficiamento dos grãos devido ao maior número de grãos chochos, quebrados ou extremamente gessados (Ferreira et al., 1997). O nível de dano econômico para o percevejo-do-colmo é de cerca de dois adultos/m<sup>2</sup>, dependendo do custo de controle, preço do grão, fase de ataque e da produtividade esperada (Costa & Link, 1992a; Pantoja et al., 2007).

Inseticida químico é a principal forma de controle do percevejo-do-colmo, principalmente devido ao baixo custo dos produtos sem registro aplicados por via aérea (Martins et al., 2009). As pulverizações normalmente não matam ninfas e adultos na base dos colmos, ainda que o percevejo-do-colmo esteja presente. A situação é mais agravante devido à falta de amostragem para efetuar o controle químico, antecipando ou atrasando o momento ideal para tomada de decisão. Outras formas de controle é a manutenção de inimigos naturais (Maciel et al., 2007; Machado, 2011; Farias et al., 2012), além da aplicação de fungos entomopatogênicos (Martins et al., 1997; Martins et al., 2004; Nussenbaum & Lecuona, 2012). A destruição de restos culturais, utilização de variedades tolerantes e o manejo adequado das áreas de refúgio também podem ser importantes no manejo integrado para o percevejo-do-colmo (Ferreira et al., 1997; Souza et al., 2008; Pazini et al., 2012).

## 2.3 CARACTERIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

A eficiência do Manejo Integrado de Pragas depende de ferramentas multidisciplinares que permitam entender a relação dos fitófagos com a produtividade da cultura (Pedigo, 1995). A caracterização da distribuição espacial é o primeiro passo para entender as interações inseto-planta-ambiente (Journel, 1983). Uma maneira simplificada de inferir sobre a distribuição espacial é o uso de índices de agregação baseados nas estimativas de média e variância e na distribuição de probabilidade que se ajusta às contagens dos insetos. Esses métodos, apesar de úteis, não permitem uma caracterização detalhada da distribuição espacial, pois não consideram a localização dos pontos amostrais (Young & Young, 1998). De acordo com o grau de agregação, os indivíduos podem apresentar três tipos de distribuição espacial: aleatório, agregado ou regular (Southwood, 1978; Taylor, 1984). O primeiro arranjo pode ser detectado quando cada quadrícula do campo tem igual chance de ser ocupado pelo organismo. Nessa situação, a distribuição espacial é aleatória e o modelo probabilístico que a representa é a distribuição Poisson, com média igual à variância. Por outro lado, quando a probabilidade de ocorrência do organismo em uma quadrícula é afetada pela ocorrência em outras quadrículas, a distribuição é agregada e pode ser mais bem representada pela distribuição Binomial negativa, com variância maior do que a média. O terceiro padrão pressupõe que os indivíduos de uma população se distribuem de forma regular ou uniforme e pode ser representada pela distribuição Binomial, em que a variância é menor do que a média. A hipótese de nulidade de que os dados ajustam a uma determinada distribuição de probabilidade pode ser testada pelo teste qui-quadrado de Pearson.

Dentro de uma lavoura de arroz, Costa & Link (1992b) avaliaram a média e variância de 100 amostras coletadas por rede entomológica e observaram que os adultos de *T. limbativentris* ajustaram-se à distribuição Poisson (aleatória) quando voltaram da diapausa. Porém, os indivíduos tenderam a se agregar após seu estabelecimento no campo, principalmente durante a fase de floração da cultura. Os principais fatores que podem alterar o ambiente do cultivo do arroz irrigado e influenciar o modo contágio dos indivíduos estão relacionados à desigualdade da lâmina de irrigação, influência de plantas daninhas, falhas durante o plantio e adubação, aplicações aéreas de inseticidas de forma desigual e proximidade de áreas de refúgio e dispersão de adultos (Heinrichs, 1994).



A geoestatística surgiu da necessidade de se interpretar a dependência espacial de variáveis regionalizadas na extração de minérios (Matheron, 1963; Bárdossy, 1997). Na entomologia, os estudos de distribuição espacial são principalmente aplicados para definição de programas de amostragem com o objetivo de estimar o nível populacional da praga e auxiliar na tomada de decisão para o momento de seu controle (Barrigossi et al., 2001). A pressuposição básica é de que valores de amostras georreferenciadas apresentam continuidade e dependência espacial (Reisig et al., 2011). A correlação espacial entre os pontos é influenciada pela escala e direção de amostragem (Liebhold et al., 1993). Os fatores do ambiente que podem afetar o modo de contágio e dispersão do inseto são denominados fatores de macroescala (Young & Young, 1998). A porção complementar da variabilidade que está relacionada à biologia do organismo é denominada variabilidade de microescala.

Em um modelo geoestatístico, os dados precisam ser verificados quanto à estacionariedade antes de estimar os semivariogramas (Cressie, 1991). Estacionariedade intrínseca implica que a média não sofre alterações na extensão do campo amostrado (Young & Young, 1998). Em situações que existam tendências é importante conhecer as razões de sua existência e legitimidade. Os métodos automáticos como, por exemplo, a Krigagem universal, produzem as melhores estimativas para detectar as tendências associadas aos dados, principalmente quando há interesse em escalas maiores do que a local. Além disso, as interpretações dos efeitos das fontes de variação de interesse podem ser refinadas pelas análises sobre os resíduos obtidos pela remoção das tendências associadas aos valores observados (Isaaks & Srivastava, 1989; Fortin & Dale, 2005).

O semivariograma é a ferramenta usada em geoestatística para representar a dependência espacial entre as amostras. A dependência nos semivariogramas experimentais é observada quando as semivariâncias respondem de acordo com as alterações de distância entre pares de coordenadas (Wright et al., 2002). Teoricamente, para distância igual a zero ( $h = 0$ ) o valor da semivariância deveria ser zero. No entanto, os semivariogramas teóricos geralmente não passam pela origem (Grego et al., 2011). Nesses casos, o *efeito pepita* pode ser utilizado para medir a variabilidade em distâncias menores do que o espaçamento da amostragem devido aos efeitos aleatórios locais ou erros de medidas (Fortin & Dale, 2005). O *alcance* indica a máxima distância em que a variável está espacialmente correlacionada (Vieira et al., 2011). Além do valor do *alcance*, a

distância entre os pontos amostrais não afeta a estrutura espacial e os valores das semivariâncias estabilizam, formando o *patamar*.

Os semivariogramas experimentais podem ser ajustados por dois principais métodos. O método dos mínimos quadrados ponderados é mais adequado em relação ao método dos mínimos quadrados ordinários, principalmente nas estimativas de semivariâncias em menores distâncias (mais próximas da origem). Além disso, o método dos mínimos quadrados ordinários assume erroneamente que as diferenças no processo de otimização são independentes e possuem distribuição normal (Sas Institute Inc., 2011).

Após a construção de semivariogramas experimentais e teóricos, os pontos não amostrados são estimados pela interpolação dos valores observados. A krigagem ordinária é o método mais comum de se obter mapas de distribuição espacial que consideram a dependência encontrada nos semivariogramas (Alves et al., 2011; Rhodes et al., 2011; Lasmar et al., 2012). Finalmente, planos de amostragem convencionais ou sequenciais podem ser definidos para estimar a densidade da praga na escala desejada e efetuar a tomada de decisão para seu controle com base em estimativas com precisão conhecida (Liu et al., 2009; Luigi et al., 2011; Reisig et al., 2011). Uma vez descrita a distribuição espacial de *T. limbativentris* nas lavouras de arroz, as estimativas podem compor pacotes de recomendações de programas de manejo integrado ou serem utilizadas de forma específica para cada produtor. O estabelecimento de procedimentos adequados de amostragem possibilita indicar qual a parte do campo onde o monitoramento deve começar ou se concentrar (Southwood, 1978). As recomendações para o controle dos insetos em lavouras comerciais são mais adequadas à medida que métodos precisos e viáveis de amostragem sejam baseados na alocação espacial e no padrão de dispersão das pragas (Gyenge et al., 1999).

Os planos de amostragem convencionais são compostos de um sistema amostral com número fixo de amostras. A determinação do número de unidades amostrais leva em consideração o tempo e o custo necessários para amostragem de uma unidade amostral e a precisão necessária para levantamentos da população do inseto no campo. Nos planos de amostragem sequencial, há necessidade de combinar a precisão da amostragem e tamanho da amostra com o grau de dispersão do inseto (Wang & Shipp, 2001; Parajulee et al., 2006; Bacci et al., 2008).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 AMOSTRAGEM DO PERCEVEJO-DO-COLMO

Adultos, ninfas e massas de ovos de *T. limbativentris* foram amostradas em 15 lavouras comerciais de arroz irrigado nos municípios de Formoso do Araguaia (11°48' S; 49°32' W) e Lagoa da Confusão (10°01' S; 49°58' W), Tocantins, Brasil, durante as safras de 2008, 2010 e 2011.

A extensão dos campos de arroz e a localização dos percevejos na lavoura dificultaram a identificação, a priori, de campos com nível populacional adequado para este tipo de estudo. Assim, vários campos foram previamente observados para verificar a presença do inseto antes da escolha de campos para amostragem. Cada campo foi amostrado em uma única ocasião e variaram de 8,2 ha a 46,6 ha (média de 20,5 ha) e a área total amostrada foi de 307,7 ha. Nesses campos eram cultivadas as variedades de arroz Epagri 109, Best 2000 ou Irga 417, semeadas no espaçamento de 0,17 m e densidade de 50 sementes/m. Também foi registrada a localização de estradas e matas próximas aos campos amostrados.

As amostragens foram realizadas em campos com plantas entre 50 dias e 80 dias após a emergência. O início da coleta de dados ocorreu sempre em uma das extremidades do campo de arroz. Pontos de amostragem estabelecidos em espaçamentos aproximadamente regulares a cerca de 50 m foram obtidos para que quatro subamostras de 0,5 m x 0,5 m fossem obtidas em sequência e na mesma fileira. O caminhamento ocorreu em linha reta, de forma que cobrisse toda extensão do campo e que qualquer tendência direcional pudesse ser detectada. Todas as plantas dentro das unidades foram rigorosamente examinadas e os números de adultos, ninfas e massas de ovos de *T. limbativentris* foram determinados. As avaliações ocorreram no período matutino e vespertino. Em 2008, apenas adultos e ninfas foram avaliados. As amostragens foram efetuadas por uma equipe de 4-5 pessoas, sendo que uma, de posse do receptor GPS (Garmin GPS plus III), identificou e registrou as coordenadas geográficas dos pontos de amostragem e a respectiva densidade populacional de *T. limbativentris*.

### 3.2 ANÁLISE DE DADOS

Inicialmente, os dados foram submetidos à análise exploratória para determinação de estatísticas descritivas. Entre essas análises, foram obtidas a densidade média de adultos e ninfas em cada campo, o número total de unidades amostrais e o tempo médio necessário para realização da amostragem de um conjunto de quatro unidades de 0,5 m x 0,5 m. Também foi utilizado o coeficiente de Spearman ( $\hat{r}$ ) (Sas Institute Inc., 2011) para examinar a correlação entre adultos e ninfas em cada ponto de amostragem (Equação 1). A densidade (D) de adultos e ninfas foi classificada com base nos quartis das densidades observadas nos 15 campos (Q): baixa (menor ou igual ao primeiro quartil;  $D \leq Q1$ ), média (maior do que primeiro quartil e menor ou igual ao terceiro quartil;  $Q1 < D \leq Q3$ ) ou alta (maior do que o terceiro quartil;  $D > Q3$ ).

$$\hat{r} = \frac{\sum_i ((R_i - \bar{R})(S_i - \bar{S}))}{\sqrt{\sum_i (R_i - \bar{R})^2 \sum_i (S_i - \bar{S})^2}} \quad (1)$$

em que:  $R_i$  é o *rank* do número de adultos ( $x_i$ ) no ponto amostral  $i$ ,  $S_i$  é o *rank* do número de ninfas ( $y_i$ ) no ponto amostral  $i$ ,  $\bar{R}$  é a média dos valores  $R_i$  e  $\bar{S}$  é a média dos valores  $S_i$ . O teste t unilateral com  $(n - 2)$  graus de liberdade foi usado para avaliar se o coeficiente de correlação foi menor ou igual a zero (Equação 2).

$$t = (n - 2)^{1/2} \left( \frac{\hat{r}^2}{1 - \hat{r}^2} \right)^{1/2} \quad (2)$$

Foram propostos modelos polinomiais para investigar a necessidade de remover as tendências espaciais ou variações de macroescala que violariam as pressuposições de estacionaridade. Os três modelos polinomiais testados foram: linear (Equação 3), quadrático (Equação 4) e cúbico (Equação 5).

$$z(x_i, y_j) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 y_j + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

$$z(x_i, y_j) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 y_j + \beta_3 x_i^2 + \beta_4 x_i y_j + \beta_5 y_j^2 + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

$$z(x_i, y_j) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 y_j + \beta_3 x_i^2 + \beta_4 x_i y_j + \beta_5 y_j^2 + \beta_6 x_i^3 + \beta_7 x_i^2 y_j + \beta_8 y_j^2 x_i + \beta_9 y_j^3 + \varepsilon_{ij} \quad (5)$$

em que,

$z(x_i, y_j)$  : valor predito no local com coordenadas geográficas  $x_i, y_j$ ;

$\beta_0$  : intercepto do modelo de regressão;

$\beta_{1-9}$  : coeficientes angulares do modelo de regressão;

$\varepsilon_{ij}$  : erros independentes, identicamente distribuídos e com distribuição normal.

Os erros estiveram correlacionados, portanto, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a significância nominal (p-valor) dos modelos de regressão do número de adultos e ninfas em função dos pares de coordenadas  $(x_i, y_j)$  foram utilizados de forma descritiva.

Considerando a escala de um campo de arroz, valores extremos prejudicam a construção das análises e geralmente adicionam erro ao modelo ou dificultam a visualização da forma dos semivariogramas (Isaaks & Srivastava, 1989; Young & Young, 1998). Assim, os semivariogramas experimentais omnidirecionais foram calculados usando apenas os pares de pontos separados por distância igual ou inferior a distância máxima ( $D_{max}$ ) obtida pela metade da raiz da maior distância entre os omnidirecionais pares de pontos de cada campo (Equação 6).

$$D_{max} = \frac{\sqrt{(x_{max} - x_{min})^2 + (y_{max} - y_{min})^2}}{2} \quad (6)$$

As semivariâncias experimentais foram obtidas pela Equação 7:

$$y_z(\mathbf{h}) = \frac{1}{2|N(\mathbf{h})|} \sum_{N(\mathbf{h})} [z(s_i) - z(s_j)]^2 \quad (7)$$

em que,  $N(\mathbf{h})$  contêm todos os pares de pontos vizinhos separados pela distância  $\mathbf{h}$ ,

$N(\mathbf{h}) = \{i, j: s_i - s_j = \mathbf{h}\}$ ;

$y_z(\mathbf{h})$  : semivariância empírica ou clássica;

$z(s_i)$  : valor observado no local  $i$ ;  
 $z(s_j)$  : valor observado no local  $j$ .

Para evitar vieses nas estimativas, 100 classes de distâncias foram plotadas contra as semivariâncias, garantindo, no mínimo, trinta pares de pontos em cada classe (Sas Institute, 2011). Semivariogramas teóricos (Tabela 1) foram ajustados pelo método dos mínimos quadrados ponderados (Sas Institute Inc., 2011). O modelo teórico que apresentou o melhor ajuste foi escolhido com base, primeiramente, no menor valor obtido para a soma dos quadrados do erro (WSSE), calculada pela Equação 8 (Anexo B). Entre os modelos com o mesmo valor de WSSE, o critério de *Akaike's information criteria* (AIC) calculado pela Equação 9 foi utilizado para ordenar os modelos de forma crescente. O terceiro critério qualitativo permitiu classificar os modelos que tiveram valores iguais nos dois critérios anteriores. Este último critério se baseou no estado de convergência, em que um modelo foi enviado para a parte inferior da tabela de classificação quando o processo para estimativa de parâmetros não foi bem sucedido. Essas falhas ou ambiguidade do modelo pode estar associadas a seleção de valores para os parâmetros iniciais, considerações físicas sobre a forma que está sendo testada ou devido a aspectos numéricos da otimização não linear utilizada para estimar os parâmetros (Sas Institute Inc., 2011). A falta de convergência não permitiu que o modelo fosse utilizado para interpretações.

$$WSSE = \sum_{i=1}^k w_i^2 [y_z^*(\mathbf{h}_i) - y_z(\mathbf{h}_i; \theta)]^2 \quad (8)$$

$$AIC = k \ln \left( \frac{WSSE}{k} \right) + 2q \quad (9)$$

em que,

$k$  : número de *lags*;

$y_z^*(\mathbf{h}_i)$  : semivariância experimental;

$y_z(\mathbf{h}_i; \theta)$  : semivariância estimada pelo modelo testado para *lag*  $i$ ;

$w_i^2$  : pesos atribuídos para cada *lag* classe;

$q$  : parâmetros do modelo.

**Tabela 1.** Modelos teóricos de semivariogramas utilizados para caracterizar a estrutura espacial de adultos e ninfas de *T. limbativentris* em campos de arroz irrigado.

Tipo de Modelo	Fórmula para semivariância
Exponencial	$y_z(h) = \begin{cases} 0 & \text{se }  \mathbf{h}  = 0 \\ c_n + \sigma_0^2 \left[ 1 - \exp\left(-\frac{ \mathbf{h} }{a_0}\right) \right] & \text{se } 0 <  \mathbf{h}  \end{cases}$
Gaussian	$y_z(h) = \begin{cases} 0 & \text{se }  \mathbf{h}  = 0 \\ c_n + \sigma_0^2 \left[ 1 - \exp\left(-\frac{ \mathbf{h} ^2}{a_0^2}\right) \right] & \text{se } 0 <  \mathbf{h}  \end{cases}$
Power	$y_z(h) = \begin{cases} 0 & \text{se }  \mathbf{h}  = 0 \\ c_n + \sigma_0^2 \mathbf{h}^{a_0} & \text{se } 0 <  \mathbf{h} , 0 \leq a_0 < 2 \end{cases}$
Esférico	$y_z(h) = \begin{cases} 0 & \text{se }  \mathbf{h}  = 0 \\ c_n + \sigma_0^2 \left[ \frac{3 \mathbf{h} }{2a_0} - \frac{1}{2} \left(\frac{ \mathbf{h} }{a_0}\right)^3 \right] & \text{se } 0 <  \mathbf{h}  \leq a_0 \\ c_0 & \text{se } a_0 <  \mathbf{h}  \end{cases}$

Em que,  $y_z(h)$  : semivariância calculada para distância ( $h$ ) entre pontos de amostragem;  $c_n$  : efeito pepita;  $\sigma_0^2$  : patamar;  $a_0$  : alcance;

A distribuição Binomial pressupõe que a variância seja menor do que a média. No entanto, essa condição não foi atendida nos campos amostrados e apenas foram calculadas as probabilidades de os dados se ajustarem à distribuição Binomial negativa (Equação 10) e Poisson (Equação 11). O parâmetro  $k$  da Binomial negativa foi calculado pelo método da máxima verossimilhança. Depois, a média e a variância do número de indivíduos foram testadas pelo teste qui-quadrado de Pearson ( $\alpha=0,05$ ). A hipótese de nulidade do teste se baseou no ajuste adequado dos dados pela distribuição testada (valores observados iguais aos esperados). Portanto, qui-quadrado significativo ( $p < \alpha$ ) indica que houve falha no ajuste da distribuição aos dados observados (Barrigossi et al., 2001). A probabilidade da última classe de número de indivíduos  $x_n$  foi obtida pela subtração da probabilidade total menos a acumulada até a classe anterior a  $x_n$  (Equação 12). Para aumentar a precisão do teste qui-quadrado, foram combinadas as últimas classes cuja soma das frequências esperadas foi menor do que 5% (Young & Young, 1998).

$$P(x = x_i) = \begin{cases} [k/(k + \bar{x})]^{\hat{k}} & \text{se } x_i = 0 \\ \left[ \frac{k + x_i - 1}{x_i} \right] \left[ \frac{\bar{x}}{\bar{x} + k} \right] P(x_i - 1) & \text{se } x_i > 0 \end{cases} \quad (10)$$

$$P(x = x_i) = \left[ \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x_i}}{x_i!} \right] \quad x_i=0,1,2,\dots \quad (11)$$

$$P(x > x_n) = 1 - \sum_{i=0}^{n-1} P(x_i) \quad (12)$$

em que,

$P(x = x_i)$  : probabilidade esperada de encontrar o número de insetos igual a  $x_i$ ;

$e$  : constante da base do logaritmo natural;

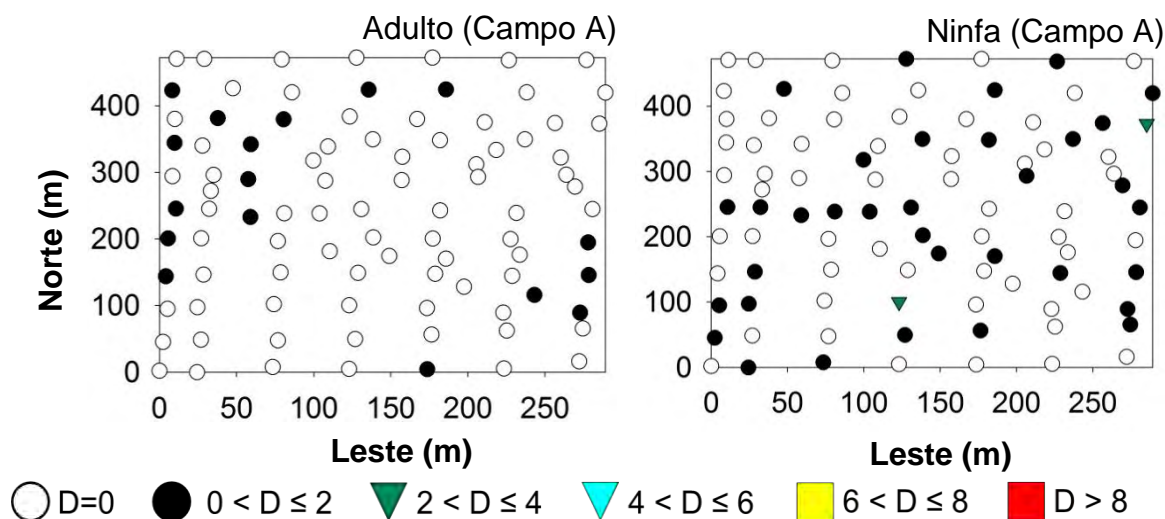
$\bar{x}$  : média do número de indivíduos em cada campo;

$\lambda$  : lambda, parâmetro da distribuição Poisson ( $\lambda = \mu = \sigma^2$ ).



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

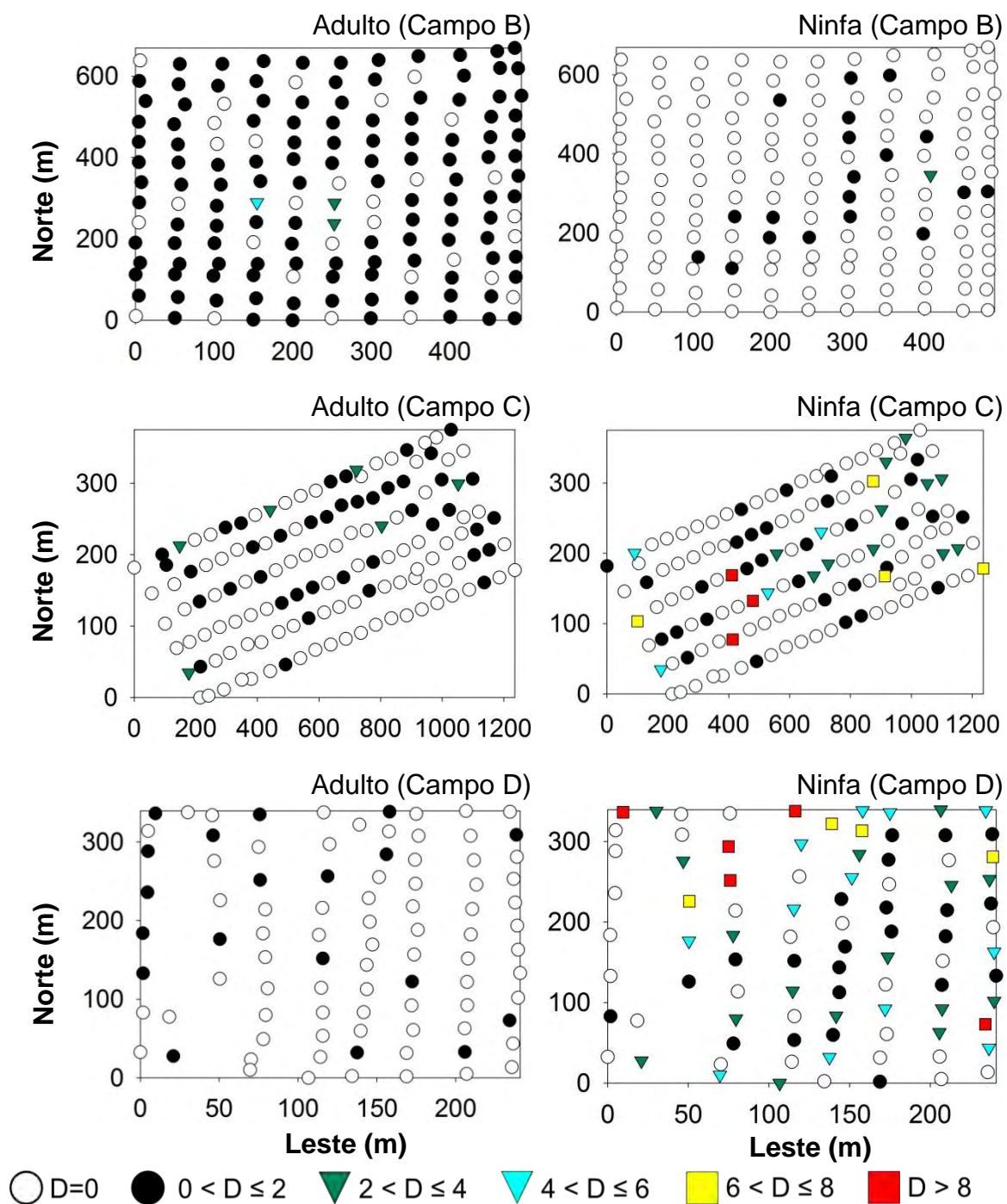
Grades de amostragem cobriram toda a extensão dos campos (Figura 1). Os pontos de amostragem não foram distribuídos regularmente a cada 50 m, mas foram importantes para caracterizar a estrutura espacial em distâncias menores do que aquela previamente escolhida. Foram coletados 1.980 adultos, 2.252 ninfas e 41 posturas nos quinze campos de arroz em 6.280 unidades de 0,5 m x 0,5 m amostradas. Considerando todos os campos, a densidade média (indivíduos/m<sup>2</sup>) foi de  $1,26 \pm 0,06$  (EP) (intervalo 0-26) para adultos e  $1,43 \pm 0,07$  (EP) (intervalo 0-21) para ninfas (Tabela 2). As posturas não foram consideradas para as análises de distribuição espacial, pois a densidade de ocorrência observada foi de  $0,04 \pm 0,01$  (EP) (intervalo 0-3) e, portanto, insuficiente para análise geostatística. Cerca de dois minutos, em média, foram necessários para capturar adultos, ninfas e posturas em cada ponto de amostragem com quatro unidades de 0,5 m x 0,5 m e deslocar até o próximo ponto de amostragem (Tabela 3).



Continua...

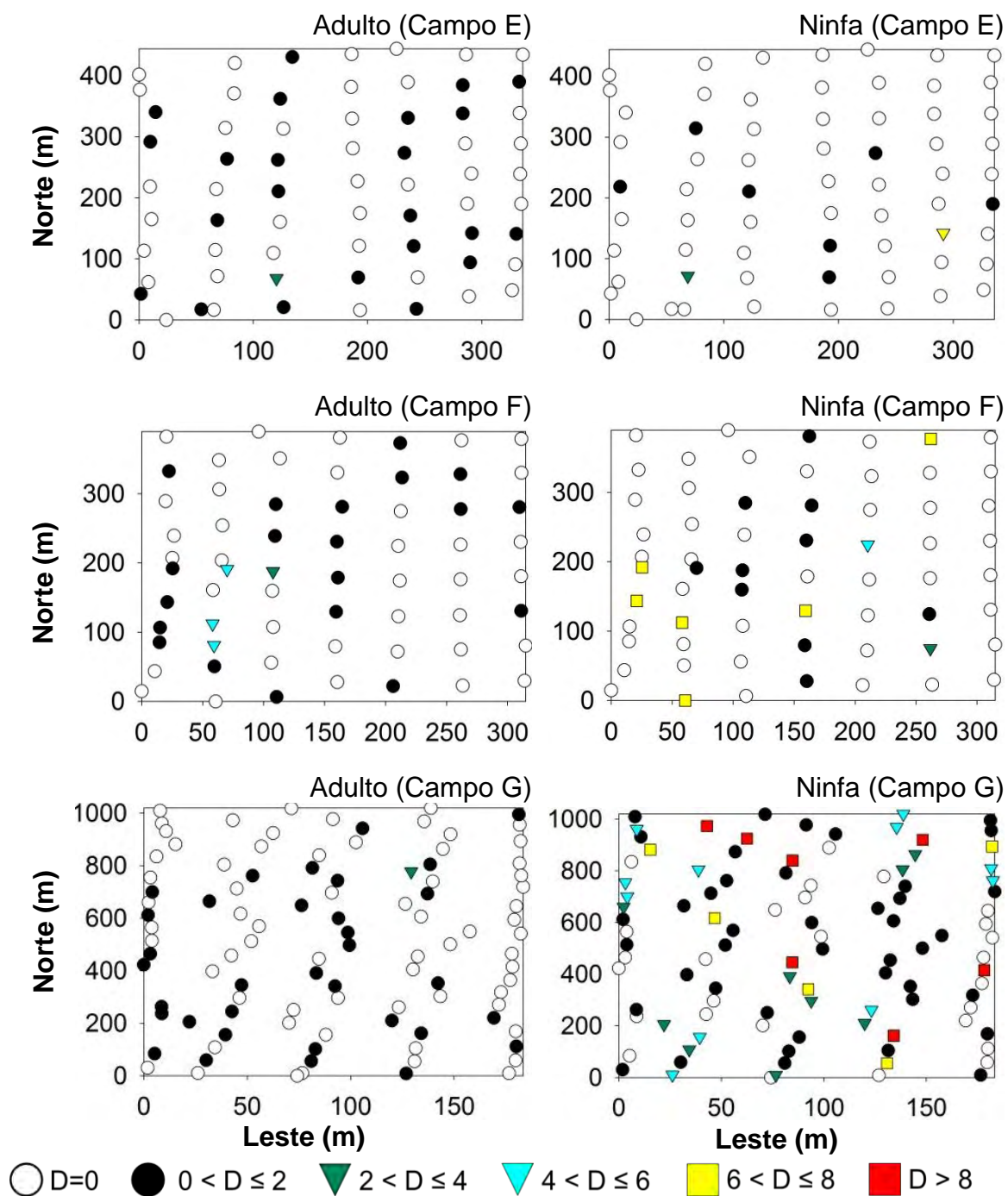
**Figura 1.** Representação das densidades (D) de adultos/m<sup>2</sup> e ninfas/m<sup>2</sup> de *T. limbativentris* em pontos de amostragem identificados pelos símbolos em quinze campos de arroz em Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, Tocantins, Brasil (2008, 2010 e 2011).

Figura 1 continuação.



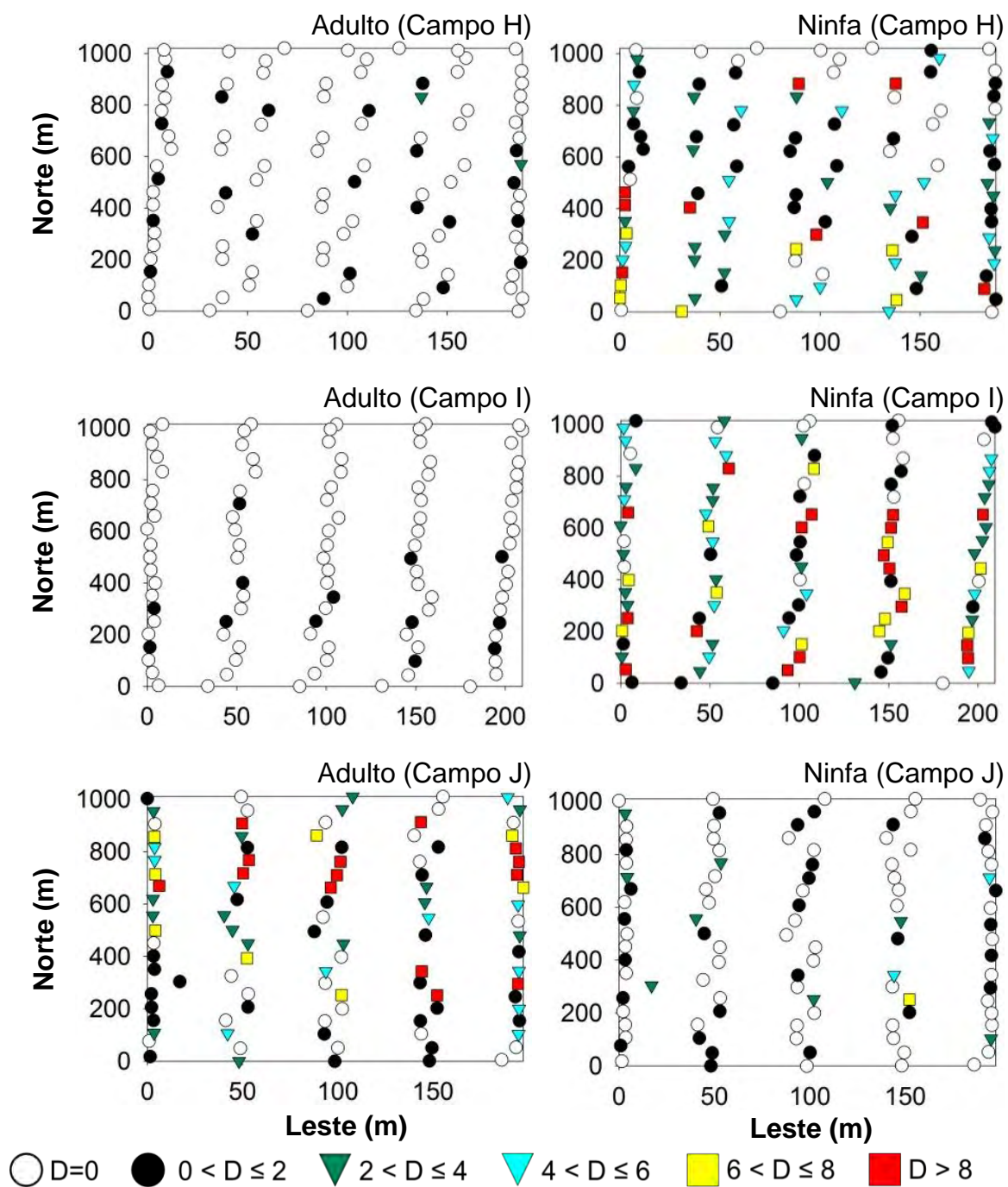
Continua...

Figura 1 continuação.



Continua...

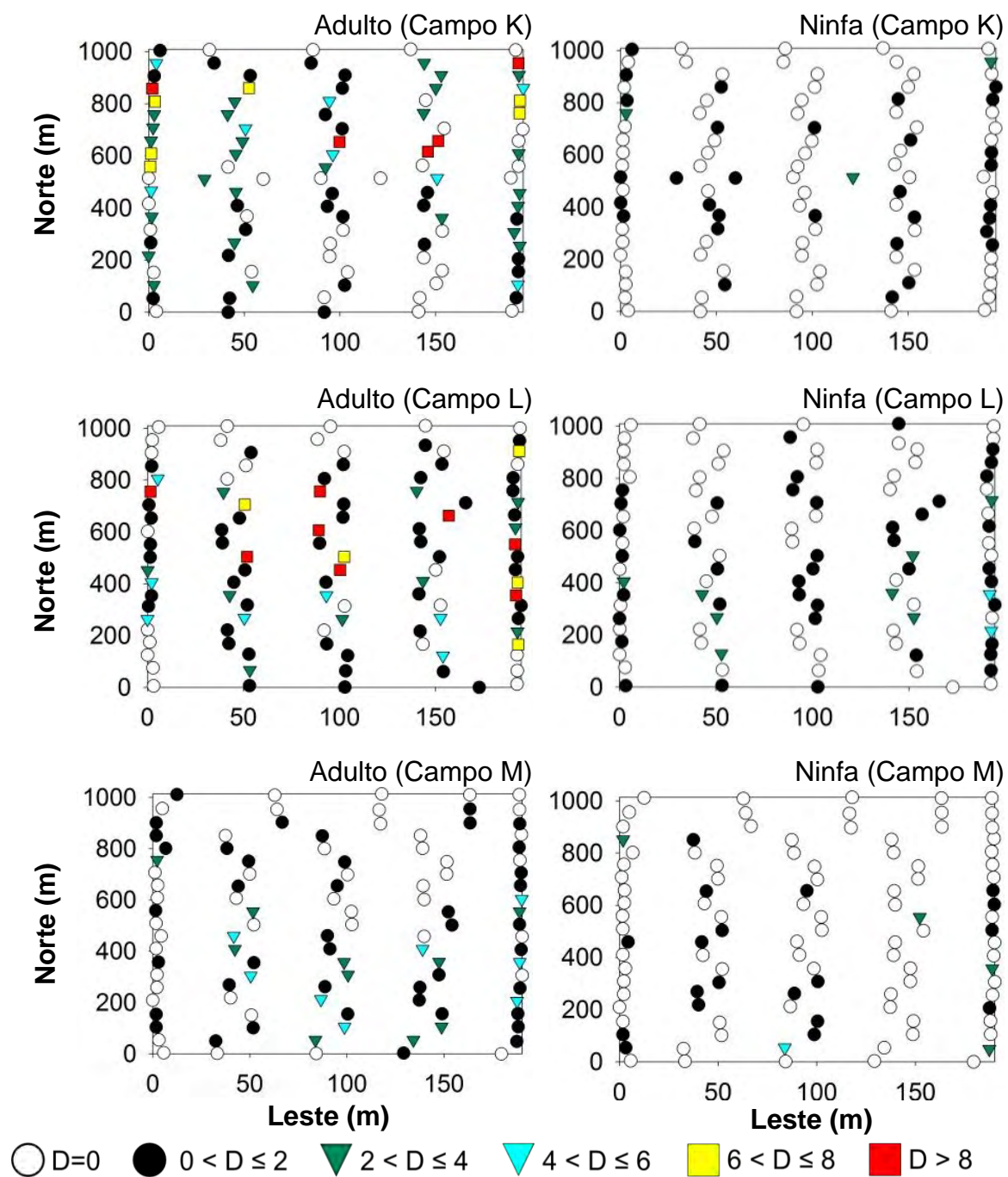
Figura 1 continuação.



Continua...

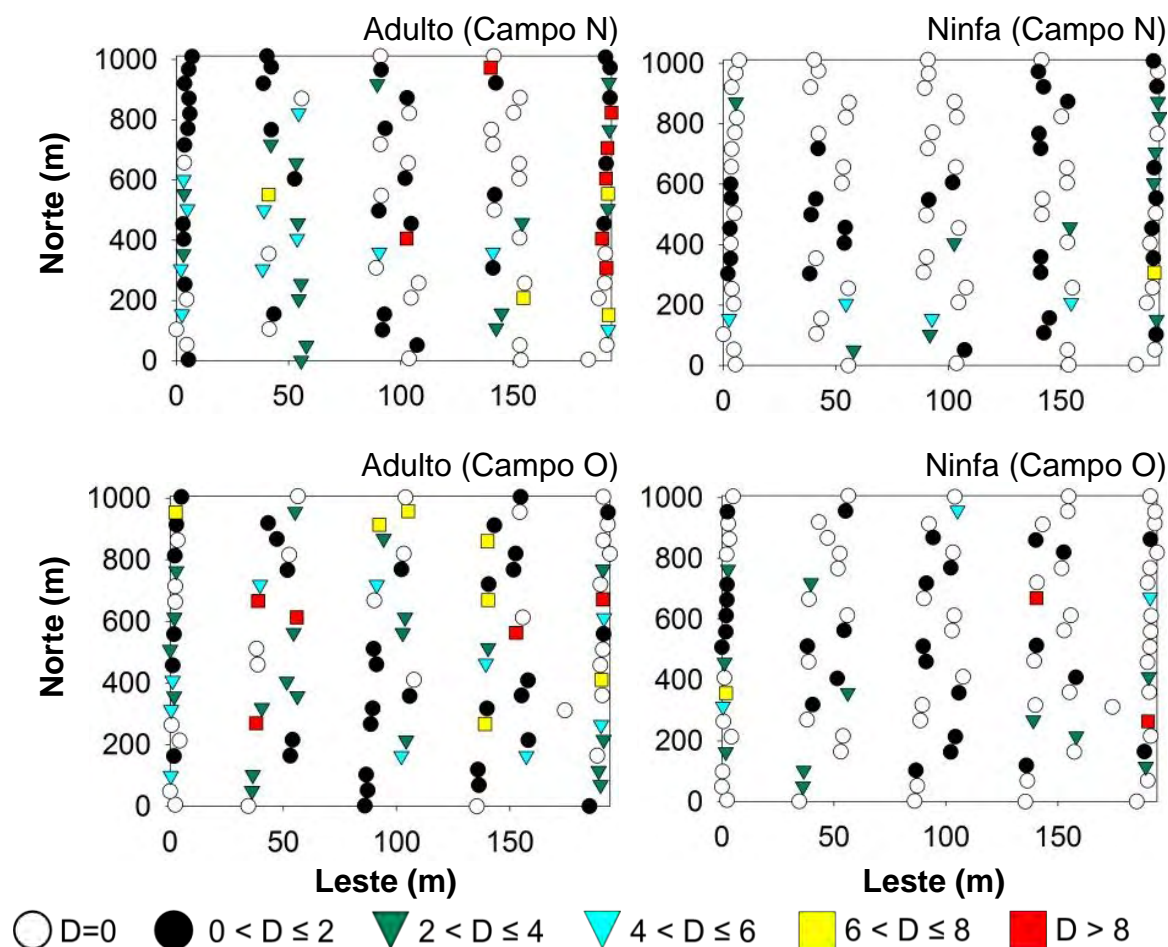


Figura 1 continuação.



Continua...

Figura 1 continuação.



Como as unidades amostradas não cumpriram a pressuposição de independência, os resultados do teste t da correlação de Spearman foram utilizados apenas como indicativos de associação entre adultos e ninfas. Correlação positiva fraca (<30%) foi observada em cinco campos de arroz (34%) (Tabela 2). Em dez campos (66%) não houve correlação significativa entre adultos e ninfas (Tabela 2). A identificação visual das densidades nos pontos de amostragem mostrou que, de forma geral, maiores números de ninfas não coincidiram com maiores números de adultos (Figura 1). Portanto, espera-se que a ocupação de adultos e ninfas não ocorra simultaneamente nos mesmos locais dos campos de arroz. Essa ausência de associação entre o número de adultos e ninfas pode ser atribuída à dispersão dos casais após a oviposição, que já ocuparam outros sítios de alimentação quando as ninfas eclodiram (Reay-Jones, 2010). A ausência de correlação também pode ser explicada pelo fato de que mais de uma geração pode ter sido observada na mesma data de avaliação, em que as ninfas amostradas podem ser descendentes da

geração anterior a dos adultos capturados (Ferreira et al., 1997). Essas hipóteses poderiam ser verificadas em estudos sobre a distribuição espaço-temporal de *T. limbativentris* durante todo o ciclo da cultura. De qualquer forma, planos de amostragem para adultos não devem ser fundamentados no número de ninfas e vice-versa.

**Tabela 2.** Densidade média de adultos e ninfas de *T. limbativentris* e correlação entre essas medidas em campos de arroz irrigado em Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, Tocantins, Brasil.

Ano	Campo	Adultos/m <sup>2</sup> (EP)	Densidade de adultos <sup>a</sup>	Ninfas/m <sup>2</sup> (EP)	Densidade de ninfas <sup>a</sup>	Coefficiente de Spearman ( $\hat{r}$ )
2008	A	0,20 (0,05)	Baixa	0,52 (0,08)	Média	+0,021 <sup>ns</sup>
	B	0,30 (0,06)	Baixa	0,18 (0,04)	Baixa	+0,020 <sup>ns</sup>
	C	0,48 (0,07)	Média	1,38 (0,18)	Média	+0,069 <sup>ns</sup>
2010	D	0,27 (0,06)	Baixa	2,64 (0,34)	Alta	+0,009 <sup>ns</sup>
	E	0,48 (0,09)	Média	0,26 (0,12)	Baixa	+0,001 <sup>ns</sup>
	F	0,79 (0,18)	Média	1,71 (0,56)	Média	+0,090 <sup>ns</sup>
2011	G	0,45 (0,07)	Média	2,58 (0,32)	Alta	-0,110 <sup>ns</sup>
	H	0,31 (0,06)	Média	3,45 (0,36)	Alta	-0,084 <sup>ns</sup>
	I	0,14 (0,04)	Baixa	4,50 (0,36)	Alta	-0,080 <sup>ns</sup>
	J	3,83 (0,45)	Alta	0,78 (0,14)	Média	+0,109 *
	K	2,60 (0,32)	Alta	0,46 (0,08)	Baixa	+0,023 <sup>ns</sup>
	L	2,59 (0,33)	Média	0,98 (0,12)	Média	+0,147 *
	M	1,26 (0,15)	Média	0,39 (0,09)	Baixa	+0,116 *
N	2,74 (0,38)	Alta	1,03 (0,15)	Média	+0,231 *	
O	2,68 (0,30)	Alta	1,08 (0,18)	Média	+0,284 *	

<sup>a</sup> A classificação foi realizada considerando os quartis do conjunto de densidades (D) durante os três anos de amostragem (baixa:  $D \leq Q1$ ; média:  $Q1 < D \leq Q3$ ; alta:  $D > Q3$ . Em que, Q1 : primeiro quartil; Q3 : terceiro quartil).

\* Coeficiente de correlação significativamente maior do que zero pelo teste t unicaudal ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>ns</sup> Não significativo.

**Tabela 3.** Área topográfica, número de amostras e tempo médio para amostragem de *T. limbativentris* em campos de arroz irrigado em Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, TO, Brasil (2008, 2010 e 2011).

Campo	Área (ha)	Número de unidades (0,5 m x 0,5 m)	Tempo médio (EP) <sup>a</sup>
A	13,77	372	2,43 (0,16)
B	33,04	616	2,45 (0,08)
C	46,61	548	2,45 (0,10)
D	8,26	356	3,80 (0,27)
E	15,04	260	2,42 (0,30)
F	12,38	248	1,72 (0,08)
G	18,88	404	1,61 (0,06)
H	19,36	424	1,21 (0,04)
I	21,45	416	1,18 (0,04)

Continua...

**Tabela 3** continuação.

Campo	Área (ha)	Número de unidades (0,5 m x 0,5 m)	Tempo médio (EP) <sup>a</sup>
J	20,13	404	1,54 (0,10)
K	19,94	428	1,31 (0,05)
L	19,83	420	1,44 (0,11)
M	19,47	420	1,25 (0,05)
N	19,80	420	1,19 (0,04)
O	19,72	420	1,23 (0,04)

<sup>a</sup> Tempo médio, em minutos, para examinar o número de adultos, ninfas e posturas em conjuntos de quatro unidades de 0,5 m x 0,5 m amostrados em cada ponto do *grid* de amostragem.

Os dados originais foram utilizados para construção dos semivariogramas de ninfas e adultos. A baixa qualidade do ajuste ( $R^2$ ) indicaram que a variação de macroescala não pôde ser adequadamente representada pelos modelos polinomiais propostos. Os valores ajustados por regressões significativas não foram subtraídos das análises porque não houve ajuste suficiente (Tabela 4; Tabela 5). Modelos de maior grau poderiam ser testados. Contudo, polinômios de ordem superior podem representar padrões irreais devido a superfície de tendência ser extremamente suscetível ao efeito de valores encontrados nas bordas dos campos (Golden Software Inc., 2002). Assim, o ganho em ajuste em alguns locais do campo devido modelos de ordem superior pode implicar em perdas significativas em ajuste em outros locais, distorcendo as interpretações sobre a distribuição espacial (Fortin & Dale, 2005).

**Tabela 4.** Estatística F e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos modelos polinomiais ajustados para o número de ninfas de *T. limbativentris* por 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 m x 0,5 m) em função das coordenadas geográficas em campos de arroz amostrados em Formoso do Araguaia e Lagoa da confusão, TO (2008, 2010 e 2011).

Campo	Regressão do número de ninfas em função de sua posição geográfica		
	Linear	Quadrática	Cúbica
A	$F_{2,369} = 1,81$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{5,366} = 2,02$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,03$ )	$F_{9,362} = 1,76$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,04$ )
B	$F_{2,613} = 1,31$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,004$ )	$F_{5,610} = 3,76$ * ( $R^2 = 0,03$ )	$F_{9,606} = 2,54$ * ( $R^2 = 0,03$ )
C	$F_{2,545} = 0,08$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,00$ )	$F_{5,542} = 1,83$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,09$ )	$F_{9,538} = 1,21$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )
D	$F_{2,353} = 3,94$ * ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{5,350} = 2,33$ * ( $R^2 = 0,03$ )	$F_{9,346} = 3,05$ * ( $R^2 = 0,07$ )
E	$F_{2,257} = 0,80$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,006$ )	$F_{5,254} = 0,62$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{9,250} = 0,61$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )
F	$F_{2,245} = 0,25$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,002$ )	$F_{5,242} = 0,47$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{9,238} = 0,80$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,03$ )
G	$F_{2,401} = 3,09$ * ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{5,398} = 2,62$ * ( $R^2 = 0,03$ )	$F_{9,394} = 1,69$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,04$ )
H	$F_{2,421} = 8,39$ * ( $R^2 = 0,04$ )	$F_{5,418} = 3,54$ * ( $R^2 = 0,04$ )	$F_{9,414} = 2,84$ * ( $R^2 = 0,06$ )
I	$F_{2,413} = 5,05$ * ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{5,410} = 3,89$ * ( $R^2 = 0,04$ )	$F_{9,406} = 2,26$ * ( $R^2 = 0,05$ )

**Continua...**



**Tabela 5** continuação.

Campo	Regressão do número de ninfas em função de sua posição geográfica		
	Linear	Quadrática	Cúbica
J	$F_{2,401} = 0,37$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,002$ )	$F_{5,398} = 1,03$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{9,394} = 0,93$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )
K	$F_{2,425} = 0,69$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,003$ )	$F_{5,422} = 1,33$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{9,418} = 1,02$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )
L	$F_{2,417} = 2,93$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{5,414} = 2,87$ * ( $R^2 = 0,03$ )	$F_{9,410} = 1,88$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,04$ )
M	$F_{2,417} = 2,65$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{5,414} = 1,32$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{9,410} = 1,28$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,03$ )
N	$F_{2,417} = 5,35$ * ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{5,414} = 3,04$ * ( $R^2 = 0,03$ )	$F_{9,410} = 2,59$ * ( $R^2 = 0,06$ )
O	$F_{2,417} = 0,61$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,003$ )	$F_{5,414} = 1,31$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{9,410} = 1,17$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )

\* Modelo de regressão significativo ( $p \leq 0,05$ ). <sup>ns</sup> Modelo de regressão não significativo ( $p > 0,05$ ).

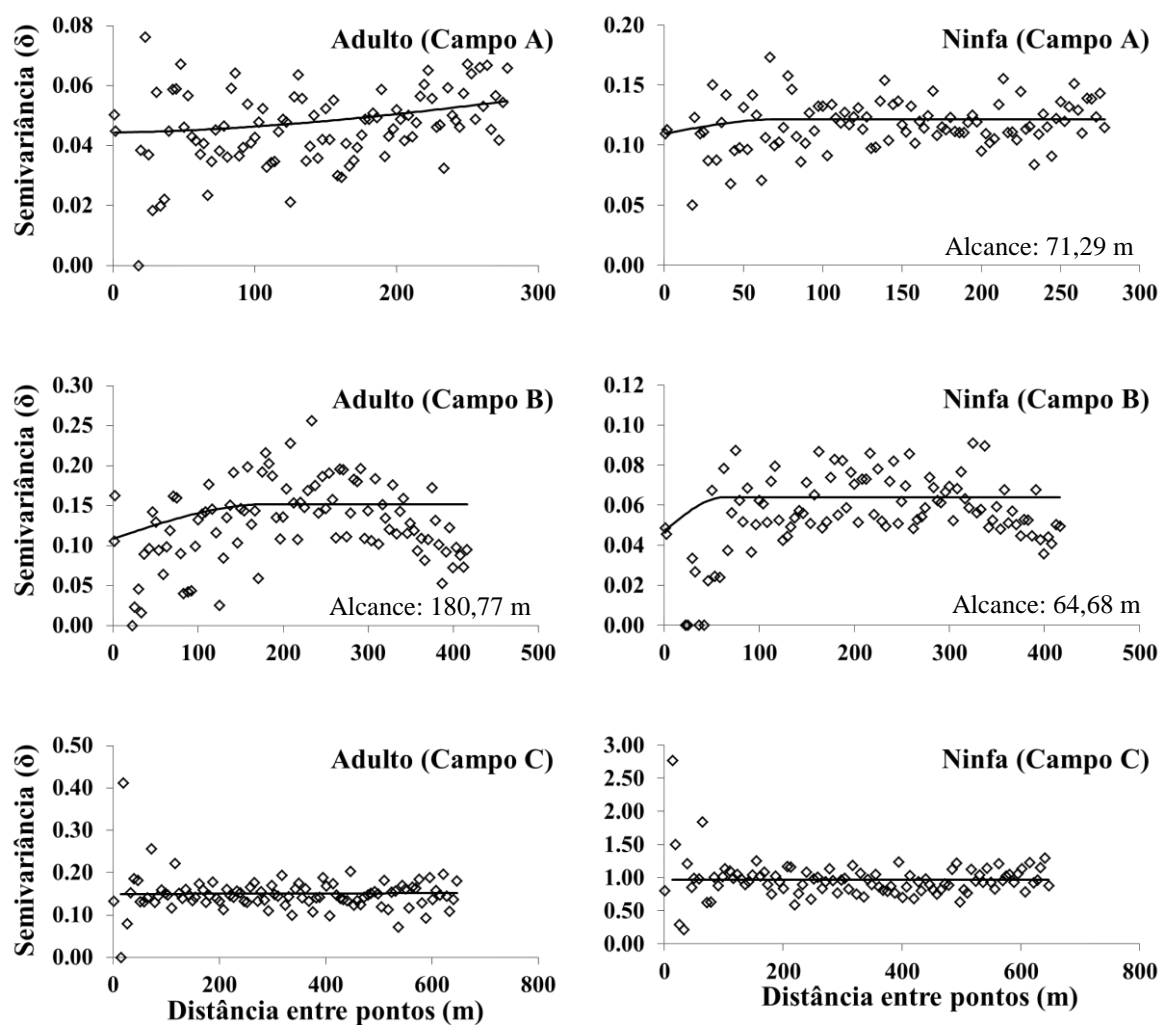
**Tabela 6.** Estatística F e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos modelos polinomiais ajustados para o número de adultos de *T. limbativentris* por 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 m x 0,5 m) em função das coordenadas geográficas em campos de arroz amostrados em Formoso do Araguaia e Lagoa da confusão, TO (2008, 2010 e 2011).

Campo	Regressão do número de adultos em função de sua posição geográfica		
	Linear	Quadrática	Cúbica
A	$F_{2,369} = 0,72$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{5,366} = 3,39$ * ( $R^2 = 0,04$ )	$F_{9,362} = 2,09$ * ( $R^2 = 0,04$ )
B	$F_{2,613} = 0,40$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,001$ )	$F_{5,610} = 1,38$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{9,606} = 0,81$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )
C	$F_{2,545} = 6,88$ * ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{5,542} = 2,93$ * ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{9,538} = 2,43$ * ( $R^2 = 0,04$ )
D	$F_{2,353} = 4,09$ * ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{5,350} = 2,00$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{9,346} = 1,26$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,03$ )
E	$F_{2,257} = 0,54$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,004$ )	$F_{5,254} = 0,65$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{9,250} = 0,51$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )
F	$F_{2,245} = 2,33$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{5,242} = 2,94$ * ( $R^2 = 0,06$ )	$F_{9,238} = 1,82$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,07$ )
G	$F_{2,401} = 1,88$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{5,398} = 1,81$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{9,394} = 1,31$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,03$ )
H	$F_{2,421} = 0,80$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,003$ )	$F_{5,418} = 0,98$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{9,414} = 0,88$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )
I	$F_{2,413} = 2,55$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,01$ )	$F_{5,410} = 1,47$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{9,406} = 1,45$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,03$ )
J	$F_{2,401} = 8,59$ * ( $R^2 = 0,04$ )	$F_{5,398} = 5,96$ * ( $R^2 = 0,07$ )	$F_{9,394} = 5,10$ * ( $R^2 = 0,10$ )
K	$F_{2,425} = 9,17$ * ( $R^2 = 0,04$ )	$F_{5,422} = 5,58$ * ( $R^2 = 0,06$ )	$F_{9,418} = 4,67$ * ( $R^2 = 0,09$ )
L	$F_{2,417} = 1,11$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,005$ )	$F_{5,414} = 5,74$ * ( $R^2 = 0,07$ )	$F_{9,410} = 3,55$ * ( $R^2 = 0,07$ )
M	$F_{2,417} = 6,96$ * ( $R^2 = 0,03$ )	$F_{5,414} = 4,40$ * ( $R^2 = 0,05$ )	$F_{9,410} = 3,75$ * ( $R^2 = 0,07$ )
N	$F_{2,417} = 4,46$ * ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{5,414} = 6,54$ * ( $R^2 = 0,07$ )	$F_{9,410} = 5,24$ * ( $R^2 = 0,10$ )
O	$F_{2,417} = 0,07$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,001$ )	$F_{5,414} = 2,06$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,02$ )	$F_{9,410} = 1,36$ <sup>ns</sup> ( $R^2 = 0,03$ )

\* Modelo de regressão significativo ( $p \leq 0,05$ ). <sup>ns</sup> Modelo de regressão não significativo ( $p > 0,05$ ).

Em quatro campos (26%), os semivariogramas obtidos por amostragens de adultos em 2008 (Figura 2: campo B) e 2011 (Figura 4: campos J, L e N) foi observado que as semivariâncias aumentaram proporcionalmente com maiores distâncias entre pontos de amostragem até o valor do alcance, indicando que existe dependência espacial de adultos nesses campos. Também foi observada dependência espacial de ninfas em dois campos (13%) (Figura 2: campos A e B). Esse padrão de distribuição espacial dos insetos encontrados na natureza não é permanente. O contágio pode ser resultante, principalmente, da disponibilidade de alimento, fase fenológica das plantas, condições do ambiente, escala

e tamanho da área amostrada (Tillman et al., 2009; Babin et al., 2010; Reay-Jones, 2010; Fauteux et al., 2012). Permanecendo agrupados, os indivíduos podem ser beneficiados pelos efeitos na sobrevivência, fecundidade e tempo de desenvolvimento (Anstey, 2002; Cortés-Avizanda et al., 2011; Lan et al., 2012). Alguns insetos são mais capazes de se defender ou detectar melhor seu alimento (Cronin, 2009). A agregação normalmente ocorre em torno de pontos favoráveis em relação aos recursos essenciais (Mgocheki & Addison, 2010), principalmente em ambientes em que há escassez de alimento ou quando há perturbação na população dos insetos devido ao manejo da cultura (Waters et al., 2009; Brittain et al., 2010).



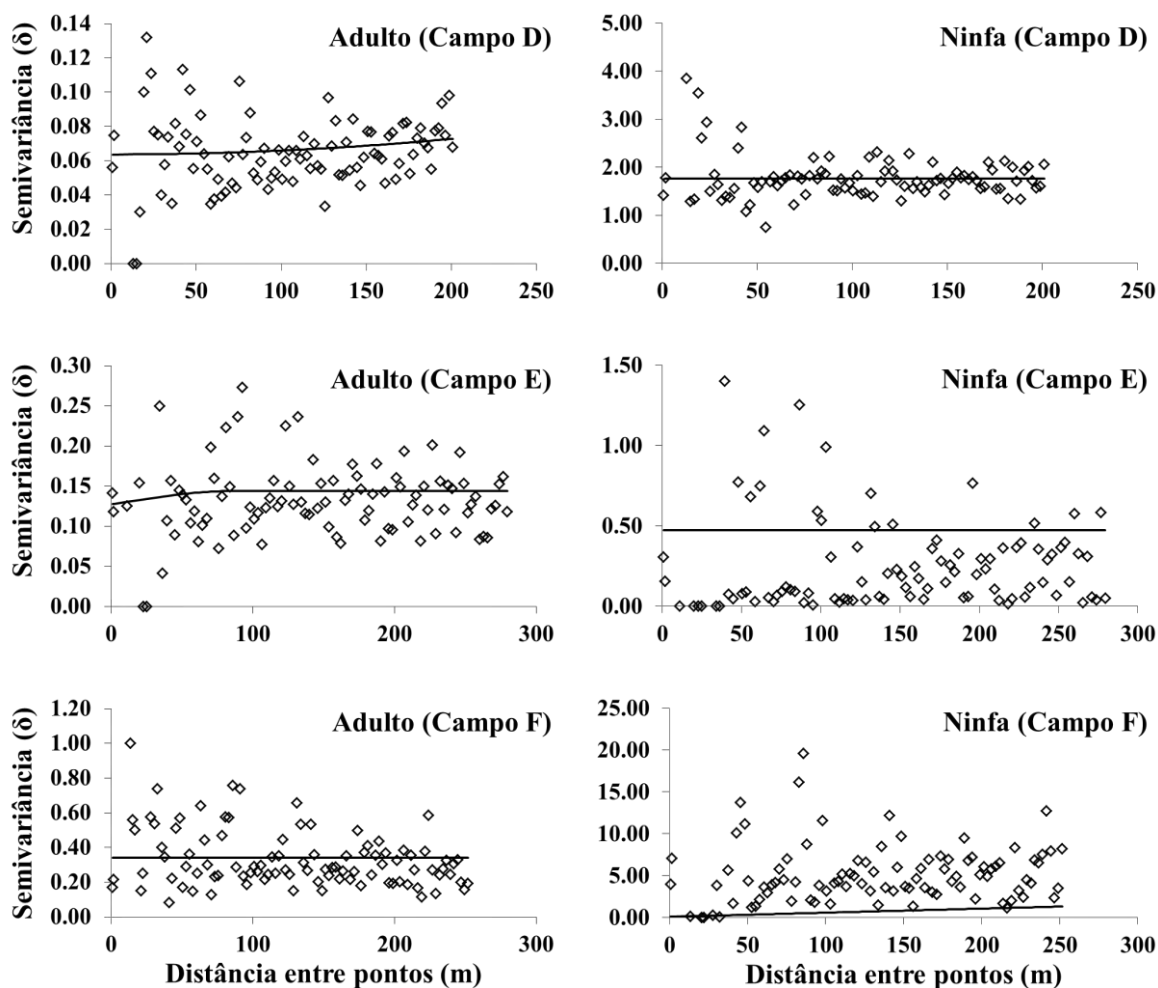
**Figura 2.** Semivariogramas teóricos (—) ajustados pelo método de quadrados mínimos ponderados a partir das semivariâncias omnidirecionais experimentais (◇). Pontos amostrados, em 2008, para verificar a presença de *T. limbativentris* em campos de arroz irrigado identificados por letras (A-C).

Os campos comerciais de arroz irrigado são manejados igualmente durante todo o cultivo, sendo que variações pouco significativas são detectadas visualmente entre as plantas cultivadas, portanto, espera-se que a distribuição das pragas seja aleatória. Ainda assim, a heterogeneidade ambiental pode ser observada e partes específicas da lavoura são preferidas para alimentação e oviposição de fitófagos (Barrigossi et al., 2001), influenciando a distribuição espacial dos insetos na lavoura.

O efeito da heterogeneidade ambiental pode atuar simultaneamente sobre todas as fases de desenvolvimento dos insetos (Nielsen et al., 2011; Adesso et al., 2012). Adultos e ninfas de *T. limbativentris* foram observados agregados em um mesmo campo de arroz (Figura 2: campo B). Portanto, embora pouco usual (1/15 campos), as fases de desenvolvimento de *T. limbativentris* responderam de forma igual à heterogeneidade ambiental. Pôde-se também inferir que é raro encontrar adultos de *T. limbativentris* com cuidado parental com seus descendentes, pois se dispersam pela área, provavelmente, após a oviposição. Outros pentatomídeos possuem cuidado parental durante a fase jovem em que o macho permanece junto à massa de ovos e ninfas recém-eclodidas até adquirirem mobilidade (Requena et al., 2010). Para algumas espécies, os cuidados com a descendência pode ser imprescindível para manutenção da população, pois a elevada eficiência do parasitismo poderia inviabilizar novas gerações (Roldán & Soler, 2011). A reduzida mobilidade de fases juvenis e a ausência de cuidado parental parece ser uma desvantagem competitiva relevante para *T. limbativentris*, pois os fatores de mortalidade atuam expressivamente durante esses períodos (Martins et al., 2004; Maciel et al., 2007; Riffel et al., 2010; Farias et al., 2012).

A influência da heterogeneidade ambiental não necessariamente fez com que os adultos e ninfas ficassem agregados (Figura 2; Figura 3; Figura 4). Os semivariogramas de onze campos com adultos (74%) e de treze campos com ninfas (87%) tiveram a forma similar, totalmente plana com semivariâncias constantes e apenas efeito pepita puro (sem patamar). A principal diferença entre esses semivariogramas foi o valor entre a primeira medida de semivariância e a origem. A indeterminação do *alcance* e insignificância do *patamar* indicaram que não foi detectada dependência espacial em escalas iguais à extensão desses campos amostrados (Barrigossi et al., 2001). Portanto, as chances são maiores de que a distribuição espacial de adultos e ninfas de *T. limbativentris* ocorra de forma igual pela área cultivada e a probabilidade de encontrá-los seja a mesma em qualquer parte do campo. Este comportamento também foi observado em outros

pentatomídeos como *Scotinophara lurida* (Burmeister) (Kim et al., 2007), *Nezara viridula* L. (Tillman et al., 2009), *Euschistus servus* (Say) e *Chinavia hilaris* (Say) (Olson et al., 2012). A entrada na lavoura dos adultos em múltiplas direções também pode favorecer com que *T. limbativentris* seja observado aleatoriamente pela extensão do campo (Reeves et al., 2010). A razão sexual de *T. limbativentris* pode passar por pequenas alterações durante o ciclo de cultivo, mas espera-se que valores próximos de um macho para cada fêmea sejam observados durante todo o ciclo da cultura (Botton et al., 1996; Silva et al., 2004). Assim, em qualquer parte do campo, machos e fêmeas tem iguais chances de ocupar as plantas, podendo-se no momento da amostragem desconsiderar o sexo dos adultos capturados.



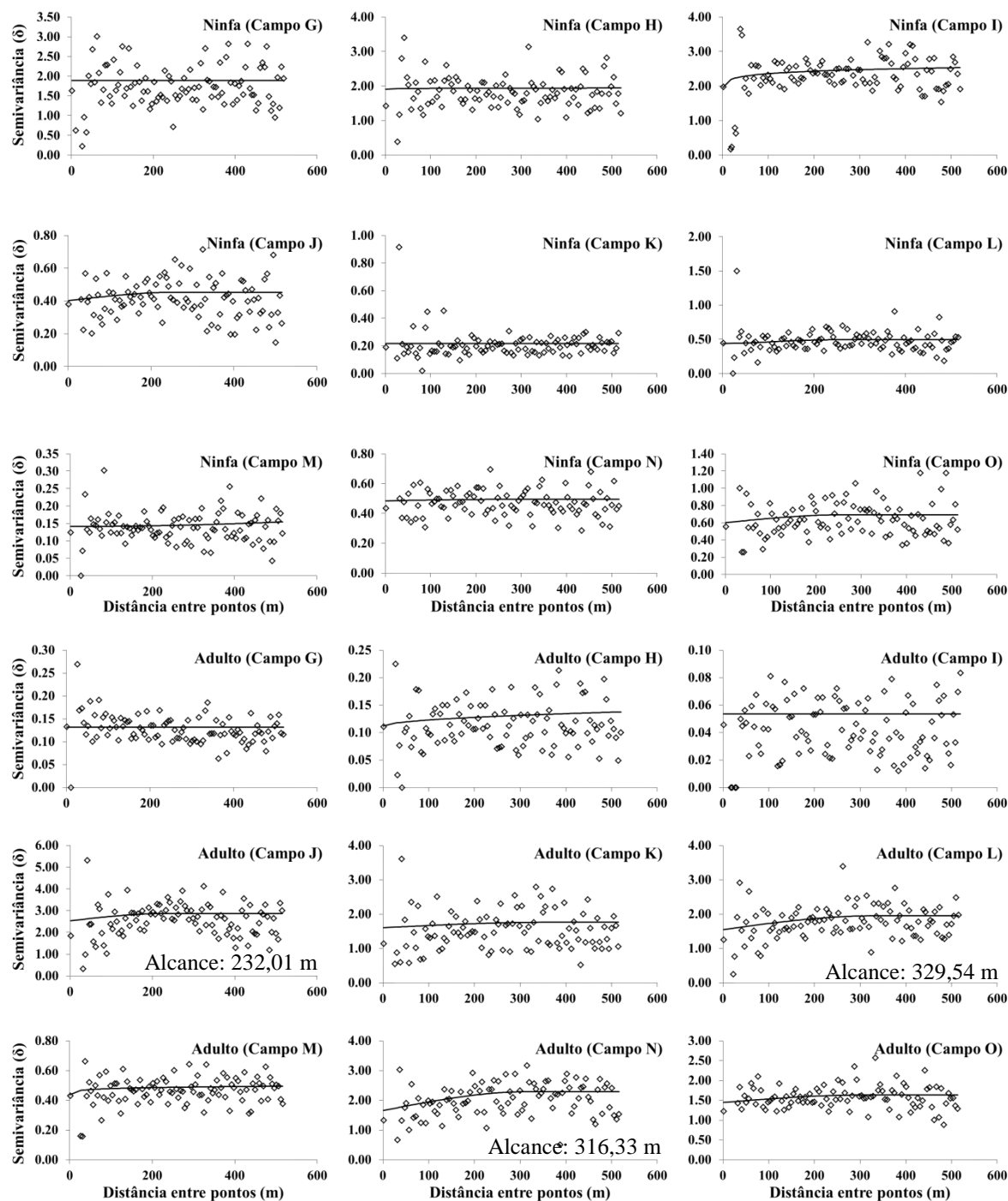
**Figura 3.** Semivariogramas teóricos (—) ajustados pelo método de quadrados mínimos ponderados a partir das semivariâncias omnidirecionais experimentais ( $\diamond$ ). Pontos amostrados, em 2010, para verificar a presença de *T. limbativentris* em campos de arroz irrigado identificados por letras (D-F).

A distribuição das ninfas não foi agregada na maior parte dos campos porque os adultos distribuem suas posturas em plantas ao acaso. Em escalas menores como, por exemplo, para indivíduos de uma mesma postura, a agregação ocorre com maior frequência. As ninfas dos primeiros ínstaes tendem naturalmente a se agregar devido à sua incapacidade de deslocamento no hábitat e com objetivo de reduzir as perdas de água para o ambiente (Barrigossi et al., 2001; Hirose et al., 2006). A lâmina de água nos campos de arroz irrigado também pode atuar na agregação de fases imaturas em que os indivíduos não possuem asas, restringindo a movimentação entre plantas (Trujillo, 1970). Além disso, em uma planta podem se desenvolver várias ninfas e adultos de *T. limbativentris* sem a necessidade de sua dispersão ou migração em busca de alimento devido à escassez (Costa & Link, 1992a; Silva et al., 2004; Pantoja et al., 2007).

A distribuição aleatória é a forma menos comum de contágio na natureza e ocorre quando os membros da espécie são encontrados, geralmente, em ambientes homogêneos onde a posição de um indivíduo é independente da posição dos outros (Taylor, 1984). O gasto energético com a reprodução é menor nessa forma de distribuição espacial, pois os machos podem encontrar as fêmeas sem necessitar de buscas extensivas pelo campo (Shea et al., 1993). Além disso, a população ganha maior variabilidade genética, pois os insetos que entram na lavoura podem facilmente encontrar parceiros para reprodução em qualquer parte do campo (Diekötter et al., 2008). Outra vantagem competitiva da ocupação aleatória é a distribuição do risco, ou seja, a população dificilmente é afetada na totalidade (Courtney, 1986).

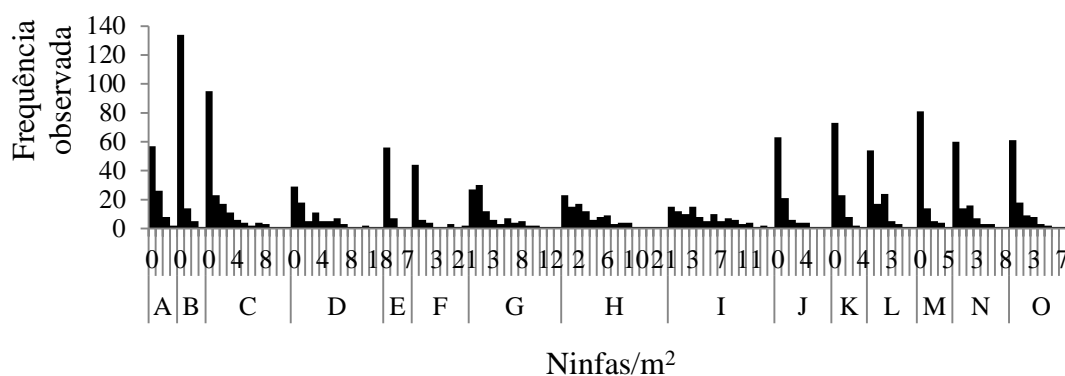
Pequenos agrupamentos de adultos e ninfas foram observados ainda que a distribuição tenha sido aleatória (Figura 1). Esta agregação deve ser uma característica relacionada à espécie, relacionando-se com a liberação de feromônios sexuais pelos machos para atraírem as fêmeas (Borges et al., 2006). No entanto, como a identificação destas substâncias não é unidirecional, a dispersão dos adultos na área é homogênea, ainda que ocorra a formação de pequenos grupos para a reprodução. As ninfas também formam pequenos grupos bem distribuídos pela área, concentrando-se, provavelmente, nos mesmos locais onde ocorreu a cópula e oviposição. Embora *T. limbativentris* apresente este comportamento, não é necessário estratificar os campos durante o processo de amostragem, ou seja, não é preciso direcionar a atenção para bordas ou faixas específicas. No entanto, locais de refúgio durante a entressafra e plantas infestantes devem ser especialmente avaliadas com objetivo de predizer a população de adultos que se agrega

nestes sítios para, posteriormente, dispersar pela área de cultivo (Prando et al., 1993; Botton et al., 1996; Silva et al., 2004)

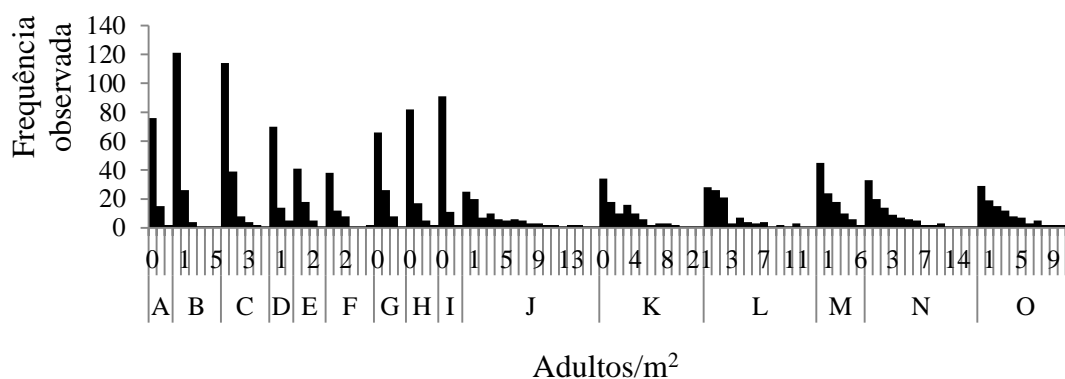


**Figura 4.** Semivariogramas teóricos (—) ajustados pelo método de quadrados mínimos ponderados a partir das semivariâncias omnidirecionais experimentais ( $\diamond$ ). Pontos amostrados, em 2011, para verificar a presença de *T. limbativentris* em campos de arroz irrigado identificados por letras (G-O).

O ajuste às distribuições de probabilidade propostas não foi possível em alguns campos devido ao insuficiente número de classes de densidades de adultos e ninfas (Figura 5; Figura 6; Tabela 6). Densidades baixas ocorreram com mais frequência do que as altas densidades de ninfas e adultos, sendo que em cerca de 70% das amostras não foram observados espécimes de *T. limbativentris*. No entanto, a densidade de indivíduos acima do nível de dano econômico (densidade maior do que um adulto/m<sup>2</sup>) pode ser altamente prejudicial à produção de arroz (Costa & Link, 1992a; Pantoja et al., 2007).



**Figura 5.** Frequência observada da densidade de ninfas de *T. limbativentris* por m<sup>2</sup> em quinze campos de arroz irrigado identificados por letras (A-O). Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, TO (2008, 2010 e 2011).



**Figura 6.** Frequência observada da densidade de adultos de *T. limbativentris* por m<sup>2</sup> em quinze campos de arroz irrigado identificados por letras (A-O). Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, TO (2008, 2010 e 2011).

**Tabela 7.** Teste qui-quadrado de Pearson ( $\chi^2$ ) para avaliar a qualidade de ajuste das distribuições Poisson e Binomial negativa aos dados de amostragens de *T. limbativentris* nos campos de arroz irrigado (A-O).

Campo	Distribuição Poisson		Distribuição Binomial negativa	
	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas
	$\chi^2$ (GL)	$\chi^2$ (GL)	$\chi^2$ (GL)	$\chi^2$ (GL)
A	0,56 (1) <sup>ns</sup>	0,99 (2) <sup>ns</sup>	<sup>n/GL</sup>	0,58 (1) <sup>ns</sup>
B	33,26 (1) *	45,60 (1) *	31,08 (1) *	<sup>n/GL</sup>
C	72,48 (2) *	254,30 (3) *	49,09 (1) *	50,03 (5) *
D	3,90 (1) *	117,82 (5) *	<sup>n/GL</sup>	9,84 (8) <sup>ns</sup>
E	19,57 (1) *	14,56 (1) *	12,28 (1) *	13,34 (1) *
F	19,84 (2) *	90,02 (3) *	15,88 (2) *	17,39 (5) *
G	0,71 (2) <sup>ns</sup>	109,01 (5) *	0,52 (1) <sup>ns</sup>	12,84 (8) <sup>ns</sup>
H	4,88 (1) *	185,52 (7) *	0,48 (1) <sup>ns</sup>	7,91 (10) <sup>ns</sup>
I	1,58 (1) <sup>ns</sup>	243,61 (8) *	<sup>n/GL</sup>	13,15 (11) <sup>ns</sup>
J	323,88 (7) *	26,62 (2) *	5,48 (12) <sup>ns</sup>	2,22 (3) <sup>ns</sup>
K	120,40 (5) *	6,05 (2) *	8,82 (8) <sup>ns</sup>	0,60 (1) <sup>ns</sup>
L	105,94 (5) *	25,80 (3) *	13,06 (8) <sup>ns</sup>	13,42 (3) *
M	18,76 (3) *	32,88 (2) *	3,86 (3) <sup>ns</sup>	0,58 (1) <sup>ns</sup>
N	162,25 (6) *	47,90 (3) *	2,78 (9) <sup>ns</sup>	5,85 (3) <sup>ns</sup>
O	99,08 (5) *	54,85 (3) *	2,89 (8) <sup>ns</sup>	1,50 (4) <sup>ns</sup>

\* Teste qui-quadrado significativo ( $p \leq 0,05$ ), rejeita-se a hipótese de ajuste da distribuição testada aos dados observados.

<sup>ns</sup> Teste qui-quadrado não significativo ( $p > 0,05$ ).

<sup>n/GL</sup> Não houve graus de liberdade suficientes para calcular o teste qui-quadrado porque poucas classes de número de indivíduos foram observadas.

(GL) Graus de liberdade.

De modo geral, a distribuição de probabilidade que melhor se ajustou aos dados de amostragem de *T. limbativentris* foi a Binomial negativa, indicando a aceitação da hipótese de agregação de adultos e ninfas nos campos de arroz (Tabela 6). Esse padrão foi similar ao observado no estudo de Costa & Link (1992b) com *T. limbativentris* em lavouras de arroz irrigado da região central do Rio Grande do Sul. Amostragens obtidas por esses autores foram analisadas por métodos que desconsideram a posição do inseto e que não necessariamente implicam em agregação dos indivíduos, pois vários tipos de distribuição espacial podem ser associados a uma mesma relação entre média e variância (Young & Young, 1998). Além disso, redes entomológicas empregadas nas avaliações podem ter sido pouco eficientes na detecção desta espécie, pois a amostragem do percevejo-do-colmo requer observações diretas sob o dossel das plantas (Pantoja et al., 2007; Reay-Jones et al., 2009). A rede entomológica, por se tratar de um método de amostragem sobre o dossel das plantas, deve ser ainda menos precisa em temperaturas menores do que 25° C, pois os indivíduos se escondem próximo da superfície da lâmina de água da irrigação, dificultando a captura de adultos e ninfas. Por outro lado, espera-se que



a amostragem direta sob dossel permita que o levantamento dos indivíduos presentes na lavoura seja mais próximo do número total.

Quando há bom ajuste da distribuição Binomial negativa, há evidência de que a média é menor do que a variância, sendo essa uma importante informação para definição de planos de amostragem (Afshari et al., 2009; Yamamura & Ishimoto, 2009; Faleiro et al., 2010; Fernandes et al., 2011; Meats & Wheeler, 2011). No entanto, em alguns casos, ainda que a população se ajuste à distribuição Binomial negativa, a sua distribuição espacial correspondente pode não ser agregada (Barrigossi et al., 2001). Portanto, é importante destacar que a distribuição de probabilidade não pode ser considerada isoladamente na decisão sobre o padrão espacial de distribuição de uma espécie. Os semivariogramas (Figura 2; Figura 3; Figura 4) mostraram claramente que a distribuição de *T. limbativentris* é aleatória, embora o melhor ajuste tenha sido, predominantemente, para a Binomial negativa.

Considerando que o dano é igualmente distribuído de forma aleatória, as aplicações de inseticidas no momento incorreto ou de forma desigual podem ser impedimentos para a eficiência no manejo integrado do percevejo-do-colmo, pois vários indivíduos da população podem não ser atingidos. Nessa situação, os percevejos sobreviventes podem permanecer na lavoura com vigor suficiente para reprodução e um novo ciclo de ataque.

A produtividade do arroz irrigado depende da tomada de decisão para controle de *T. limbativentris* no local e tempo correto. Portanto, planos de amostragem deverão ser definidos por meio das informações obtidas nesse estudo sobre sua distribuição espacial. A forma de caminhamento durante as amostragens deve considerar os locais de diáspora (ex.: taipas e plantas daninhas) e de entrada na lavoura, concentrando-se maior atenção em sítios de preferência para alimentação (parte interna e inferior dos colmos). A parte superior das plantas também deve ser avaliada, principalmente se o objetivo for detectar posturas e ninfas de primeiro ínstar. Cuidados devem ser tomados para evitar a fuga dos adultos durante o caminhamento e contagem. A amostragem de *T. limbativentris* deve ser mais intensa entre 25 e 40 dias após a emergência das plantas para detectar a entrada dos primeiros indivíduos na lavoura.

## 5 CONCLUSÕES

- i) A distribuição espacial de adultos e ninfas de *T. limbativentris* é aleatória na escala de campos de arroz irrigado, embora, raramente, o comportamento de agregação seja observado.
- ii) A Binomial negativa é a distribuição de probabilidade que melhor se ajusta aos dados de amostragem.
- iii) Os números de adultos e ninfas não estão fortemente associados nos locais de amostragem.
- iv) A população atinge níveis que poderão causar prejuízos acima do valor de dano econômico. No entanto, cerca de 2/3 das unidades amostradas não apresentam adultos ou ninfas.
- v) Modelos de regressões polinomiais não apresentam bom ajuste para as tendências relacionadas aos fatores de macroescala em campos de arroz irrigado.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDESSO, K. M.; MCAUSLANE, H. J.; CHERRY, R. Aggregation behavior of the Southern Chinch Bug (Hemiptera: Blissidae). **Environmental Entomology**, Columbia, v. 41, n. 4, p. 887-895, 2012.

AFSHARI, A.; SOLEIMAN-NEGADIAN, E.; SHISHEBOR, P. Population density and spatial distribution of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton in Gorgan, Iran. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 11, n. 1, p. 27-38, 2009.

ALVES, M. C.; SILVA, F. M.; MORAES, J. C.; POZZA, E. A.; OLIVEIRA, M. S.; SOUZA, J. C. S.; ALVES, L. S. Geostatistical analysis of the spatial variation of the berry borer and leaf miner in a coffee agroecosystem. **Precision Agriculture**, Dordrecht, v. 12, n. 1, p. 18-31, 2011.

ALVES, T.; BARRIGOSI, J.; QUINTELA, E. Life cycle of *Glyphepomis spinosa* Campos & Grazia (Hemiptera: Pentatomidae): a new pest of rice in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 41, n. 6, p. 437-441, 2012.

ANSTEY, L. J. **The spatial and temporal distribution and possible benefits of gregarious behavior of balsam fir sawfly (*Neodiprion abietis* Harris) (Hymenoptera: Diprionidae) on balsam fir (*Abies balsamea* L.)**. 2002. 63 f. Thesis (Masters of Science in Forestry)–Fredericton, University of New Brunswick, New Brunswick, Canada, 2002.

BABIN, R.; TEN-HOOPEN, G. M.; CILAS, C.; ENJALRIC, F.; GENDRE, P.; LUMARET, J.-P. Impact of shade on the spatial distribution of *Sahlbergella singularis* in traditional cocoa agroforests. **Agricultural and Forest Entomology**, Malden, v. 12, n. 1, p. 69-79, 2010.

BACCI, L.; PICANÇO, M. C.; MOURA, M. F.; SEMEÃO, A. A.; FERNANDES, F. L.; MORAIS, E. G. F. Sampling plan for Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 5, p. 582-590, 2008.

BÁRDOSSY, A. **Introduction to geostatistics**. Institute of Hydraulic Engineering, University of Stuttgart, 1997, 134 p.

BARRIGOSI, J. A. F.; FERREIRA, E.; LANNA, A. C. **Panícula branca em arroz: o que causa?** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004, 4 p. (Comunicado técnico, 83)

BARRIGOSI, J. A. F.; YOUNG, L. J.; CRAWFORD, C. A. G.; HEIN, G. L.; HIGLEY, L. G. Spatial and probability distribution of Mexican Bean Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, Columbia, v. 30, n. 2, p. 244-253, 2001.

BORGES, M.; BIRKETT, M.; ALDRICH, J. R.; OLIVER, J. E.; CHIBA, M.; MURATA, Y.; LAUMANN, R. A.; BARRIGOSI, J. A.; PICKETT, J. A.; MORAES, M. B. Sex

attractant pheromone from the Rice Stalk Stink Bug, *Tibraca limbativentris* Stål. **Journal of Chemical Ecology**, Tampa, v. 32, n. 12, p. 2749-2761, 2006.

BOTTON, M.; MARTINS, J. F. S.; LOECK, A. E.; R., M. A. Biologia de *Tibraca limbativentris* Stål sobre plantas de arroz. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 21-26, 1996.

BRITAIN, C. A.; VIGHI, M.; BOMMARCO, R.; SETTELE, J.; POTTS, S. G. Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. **Basic and Applied Ecology**, Gottingen, v. 11, n. 2, p. 106-115, 2010.

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. **Fatores de influência no preço do milho no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. (Texto para Discussão, 39)

CORTÉS-AVIZANDA, A.; ALMARAZ, P.; CARRETE, M.; SÁNCHEZ-ZAPATA, J. A.; DELGADO, A.; HIRALDO, F.; DONÁZAR, J. A. Spatial heterogeneity in resource distribution promotes facultative sociality in two Trans-Saharan migratory birds. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 6, n. 6, p. e21016, 2011.

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

COSTA, E. C.; LINK, D. Dispersão de *Tibraca limbativentris* Stål 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em arroz irrigado. **An. Soc. Ent. Brasil**, Londrina, v. 2, n. 1, p. 197-202, 1992b.

COURTNEY, S. P. Why insects move between host patches: some comments on risk-spreading. **Oikos**, Malden, v. 47, n. 1, p. 112-114, 1986.

CRESSIE, N. A. C. **Statistics for spatial data**. New York: Wiley, 1991, 900 p.

CRONIN, J. T. Habitat edges, within-patch dispersion of hosts, and parasitoid oviposition behavior. **Ecology**, Washington, v. 90, n. 1, p. 196-207, 2009.

DESNEUX, N.; LUNA, M.; GUILLEMAUD, T.; URBANEJA, A. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. **Journal of Pest Science**, Berlin, v. 84, n. 4, p. 403-408, 2011.

DIEKÖTTER, T.; BILLETER, R.; CRIST, T. O. Effects of landscape connectivity on the spatial distribution of insect diversity in agricultural mosaic landscapes. **Basic and Applied Ecology**, Gottingen, v. 9, n. 3, p. 298-307, 2008.

EPPO. EPPO Global Database (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2012. Disponível em: <<http://gd3.eppo.int/organism.php/TIBRLI>>. Acesso em: 22 set. 12.

ERENSTEIN, O. Comparing water management in rice-wheat production systems in Haryana, India and Punjab, Pakistan. **Agricultural Water Management**, Auckland, v. 96, n. 12, p. 1799-1806, 2009.

FALEIRO, J. R.; ABDALLAH, A. B.; KUMAR, J. A.; SHAGAGH, A.; ABDAN, S. A. Sequential sampling plan for area-wide management of *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) in date palm plantations of Saudi Arabia. **International Journal of Tropical Insect Science**, Nairobi, v. 30, n. 3, p. 145-153, 2010.

- FAO. **Rice Market Monitor, no. 3**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations: Trade and Markets Division, v. 15, 2012, 34 p.
- FARIAS, P. M.; SANT'ANA, J.; REDAELLI, L. R.; NIHEI, S. S. Tachinid flies associated with *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 95, n. 1, p. 221-223, 2012.
- FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Amostragem sequencial com base na lei de Taylor para levantamento de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 395-399, 2001a.
- FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 681-689, 2001b.
- FAUTEUX, D.; IMBEAU, L.; DRAPEAU, P.; MAZEROLLE, M. J. Small mammal responses to coarse woody debris distribution at different spatial scales in managed and unmanaged boreal forests. **Forest Ecology and Management**, Victoria, v. 266, n. 0, p. 194-205, 2012.
- FERNANDES, J. A. M.; GRAZIA, J. Revision of the genus *Tibraca* Stål (Heteroptera: Pentatomidae: Pentatominae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, n. 4, p. 1049-1060, 1998.
- FERNANDES, M. G.; SPESSOTO, R. R.; DEGRANDE, P. E.; RODRIGUES, T. R. Sequential sampling of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) and *Frankliniella schultzei* Trybom (Thysanoptera: Thripidae) on cotton crop. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 2, p. 258-263, 2011.
- FERREIRA, C. M.; WANDER, A. E. Mudanças na distribuição geográfica da produção e consumo do arroz no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 11, p. 36-46, 2005.
- FERREIRA, E. **Manual de identificação de pragas do arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998, 110 p.
- FERREIRA, E.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SANTOS, A. B.; NEVES, B. P. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1997, 43 p. (Documentos, 75)
- FORTIN, M.-J.; DALE, M. **Spatial analysis: a guide for ecologists**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, 365 p.
- GOLDEN SOFTWARE INC. **Surfer® User's Guide**. Colorado: Golden Software, Inc., 2002, 664 p.
- GREGO, C. R.; COELHO, R. M.; VIEIRA, S. R. Critérios morfológicos e taxonômicos de Latossolo e Nitossolo validados por propriedades físicas mensuráveis analisadas em parte pela geoestatística. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 337-350, 2011.
- GYENGE, J. E.; TRUMPER, E. V.; EDELSTEIN, J. D. Diseño de planes de muestreo con niveles fijos de precisión del pulgón manchado de la alfalfa, *Therioaphis trifolii* Monell (Homoptera: Aphididae) en alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 729-737, 1999.

- HEINRICH, E. A. **Biology and management of rice insects**. Philippines: Wiley Eastern Ltda., 1994, 792 p.
- HEINRICH, E. A.; MILLER, T. A. **Rice Insects: Management Strategies**. New York: Springer-Verlag, 1991, 347 p.
- HELD, D. W.; POTTER, D. A. Prospects for managing Turfgrass pests with reduced chemical inputs. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 57, n. 1, p. 329-354, 2012.
- HELPER, F.; LOUZADA, J. A. Future water requirements for rice irrigation in the Pardo river basin (Brazil). **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 3, p. 459-475, 2011.
- HIROSE, E.; PANIZZI, A. R.; CATTELAN, A. J. Effect of relative humidity on emergence and on dispersal and regrouping of first instar *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 757-761, 2006.
- IBGE. LSPA: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201112.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201112.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2012.
- IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática. 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1618&z=t&o=1&i=P>>. Acesso em: 15 set. 2012.
- ISAACS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An Introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University, 1989, 561 p.
- JOURNAL, A. G. Nonparametric estimation of spatial distributions. **Journal of the International Association for Mathematical Geology**, Dimitrakopoulos, v. 15, n. 3, p. 445-468, 1983.
- KARIMZADEH, R.; HEJAZI, M. J.; HELALI, H.; IRANIPOUR, S.; MOHAMMADI, S. A. Analysis of the spatio-temporal distribution of *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) by using spatial analysis by distance indices and geostatistics. **Environmental Entomology**, Columbia, v. 40, n. 5, p. 1253-1265, 2011.
- KIM, H.; KIM, S. T.; JUNG, M. P.; LEE, J. H. Spatio-temporal dynamics of *Scotinophara lurida* (Hemiptera: Pentatomidae) in rice fields. **Ecological Research**, Tokyo, v. 22, n. 2, p. 204-213, 2007.
- LAN, G.; GETZIN, S.; WIEGAND, T.; HU, Y.; XIE, G.; ZHU, H.; CAO, M. Spatial distribution and interspecific associations of tree species in a Tropical Seasonal Rain Forest of China. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 7, n. 9, p. e46074, 2012.
- LASMAR, O.; ZANETTI, R.; OS SANTOS, A.; FERNANDES, B. Use of geostatistics to determine the spatial distribution and infestation rate of Leaf-Cutting Ant Nests (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 41, n. 4, p. 324-332, 2012.
- LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 38, n. 1, p. 303-327, 1993.
- LITSINGER, J. A.; BANDONG, J. P.; CANAPI, B. L.; DELA-CRUZ, C. G.; PANTUA, P. C.; ALVIOLA, A. L.; BATAY-AN, E. H. Evaluation of action thresholds for chronic rice insect pests in the Philippines. IV. Stemborers. **International Journal of Pest Management**, Cardiff, v. 52, n. 3, p. 195-207, 2006.

- LITSINGER, J. A.; BANDONG, J. P.; CANAPI, B. L.; DELA CRUZ, C. G.; PANTUA, P. C.; ALVIOLA, A. L.; BATAY-AN, E. H. Evaluation of action thresholds for chronic rice insect pests in the Philippines. I. Less frequently occurring pests and overall assessment. **International Journal of Pest Management**, Cardiff, v. 51, n. 1, p. 45-61, 2005.
- LIU, Y.; CHEN, Y.; CHENG, J. A comparative study of optimization methods and conventional methods for sampling design in fishery-independent surveys. **ICES Journal of Marine Science**, Storebo, v. 66, n. 9, p. 1873-1882, 2009.
- LUIGI, V.; FURLAN, L.; PALMIERI, S.; VETTORAZZO, M.; ZANINI, G.; EDWARDS, C. R.; BURGIO, G. Results of WCR monitoring plans and evaluation of an eradication programme using GIS and Indicator Kriging. **Journal of Applied Entomology**, Goettingen, v. 135, n. 1-2, p. 38-46, 2011.
- MACHADO, R. D. C. D. M. **Voláteis liberados por *Oryza sativa* L. e suas implicações no comportamento quimiotáxico de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) e parasitoides de ovos** 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)– Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- MACHADO, R. D. C. D. M.; GARCIA, F. R. M. Levantamento de pragas e inimigos naturais ocorrentes em lavoura de arroz no município de Cachoeirinha, Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 4, n. 2, p. 57-68, 2010.
- MACIEL, A. A. S.; LEMOS, R. N. S. D.; SOUZA, J. R. D.; COSTA, V. A.; BARRIGOSI, J. A. F.; CHAGAS, E. F. D. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz no Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 616-618, 2007.
- MAPA. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**, 2003. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 14 set. 2012.
- MAPA. **BRASIL: Projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2012, 50 p.
- MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; AVILA, L. A. D.; MACHADO, S. L. D. O.; ZANELLA, R.; PRIMEL, E. G.; MACEDO, V. R. M.; MARCHEZAN, M. G. Resíduos de agrotóxicos na água de rios da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1053-1059, 2010.
- MARIOT, C. H. P.; SILVA, P. R. F. D.; MENEZES, V. G.; TEICHMANN, L. L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de semeadura e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 233-241, 2003.
- MARTINS, J. F. D. S.; BARRIGOSI, J. A. F.; OLIVEIRA, J. V. D.; CUNHA, U. S. D. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009, 40 p. (Documentos, 290)
- MARTINS, J. F. D. S.; BOTTON, M.; CARBONARI, J. J.; QUINTELA, E. D. Eficiência de *Metarhizium anisopliae* no controle do percevejo-do-colmo *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1681-1688, 2004.
- MARTINS, J. F. D. S.; LIMA, M. G. A. D.; BOTTON, M.; CARBONARI, J. J.; QUINTELA, E. D. Efeito de isolados de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e

*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre o percevejo-do-colmo do arroz, *Tibraca limbativentris* Stål. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 277-283, 1997.

MATHERON, G. Principles of geostatistics. **Economic Geology**, Alexandria, v. 58, n. 8, p. 1246-1266, 1963.

MEATS, A.; WHEELER, S. Dispersion, contagion, and population stability of red scale, *Aonidiella aurantii*, in citrus orchards with low or zero insecticide use. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Malden, v. 138, n. 2, p. 146-153, 2011.

MGOICHEKI, N.; ADDISON, P. Spatial distribution of ants (Hymenoptera: Formicidae), vine mealybugs and mealybug parasitoids in vineyards. **Journal of Applied Entomology**, Goettingen, v. 134, n. 4, p. 285-295, 2010.

NAPPO. Phytosanitary Alert System. **Rice stalk stinkbug; Punaise (Fr.); Chinche grande del arroz (Span.); Percevejo da haste (Port.); *Tibraca limbativentris* (Stal)**, 2001. Disponível em:

<<http://www.pestalert.org/viewArchPestAlert.cfm?rid=57&keyword=tibraca>>. Acesso em: 22 set. 12.

NAULT, B. A.; SHELTON, A. M. Impact of insecticide efficacy on developing action thresholds for pest management: a case study of onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on onion. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 103, n. 4, p. 1315-1326, 2010.

NIELSEN, A. L.; HAMILTON, G. C.; SHEARER, P. W. Seasonal phenology and monitoring of the non-native *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean. **Environmental Entomology**, Columbia, v. 40, n. 2, p. 231-238, 2011.

NUSSENBAUM, A. L.; LECUONA, R. E. Selection of *Beauveria bassiana sensu lato* and *Metarhizium anisopliae sensu lato* isolates as microbial control agents against the boll weevil (*Anthonomus grandis*) in Argentina. **Journal of Invertebrate Pathology**, Riverside, v. 110, n. 1, p. 1-7, 2012.

OLSON, D. M.; RUBERSON, J. R.; ANDOW, D. A. Effects on stink bugs of field edges adjacent to woodland. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Zürich, v. 156, n. 1, p. 94-98, 2012.

PANTOJA, A.; DAZA, E.; GARCIA, C.; MEJIA, O. I.; RIDER, D. A. Relative abundance of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in Southwestern Colombia rice fields. **Journal of Entomological Science**, Athens, v. 30, n. 4, p. 463-467, 1995.

PANTOJA, A.; TRIANA, M.; BASTIDAS, H.; GARCIA, C.; MEJIA, O. I.; DUQUE, M. C. Damage by *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) to rice in Southwestern Colombia. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, San Juan, v. 91, n. 1-2, p. 11-18, 2007.

PARAJULEE, M. N.; SHRESTHA, R. B.; LESER, J. F. Sampling methods, dispersion patterns, and fixed precision sequential sampling plans for Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) and Cotton Fleahoppers (Hemiptera: Miridae) in cotton. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 99, n. 2, p. 568-577, 2006.

PAZINI, J. D. B.; BOTTA, R. A.; SILVA, F. F. 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.



- PEDIGO, L. P. Closing the gap between IPM theory and practice. **Journal of Agricultural Entomology**, Midlothian, v. 12, n. 4, p. 171-181, 1995.
- PENG, S.; TANG, Q.; ZOU, Y. Current status and challenges of rice production in China. **Plant Production Science**, Tokyo, v. 12, n. 1, p. 3-8, 2009.
- PEREZ-GELABERT, D. E. **Arthropods of Hispaniola (Dominican Republic and Haiti): A checklist and bibliography**. Auckland, New Zealand: Magnolia Press, 2008, 530 p.
- PEREZ-GELABERT, D. E.; THOMAS, D. B. Stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) of the island of hispaniola, with seven new species from the Dominican Republic. **Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa**, Zaragoza, v. 1, n. 37, p. 319-352, 2005.
- PRANDO, H. F.; KALVELAGE, H.; FERREIRA, R. A. Ciclo de vida de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 335-339, 1993.
- PUINEAN, A. M.; FOSTER, S. P.; OLIPHANT, L.; DENHOLM, I.; FIELD, L. M.; MILLAR, N. S.; WILLIAMSON, M. S.; BASS, C. Amplification of a cytochrome P450 gene is associated with resistance to neonicotinoid insecticides in the aphid *Myzus persicae*. **PLoS Genet.**, San Francisco, v. 6, n. 6, p. e1000999, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pgen.1000999>>. Acesso em: 29 out. 2012.
- RAMPELOTTI, F. T.; FERREIRA, A.; TCACENCO, F. A.; MARTINS, J. F. D. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; PRANDO, H. F. Diversidade genética de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, usando marcadores RAPD. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 20-29, 2008.
- REAY-JONES, F. P. F. Spatial and temporal patterns of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in wheat. **Environmental Entomology**, Columbia, v. 39, n. 3, p. 944-955, 2010.
- REAY-JONES, F. P. F.; GREENE, J. K.; TOEWS, M. D.; REEVES, R. B. Sampling stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) for population estimation and pest management in Southeastern cotton production. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 102, n. 6, p. 2360-2370, 2009.
- REEVES, R. B.; GREENE, J. K.; REAY-JONES, F. P. F.; TOEWS, M. D.; GERARD, P. D. Effects of adjacent habitat on populations of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in cotton as part of a variable agricultural landscape in South Carolina. **Environmental Entomology**, Columbia, v. 39, n. 5, p. 1420-1427, 2010.
- REISIG, D. D.; GODFREY, L. D.; MARCUM, D. B. Spatial dependence, dispersion, and sequential sampling of *Anaphothrips obscurus* (Thysanoptera: Thripidae) in Timothy. **Environmental Entomology**, Columbia, v. 40, n. 3, p. 689-696, 2011.
- REJESUS, R. M.; PALIS, F. G.; LAPITAN, A. V.; CHI, T. T. N.; HOSSAIN, M. The impact of Integrated Pest Management Information dissemination methods on insecticide use and efficiency: evidence from rice producers in South Vietnam. **Applied Economic Perspectives and Policy**, Washington, v. 31, n. 4, p. 814-833, 2009.
- REQUENA, G. S.; NAZARETH, T. M.; SCHWERTNER, C. F.; MACHADO, G. First cases of exclusive paternal care in stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae). **Zoologia**, Curitiba, v. 27, n. 6, p. 1018-1021, 2010.

- RHODES, E. M.; LIBURD, O. E.; GRUNWALD, S. Examining the spatial distribution of flower thrips in Southern Highbush Blueberries by utilizing geostatistical methods. **Environmental Entomology**, Columbia, v. 40, n. 4, p. 893-903, 2011.
- RIFFEL, C. T.; PRANDO, H. F.; BOFF, M. I. C. Primeiro relato de ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera : Scelionidae) como parasitóides de ovos do Percevejo-do-colmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris* Stål (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 447-448, 2010.
- ROLDÁN, M.; SOLER, M. Parental-care parasitism: how do unrelated offspring attain acceptance by foster parents? **Behavioral Ecology**, Crawley, v. 22, n. 4, p. 679-691, 2011.
- SANTOS, R. S. S.; REDAELLI, L. R.; DIEFENBACH, L. M. G.; ROMANOWSKI, H. P.; PRANDO, H. F.; ANTOCHEVIS, R. C. Distribuição espacial de *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) durante a hibernação. **Entomotropica**, Maracay, v. 19, n. 2, p. 91-100, 2004.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT® 9.3 User's Guide**. Cary: SAS Institute Inc., 2011, 8640 p.
- SHAH, T.; UL HASSAN, M.; KHATTAK, M. Z.; BANERJEE, P. S.; SINGH, O. P.; REHMAN, S. U. Is irrigation water free? A reality check in the Indo-Gangetic basin. **World Development**, Montreal, v. 37, n. 2, p. 422-434, 2009.
- SHAHID, S. Impact of climate change on irrigation water demand of dry season Boro rice in northwest Bangladesh. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 105, n. 3, p. 433-453, 2011.
- SHEA, M. M.; DIXON, P. M.; SHARITZ, R. R. Size differences, sex ratio, and spatial distribution of male and female Water Tupelo, *Nyssa aquatica* (Nyssaceae). **American Journal of Botany**, Davis, v. 80, n. 1, p. 26-30, 1993.
- SILVA, C. C. A.; CORDEIRO, D. M.; LAUMANN, R.; MORAES, M. C. B.; BARRIGOSI, J. A. F.; BORGES, M. **Ciclo de vida e metodologia de criação de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Heteroptera: Pentatomidae) para estudos de ecologia química**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento)
- SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. 2nd ed. London: Chapman & Hall, 1978, 524 p.
- SOUZA, J. R.; FERREIRA, E.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CHAGAS, E. F.; MONDEGO, J. M. Avaliação de resistência em cultivares de arroz ao ataque do percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* Stål, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 4, p. 449-454, 2008.
- STÅL, C. Bidrag till Rio Janeiro-Traktens: Hemipter-Fauna. **Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar**, Cambridge, v. 2, n. 7, p. 1-84, 1860.
- TAYLOR, L. R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 29, n. 1, p. 321-357, 1984.
- TENG, P. S.; TORRES, C. Q.; NUQUE, F. L.; CALVERO, S. B. Crop Loss Assessment in Rice. In: IRRI (Ed.). **Current knowledge on crop losses in tropical rice**. Philippines: IRRI, 1990. p. 39-54.

TILLMAN, P. G.; NORTHFIELD, T. D.; MIZELL, R. F.; RIDDLE, T. C. Spatiotemporal patterns and dispersal of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in Peanut-Cotton farmscapes. **Environmental Entomology**, Columbia, v. 38, n. 4, p. 1038-1052, 2009.

TRUJILLO, M. R. **Contribuição ao conhecimento do dano e biologia de *Tibraca limbativentris* Stal 1860 (Hemiptera: Pentatomidae), praga da cultura do arroz**. 1970. 63 f. Dissertação (Mestrado)–Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.

USDA. Agricultural statistics 2011. 2011. Disponível em: <[http://www.nass.usda.gov/Publications/Ag\\_Statistics/2011/index.asp](http://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/2011/index.asp)>. Acesso em: 14 set. 2012.

VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F.; SIQUEIRA, G. M.; DUFRANC, G. Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos relacionados com o estado de agregação de dois latossolos cultivados no sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 185-195, 2011.

VIVAS, C. L. E.; NOTZ, A. Plan de muestreo secuencial de *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) en el cultivo de arroz en Calabozo estado Guárico, Venezuela. **Revista Científica UDO Agrícola**, Maturín, v. 9, n. 4, p. 857-872, 2009.

WANDER, A. E. A competitividade do agronegócio brasileiro de arroz. **Custos Agronegócios On-line**, Recife, v. 2, n. 1, p. 2-15, 2006.

WANG, K.; SHIPP, J. L. Sequential sampling plans for Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumbers. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 94, n. 2, p. 579-585, 2001.

WATERS, E.; HAMILTON, A.; HEPWORTH, G.; KIM, H.; PAK, W.; FURLONG, M. The influence of management practice on the spatial distribution of Lepidopteran pests in Brassica crops in the Democratic People's Republic of Korea: implications for sequential sampling plans. **Population Ecology**, Tokyo, v. 51, n. 4, p. 525-531, 2009.

WRIGHT, R. J.; DEVRIES, T. A.; YOUNG, L. J.; JARVI, K. J.; SEYMOUR, R. C. Geostatistical analysis of the small-scale distribution of European Corn Borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in Whorl stage corn. **Environmental Entomology**, Columbia, v. 31, n. 1, p. 160-167, 2002.

YAMAMURA, K.; ISHIMOTO, M. Optimal sample size for composite sampling with subsampling, when estimating the proportion of pecky rice grains in a field. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics**, New York, v. 14, n. 2, p. 135-153, 2009.

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

ZAKHARENKOVA, T. S.; AVER'YANOV, A. A.; PASECHNIK, T. D.; LAPIKOVA, V. P.; BAKER, C. J. Surface contact of cucumber or rice leaves with water can suppress their fungal diseases. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, East Lansing, v. 79, n. 0, p. 13-20, 2012.

## ANEXOS

**Anexo A.** Mapa de distribuição de *Tibraca limbativentris* Stål, segundo categorização da EPPO Global Database, acessado em 22 de setembro de 2012, disponível em: <<http://gd3.eppo.int/organism.php/TIBRLI/map>>.



**Anexo B.** Determinação do melhor modelo de semivariograma teórico ajustado às semivariâncias experimentais de amostragens da distribuição de adultos e ninfas de *T. limbativentris* em arroz irrigado, Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, TO, Brasil (2008, 2010 e 2011).

Campo	Fase de desenvolvimento	Modelo	WSSE	AIC	Classe <sup>a</sup>	Nota
A	Adulto	Exp	1071,90	239,04	A	Modelo questionável
	Adulto	Gau	-	-	B	Falha no estado de convergência
	Adulto	Pow	1047,30	236,79	A *	-
	Adulto	Sph	1071,90	239,04	A	Modelo questionável
	Ninfa	Exp	522,89	169,41	C	-
	Ninfa	Gau	523,71	169,56	C	-
	Ninfa	Pow	521,65	169,18	B	-
	Ninfa	Sph	520,30	168,93	A *	-
B	Adulto	Exp	5162,80	394,50	B	-
	Adulto	Gau	5162,80	394,50	B	-
	Adulto	Pow	5162,80	394,50	B	-
	Adulto	Sph	5016,80	391,69	A *	-
	Ninfa	Exp	3094,20	344,33	B	-
	Ninfa	Gau	3094,20	344,33	B	-
	Ninfa	Pow	3094,10	344,33	B	-
	Ninfa	Sph	3061,30	343,28	A *	-
C	Adulto	Exp	1482,90	275,66	A	-
	Adulto	Gau	1482,60	275,64	A *	-
	Adulto	Pow	1482,60	275,64	A	-
	Adulto	Sph	1483,40	275,70	A	-
	Ninfa	Exp	1760,90	292,84	B	-
	Ninfa	Gau	1760,90	292,84	B	-
	Ninfa	Pow	1760,90	292,84	A *	-
	Ninfa	Sph	1760,90	292,84	B	-
D	Adulto	Exp	1280,80	256,31	A	Modelo questionável
	Adulto	Gau	1261,30	254,83	A *	Modelo questionável
	Adulto	Pow	1266,30	255,21	A	-
	Adulto	Sph	1303,60	258,02	A	-
	Ninfa	Exp	585,20	180,33	A	-
	Ninfa	Gau	585,20	180,33	A	-
	Ninfa	Pow	585,19	180,33	A *	-
	Ninfa	Sph	585,20	180,33	A	-
E	Adulto	Exp	771,25	204,94	B	-
	Adulto	Gau	771,25	204,94	B	-
	Adulto	Pow	771,26	204,94	B	-
	Adulto	Sph	768,03	204,54	A *	-
	Ninfa	Exp	5735,40	395,55	A	Modelo questionável
	Ninfa	Gau	5735,40	395,55	C	Modelo questionável
	Ninfa	Pow	5735,40	395,55	B	Modelo questionável
	Ninfa	Sph	5735,40	395,55	A *	Modelo questionável

**Continua...**

## Anexo B continuação.

Campo	Fase de desenvolvimento	Modelo	WSSE	AIC	Classe <sup>a</sup>	Nota
F	Adulto	Exp	1601,60	277,99	B	-
	Adulto	Gau	1601,60	277,99	B	-
	Adulto	Pow	1601,60	277,99	A *	-
	Adulto	Sph	1601,60	277,99	B	-
	Ninfa	Exp	3212,10	345,50	A *	-
	Ninfa	Gau	3212,10	345,50	A	-
	Ninfa	Pow	3212,10	345,50	A	-
	Ninfa	Sph	3212,10	345,50	A	-
G	Adulto	Exp	1036,90	237,18	A	-
	Adulto	Gau	1036,90	237,18	A	-
	Adulto	Pow	1036,90	237,18	A *	-
	Adulto	Sph	1036,90	237,18	A	-
	Ninfa	Exp	1912,00	297,15	B	-
	Ninfa	Gau	1912,00	297,15	B	-
	Ninfa	Pow	1912,00	297,15	A *	-
	Ninfa	Sph	1912,00	297,15	B	-
H	Adulto	Exp	2744,50	330,23	A	-
	Adulto	Gau	2746,30	330,30	A	-
	Adulto	Pow	2743,90	330,21	A *	-
	Adulto	Sph	2755,40	330,62	A	-
	Ninfa	Exp	1310,10	258,50	B	-
	Ninfa	Gau	1310,10	258,50	B	-
	Ninfa	Pow	1309,80	258,48	A *	-
	Ninfa	Sph	1310,10	258,50	B	-
I	Adulto	Exp	3913,20	370,02	A	-
	Adulto	Gau	3913,20	370,02	A	-
	Adulto	Pow	3913,20	370,02	A *	-
	Adulto	Sph	3913,20	370,02	A	-
	Ninfa	Exp	597,13	183,90	B	-
	Ninfa	Gau	597,65	183,99	C	-
	Ninfa	Pow	593,08	183,23	A *	-
	Ninfa	Sph	598,92	184,20	D	-
J	Adulto	Exp	1493,00	269,44	C	-
	Adulto	Gau	1493,80	269,49	D	-
	Adulto	Pow	1484,90	268,92	B	-
	Adulto	Sph	1477,10	268,42	A *	-
	Ninfa	Exp	1624,00	277,52	C	-
	Ninfa	Gau	1610,20	276,70	A	-
	Ninfa	Pow	1620,20	277,29	B	-
	Ninfa	Sph	1608,10	276,57	A *	-
K	Adulto	Exp	2799,30	332,16	D	-
	Adulto	Gau	2790,90	331,86	B	-
	Adulto	Pow	2791,80	331,89	C	-
	Adulto	Sph	2789,20	331,81	A *	-

Continua...

## Anexo B continuação.

Campo	Fase de desenvolvimento	Modelo	WSSE	AIC	Classe <sup>a</sup>	Nota
K	Ninfa	Exp	2942,00	336,98	A	-
	Ninfa	Gau	2942,00	336,98	A	-
	Ninfa	Pow	2942,00	336,98	A *	-
	Ninfa	Sph	2942,00	336,98	A	-
L	Adulto	Exp	1250,00	255,50	D	-
	Adulto	Gau	1240,00	254,71	B	-
	Adulto	Pow	1248,70	255,40	C	-
	Adulto	Sph	1236,30	254,42	A *	-
	Ninfa	Exp	1498,40	273,27	B	-
	Ninfa	Gau	1486,30	272,47	A *	-
	Ninfa	Pow	1508,30	273,91	C	-
	Ninfa	Sph	1486,40	272,48	A	-
M	Adulto	Exp	551,05	174,50	B	-
	Adulto	Gau	550,69	174,44	B	-
	Adulto	Pow	549,84	174,29	A *	-
	Adulto	Sph	550,53	174,41	B	-
	Ninfa	Exp	1671,60	282,14	A	-
	Ninfa	Gau	1653,10	281,06	A *	Modelo questionável
	Ninfa	Pow	1658,00	281,35	A	-
	Ninfa	Sph	1674,50	282,31	A	-
N	Adulto	Exp	1470,70	268,00	C	-
	Adulto	Gau	1454,20	266,91	B	-
	Adulto	Pow	1481,00	268,67	D	-
	Adulto	Sph	1452,60	266,81	A *	-
	Ninfa	Exp	813,27	211,12	A	-
	Ninfa	Gau	813,27	211,12	A	-
	Ninfa	Pow	813,27	211,12	A	-
	Ninfa	Sph	812,84	211,07	A *	-
O	Adulto	Exp	748,31	203,13	B	-
	Adulto	Gau	748,65	203,18	C	-
	Adulto	Pow	750,27	203,38	D	-
	Adulto	Sph	745,73	202,80	A *	-
	Ninfa	Exp	1843,80	289,70	D	-
	Ninfa	Gau	1826,40	288,79	B	-
	Ninfa	Pow	1838,50	289,43	C	-
	Ninfa	Sph	1823,30	288,63	A *	-

Exp - Exponential; Gau - Gaussian; Pow - Power; Sph – Spherical; WSSE - soma dos quadrados do erro;

<sup>a</sup> Modelos com mesma letra dentro do mesmo campo e estágio de desenvolvimento apresentam idênticos padrões de semivariogramas;

\* Modelo de semivariograma com melhor ajuste.