

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM SEQUENCIAL
DE *Cosmopolites sordidus* (GERMAR) NA CULTURA DA
BANANEIRA**

Walter Maldonado Junior
Engenheiro Agrônomo

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM SEQUENCIAL
DE *Cosmopolites sordidus* (GERMAR) NA CULTURA DA
BANANEIRA**

Walter Maldonado Junior

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa

Coorientador: Prof. Dr. Ronaldo Pavarini

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)**

2013

Maldonado Jr, Walter
M244d Distribuição espacial e amostragem sequencial de *Cosmopolites sordidus* na cultura da bananeira / Walter Maldonado Junior – –
Jaboticabal, 2013
v, 53 f. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

Orientador: José Carlos Barbosa

Banca examinadora: José Carlos Barbosa, Wilson Itamar

Maruyama, Renata Aparecida de Andrade

Bibliografia

1. Gorgulho da bananeira. 2. Agregação. 3. Amostragem.
4. Manejo integrado de pragas. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.773:519.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.
E-mail: walter@ra.com.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE *Cosmopolites sordidus* (GERMAR) NA CULTURA DA BANANEIRA

AUTOR: WALTER MALDONADO JÚNIOR

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSE CARLOS BARBOSA

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. RONALDO PAVARINI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOSE CARLOS BARBOSA

Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. RENATA APARECIDA DE ANDRADE

Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. WILSON ITAMAR MARUYAMA

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul / Cassilândia/MS

Data da realização: 25 de fevereiro de 2013.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Walter Maldonado Junior, nascido em nove de agosto de 1987, na cidade de Bebedouro-SP, Brasil. Concluiu o curso de graduação em agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (UNESP) no ano de 2010. Em fase de conclusão de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), desempenha função de estagiário no Departamento de Ciência Exatas dessa mesma instituição prestando assessoria na área de estatística, experimentação agrônômica e ciência da computação aplicada à Agronomia. Atualmente ocupa cargo administrativo como presidente da Associação de Pós-graduandos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal.

*“Para os crentes, Deus está no princípio das coisas. Para os cientistas, no final de
toda reflexão”*

Max Planck

DEDICO

Aos meus pais Walter e Eunice e à minha noiva Ana Paula

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Criador, pela oportunidade de conhecer e desfrutar das maravilhas da Sua Grande Obra.

Aos meus pais Walter e Eunice pelo amor, apoio e compreensão incondicionais.

À minha noiva Ana Paula pelo amor, apoio, carinho, compreensão e esforço por nossos objetivos em comum.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pela orientação, não só neste trabalho mas também no constante aprendizado que me proporciona.

Ao Prof. Dr. Ronaldo Pavarini, pela coorientação e pela disponibilização dos dados utilizados neste estudo.

Ao companheiro Gilberto Rostirolla Batista de Souza pelas sugestões propostas.

E à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado utilizada no desenvolvimento deste projeto.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A cultura da bananeira.....	3
2.1.1. Classificação e nomenclatura	3
2.1.2. Origem	3
2.1.3. Morfologia e crescimento	4
2.1.4. A variedade 'Nanica'	5
2.1.5. Sistemas de produção de banana.....	6
2.2. <i>Cosmopolites sordidus</i>	7
2.2.1. Classificação	7
2.2.2. Distribuição geográfica.....	8
2.2.3. Biologia e comportamento.....	8
2.2.4. Danos causados.....	9
2.2.5. Amostragem.....	10
2.2.6. Níveis de ação	11
2.2.7. Controle.....	12
2.3. Distribuições espaciais	13
2.4. Métodos de amostragem	14
2.5. Amostragem Sequencial.....	14
2.5.1. A classificação em dois níveis.....	15
2.5.2. Teste sequencial de razão de verossimilhança (TSRV).....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Razão variância/média (I)	19
3.2. Índice de Morisita (I_{δ})	19
3.3. Coeficiente de Green (C_x).....	20
3.4. λ_2 da distribuição Neyman tipo A	21
3.5. Expoente k da distribuição binomial negativa	21
3.5.1. Estimativa de k pelo método dos momentos.....	21

3.5.2. Estimativa de k pelo método da máxima verossimilhança.....	22
3.5.3. Estimativa de um k comum a uma série de amostras pelo método da regressão ponderada.....	22
3.5.4. Teste de homogeneidade para o valor de k_c	24
3.6. Distribuições teóricas de frequência.....	24
3.6.1. Distribuição de Poisson	24
3.6.2. Distribuição binomial negativa	25
3.6.3. Distribuição Neyman tipo A.....	25
3.7. Teste qui-quadrado de aderência.....	26
3.8. Amostragem sequencial	27
3.8.1. Curva característica de operação	28
3.8.2. Tamanho médio esperado para a amostra	29
3.9. Arredondamento dos limites para tomada decisão	30
3.10. Truncamento do teste	30
3.11. Validação do plano por simulações.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Índices de agregação	33
4.2. Ajuste dos dados às distribuições de probabilidade.....	34
4.3. Distribuição espacial de <i>Cosmopolites sordidus</i>	34
4.3.1. Estimativa do parâmetro k comum às amostras	37
4.4. Amostragem sequencial de <i>Cosmopolites sordidus</i>	37
4.5. Validação do plano de amostragem	42
5. CONCLUSÃO	47
6. REFERÊNCIAS	49
APÊNDICES	61
APÊNDICE A	63
APÊNDICE B	103

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DE *Cosmopolites sordidus* (GERMAR) NA CULTURA DA BANANEIRA

RESUMO - O gorgulho da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) é considerado uma praga de grande importância em várias regiões produtoras de banana no mundo. O inseto se encontra no solo e ataca o rizoma e a base do pseudocaule da planta, sendo disseminado principalmente por plantio de material infestado. O dano é causado pelas larvas que abrem galerias nas estruturas atacadas da planta e prejudicam a absorção de água e nutrientes, assim como abrem portas de entrada para patógenos. O objetivo deste estudo foi definir qual o tipo de distribuição espacial de *C. sordidus* na cultura da bananeira, qual o modelo de distribuição de probabilidades que melhor representa seu comportamento no campo e construir um plano de amostragem sequencial para a praga. Os levantamentos amostrais foram realizados no período de 2005 a 2008, numa área comercial de plantio de bananeira 'nanica' localizado na região do Vale do Ribeira, sul do estado de São Paulo, Brasil. Para a quantificação dos insetos distribuiu-se nesta área um total de 80 iscas, com avaliações quinzenais. Os valores dos índices de agregação indicaram uma agregação moderada da praga na cultura, com o parâmetro k comum as amostras de 3,2863. O melhor modelo para predição do seu comportamento é a distribuição binomial negativa. Foi construído e validado através de simulações um plano de amostragem sequencial para a praga e o número armadilhas suficiente para a tomada de decisão sobre seu controle é de 30 unidades. **Palavras-chave:** gorgulho da bananeira, agregação, manejo integrado de pragas

SPATIAL DISTRIBUTION AND SEQUENTIAL SAMPLING OF *Cosmopolites sordidus* (GERMAR) IN BANANA FIELDS

ABSTRACT - The banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) is considered a major pest in many banana-producing regions in the world. The insect is found in soil and attacks the base of the pseudostem and rhizome of the plant, being spread mainly by infested planting material. The damage is caused by the larvae, which open galleries in the attacked structures and affect the nutrient and water uptake as well as increase the susceptibility to pathogens. The aim of this study was to define the type of spatial distribution of *C. sordidus* in banana plantations, what probability distribution model that best represents its behavior in the field and elaborate a sequential sampling plan for the pest. The sampling surveys were conducted from 2005 to 2008, in a commercial 'Dwarf Cavendish' banana plantation in the municipality of Juquiá, located in the Vale do Ribeira region, southern São Paulo state, Brazil. To quantify insects, 80 traps were distributed in this area, with biweekly inspections. The values of aggregation indices indicated a moderate aggregation, with common k parameter of negative binomial distribution equal to 3.2863. The best model for predicting its behavior is the negative binomial distribution. It was built and validated through simulations a sequential sampling plan and a number of 30 traps was found enough to decision making.

Keywords: banana weevil, aggregation, integrated pest management

1. INTRODUÇÃO

A banana é o quarto produto alimentar mais produzido no planeta, precedido pelo trigo, arroz e açúcar. A cultura apresentou, nas três últimas décadas, aumento significativo (171%) no volume mundial produzido. De uma produção de 62,3 milhões de toneladas na safra 1997/98 passou para 106,5 milhões de toneladas na safra 2011/12. (FAO, 2013). Em muitos países é a principal fonte de arrecadação e geradora de emprego e renda para uma parte expressiva da população (EPAGRI, 2009)

No Brasil, a produção anual de banana ultrapassa 7,3 milhões de toneladas, o que coloca o país como o de quinta maior produção mundial e o terceiro em área total plantada com a cultura. A banana é um produto de forte aceitação e grande consumo entre os brasileiros, sendo que, em 2009 o consumo nacional de banana alcançou 29,1 kg/habitante/ano, superando todas as outras frutas, exceto a laranja, com consumo de 42,9 kg/habitante/ano (FAO, 2013).

Nesse contexto enquadra-se o gorgulho da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae), que é a principal praga da cultura, influenciando de maneira significativa na sua produção, ocasionando importantes danos e prejuízos aos produtores (GOLD; PEÑA; KARAMURA, 2003). A espécie não tem local de origem apontado com segurança (HASYIM; GOLD, 1999) e é considerado uma praga de grande importância em várias regiões produtoras de banana no mundo (GOLD; PEÑA; KARAMURA, 2001), tanto naquelas destinadas à produção de bananas para sobremesa quanto para cozinhar (SIKORA et al., 1989). As perdas na produtividade causadas pela infestação do inseto podem chegar a até 100% (GOLD et al., 2004a; KOPPENHOFER; SESHU-REDDY; SIKORA, 1994). No Brasil, essa praga foi observada no Rio de Janeiro em 1915 (LIMA, 1956) e está disseminada em todos os estados brasileiros (SILVA et al., 1968).

Visando conhecer melhor o inseto e melhorar as estratégias relacionadas com o seu manejo, objetivo deste estudo foi definir o tipo de distribuição espacial de *C. sordidus*, qual o modelo de distribuição de probabilidades que melhor representa seu comportamento e construir um plano de amostragem sequencial para tomada de decisão sobre o controle da praga.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da bananeira

2.1.1. Classificação e nomenclatura

A banana pertence à ordem Zingiberales e à família Musaceae (JONES, 2000), que compreende os gêneros *Musa* e *Ensete*. Existe controvérsia a respeito da origem dessa nomenclatura, desde a afirmação de que os árabes antigos a conheciam e ela foi citada no Alcorão com nome de “Árvore do Paraíso” (SIMMONDS, 1959) até a descrição de Valmayor et al. (1991), afirmando que tal nomenclatura foi definida em homenagem a Antonius Musa, médico de Octavius Augustus, primeiro imperador de Roma. As bananas comestíveis conhecidas são plantas diploides, triploides ou tetraploides, originadas de duas espécies diploides, *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla (SIMMONDS, 1959).

2.1.2. Origem

Acredita-se que a espécie *M. acuminata* (genoma AA) originou-se no sudeste da Ásia e a espécie *M. balbisiana* (genoma BB) no subcontinente indiano (DALE, 1999). Da Ásia, a planta foi introduzida no Oriente Média e África. Assume-se que os comerciantes árabes são os responsáveis pela disseminação da planta na África, espalhando-se, após, por todo o continente (REYNOLDS, 1927). Com a expansão do comércio mundial, várias outras introduções ocorreram partindo da Índia e da Ásia. Os portugueses e espanhóis contribuíram para o estágio final de disseminação da planta, quando foram levadas para as Américas (SIMMONDS, 1959). Hoje em dia, as bananas comestíveis são cultivadas em diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo, incluindo a Ásia, África, América do Sul e Central, Caribe e Oceania (DALE, 1999 apud NEL, 2004).

2.1.3. Morfologia e crescimento

A banana é uma planta monocotiledônea, herbácea e perene (ROBINSON, 1996; WARDLAW, 1961). Apresenta rizoma com crescimento simpodial, no qual existem várias gemas. Quando a gema apical cessa sua atividade, ela é substituída por outra gema que iniciará o crescimento de um novo colmo (PRICE, 1995a; SIMMONDS, 1959). Essas plantas apresentam a característica importante de formar touceiras, desenvolvendo simultaneamente sistema radicular e pseudocaule (SIMMONDS, 1959 apud GRAAF, 2006).

O tamanho do rizoma é variável de acordo com o tamanho da planta, variando de 15 a 25cm, dependendo da variedade. Internamente, é possível se identificar duas regiões principais: um cilindro central formado por parênquima amilífero, rodeado por um córtex com 1 a 3 cm de espessura. A porção apical do rizoma contém os tecidos meristemáticos que darão origem ao sistema vascular, à parte aérea e ao próprio rizoma e cilindro central (SKUTCH, 1932).

Originando-se do rizoma tem-se o eixo radicular, com ramificações laterais primárias e secundárias, caracterizando a raiz da bananeira. Esse sistema radicular é por definição adventício, com as raízes se originando da superfície do cilindro central do rizoma (SKUTCH, 1932). Um rizoma de uma planta saudável pode produzir de 200 a 500 raízes (ROBIN; CHAMPION, 1962; SUMMERVILLE, 1944), que se estendem lateralmente à planta a até 5m de distância do pseudocaule e verticalmente atingem uma profundidade de até 75cm (FAWCETT, 1913). Na maioria dos casos, as raízes se concentram a 60cm de raio do pseudocaule e a 40cm de profundidade no solo (GOUSSELAND; 1983, PRICE, 1995a; ROBINSON, 1996).

Quanto a parte aérea da planta, o pseudocaule consiste de bainhas foliares compactadas, que crescem diretamente do topo do rizoma e dão suporte ao caule aéreo e a inflorescência, ligada a este. As bainhas foliares são circulares, no início completamente rodeando o caule aéreo e, ao longo de seu comprimento, as margens livres das bainhas tendem a separar-se pelo crescimento de novas folhas juntamente ao pseudocaule (PRICE, 1995b; PURSEGLOVE, 1975; STOVER; SIMMONDS, 1987). Antes de desenrolarem-se, as folhas são quase verticais e, com o seu

desenvolvimento, à medida que desenrolam vão ficando mais horizontais e tendem a queda com o envelhecimento (KARAMURA; KARAMURA, 1995).

Em regiões tropicais e de baixa altitude, a iniciação floral ocorre após a emissão de 30 a 40 folhas. Ela ocorre no ápice do caule (rizoma), com um alongamento do caule em direção ao centro de pseudocaule (PRICE, 1995a). Esse caule verdadeiro aéreo (sustentado pelo pseudocaule) carrega em seu ápice a inflorescência e mantém as últimas folhas, importantes para o enchimento do cacho (STOVER; SIMMONDS, 1987). O alongamento do caule verdadeiro empurra a inflorescência através do centro do pseudocaule até ela ser lançada para fora de sua extensão (KARAMURA; KARAMURA, 1995).

Ao emergir, a inflorescência tem comportamento de crescimento ereto, porém rapidamente se curva para o solo devido ao seu peso, crescimento continuado do caule verdadeiro e efeitos geotrópicos. As flores se arranjam em agrupamentos nodais com uma bráctea protetora abaixo (ROBINSON, 1996). Os nós proximais sustentam as flores femininas, que irão se desenvolver em frutos comestíveis, e os nós distais contém flores masculinas que permanecem fortemente envolvidas em brácteas (ROBINSON, 1966; SIMMONDS, 1976). Os nós que se localizam entre os masculinos e femininos contém flores hermafroditas (ROBINSON, 1966 apud GRAAF, 2006).

2.1.4. A variedade ‘Nanica’

As bananas são divididas em duas principais categorias: bananas para cozinhar e bananas para sobremesa (JONES, 2000), também conhecidas no Brasil como plátanos. As bananas para cozinhar precisam ser fritas, assadas, fervidas ou grelhadas antes do consumo. Já as bananas para sobremesa servem para ser consumidas *in natura*, sem nenhum procedimento de cozimento prévio.

No grupo das bananas para sobremesa, pode-se citar o subgrupo ‘Cavendish’, o mais comum na produção desse tipo de produto, compreendendo 47% da produção total de banana no mundo (ARIAS et al., 2003). É formado por um conjunto de variedades muito suscetíveis a mutações, cujos frutos são delgados, longos e encurvados, além de apresentarem paladar muito doce quando maduros. O subgrupo

originou-se por mutação da cultivar 'Pisang Masak Hijau' ou 'Lactan' (HADDAD; BORGES, 1974; SIMMONDS, 1954).

Dentro do subgrupo 'Cavendish', uma das variações mais importantes está relacionada com o porte das plantas. Dessa maneira, a variedade 'Nanica' ou 'Dwarf Cavendish' é classificada como planta de porte muito baixo (SHEPHERD, 1984). Também é conhecida como 'Pineo Enano' (Venezuela), 'Pigmeo' (Colômbia), 'Banana-d'água', 'Caturra' e 'Nanica' (Brasil), 'Governo' (Trinidad e Tobago), 'Figue Chinoise' (Haiti), 'Guineo Enano' (Porto Rico), 'Chino' (Jamaica), e 'Dwarf Cavendish' (Austrália) (SILVA, 2000).

2.1.5. Sistemas de produção de banana

A produção de bananas pode ser dividida em dois sistemas básicos: variedades do subgrupo 'Cavendish' produzidas para venda em regiões tropicais e subtropicais e todas as outras variedades de bananas para sobremesa, plátanos e bananas para cozinhar, produzidas principalmente para consumo local (PRICE, 1995b; STOVER; SIMMONDS, 1987). O primeiro é muito comum na América Latina e Ásia (ainda que os plátanos são importantes no comércio local americano e do Caribe), enquanto que o segundo é mais comum na África (ARIAS et al., 2003; SESHU REDDY; GOLD; NGODE, 1999). Existem diferenças drásticas entre os dois sistemas. Nos sistemas comerciais, bananas são produzidas para exportação ou mercado local e a produção inclui o uso de pesticidas, cultura de tecidos, adubação balanceada, seleção de perfilhos, *mulching*, controle de plantas daninhas, casas de vegetação, escoramento dos cachos e cobertura dos cachos. Já no sistema de produção em pequena escala, as plantas são propagadas através de perfilhos, o solo é fertilizado com resíduos animais e vegetais, é utilizado trabalho familiar e muitas das áreas exploradas são fundos de quintal (ROBINSON, 1996; STOVER; SIMMONDS, 1987). As plantas são cultivadas em aglomerados e os tratos culturais se resumem a *mulching*, escoramento e colheita (ROBINSON, 1996), apesar do controle de plantas daninhas, remoção de perfilhos e de folhas também ser praticado (GRAAF, 2006).

No Brasil, a banana é uma cultura desenvolvida por pequenos, médios e grandes produtores, mas tem a predominância dos pequenos. Em Santa Catarina, por

exemplo, é uma atividade tipicamente familiar. São cerca de 6.000 produtores cultivando uma área de 31.931 hectares (EPAGRI, 2009). Pino (2006) mostrou que, a exemplo de Santa Catarina, os produtores de São Paulo também são caracterizados como pequenos ou médios e com baixo nível de organização. Em 1995/1996, 53,5% das áreas de bananal tinham entre 5 e 50 ha. Embora apenas 6% das áreas de bananal fossem menores que dois hectares, eram ocupadas por grande número de produtores – mais de 3.000 – frente a um universo de 8.000 produtores. O censo do IBGE (2006) mostra que a maior parte dos produtores de banana possui área de cultivo inferior a 20 hectares (99%). Embora o censo não indique diretamente, é possível inferir que este universo (abaixo de 20 ha) é essencialmente de agricultores familiares, o que deixa claro que, no Brasil, a bananicultura de pequena escala é predominante, envolvendo pequenos e médios produtores.

2.2. *Cosmopolites sordidus*

2.2.1. Classificação

O gorgulho da bananeira *C. sordidus* pertence a ordem Coleoptera, superfamília Curculinoidea e família Curculionidae (ZIMMERMAN, 1968a), a maior família de animais do mundo, com mais de 45 mil espécies descritas (OBERPRIELER; LOUW, 1985; PICKER; GRIFFITHS; WEAVING, 2002). Essa família apresenta comportamento cosmopolita, caracterizada por uma cabeça globular projetada em um rostro. Tradicionalmente, curculionídeos são divididos nas tribos Adelognata e Phanerognata, baseado na visibilidade ventral do rostro, sendo esta segunda que abrange o gorgulho da bananeira, devido ao seu “bico longo” (OBERPRIELER; LOUW, 1985 apud GRAAF, 2006).

Esse inseto foi classificado pela primeira vez em 1824 como *Calandra sordida* Germar (ZIMMERMAN, 1986b) e teve seu nome alterado para *C. sordidus* por Chevrolat em 1885 e mantém-se com esse nome até hoje.

2.2.2. Distribuição geográfica

Seu local de origem ainda é incerto (HASYIM; GOLD, 1999), porém atualmente é encontrado no sudeste da Ásia, Austrália (oriental e ocidental), nas ilhas dos oceanos Pacífico, Índico, no sul da África, do sul dos Estados Unidos até o sul do Brasil, incluindo o Caribe (BELLIS et al., 2004; CASTRILLON, 1991; GETTMAN et al., 1992; PLOETZ et al., 1992; ROBINSON, 1996; SIMMONDS, 1966; apud GRAAF, 2006). De acordo com Gold e Messiaen (2000), o inseto ocorre em todas as áreas de cultivo de bananas e plátanos tropicais e subtropicais.

2.2.3. Biologia e comportamento

As fêmeas ovipositam singularmente, sendo que os ovos são alongados, ovais e brancos (FRANZMANN, 1972; FROGATT, 1925; SIMMONDS, 1966) em pequenas fendas mastigadas no tecido da planta, seladas com seiva contendo látex e tecido necrótico (BECCARI, 1967). Normalmente a oviposição ocorre na superfície do solo (FRANZMANN, 1972) ao redor do rizoma e da base do pseudocaule (ABERA et al., 1999). A taxa de oviposição é de 0,5 – 4 ovos por fêmea por semana (ABERA, 1997; GOLD et al., 2001) e o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto é de aproximadamente 6 a 8 semanas (GOLD; NEMEYE; COE, 1999a).

Quando emergem, as larvas são desprovidas de pernas e abrem túneis circulares e cheios de detritos no rizoma, chegando a um diâmetro de 8 mm (FRANZMANN, 1972). A larva apresenta polimorfismo em seu desenvolvimento e passa por cinco a oito instares (GOLD; NEMEYE; COE, 1999; MESQUITA; ALVES; CALDAS, 1984; TRAORE et al., 1996), atingindo aproximadamente 10-20 mm de comprimento (DE JAGER, 1993; TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992). A pupa se desenvolve em uma câmara no rizoma perifericamente (FRANZMANN 1972) e, quando eclode, produz um adulto marrom-avermelhado, que posteriormente evolui para uma cor preto-escura (PINESE; ELDER, 2004). O adulto recém eclodido passa seu estágio jovem dentro do rizoma ou pseudocaule (GOLD et al., 1999a). O acasalamento ocorre geralmente durante a noite (DELATTRE, 1980) e somente fêmeas fecundadas produzem ovos coronados (TREVERROW; BEDDING, 1993). Os

gorgulhos também se reproduzem em restos de pseudocauls (especialmente caules verdadeiros) porém têm preferência pelos rizomas (TREVERROW; MADDUX, 1993 apud GRAAF, 2006).

Os adultos medem de 10 a 15 mm (GOLD; MESSIAEN, 2000), se encontram no solo e frequentemente se localizam em torno do rizoma ou associados a restos culturais (GOLD et al., 2004b), apresentam asas funcionais, embora seu voo seja incomum, sendo assim de comportamento relativamente sedentário (GOLD et al., 1999b; SIMMONDS, 1966). O tempo de vida do adulto de *C. sordidus* varia de 1 (FROGGATT, 1925) a 4 anos (RUKAZAMBUGA; GOLD; GOWEN, 1998). Esse tempo de vida geralmente é reduzido, em condições de campo, por predação (ABERA; GOLD; VAN DRIESCHE, 2008). Além disso, sua gama de hospedeiros restrita e seu baixo potencial reprodutivo (CUILLÉ, 1950) limitam sua capacidade de dispersão. Ele sobrevive sem se alimentar por 4 a 17 meses em solo úmido (FRANZMANN, 1972; TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992; VISWANATH, 1977). Em substrato seco, o inseto morre dentro de um período de 3 a 10 dias (GOLD et al., 1999b; VISWANATH, 1977).

Em áreas com a cultura implantada, o gorgulho da bananeira se distribui desigualmente (TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992), se desloca normalmente menos que 10m por mês (GOLD et al., 1998b) e somente uma pequena proporção se move mais que 25m em seis meses (GOLD; MESSIAEN, 2000). Existem relatos de que a capacidade de movimentação do inseto pode chegar a 35 m em 3 dias e 60 m em 5 meses (GOLD et al., 2001). É conhecido também um feromônio de agregação emitido pelos machos do inseto, responsável pela atração tanto de machos quanto de fêmeas (BUDENBERG; NDIEGE; KARAGO, 1993). Dessa maneira, é amplamente sabido que novas infestações dessa praga se devem principalmente por plantio de material infestado (GOLD et al., 2001).

2.2.4. Danos causados

Os sintomas morfológicos e fisiológicos das plantas infestadas incluem a redução do vigor, clorose foliar (FRANZMANN, 1972), choque do cacho com o pseudocaul (PINESE; ELDER, 2004), redução do vigor dos perfilhos

(RUKAZABUGA, 1996) e uma diferente proporção de brotações (GOLD et al., 1998a). Os sintomas são similares e podem ser confundidos com infestação por nematoides (BUJULU; URONU; CUMMING, 1983; SMITH, 1995; WILLERS et al., 2001). Os adultos do inseto podem se alimentar de tecidos da planta ou de restos culturais, mas os danos causados são insignificantes (FRANZMANN 1972; TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992).

O túnel aberto pela larva no rizoma, ou até no pseudocaule, interfere no desenvolvimento radicular (TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992), na nutrição da planta (CHAVARRIA-CARVAJAL; IRIZARRY, 1997) e no transporte de água (COLLINS; TREVERROW; LAMBKIN, 1991), resultando em nanismo, maturação atrasada (GOLD et al., 1998a), redução no tamanho do fruto e peso do cacho e até rachadura ou tombamento da planta (BATCHELDER, 1954; FRANZMANN, 1972; KOPPENHOFER, 1993; RUKAZAMBUGA, 1996). O dano no interior do colmo pode afetar o transporte de nutrientes e o crescimento da planta (TAYLOR, 1991), enquanto que o dano periférico pode afetar o desenvolvimento radicular (GOLD et al., 1994).

Os danos causados à cultura variam dependendo a variedade da bananeira, podendo ser agrupadas em três grupos quanto ao grau de suscetibilidade a praga: alta, incluindo variedades pertencentes aos grupos genéticos predominantes no leste africano (*Musa* spp. AAA) e plátanos (*Musa* spp. AAB), assim como seus híbridos (AAB x AA); média suscetibilidade, incluindo variedades como Kabula, Bagandeseza e Ediiria, também importantes nas regiões do leste africano e; baixa suscetibilidade (ou alta resistência), composta por variedades como Yangambi-Km5 (AAA), Gros Michel (AAA), Kayinja (AAB, subgrupo Pisang Awak), Ndiizi (AB, subgrupo Ney Poovan), Kisubi (subgrupo Ney Poovan) e Cavendish (AAA), grupo no qual se encontra a variedade 'Nanica', de grande importância no Brasil (KIGGUNDU et al., 2003).

2.2.5. Amostragem

As amostragens de *C. sordidus* podem ser realizadas com base em contagens do número de adultos, através do uso de armadilhas feitas com o pseudocaule ou rizoma da própria cultura (STOVER; SIMMONDS, 1987). Dentre os tipos de armadilha

conhecidos, as mais comuns são aquelas feitas de seções do pseudocaule e de pseudocaule cortado longitudinalmente (GOLD et al., 1999c; KOPPENHÖFER, 1994; TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992).

Essas armadilhas têm sido muito utilizadas em estudos de dinâmica populacional do gorgulho da bananeira e para a mensuração de efeitos de tratamentos (MITCHELL, 1978; PRICE, 1995c), e são feitas com pseudocaule cortado longitudinalmente e cobertas com restos culturais, consistindo em um pedaço do mesmo, de 15 a 100 cm, dividido ao meio e colocado próximo à touceira da planta, com a superfície cortada voltada para o solo (BATISTA FILHO et al. 1990; SIMMONDS, 1959). Recomenda-se a avaliação dessas armadilhas uma semana após sua colocação (GOWEN, 1995; SIMMONDS, 1959; STOVER; SIMMONDS, 1987; TREVERROW, 1985; TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992), instalando-se um total de 20 (BATISTA FILHO et al., 2005; EMBRAPA, 2009) a até 60 armadilhas por hectare (ALLEN, 1989; CASTRILLON, 2000; DE JAGER, 1993; SPONAGEL et al., 1995; TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992; VILARDEBÓ, 1960 apud GRAAF, 2006).

Considerando a preferência do inseto por ambientes úmidos (HORD; FLIPPEN, 1956), o monitoramento dos adultos do inseto em regiões subtropicais é recomendado após as chuvas e durante a primavera e o outono (TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992).

O acompanhamento da infestação também pode ser realizado com base em avaliações do dano causado pela larva nas plantas. A avaliação é feita tomando-se parte do rizoma e observando-se a porcentagem do tecido total exposto apresentando túneis e dividindo-se o grau de danos em quatro classes: sem danos, dano leve (menos de 10% do tecido exposto ocupado por túneis), dano moderado (de 11 a 30% com túneis) e dano severo (mais de 30% apresentando túneis) (BRIDGE; GOWEN, 1993).

2.2.6. Níveis de ação

Sabendo-se que as densidades de adultos avaliadas possuem correlação com os níveis de dano na cultura (OGENGA-LATIGO; BAKYALIRE, 1993; HASYIM; HARLION, 1998; MESTRE; RHINO, 1997), estabelecem-se alguns valores de nível

de ação com base nas amostragem realizadas em armadilhas de pseudocaule: um inseto por armadilha (BULLOCK; EVERS, 1962), dois (COLLINS; TREVERROW; LAMBKIN, 1991; SMITH, 1995; TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992), quatro (PINESE; PIPER, 1994), e mais de cinco insetos para armadilhas de discos de pseudocaule (TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992). Para aquelas feitas de pseudocaule dividido longitudinalmente, a recomendação varia de dois a vinte gorgulhos por armadilha para a decisão de controle da praga (MITHCELL, 1978; VILARDEBÓ; OSTMARK, 1977), com destaque para a recomendação de 5 ou mais insetos por armadilha (BATISTA FILHO et al., 2005), amplamente utilizada no Brasil, principalmente na região do Vale do Ribeira do estado de São Paulo.

2.2.7. Controle

Quanto ao controle do gorgulho da bananeira visando o adulto, destacam-se o uso de armadilhas no pseudocaule (GOLD; OKECH; NOKOE, 2002), armadilhas com semioquímicos (TINZAARA et al., 2002), saneamento da cultura (MASANZA, 2003; GRAAF et al., 2008), entomopatógenos (NANKINGA, 1999; AKELLO et al., 2009) e consorciação com outras culturas (MCINTYRE et al., 2002). Graaf et al. (2008) verificaram que tratamentos culturais e controle químico não reduziram o número de adultos nem as avaliações de danos na planta, exceto quando a touceira foi coberta com solo e os restos culturais movidos para a entrelinha, o que resultou em um menor dano periférico às plantas. O autor ainda afirma que os resultados observados corroboram com relatos crescentes de falhas com o tratamento químico utilizado (aldicarb), destacando a importância do controle cultural para o gorgulho da bananeira. Em adição, outra técnica importante é a destruição dos restos culturais, picando-os em pedaços pequenos dentro de até duas semanas após a colheita (MASANZA; GOLD; HUIS, 2005). Já em relação às técnicas preventivas, recomenda-se, devido à rapidez, praticidade e baixo custo, o tratamento com água fervente de 20 a 30 segundos para a desinfestação e controle tanto do gorgulho da bananeira quanto de nematoides (COYNE et al., 2010).

2.3. Distribuições espaciais

Rabinovich (1980) descreve três arranjos espaciais: disposição ao acaso ou aleatória, disposição regular ou uniforme e disposição agregada ou contagiosa. Na distribuição aleatória, duas hipóteses ecológicas são necessárias: a primeira é que todos os pontos no espaço têm a mesma probabilidade de serem ocupados por um organismo, e a outra sugere que a presença de um organismo em um certo ponto do espaço não afeta a presença de outro. A primeira hipótese não ocorre frequentemente na natureza, pois nem todos os pontos apresentam condições idênticas de habitat, e a segunda hipótese implica falta de interação entre os indivíduos, sendo insensíveis uns aos outros.

Já a disposição regular ou uniforme decorre de uma interação negativa entre os indivíduos, quando há competição na população por um determinado recurso, sendo mais comum em insetos sociais. Quando nenhuma das duas hipóteses é aceita, temos a distribuição agregada ou contagiosa, com o espaço apresentando condições heterogêneas ou descontínuas e a presença de um indivíduo interferindo no comportamento de outro (RABINOVICH, 1980).

Não existe um método de amostragem universal para avaliar pragas (SILVEIRA NETO et al., 1976; SOUTHWOOD, 1978). O método deve fundamentar-se em princípios básicos da estatística e no conhecimento da distribuição, do ciclo de vida e do comportamento da praga. Deve ser considerada, também, a questão econômica, pois nenhum plano de amostragem, por mais eficiente que seja, será aceito caso não seja economicamente viável (STERLING; BLEICHER; JESUS, 1983; WILSON, 1989).

Informações sobre a distribuição e padrões de atividade do adulto do gorgulho da bananeira são importantes para a definição e implantação de estratégias de controle e interpretação de resultados de pesquisas (GOLD et al., 2004b). O conhecimento do modelo de distribuição espacial de espécies, pragas e inimigos naturais é o fator-chave no desenvolvimento de métodos de amostragem em sistemas de culturas (WILSON, 1985).

2.4. Métodos de amostragem

Para se implementar um plano de amostragem, é preciso definir a unidade amostral, o número necessário de unidades amostrais e como as unidades amostrais serão alocadas na área (ao acaso, estratificada ou sistemática), sendo que os fatores que podem afetar a eficiência de uma amostragem são: a disposição espacial dos indivíduos, a variação populacional no tempo, os efeitos provocados por diferentes equipamentos de coleta e a subjetividade do amostrador (RABINOVICH, 1980).

Os métodos de amostragem não são padronizados para todos os tipos de pragas. Assim, para a construção de um plano de amostragem, são considerados aspectos relativos a: biologia, comportamento, distribuição espacial, além de fatores econômicos e do número e do tamanho da unidade amostral (SOUTHWOOD, 1978). De acordo com esse autor, deve-se utilizar o método que proporcione a melhor precisão com o menor custo de trabalho possível.

2.5. Amostragem Sequencial

Os métodos de amostragem sequencial têm a característica de geralmente apresentar custo menor do que amostragens de tamanho fixo. Na amostragem sequencial, à medida que os dados são coletados das unidades amostrais, uma estatística preliminar (por exemplo, a soma das contagens) é atualizada, de maneira que um modelo de amostragem pré-definido pode ser comparado com o tamanho atual da amostra. A amostragem continua até que esses valores observados cruzam uma linha estabelecida que orienta o término do procedimento e a tomada de decisão (BINNS; NYROP, 1992).

A amostragem sequencial permite ao observador estimar a densidade de população com uma determinada característica observada a cada amostra, ao invés de se tomar um número fixo de amostras (SOUTHWOOD, 1978) podendo reduzir de 47 a 86% o número de amostras necessárias para alcançar um determinado nível de precisão (WALD, 1947; STERLING, 1975).

2.5.1. A classificação em dois níveis

O problema geral da amostragem sequencial é classificar a densidade de uma população desconhecida, m , em um dos dois conjuntos: acima ou abaixo de um valor crítico m_t . Um plano é avaliado com base em duas características: o quão acurada é a classificação (ou seja, qual a probabilidade de se fazer uma classificação correta), e o tempo necessário para se tomar uma decisão (por exemplo, quantas unidades amostrais são necessárias). Essas características são representadas por uma curva característica de operação (CO), que mostra a probabilidade de decisão do procedimento em que $m \leq m_t$, para qualquer valor de m , e o número de amostras esperado ($E(N)$) para a tomada de decisão. Normalmente, uma curva característica de operação fica próxima de 1 quando m é muito menor que m_t , próxima de 0,5 quando m é próximo de m_t , e próxima de 0 quando m é muito maior que m_t . Já o número esperado de amostras é alto quando m é próximo de m_t e cai à medida que m se distancia de m_t . Dentre os métodos de classificação sequencial, um baseado na distribuição teórica das contagens avaliadas nas unidades amostrais é amplamente utilizado no manejo integrado de pragas: o teste sequencial da razão de verossimilhança de Wald (BINNS; NYROP; VAN DER WERF, 2000).

2.5.2. Teste sequencial de razão de verossimilhança (TSRV)

O TSRV é aplicado para a tomada de decisões sobre a medida de controle. Nele, dois níveis de densidades são estabelecidos (m_0 e m_1) e as linhas de decisão são definidas de maneira que as probabilidades de se tomar uma decisão equivocada (por exemplo, iniciar controle quando $m < m_0$ ou não iniciar controle quando $m > m_1$) são mantidas abaixo de valores críticos pré-determinados (α e β) (KUNO, 1991).

Para a definição e utilização do TSRV, o tipo de distribuição espacial da variável amostrada deve ser conhecido e o modelo de distribuição teórica de frequências deve ser definido. No caso de insetos, o TSRV tem sido utilizado extensivamente com base na distribuição binomial negativa, na qual as linhas de decisão são retas paralelas onde o resultado da somatória da contagens das unidades amostrais orienta, para o

controle, não controle ou continuar amostrando (LUNA; FLEISCHER; ALLEN, 1983; MCAUSLANE; ELLIS; ALLEN, 1987; TODD; HERZOG, 1980).

Uma limitação conhecida do TSRV é que, em sua definição, somente espera-se variação de um parâmetro da população entre situações diferentes de amostragem (amostragens em tempos ou locais diferentes, por exemplo): a média (WALD, 1945). Dessa maneira, no caso da utilização da distribuição binomial negativa, o parâmetro k deve se manter constante. Por esse motivo, é premissa básica para a construção de um plano de amostragem sequencial válido, a homogeneidade dos valores de k entre as amostras avaliadas (BLISS; OWEN, 1958). Em algumas situações, a curva característica de operação e o número esperado de amostras para um TSRV baseado na distribuição binomial negativa não são muito sensíveis a mudanças nos valores de k , mesmo estas sendo relativamente grandes (WARREN; CHEN, 1986).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado numa área comercial de plantio de banana de 4 hectares, formada por bananeiras plantadas em espaçamento de 3,0 x 2,5 metros que no início da realização do trabalho apresentavam aproximadamente 15 anos de idade, da cultivar nanica, no município de Juquiá, (longitude 47°38'05" oeste latitude 24°19'15" sul e 17 metros de altitude) localizado na região do Vale do Ribeira, sul do estado de São Paulo.

O clima do município é classificado, de acordo com Köppen, como Clima Tropical Úmido (Af) com temperatura média anual por volta de 24,5 °C e precipitação total anual em torno de 1.800 mm.

O experimento foi instalado nesta área de quatro hectares, observando-se carreadores e um riacho como limites. Para a quantificação dos insetos, distribuiu-se nesta área um total de 80 armadilhas, sendo que a localização de cada uma foi marcada com auxílio de uma estaca.

A distribuição das armadilhas foi feita de forma aleatória no interior do bananal, tendo-se o cuidado de dispô-las de maneira equidistante abrangendo toda a área (Figura 1).

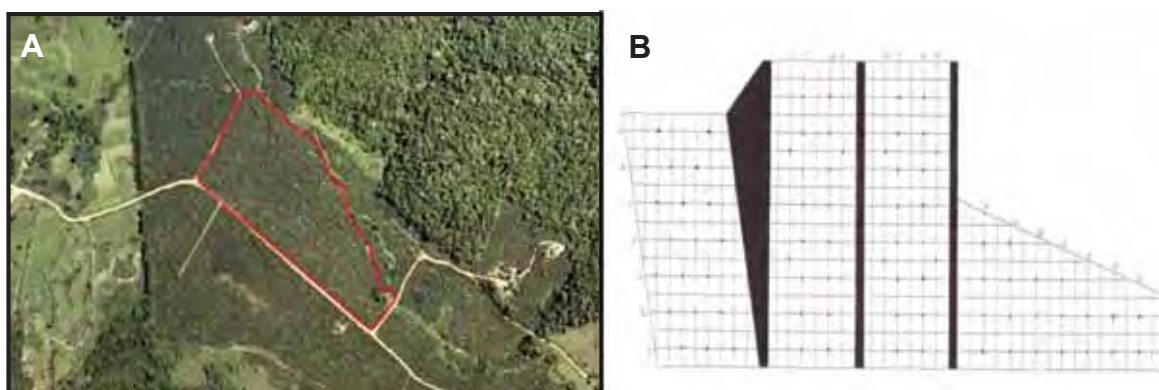


Figura 1. Área experimental. (A) Vista aérea da área e delimitações, (B) Croqui da área e posicionamento das armadilhas

A avaliação populacional de *Cosmopolites sordidus* foi realizada no período de três anos, entre setembro de 2005 e agosto de 2008, por meio de armadilhas tipo “telha” (Figura 2). Estas armadilhas, medindo de 40 a 60 cm de comprimento, foram

obtidas a partir de pedaços de pseudocauls de plantas que já produziram, os quais foram seccionados ao meio no sentido longitudinal. Foram colocadas próximas à base das bananeiras, com as faces cortadas em contato com o solo, sendo a região previamente limpa.



Figura 2. Coleta dos insetos. (A) Vista da armadilha tipo “telha” posicionada para a quantificação de adultos de *Cosmopolites sordidus*, (B) Adultos do inseto observados no momento da avaliação

As amostragens foram realizadas a cada 15 dias, quando as armadilhas foram desmanchadas e o número de insetos adultos encontrados foi registrado, mas não foram removidos da área, sendo liberados próximos ao local da mesma. Ao término de cada avaliação elas eram substituídas, pois a partir de quinze dias perdem o seu efeito atrativo por estarem em fase de deterioração.

Durante o período do experimento, inicialmente, não foram aplicados inseticidas objetivando o controle de *C. sordidus*. A partir do segundo ano de avaliação iniciaram-se aplicações esporádicas de inseticidas, principalmente, produtos granulados aplicados via isca tipo “queijo”, como o carbofuran, ou via solo, como o terbufós, objetivando também o controle de nematoides.

Os dados observados foram submetidos a análise estatística para determinação do grau de agregação, do modelo probabilístico que melhor descrevesse a distribuição espacial do inseto e para definição de um plano de amostragem sequencial. Os índices utilizados para análise de agregação e para o estudo da distribuição espacial dos insetos, assim como as distribuições de Poisson,

binomial negativa, Neyman tipo A e os procedimentos para construção e validação do plano de amostragem são descritos a seguir.

3.1. Razão variância/média (I)

A razão variância/média é utilizada como um índice de agregação e é calculada através da seguinte fórmula:

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}}$$

Onde,

s^2 = variância e,

$\hat{m}$ = média.

Valores iguais à unidade indicam distribuição espacial ao acaso; valores menores que a unidade indicam distribuição uniforme e valores maiores que a unidade indicam distribuição agregada (RABINOVICH, 1980).

3.2. Índice de Morisita (I_δ)

Este índice é independente do tamanho da unidade amostral, mas depende muito da quantidade de amostras, sendo, portanto um bom índice quando o número de unidades amostrais for o mesmo nos campos sob comparação (ELLIOTT, 1979).

Apresenta valor igual a 1 para distribuição espacial ao acaso, valores menores que 1 indicam uma distribuição uniforme e maiores que 1 distribuição contagiosa. Segue abaixo a fórmula proposta por Morisita (1962):

$$I_\delta = n \frac{\sum [x(x-1)]}{\sum x(\sum x - 1)} = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

Onde,

n = número de unidades amostrais,

x = número de plantas infestadas e,

$\sum x$ = somatório dos valores avaliados nas unidades amostrais.

O afastamento da aleatoriedade foi testado por:

$$X_{\delta}^2 = I_{\delta}(\sum x_i - 1) + n - \sum x_i \sim \chi_{(n-1)}^2$$

Se $X_{\delta}^2 \geq \chi_{(n-1)g.l.;0,05}^2$, rejeita-se a hipótese de aleatoriedade da distribuição.

3.3. Coeficiente de Green (C_x)

Segundo Green (1966) este índice varia de zero (para distribuições aleatórias) a 1 (para o máximo contágio positivo). Valores negativos indicam distribuição uniforme. Muito utilizado para testar distribuições contagiosas, este índice é indicado para comparar amostragens dentro de uma mesma área amostral.

$$C_x = \frac{\frac{s^2}{\hat{m}} - 1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1}$$

Onde,

s^2 = variância amostral,

$\hat{m}$ = média amostral,

x_i = número de plantas infestadas e,

$\sum x_i$ = somatório dos valores avaliados nas unidades amostrais.

3.4. λ_2 da distribuição Neyman tipo A

O parâmetro λ_2 da distribuição Neyman tipo A é utilizado como índice de agregação e indica distribuição agregada quando apresenta valores maiores que zero. Pode ser estimado pelo método dos momentos, através da fórmula:

$$\hat{\lambda}_2 = \frac{s^2 - \hat{m}}{\hat{m}}$$

Onde,

s^2 = variância amostral e,

$\hat{m}$ = média amostral.

3.5. Expoente k da distribuição binomial negativa

3.5.1. Estimativa de k pelo método dos momentos

De acordo com Anscombe (1949) a estimativa de k pelo método dos momentos é obtida igualando-se os dois primeiros momentos da distribuição às suas estimativas amostrais, resultando na seguinte expressão:

$$\hat{k} = \frac{\hat{m}^2}{s^2 - \hat{m}}$$

Onde,

$\hat{k}$ = estimativa de k ,

$\hat{m}$ = média amostral e,

s^2 = variância amostral.

3.5.2. Estimativa de k pelo método da máxima verossimilhança

De acordo com Bliss e Fisher (1953), a estimativa de k por este método é o valor que iguala os dois membros da equação:

$$N \cdot \ln \left(1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}} \right) = \sum_{i=1}^{nc} \left(\frac{A(x_i)}{\hat{k} + x_i} \right)$$

Onde,

$\ln$ = logaritmo neperiano,

$\hat{m}$ = média amostral,

$\hat{k}$ = estimativa de k ,

$A(x_i)$ = soma das frequências das contagens que excedem a x_i ,

N = tamanho da amostra e,

nc = número de classes da distribuição de frequência.

O método utilizado para a estimação é iterativo, por tentativa e erro, até que a igualdade entre os membros da equação seja atingida, com uma margem de erro estabelecida previamente. O cálculo pode ser iniciado utilizando-se o valor de k obtido pelo método dos momentos e assim conseguir a igualdade mais rapidamente. Os valores de k utilizados neste trabalho serão obtidos através do método da máxima verossimilhança, por ser o mais preciso (ELLIOTT, 1979).

Quando os valores de k são baixos e positivos ($k < 2$), indicam uma distribuição altamente agregada. Quando os valores de k variam entre 2 e 8, eles indicam uma agregação moderada e, quando superiores a 8 ($k > 8$) indicam disposição ao acaso (ELLIOT, 1979; SOUTHWOOD, 1978).

3.5.3. Estimativa de um k comum a uma série de amostras pelo método da regressão ponderada

De acordo com Bliss e Owen (1958), para se estimar um valor de k comum (k_c) a um conjunto de amostras, deve-se partir das estatísticas

$$x' = \hat{m}_i^2 - \frac{s^2}{n_i}$$

e,

$$y' = s^2_i - \hat{m}_i$$

Onde,

$\hat{m}_i$ = média amostral,

s^2_i = variância amostral e,

n_i = tamanho da amostra.

O valor de k_c é obtido com o auxílio de uma ponderação w_i , estimada de maneira iterativa, ou seja, dependendo do próprio valor de k_c , através da seguinte equação:

$$w_i = \frac{0,5(n_i - 1)k^4}{k(k+1) - \frac{2k-1}{n_i} - \frac{3}{n_i^2}} \cdot \frac{1}{\hat{m}_i^2 (\hat{m}_i + k)^2}$$

De maneira que, é possível efetuar a estimativa de k_c a partir da equação

$$\frac{1}{k_c} = \frac{\sum_i w_i x'_i y'_i}{\sum_i w_i x'^2_i}$$

Partindo-se de um valor de k_c inicial obtido por:

$$\frac{1}{k'} = \frac{\sum_{i=1}^G y'_i}{\sum_{i=1}^G x'_i}$$

Onde G é o número de amostras.

O cálculo do k_c termina quando sucessivas aproximações levarem a uma estimativa com diferença desprezível em relação ao último k' .

3.5.4. Teste de homogeneidade para o valor de k_c

Para afirmar que o valor obtido para k_c é representativo, deve ser feito um teste de homogeneidade para as amostras, que pode ser obtido através de uma análise de variância para regressão linear (teste da inclinação e intersecção da regressão linear). Para que o ajuste seja aceito, o valor de F para inclinação ($1/k$) deve ser significativo, enquanto que o valor de F para intersecção da regressão linear deve ser não significativo. Um valor de F significativo para este último cálculo indica uma falta de homogeneidade dos valores de k (BLISS; OWEN, 1958).

3.6. Distribuições teóricas de frequência

3.6.1. Distribuição de Poisson

Esta distribuição, também conhecida como distribuição ao acaso ou aleatória, apresenta variância igual à média (BARBOSA; PERECIN, 1982). A série de probabilidades da distribuição de Poisson (JOHNSON; KOTZ, 1969) é dada por:

$$P(0) = e^{-\hat{m}} \quad \text{para } x = 0$$

$$P(x) = \frac{\hat{m}}{x} \cdot P(x-1) \quad \text{para } x = 1, 2, 3...$$

Onde,

e = base do logaritmo neperiano ($e = 2,71828$),

$P(x)$ = probabilidade de ocorrer x indivíduos em uma unidade amostral e ,

$\hat{m}$ = média amostral.

3.6.2. Distribuição binomial negativa

Caracterizada por apresentar a variância maior do que a média, representa a distribuição agregada ou contagiosa de insetos. A série de probabilidades da distribuição binomial negativa é obtida por: (JOHNSON; KOTZ, 1969)

$$P(0) = \left(1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}}\right)^{-\hat{k}}, \text{ para } x = 0$$

$$P(x) = \frac{\hat{k} + x - 1}{x} \cdot \frac{\hat{m}}{\hat{m} + \hat{k}} \cdot P(x-1), \text{ para } x = 1, 2, 3...$$

Onde,

$\hat{k}$ = expoente k da distribuição binomial negativa obtido pelo método de máxima verossimilhança ou pelo método dos momentos,

$\hat{m}$ = média amostral e,

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

3.6.3. Distribuição Neyman tipo A

Considerando uma distribuição de grupos em um espaço e as possíveis variações no tamanho desses grupos, define-se esta distribuição supondo que o número de grupos por unidade amostral segue distribuição de Poisson com média λ_1 e que o número de indivíduos por grupo também segue distribuição de Poisson com média λ_2 . Sua série de probabilidades é obtida por:

$$P(X = 0) = e^{-\lambda_1(1-e^{-\lambda_2})}$$

$$P(X = x + 1) = \frac{\lambda_1 \lambda_2 e^{-\lambda_2}}{x + 1} \cdot \sum_{k=0}^x \frac{\lambda_2^k}{k!} \cdot P(x - k), \text{ para } x = 0, 1, 2, \dots$$

Onde,

e = base do logaritmo neperiano ($e = 2,71828$) e,

$P(X)$ = probabilidade de ocorrer X indivíduos em uma unidade amostral.

3.7. Teste qui-quadrado de aderência

Para testar o ajuste dos dados a cada uma das distribuições de probabilidade foi utilizado o teste de aderência, que consiste em comparar as frequências observadas com as frequências esperadas pela distribuição. O modelo apresenta um bom ajuste quando as frequências observadas e esperadas são próximas, dado pela seguinte expressão:

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

Onde,

nc = número de classes da distribuição de frequências,

FO_i = frequência observada na i -ésima classe e,

FE_i = frequência esperada na i -ésima classe.

O número de graus de liberdade associado à estatística χ^2 é dado por:

$$G.L. = nc - np - 1$$

Onde,

nc = número de classes da distribuição de frequências e,

np = número de parâmetros estimados na amostra.

O critério do teste foi de rejeitar o ajuste da distribuição estudada ao nível α de probabilidade se:

$$X^2 \geq \chi^2_{(nc-np-1g.l., \alpha)}$$

3.8. Amostragem sequencial

Para elaboração do plano de amostragem, foi utilizado o teste sequencial da razão de verossimilhança (TSRV) proposto por Wald (1945). O TSRV permite testar, com o menor número esperado de amostras, as hipóteses $H_0: m = m_0$ vs. $H_1: m = m_1$, onde m representa médias de infestação, e $m_1 > m_0$. A rejeição de H_0 , ou seja, aceitação de H_1 , pode indicar a necessidade de aplicação de métodos de controle dos insetos e a aceitação de H_0 , a não aplicação (BARBOSA, 1992).

Dados de levantamentos de insetos pragas geralmente se caracterizam por apresentar variância maior que a média, sugerindo a utilização de uma distribuição do tipo contagiosa. Dentre estas, a mais utilizada é a distribuição binomial negativa. Neste caso, as fórmulas utilizadas para a aplicação do TSRV são deduzidas com base nos conceitos originalmente desenvolvidos por Wald (1945).

Os valores de h_0 , h_1 e a foram determinados em função do tipo de distribuição espacial da praga, que seguiu o modelo da binomial negativa neste caso, através das equações abaixo (YOUNG; YOUNG, 1998):

$$h_0 = \frac{\ln\left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right)}{\ln\left(\frac{m_1(m_0+k)}{m_0(m_1+k)}\right)}$$

$$h_1 = \frac{\ln\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)}{\ln\left(\frac{m_1(m_0+k)}{m_0(m_1+k)}\right)}$$

$$a = k \frac{\ln\left(\frac{m_1+k}{m_0+k}\right)}{\ln\left(\frac{m_1(m_0+k)}{m_0(m_1+k)}\right)}$$

O teste consiste em:

a) Rejeitar H_0 (aceitar H_1), se existir um tamanho de amostra N^* , tal que:

$$aN + h_0 < S < aN + h_1, \text{ para } N = 1, 2, \dots, N^*-1, \text{ e}$$

$$S \geq aN^* + h_1$$

b) Aceitar H_0 se existir um tamanho de amostra N^* , tal que:

$$aN + h_0 < S < aN + h_1, \text{ para } N = 1, 2, \dots, N^*-1, \text{ e}$$

$$S \leq aN^* + h_0$$

Onde,

N = número de unidades amostrais a serem utilizadas na amostragem e,

S = soma das contagens.

Em resumo, tomando-se um sistema ortogonal de dois eixos, e plotando-se S nas ordenadas e N nas abscissas, continua-se amostrando sucessivamente até que o valor de S situe-se acima ou sobre a reta $(aN^* + h_1)$, quando rejeita-se H_0 ; abaixo ou sobre a reta $(aN^* + h_0)$, quando aceita-se H_0 .

3.8.1. Curva característica de operação

Além das retas obtidas, é conveniente expressar a curva característica de operação, denotada por $CO(m)$, que fornece a probabilidade de aceitar H_0 em função da média m , para valores pré-estabelecidos de α e β . Na dedução, Wald (1945) emprega uma variável auxiliar h que depende de m , resultando:

$$CO(m) = \frac{[(1 - \beta)/\alpha]^h - 1}{[(1 - \beta)/\alpha]^h - [\beta/(1 - \alpha)]^h}, \quad h \neq 0$$

$$CO(m) = \frac{\ln[(1 - \beta)/\alpha]}{\ln[(1 - \beta)/\alpha] - \ln[\beta/(1 - \alpha)]}, \quad h = 0, \quad m = a$$

Onde,

α = erro tipo I e,

β = erro tipo II.

Nas distribuições binomiais negativas com k comum, a relação entre k e m é dada por:

$$\frac{m}{k} = \frac{1 - (q_0/q_1)^h}{[(p_1 q_0)/(p_0 q_1)]^h - 1}, \quad h \neq 0$$

Esta relação permite expressar $CO(m)$ em função de m , arbitrando h , onde,

k = expoente k comum da distribuição binomial negativa,

$p_0 = m_0/k$,

$p_1 = m_1/k$,

$q_0 = 1 + p_0$,

$q_1 = 1 + p_1$ e,

h = constante arbitrária.

3.8.2. Tamanho médio esperado para a amostra

Uma outra função importante é a que fornece o tamanho médio esperado para a amostra, para a decisão sobre a aceitação ou rejeição de H_0 . É denotada por $E[N]$ e depende de m , através da expressão (YOUNG; YOUNG, 1998)

$$E[N] = \frac{h_1 + (h_0 - h_1) \cdot CO(m)}{m - a}, \quad h \neq 0$$

Esta função permite expressar o número esperado de amostras como função de m . Por outro lado, se na prática pretende-se fixar o tamanho da amostra, recomenda-se o máximo valor esperado para $E[N]$, no TSRV correspondente (YOUNG; YOUNG, 1998).

3.9. Arredondamento dos limites para tomada decisão

Como os valores observados durante a execução do teste são resultado de contagens, eles sempre irão assumir valores inteiros positivos ou negativos. Dessa maneira, os limites devem ser arredondados para que se possa fazer as comparações para a tomada de decisão. No caso de serem obtidos valores negativos para os limites, isso indica que é impossível haver tomada de decisão e deve-se coletar mais amostras.

Caso o limite inferior apresente valor não inteiro, ele deve ser substituído pelo maior número inteiro menor que ele. Se o limite superior apresentar valor não inteiro, deve ser substituído pelo menor número inteiro maior que ele (WALD, 1947).

3.10. Truncamento do teste

Para o TSRV, é esperado que em alguns casos o número de amostras necessário para a tomada de decisão exceda o estimado. Para esses casos, é vantajoso estipular um limite superior para o truncamento do teste, que pode ser definido em três vezes o número máximo de amostras esperado.

Portanto, caso o número de amostras atinja este limite, mesmo que ainda não tenha sido atingido nenhum dos limites do TSRV, deve-se parar o procedimento de amostragem e decidir pelo controle da seguinte maneira: obtém-se a média entre os valores do limite superior e inferior do teste para aquele ponto e, caso o valor da soma das contagens seja maior ou igual a essa média decide-se pelo controle e, se menor, decide-se pelo não controle.

Efetuando este procedimento, os erros α e β são ligeiramente aumentados, porém não afetam o desempenho do teste de maneira importante (WALD, 1947).

3.11. Validação do plano por simulações

Foi utilizado um método de simulações para a validação do plano proposto. Para cada data amostrada foram gerados 3000 conjuntos numéricos de 80 valores

cada, com base na distribuição binomial negativa e com valores de k e média iguais aos das datas amostradas. Foi utilizado um gerador de número aleatórios com base na distribuição uniforme para sortear parcelas de cada simulação aplicando-se o plano construído até que um dos limites do TSRV fosse atingido, sorteando-se cada parcela uma única vez.

Com os dados obtidos nessas simulações foi elaborada uma tabela, demonstrando a média daquela amostragem, a porcentagem de simulações que recomendaram controle, a porcentagem das que não recomendaram, a porcentagem daquelas nas quais o número de parcelas presentes na amostra não foi suficiente para a tomada de decisão e a média de número de armadilhas necessárias para a tomada de decisão.

Gráficos comparando o número esperado de amostras com o número médio obtido nas simulações e comparando a curva característica de operação estimada com as porcentagens de não-recomendação de controle observadas também foram construídos, com o objetivo de se avaliar o desempenho do plano proposto em sua aplicação prática no campo (NARANJO; HUTCHISON, 1997).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Índices de agregação

A razão variância/média foi maior que a unidade em todas as 74 avaliações, o que é um indicativo de distribuição agregada do inseto (RABINOVICH, 1980). O índice de Morisita (I_{δ}) foi maior que um também em todas as avaliações, o que corrobora com o índice anterior indicando distribuição agregada (ELLIOTT, 1979). Além disso, o teste de qui-quadrado para o índice de Morisita ($X^2 I_{\delta}$) foi significativo em 73 datas amostradas (a 1% de probabilidade em 97,26% delas) confirmando a hipótese da agregação.

Com relação aos valores do Coeficiente de Green (C_x), também é possível afirmar que a distribuição da praga ocorre de maneira agregada, pois foram obtidos valores maiores que zero em todas as amostragens (DAVIS, 1993).

Quanto ao parâmetro k da distribuição binomial negativa, estimado pelo método da máxima verossimilhança, em 8,1% das avaliações foram obtidos valores entre 0 e 2, indicando alta agregação e em 89,19% das avaliações este apresentou-se entre os valores 2 e 8, indicando agregação moderada (ELLIOT, 1979; SOUTHWOOD, 1978). Valores indicativos de agregação ($0 < k < 8$) foram observados em 97,3% das avaliações. Nos cálculos efetuados utilizando-se o método dos momentos, foram obtidos valores nessa faixa em 98,7% das amostragens.

O parâmetro λ_2 da distribuição Neyman tipo A, apresentou valores maiores que zero, indicando o comportamento agregado da praga (NEYMAN, 1939). Essa concordância entre os índices de agregação calculados é premissa básica para a conclusão sobre o padrão de distribuição de uma praga, considerando que todos eles possuem limitações conhecidas em suas determinações (RABINOVICH, 1980).

Através dos índices calculados, observou-se que a utilização dos inseticidas a partir do segundo ano do experimento diminuiu a média de indivíduos por isca em algumas avaliações, porém não alterou o padrão de distribuição da praga. Essa homogeneidade dos valores de k será testada posteriormente e é importante para a definição do plano de amostragem, já que o TSRV é definido esperando-se variações de valores de média somente (WALD, 1947).

4.2. Ajuste dos dados às distribuições de probabilidade

De acordo com o teste qui-quadrado de aderência para o ajuste às distribuições de Poisson, Binomial Negativa e Neyman tipo A, foi observado melhor ajuste para a binomial negativa em 72,97% das avaliações, seguido pela Neyman tipo A que se ajustou a 25,67% das avaliações e por último a Poisson, que apresentou melhor ajuste em somente uma avaliação (1,35%). Esses resultados são esperados e é conhecido que os modelos agregados têm sido muito utilizados para estudar o efeito da heterogeneidade do ambiente no padrão de comportamento espacial de insetos (VINATIER et al., 2011).

4.3. Distribuição espacial de *Cosmopolites sordidus*

A distribuição do inseto varia de moderadamente agregada a agregada, de acordo com o índice k e com o número de amostras que obtiveram melhor ajuste da distribuição Neyman tipo A. Como pode ser observado na Tabela 1, em 87,8% das avaliações, os modelos da binomial negativa e Neyman tipo A apresentaram ajuste aos dados, ambos podendo ser utilizados para explicar o comportamento da praga. Como apresentou menor valor de qui-quadrado na maior parte das amostras e em infestações mais baixas espera-se um comportamento mais agregado do inseto, é mais recomendável utilizar o modelo da distribuição binomial negativa (SOUTHWOOD; HENDERSON, 2000).

As regiões de agregação do inseto podem ser visualizadas de maneira nítida no Apêndice A. Esse comportamento já é esperado entre diversas espécies de insetos (VINATIER et al., 2011) e pode ser explicado pela preferência do inseto por regiões de maior umidade e sombreadas (PRESTES et al., 2006), pela sua baixa capacidade de voo e curta ambulação (GOLD et al., 1998b; GOLD et al., 1999a; GOLD et al., 2001; GOLD; MESSIAEN, 2000; SIMMONDS, 1966; VISWANATH, 1977) e pela existência de um feromônio de agregação (BUDENBERG; NDIEGE; KARAGO, 1993).

Tabela 1. Estudo descritivo, índices de agregação e teste de ajuste as distribuições de Poisson, binomial negativa e Neyman tipo A para número de adultos de *Cosmopolites sordidus* por armadilha

Data	Índice							Ajuste				
	n	m	s ²	l	I _δ	X ² I _δ	C _x	k _{mv}	λ ₂	X ² P	X ² BN	X ² NA
14/09/2005	80	3,81	10,66	2,80	1,47	220,9**	0,0059	1,9098	1,796	107,00**	6,08NS	7,83NS
21/09/2005	80	4,25	14,57	3,43	1,57	270,82**	0,0072	1,6190	2,428	152,48**	13,32NS	13,82NS
28/09/2005	80	5,85	21,75	3,72	1,46	293,71**	0,0058	2,1434	2,718	126,15**	8,65NS	14,92NS
05/10/2005	80	5,16	13,53	2,62	1,31	207,05**	0,0039	2,8594	1,621	86,30**	13,04NS	12,84NS
13/10/2005	80	5,05	13,36	2,65	1,32	209,07**	0,0041	3,0848	1,646	59,40**	15,84NS	20,42NS
19/10/2005	80	4,61	11,99	2,60	1,34	205,31**	0,0043	2,8117	1,599	78,12**	11,41NS	13,69NS
26/10/2005	80	7,15	19,55	2,73	1,24	215,97**	0,0030	4,5680	1,734	89,83**	13,08NS	16,50NS
02/11/2005	80	6,13	14,34	2,34	1,22	184,94**	0,0027	3,9326	1,341	112,98**	23,22*	23,54NS
16/11/2005	20	6,50	14,79	2,28	1,19	43,23**	0,0099	6,0421	1,275	12,43NS	6,12NS	12,83NS
30/11/2005	20	6,95	32,68	4,70	1,51	89,35**	0,0268	2,4607	3,702	8,56NS	7,98NS	14,41NS
15/12/2005	20	6,90	24,31	3,52	1,35	66,93**	0,0184	2,9239	2,523	27,12**	5,62NS	9,75NS
18/01/2006	20	5,25	15,46	2,94	1,36	55,95**	0,0187	2,4502	1,945	10,29NS	6,40NS	9,57NS
01/02/2006	20	5,40	11,83	2,19	1,21	41,63**	0,0111	5,5678	1,191	1,34NS	4,91NS	6,12NS
15/02/2006	80	3,53	7,34	2,08	1,30	164,52**	0,0039	2,8904	1,083	39,94**	6,27NS	5,40NS
01/03/2006	41	3,07	7,22	2,35	1,43	93,97**	0,0108	2,2675	1,349	24,54**	3,69NS	3,35NS
18/03/2006	78	1,82	4,05	2,22	1,67	171,1**	0,0087	1,4271	1,272	26,66**	4,65NS	9,95NS
01/04/2006	78	3,91	6,71	1,72	1,18	132,06**	0,0024	4,4484	0,715	62,30**	33,47**	33,64**
14/04/2006	80	3,74	6,80	1,82	1,22	143,81**	0,0028	4,6084	0,82	36,00**	13,26NS	11,44NS
29/04/2006	80	4,50	10,43	2,32	1,29	183,11**	0,0037	3,1865	1,318	53,83**	8,93NS	9,56NS
13/05/2006	77	5,55	12,72	2,29	1,23	174,39**	0,0030	4,3224	1,295	45,45**	8,62NS	14,98NS
27/05/2006	80	4,23	9,04	2,14	1,27	168,98**	0,0034	3,9455	1,139	33,26**	9,57NS	10,21NS
10/06/2006	79	3,46	9,74	2,82	1,52	219,81**	0,0067	2,2633	1,818	41,25**	11,89NS	18,72**
24/06/2006	80	4,69	12,22	2,61	1,34	205,91**	0,0043	3,6897	1,606	24,85**	10,56NS	15,38NS
07/07/2006	80	5,30	14,11	2,66	1,31	210,34**	0,0039	3,7244	1,663	50,73**	3,91NS	9,50NS
21/07/2006	80	6,05	14,58	2,41	1,23	190,38**	0,0029	5,3460	1,41	24,17**	7,59NS	11,57NS
03/08/2006	80	6,16	17,66	2,87	1,30	226,35**	0,0038	3,3917	1,865	84,85**	12,75NS	15,25NS
17/08/2006	78	4,59	7,80	1,70	1,15	130,92**	0,0020	7,1013	0,7	15,66*	13,86NS	13,42NS
31/08/2006	80	8,11	28,05	3,46	1,30	273,16**	0,0038	3,5432	2,458	76,08**	11,37NS	14,18NS
14/09/2006	79	7,05	16,33	2,32	1,18	180,66**	0,0024	4,8686	1,316	99,60**	31,36**	30,94**
28/09/2006	79	6,01	12,22	2,03	1,17	158,5**	0,0022	6,2473	1,032	22,52*	13,80NS	14,75NS
11/10/2006	79	4,52	9,97	2,21	1,26	172,1**	0,0034	3,4391	1,206	42,52**	10,72NS	9,78NS
26/10/2006	80	4,59	8,19	1,79	1,17	141,12**	0,0021	5,5390	0,786	25,52**	14,59NS	13,30NS
09/11/2006	79	4,80	11,39	2,38	1,28	185,26**	0,0036	2,9252	1,375	70,42**	14,89NS	13,11NS
23/11/2006	79	3,96	9,60	2,42	1,36	189,02**	0,0046	2,3586	1,423	111,77**	13,30NS	11,48NS
07/12/2006	80	3,25	6,67	2,05	1,32	162,15**	0,0041	3,5885	1,053	23,02**	6,90NS	11,56NS
21/12/2006	80	3,78	11,54	3,06	1,54	241,58**	0,0068	1,9006	2,058	86,82**	5,04NS	12,53NS
04/01/2007	79	4,86	10,04	2,07	1,22	161,18**	0,0028	4,0444	1,066	40,98**	11,71NS	11,48NS

n = número de armadilhas amostradas; m = média; s² = variância; l = razão variância/média; I_δ = índice de Morisita; X² I_δ = teste de afastamento da aleatoriedade para I_δ; C_x = coeficiente de Green; k_m = estimativa de k pelo método dos momentos; k_{mv} = estimativa de k pelo método da máxima verossimilhança; λ₂ = parâmetro estimado da distribuição Neyman tipo A; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade; NS = não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 1. (cont.) Estudo descritivo, índices de agregação e teste de ajuste as distribuições de Poisson, binomial negativa e Neyman tipo A para número de adultos de *Cosmopolites sordidus* por armadilha

Data	Índice									Ajuste		
	n	m	s ²	I	I ₀	X ² I ₀	C _x	k _{mv}	λ ₂	X ² P	X ² BN	X ² NA
18/01/2007	79	3,81	7,87	2,07	1,28	161,19**	0,0036	3,6783	1,067	29,17**	3,18NS	6,15NS
01/02/2007	80	4,15	8,36	2,01	1,24	159,08**	0,0031	3,4210	1,014	65,64**	10,85NS	9,16NS
15/03/2007	77	4,00	10,45	2,61	1,40	198,5**	0,0053	2,2751	1,612	70,07**	3,57NS	9,30NS
26/04/2007	78	3,85	9,17	2,38	1,36	183,6**	0,0046	2,7262	1,384	45,89**	4,51NS	5,17NS
10/05/2007	80	6,75	34,44	5,10	1,60	403,11**	0,0076	2,4281	4,103	92,58**	15,93NS	59,67**
24/05/2007	80	4,80	11,58	2,41	1,29	190,58**	0,0037	3,2838	1,412	27,28**	20,48*	18,50NS
07/06/2007	80	5,48	14,81	2,70	1,31	213,69**	0,0039	3,3120	1,705	62,83**	8,82NS	10,48NS
21/06/2007	80	5,48	14,51	2,65	1,30	209,31**	0,0038	3,2321	1,65	73,54**	5,71NS	8,59NS
05/07/2007	80	7,20	20,95	2,91	1,26	229,83**	0,0033	3,9455	1,909	48,79**	10,06NS	10,37NS
19/07/2007	79	9,28	32,77	3,53	1,27	275,46**	0,0035	4,3433	2,532	98,12**	35,75**	52,30**
02/08/2007	80	7,35	18,23	2,48	1,20	195,95**	0,0025	4,5836	1,48	84,36**	11,78NS	12,51NS
16/08/2007	78	6,50	17,66	2,72	1,26	209,15**	0,0034	3,7728	1,716	49,98**	18,16NS	22,21NS
30/08/2007	79	6,65	17,51	2,64	1,24	205,56**	0,0031	4,7711	1,635	37,22**	9,54NS	12,43NS
14/09/2007	79	6,49	19,87	3,06	1,31	238,65**	0,0040	3,3674	2,06	54,91**	17,98NS	19,98NS
28/09/2007	72	4,35	10,46	2,41	1,32	170,76**	0,0045	2,8935	1,405	50,52**	10,27NS	11,45NS
11/10/2007	76	5,04	11,77	2,34	1,26	175,19**	0,0035	3,9913	1,336	50,60**	5,24NS	7,12NS
26/10/2007	80	4,51	8,05	1,78	1,17	140,94**	0,0022	6,3739	0,784	17,99**	9,83NS	10,05NS
09/11/2007	80	3,94	9,70	2,46	1,37	194,71**	0,0047	2,3148	1,465	80,66**	6,27NS	3,55NS
23/11/2007	80	5,73	15,16	2,65	1,29	209,25**	0,0036	4,3498	1,649	34,63**	10,43NS	15,72NS
07/12/2007	76	2,41	4,72	1,96	1,40	147,16**	0,0053	2,3598	0,962	25,94**	12,99NS	13,62NS
21/12/2007	79	4,05	8,51	2,10	1,27	163,88**	0,0035	3,4326	1,101	36,91**	5,11NS	5,67NS
04/01/2008	79	3,90	7,58	1,94	1,24	151,64**	0,0031	4,3149	0,944	22,37**	4,20NS	5,66NS
23/01/2008	80	2,79	4,73	1,70	1,25	133,95**	0,0031	3,6282	0,696	16,40*	3,58NS	2,94NS
07/02/2008	80	3,06	5,76	1,88	1,28	148,47**	0,0036	3,6899	0,879	26,39**	8,94NS	9,25NS
23/02/2008	80	4,61	12,44	2,70	1,36	213,11**	0,0046	2,5618	1,698	47,44**	13,09NS	13,96NS
08/03/2008	80	5,70	7,96	1,40	1,07	110,32*	0,0009	12,9673	0,396	15,31NS	6,24NS	5,93NS
24/03/2008	75	4,19	15,37	3,67	1,63	271,67**	0,0085	1,4888	2,671	117,29**	11,24NS	31,17**
05/04/2008	75	5,32	14,79	2,78	1,33	205,7**	0,0045	3,6532	1,78	42,46**	13,00NS	20,96NS
22/04/2008	73	4,38	11,82	2,70	1,38	194,19**	0,0053	3,5170	1,697	35,94**	9,63NS	18,75NS
05/05/2008	80	2,58	3,44	1,33	1,13	105,46NS	0,0016	7,0461	0,335	14,08*	8,35NS	8,18NS
17/05/2008	80	2,15	5,60	2,60	1,74	205,67**	0,0094	1,8415	1,604	14,49*	7,45NS	20,07**
07/06/2008	77	2,65	4,39	1,66	1,25	125,89**	0,0032	4,2976	0,657	31,08**	10,64NS	11,11NS
21/06/2008	79	4,28	7,49	1,75	1,17	136,47**	0,0022	4,9096	0,75	37,93**	11,53NS	11,49NS
07/07/2008	79	4,05	8,18	2,02	1,25	157,46**	0,0032	3,2272	1,019	52,08**	5,07NS	3,23NS
22/07/2008	80	3,64	6,39	1,76	1,21	138,69**	0,0026	5,0956	0,756	14,00NS	2,90NS	5,36NS
09/08/2008	80	3,45	7,42	2,15	1,33	169,8**	0,0042	2,7391	1,149	48,61**	7,25NS	7,37NS
23/08/2008	80	3,14	4,37	1,39	1,12	110,12*	0,0016	8,9843	0,394	6,65NS	3,58NS	3,89NS

n = número de armadilhas amostradas; m = média; s² = variância; I = razão variância/média; I₀ = índice de Morisita; X² I₀ = teste de afastamento da aleatoriedade para I₀; C_x = coeficiente de Green; k_m = estimativa de k pelo método dos momentos; k_{mv} = estimativa de k pelo método da máxima verossimilhança; λ₂ = parâmetro estimado da distribuição Neyman tipo A; ** = significativo a 1% de probabilidade; * = significativo a 5% de probabilidade; NS = não significativo a 5% de probabilidade.

As agregações observadas nas coletas ocorreram sempre de maneira aleatória, não se verificando regularidade de local dentro da área avaliada (Apêndice A). Isso indica que não houve efeito externo no padrão de dispersão do inseto que possa ser atribuído às bordaduras.

O inseto *C. sordidus* se comporta de maneira agregada em plantação de bananeiras e o modelo probabilístico que melhor descreve seu comportamento no campo é a distribuição binomial negativa, sendo este modelo o que deverá ser utilizado na construção de planos de amostragem para utilização em programas de manejo integrado de pragas da bananeira.

4.3.1. Estimativa do parâmetro k comum às amostras

O valor estimado para o k_c foi calculado através do método da regressão ponderada (BLISS; OWEN, 1958). Por ser um método iterativo, seu cálculo convergiu após 4 tentativas e o valor encontrado com a precisão de 6 casa decimais foi 3,286293.

O teste para a constância de k_c (Tabela 2) apresentou valor de F significativo para a inclinação e não-significativo para a intersecção da regressão linear (intercepto vs. zero). Este resultado demonstra o ajuste de k_c às amostras e comprova sua representatividade para a utilização na definição do modelo de amostragem sequencial (BLISS; OWEN, 1958).

Tabela 2. Análise de variância para regressão linear do teste de homogeneidade de k_c nas 74 amostras

Efeitos	GL	SQ	QM	F	P
Inclinação (1/k)	1	712,4786	712,4786	462,86**	< 0,0001
Intercepto vs. zero	1	0,2484	0,2484	0,16NS	0,6892
Erro	71	109,2902	1,5393		

** = significativo a 1% de probabilidade; NS = não-significativo a 5% de probabilidade

4.4. Amostragem sequencial de *Cosmopolites sordidus*

Foi construído um plano de amostragem sequencial baseado no teste sequencial da razão de verossimilhança de Wald (1945). O modelo de distribuição de

probabilidades utilizado foi o da distribuição binomial negativa, por ter apresentado o melhor ajuste na maioria das avaliações realizadas.

Os parâmetros μ_0 e μ_1 , que correspondem ao nível de dano econômico e nível de segurança, respectivamente, foram definidos em $\mu_0 = 3$ e $\mu_1 = 5$. Considerando que a recomendação de controle para a praga varia de 2 a 20 insetos por armadilha feita com pseudocaule cortado longitudinalmente (BATISTA FILHO et al., 2005; EMBRAPA, 2009; MITHCELL, 1978; VILARDEBÓ; OSTMARK, 1977); que a recomendação de 5 insetos por armadilha independente da variedade amostrada (BATISTA FILHO et al., 2005; EMBRAPA, 2009) é a mais coerente com as condições do experimento e que a variedade 'Nanica' apresenta baixa suscetibilidade ao inseto (KIGGUNDU et al., 2003), esses níveis definidos para a elaboração do plano de amostragem se apresentam adequados quanto a real necessidade de intervenção, segurança da amostragem (recomendar o controle quanto este é necessário) e também considerando a aplicabilidade da estratégia proposta.

Os parâmetros α e β , para os erros tipo I e tipo II, foram estabelecidos em $\alpha = \beta = 0,05$, com o objetivo de se obter resultados acurados com a amostragem. Com esses valores, apresentando-se dentro dos valores máximos recomendados (YOUNG; YOUNG, 1998), o plano se mostrou aplicável com um número de unidades amostrais esperado para a tomada de decisão muito menor do que o recomendado na amostragem de tamanho fixo que varia de 20 unidades (BATISTA FILHO et al., 2005; EMBRAPA, 2009) a 60 unidades por hectare (ALLEN, 1989; CASTRILLON, 2000; DE JAGER, 1993; SPONAGEL et al., 1995; TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992; VILARDEBÓ, 1960), o que representa, em uma área de 4 ha, uma redução de 75% da menor recomendação de amostragem de tamanho fixo conhecida.

Assim, as hipóteses de interesse para o estabelecimento de um plano de amostragem sequencial são:

$$H_0: \mu = \mu_0 = 3$$

$$H_1: \mu = \mu_1 = 5$$

Portanto, o limite de decisão superior a partir do qual se aceita $H_1: \mu_1 = 5$ é:

$$S_1 = 12,5512 + 3,8696 N$$

E o limite de decisão inferior até o qual se aceita $H_0: \mu_0 = 3$ é:

$$S_0 = -12,5512 + 3,8696 N$$

Onde,

N é o número de unidades amostrais e,

S é a soma das contagens das N unidades amostrais.

A Figura 3 ilustra as equações que definem os limites com o objetivo de orientar o procedimento da amostragem. A partir dela, é possível construir uma tabela para facilitar o trabalho de amostragem no campo (Apêndice B). A coluna central dessa tabela será preenchida da seguinte maneira: a primeira armadilha é observada e a quantidade de insetos nela presentes é anotada na linha da unidade amostral 1. Em sequência, deve-se amostrar a próxima armadilha, a contagem observada nessa segunda armadilha é somada a anterior e anotada na linha da unidade amostral número 2, e assim sucessivamente. Esse procedimento deverá ser realizado até que algum limite da amostragem seja atingido devendo-se tomar o cuidado de se amostrar as armadilhas uma única vez (WALD, 1945).

Deve-se parar a amostragem caso o total de insetos contados seja igual ou maior do que o limite superior e efetuado o tratamento adequado para o controle ou, deve-se parar a amostragem caso seja igual ou menor do que o limite inferior, decidindo-se dessa maneira pela não execução de qualquer tratamento para o controle do inseto.

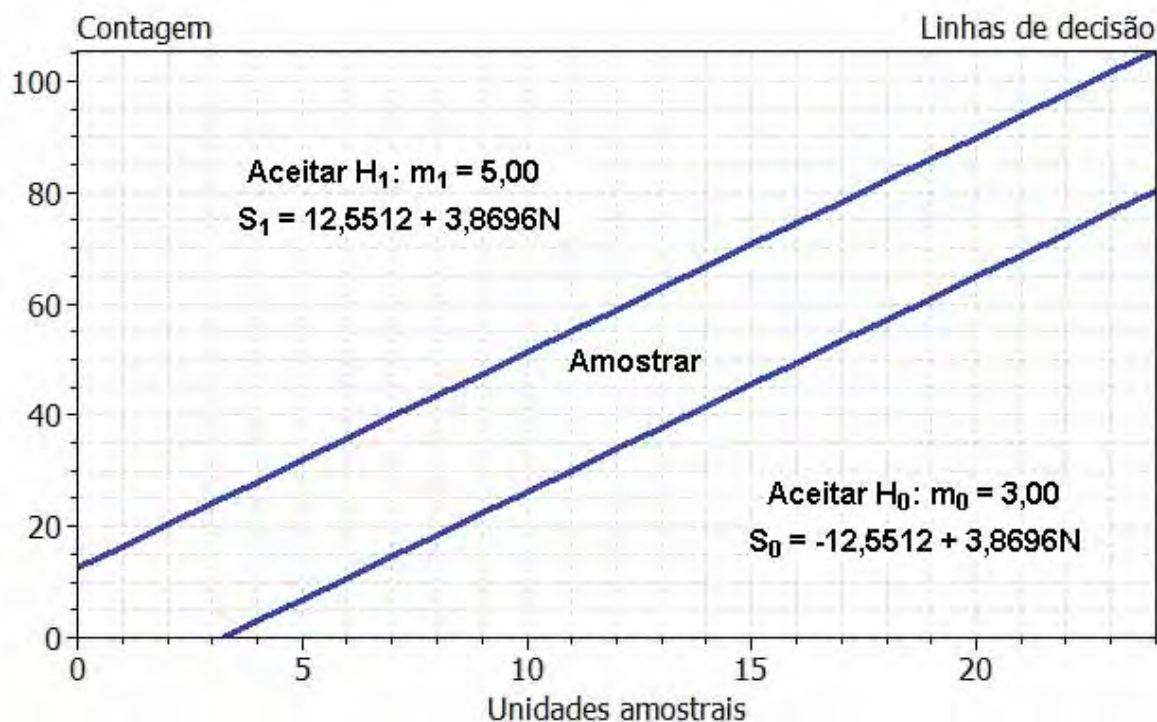


Figura 3. Linhas de decisão do plano de amostragem sequencial para número de adultos de *Cosmopolites sordidus* (contados em armadilha de pseudocaule longitudinalmente seccionado) com base na distribuição binomial negativa

Como descrito por Wald (1945), na definição do plano de amostragem com base no TSRV, é possível também calcular uma curva característica de operação (CO) (Figura 4). A figura mostra que, quando a média de infestação de *C. sordidus* for de 3 insetos por armadilha, o teste tem 95% de probabilidade de aceitar H_0 e não recomendar o controle, ou seja, há apenas 5% de probabilidade de ocorrer erro tipo I. Quando a média de infestação for de 5 insetos por armadilha, o teste tem 5% de probabilidade de aceitar H_0 e não recomendar o controle (erro tipo II). Acima dessa infestação a probabilidade de ocorrer erro tipo II e não recomendar o controle é bastante baixa (BINNS; NYROP, 1992; BINNS; NYROP; VAN DER WERF, 2000).

Os valores obtidos para o número esperado de unidades amostrais $E(N)$ do TSRV para a população total de *C. sordidus* respondem qual o dispêndio de tempo para execução do plano (BINNS; NYROP, 1992; BINNS; NYROP; VAN DER WERF, 2000) e demonstram que, para uma infestação de aproximadamente 3,7 adultos por armadilha, ocorrerá o número máximo de unidades amostrais necessárias, sendo de 19 unidades. Para uma infestação de 3 insetos por armadilha, serão amostradas

aproximadamente 13 armadilhas e para uma média de 5 insetos por armadilhas serão necessárias aproximadamente 10 unidades amostrais para a tomada de decisão (Figura 5).

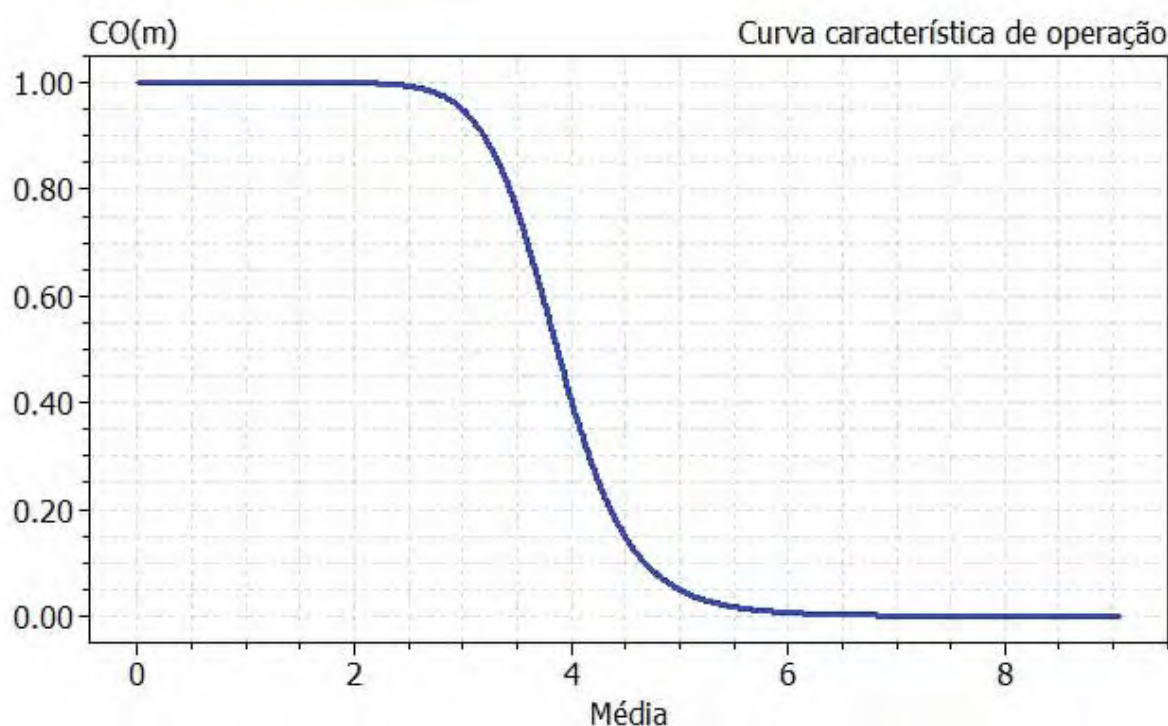


Figura 4. Curva característica de operação (CO) de teste sequencial da razão de verossimilhança de Wald para população total de *Cosmopolites sordidus*

Os planos de amostragem sequencial vêm sendo muito recomendados devido a sua praticidade e rapidez, apresentando tempo mais curto para a tomada de decisão e redução de custos em sua execução para diversas pragas e culturas, como a mosca branca *Bemisia tabaci* em tomate (GUSMÃO et al. 2006), com redução de até 84,44% no tempo gasto na amostragem, o percevejo *Oebalus pugnax* em arroz (ESPINO; WAY; WILSON, 2008), com redução de mais de 50% do número de unidades em amostragens de tamanho fixo.

Quanto a periodicidade das avaliações, recomenda-se a avaliação das armadilhas uma semana após a sua colocação (GOWEN, 1995; SIMMONDS, 1959; STOVER; SIMMONDS, 1987; TREVERROW, 1985; TREVERROW; PEASLEY; IRELAND, 1992), e a recolocação de novas armadilhas um mês após a avaliação anterior, considerando o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto do inseto, que vai de 6 a 8 semanas (GOLD; NEMEYE; COE, 1999).

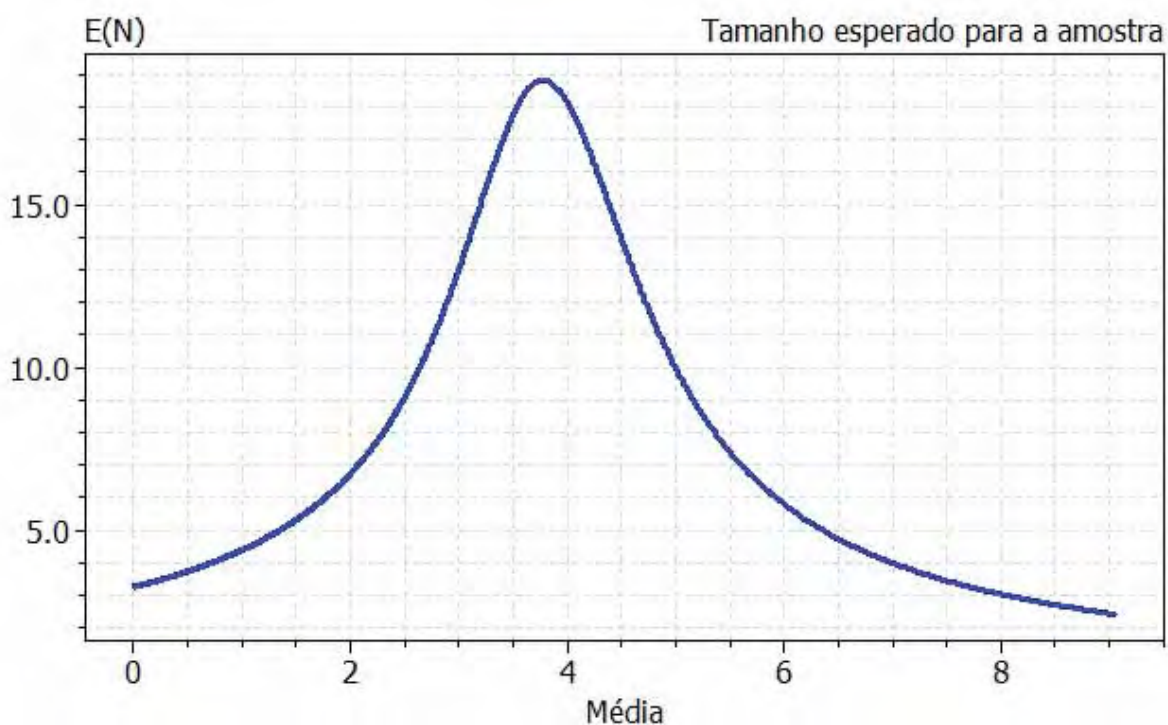


Figura 5. Número esperado de amostras $E(N)$ do teste sequencial da razão de verossimilhança de Wald para a população total de *Cosmopolites sordidus*

4.5. Validação do plano de amostragem

O resultados das $2,22 \cdot 10^5$ simulações (3000 simulações por data de coleta) demonstraram que, quando a média era 3, a porcentagem de simulações que não recomendaram controle foi de aproximadamente 95% e, quando a média era 5, essa mesma porcentagem aproximada de simulações recomendou o controle (Tabela 3) (Figura 6). Esses resultados apresentam a precisão esperada, definida como parâmetros do TSRV a 5% para α e β (YOUNG; YOUNG, 1998).

O número de simulações nas quais o teste foi truncado foram pequenos (0 a 9,83%) em quase todos os casos. Os casos nos quais houve maior ocorrência de truncamento do teste foram os que a média de infestação se situou entre 3 e 5. O procedimento para a tomada de decisão nesses casos está descrito em 3.10 e os resultados obtidos nas simulações podem ser observados na Tabela 3.

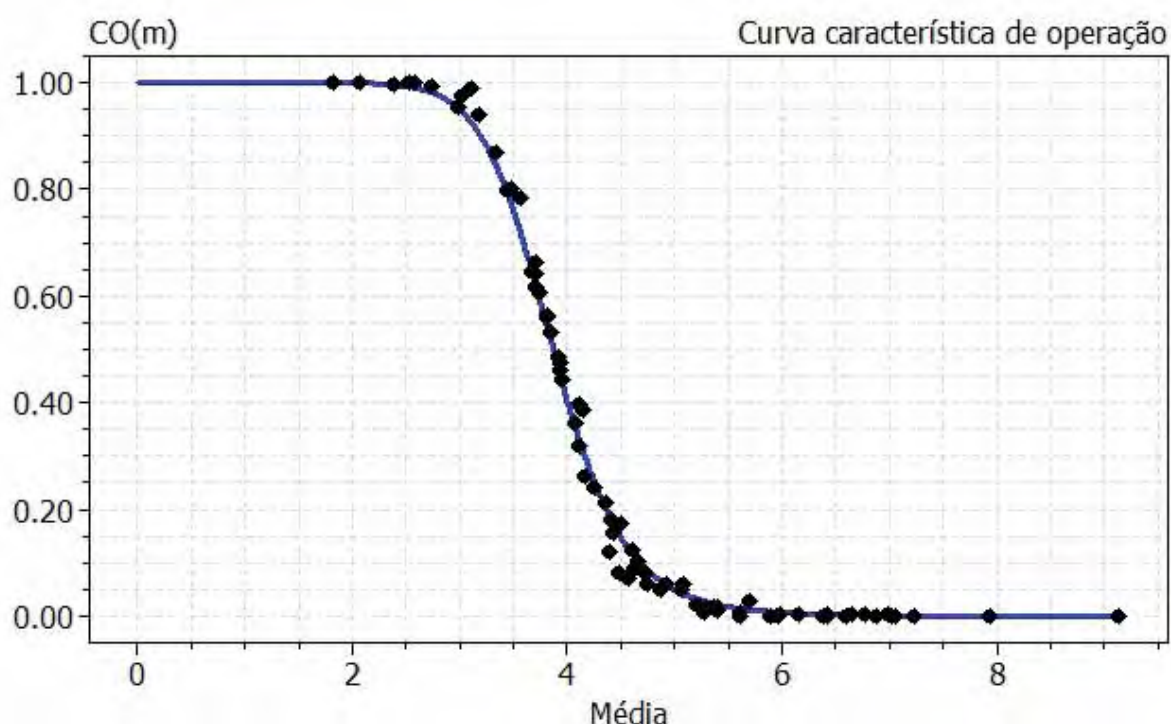


Figura 6. Curva característica de operação (CO) de teste sequencial da razão de verossimilhança de Wald para população total de *Cosmopolites sordidus* e pontos indicando a probabilidade de não efetuar controle em função da média de insetos por armadilha obtidos nas simulações

A Figura 7 ilustra a curva estimada com o máximo de amostras esperado em aproximadamente 19, quando a média é igual a aproximadamente 3,7 insetos por armadilha e os pontos representam as médias das simulações efetuadas para cada data. Quando a média de infestação se encontra entre os valores de 3 e 5 a quantidade média de armadilhas necessárias para a tomada de decisão ficou próxima do esperado, chegando a 26 unidades. Tais resultados obtidos na validação demonstraram que o plano é aplicável e apresenta segurança em sua recomendação.

As simulações demonstraram que um total de 30 armadilhas dispostas de maneira uniforme é suficiente para a tomada de decisão a respeito do controle do gorgulho da bananeira em um talhão homogêneo quanto a umidade, idade, espaçamento entre as plantas e tratamentos culturais.

Fatores oriundos à essa homogeneidade do talhão deverão ser importantes para o desempenho do plano. Mesmo que o TSRV seja tolerante à variações na média de infestação em sua aplicação, ele é sensível à variações no k , ou seja, no padrão

de distribuição da praga (WALD, 1947). Isso indica que, caso a homogeneidade do talhão seja comprometida e algum desses fatores de heterogeneidade tenha efeito sobre o padrão de distribuição da praga, a aplicação do teste pode ficar prejudicada. Essa variação dos valores de k foi responsável pelas divergências observadas na Figura 7 entre a curva estimada e os resultados obtidos nas simulações, mantendo-se aceitáveis pelo teste de homogeneidade (BLISS; OWEN, 1958) e dentro de limites práticos quanto ao número médio de unidades amostrais para a tomada de decisão.

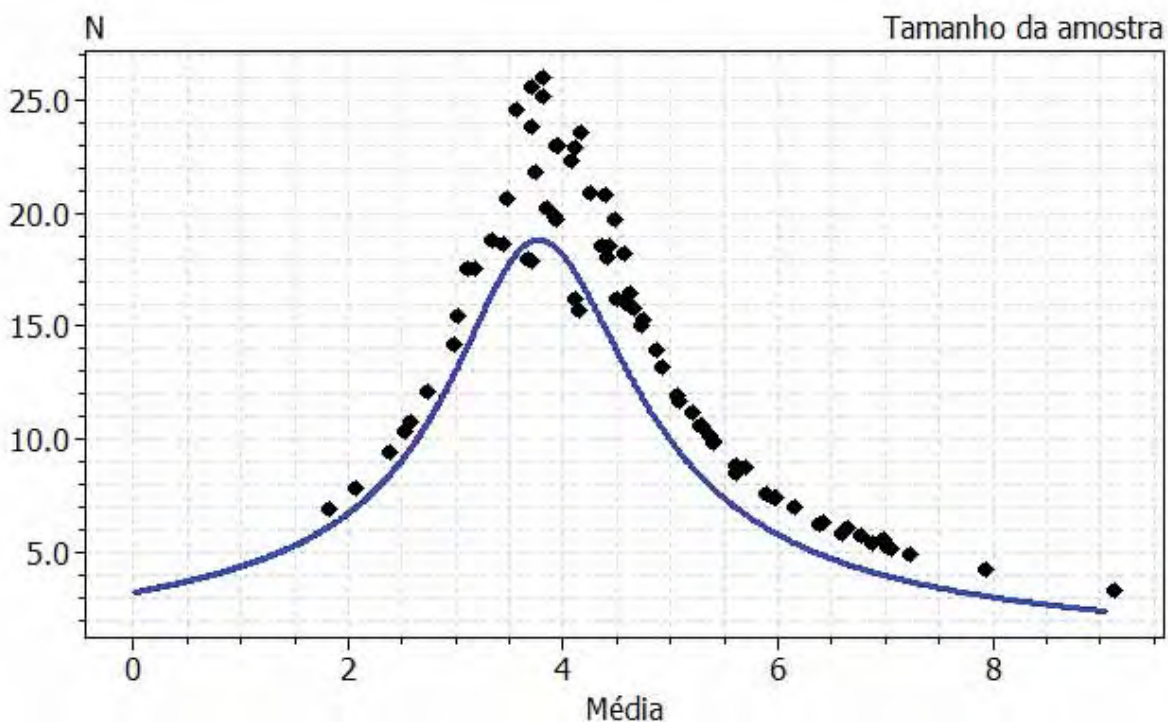


Figura 7. Número esperado de amostras do teste sequencial da razão de verossimilhança de Wald para a população total de *Cosmopolites sordidus* e médias dos números de amostras necessárias obtidos nas simulações

O procedimento de validação por simulações tem o objetivo de avaliar a aplicabilidade e a segurança do plano proposto com base nos métodos estatísticos teóricos. O procedimento utilizado neste estudo apresenta a vantagem de se aplicar o plano em diferentes situações com padrão de distribuição conhecido, ao invés de se reamostrar somente uma situação para avaliação de sua utilidade no campo (NARANJO; HUTCHISON, 1997). Neste estudo, a validação provou que o plano é utilizável e seguro para a decisão de controle de *Cosmopolites sordidus*.

Tabela 3. Resultados obtidos na validação por simulações de aplicação do plano de amostragem sequencial para *Cosmopolites sordidus*

Data	n	m	k _{mv}	m _N	Controlar	Não controlar	Trunc.	n _s	m _s
18/03/2006	80	1,82	1,4271	7	0,00%	100,00%	0,00%	3000	1,79
17/05/2008	80	2,15	1,8415	8	0,10%	99,90%	0,00%	3000	2,10
07/12/2007	80	2,41	2,3598	9	0,13%	99,87%	0,00%	3000	2,36
05/05/2008	80	2,58	7,0461	10	0,07%	99,93%	0,00%	3000	2,52
07/06/2008	80	2,65	4,2976	11	0,13%	99,87%	0,00%	3000	2,62
23/01/2008	80	2,79	3,6282	12	0,60%	99,40%	0,03%	2999	2,75
07/02/2008	80	3,06	3,6899	15	2,30%	97,70%	0,30%	2991	3,00
01/03/2006	80	3,07	2,2675	15	5,50%	94,50%	0,50%	2985	3,04
23/08/2008	80	3,14	8,9843	17	1,37%	98,63%	0,60%	2982	3,09
07/12/2006	80	3,25	3,5885	18	5,70%	94,30%	1,33%	2960	3,18
09/08/2008	80	3,45	2,7391	19	15,17%	84,83%	2,70%	2919	3,38
10/06/2006	80	3,46	2,2633	18	18,23%	81,77%	2,37%	2929	3,40
15/02/2006	80	3,52	2,8904	21	20,20%	79,80%	3,33%	2900	3,48
22/07/2008	80	3,64	5,0956	24	22,00%	78,00%	7,13%	2786	3,57
14/04/2006	80	3,74	4,6084	26	30,40%	69,60%	9,13%	2726	3,67
21/12/2006	80	3,77	1,9006	18	37,47%	62,53%	2,33%	2930	3,71
14/09/2005	80	3,81	1,9098	18	40,50%	59,50%	2,80%	2916	3,76
18/01/2007	80	3,81	3,6783	24	38,60%	61,40%	8,17%	2755	3,75
26/04/2007	80	3,85	2,7262	22	42,27%	57,73%	5,70%	2829	3,79
04/01/2008	80	3,90	4,3149	25	45,17%	54,83%	9,10%	2727	3,83
01/04/2006	80	3,91	4,4484	26	45,53%	54,47%	9,83%	2705	3,84
09/11/2007	80	3,94	2,3148	20	46,83%	53,17%	3,70%	2889	3,85
23/11/2006	80	3,96	2,3586	20	49,13%	50,87%	4,40%	2868	3,89
15/03/2007	80	4,00	2,2751	20	52,40%	47,60%	3,77%	2887	3,94
21/12/2007	80	4,05	3,4326	23	57,23%	42,77%	6,83%	2795	3,98
07/07/2008	80	4,05	3,2272	23	55,87%	44,13%	6,03%	2819	3,96
01/02/2007	80	4,15	3,4210	22	64,00%	36,00%	5,57%	2833	4,07
24/03/2008	80	4,19	1,4888	16	60,73%	39,27%	1,13%	2966	4,15
27/05/2006	80	4,22	3,9455	23	72,37%	27,63%	6,57%	2803	4,17
21/09/2005	80	4,25	1,6190	16	63,67%	36,33%	1,43%	2957	4,19
21/06/2008	80	4,28	4,9096	23	78,00%	22,00%	6,10%	2817	4,23
28/09/2007	80	4,35	2,8935	20	73,80%	26,20%	4,00%	2880	4,25
22/04/2008	80	4,38	3,5170	20	79,53%	20,47%	4,13%	2876	4,32
29/04/2006	80	4,50	3,1865	18	83,27%	16,73%	2,53%	2924	4,44
26/10/2007	80	4,51	6,3739	21	88,87%	11,13%	3,90%	2883	4,42
11/10/2006	80	4,52	3,4391	18	84,83%	15,17%	2,73%	2918	4,46
17/08/2006	80	4,59	7,1013	19	93,83%	6,17%	2,73%	2918	4,53
26/10/2006	80	4,59	5,5390	19	91,77%	8,23%	2,23%	2933	4,53
19/10/2005	80	4,61	2,8117	17	85,13%	14,87%	1,83%	2945	4,53
23/02/2008	80	4,61	2,5618	16	85,20%	14,80%	1,00%	2970	4,56
24/06/2006	80	4,69	3,6897	17	90,03%	9,97%	1,70%	2949	4,61
09/11/2006	80	4,80	2,9252	15	90,87%	9,13%	0,77%	2977	4,73
24/05/2007	80	4,80	3,2838	15	91,13%	8,87%	1,10%	2967	4,71
04/01/2007	80	4,86	4,0444	15	94,50%	5,50%	0,70%	2979	4,79

n = número de armadilhas avaliadas na coleta; m = média de insetos por armadilha; k_{mv} = valor de k utilizado nas simulações; m_N = média de amostras necessárias para a tomada de decisão; Trunc. = porcentagem de simulações com o teste truncado em 3n; n_s = número de simulações com decisão tomada sem truncamento; m_s = média de insetos por armadilha obtida nas simulações

Tabela 3. (cont.) Resultados obtidos na validação por simulações de aplicação do plano de amostragem sequencial para *Cosmopolites sordidus*

Data	n	m	k _{mv}	m _N	Controlar	Não controlar	Trunc.	n _s	m _s
11/10/2007	80	5,04	3,9913	13	96,13%	3,87%	0,63%	2981	4,93
13/10/2005	80	5,05	3,0848	13	94,60%	5,40%	0,30%	2991	4,97
05/10/2005	80	5,16	2,8594	12	95,87%	4,13%	0,17%	2995	5,10
18/01/2006	80	5,25	2,4502	11	95,67%	4,33%	0,27%	2992	5,17
07/07/2006	80	5,30	3,7244	11	98,03%	1,97%	0,07%	2998	5,21
05/04/2008	80	5,32	3,6532	11	98,33%	1,67%	0,03%	2999	5,24
01/02/2006	80	5,40	5,5678	10	99,10%	0,90%	0,07%	2998	5,32
07/06/2007	80	5,47	3,3120	10	98,23%	1,77%	0,07%	2998	5,39
21/06/2007	80	5,47	3,2321	10	98,50%	1,50%	0,00%	3000	5,43
13/05/2006	80	5,55	4,3224	10	99,07%	0,93%	0,03%	2999	5,46
08/03/2008	80	5,70	12,9673	8	99,97%	0,03%	0,00%	3000	5,65
23/11/2007	80	5,72	4,3498	9	99,67%	0,33%	0,00%	3000	5,64
28/09/2005	80	5,85	2,1434	8	97,73%	2,27%	0,03%	2999	5,80
28/09/2006	80	6,01	6,2473	7	99,83%	0,17%	0,00%	3000	5,96
21/07/2006	80	6,05	5,3460	7	99,83%	0,17%	0,00%	3000	5,97
02/11/2005	80	6,12	3,9326	7	99,87%	0,13%	0,00%	3000	6,04
03/08/2006	80	6,16	3,3917	8	99,47%	0,53%	0,00%	3000	5,99
14/09/2007	80	6,49	3,3674	6	99,73%	0,27%	0,00%	3000	6,39
16/11/2005	80	6,50	6,0421	6	99,93%	0,07%	0,00%	3000	6,44
16/08/2007	80	6,50	3,7728	6	99,83%	0,17%	0,00%	3000	6,41
30/08/2007	80	6,65	4,7711	6	99,97%	0,03%	0,00%	3000	6,59
10/05/2007	80	6,75	2,4281	6	99,53%	0,47%	0,00%	3000	6,59
15/12/2005	80	6,90	2,9239	6	99,77%	0,23%	0,00%	3000	6,75
30/11/2005	80	6,95	2,4607	6	99,60%	0,40%	0,00%	3000	6,81
14/09/2006	80	7,05	4,8686	5	100,00%	0,00%	0,00%	3000	6,94
26/10/2005	80	7,15	4,5680	5	100,00%	0,00%	0,00%	3000	7,05
05/07/2007	80	7,20	3,9455	5	99,93%	0,07%	0,00%	3000	7,11
02/08/2007	80	7,35	4,5836	5	99,93%	0,07%	0,00%	3000	7,26
31/08/2006	80	8,11	3,5432	4	100,00%	0,00%	0,00%	3000	8,00
19/07/2007	80	9,28	4,3433	3	100,00%	0,00%	0,00%	3000	9,10

n = número de armadilhas avaliadas na coleta; m = média de insetos por armadilha; k_{mv} = valor de k utilizado nas simulações; m_N = média de amostras necessárias para a tomada de decisão; Trunc. = porcentagem de simulações com o teste truncado em 3n; n_s = número de simulações com decisão tomada sem truncamento; m_s = média de insetos por armadilha obtida nas simulações

5. CONCLUSÃO

O inseto *Cosmopolites sordidus* se comporta de maneira agregada.

A distribuição de probabilidades que melhor representa o comportamento de *Cosmopolites sordidus* é a distribuição binomial negativa.

Foi construído um plano de amostragem sequencial para *Cosmopolites sordidus*, no qual 30 armadilhas são suficientes para a tomada de decisão.

O plano proposto foi validado através de simulações e mostrou-se aplicável e confiável.

6. REFERÊNCIAS

- ABERA, A. M. K. **Oviposition Preferences and Timing of Attack by the Banana Weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar) in East African Highland Banana (*Musa* spp.)**. 1997. Dissertação (M.Sc.) – Makerere University, Uganda, 1997.
- ABERA, A. M. K.; GOLD, C. S.; KYAMANYWA, S. Timing and distribution of attack by the banana weevil (Coleoptera: Curculionidae) in East African highland banana (*Musa* spp.). **Florida Entomologist**, v. 82, p. 631-641, 1999.
- ABERA, A. M. K.; GOLD, C. S.; VAN DRIESCHE, R. Experimental evaluation of the impacts of two ant species on banana weevil in Uganda. **Biological Control**, v. 46, p. 147–157, 2008.
- AKELLO, J.; DUBOIS, T.; COYNE, D.; KYAMANYWA, S. The effects of *Beauveria bassiana* dose and exposure duration on colonization and growth of tissue cultured banana (*Musa* sp.) plants. **Biological Control**, v. 49, n. 1, p. 6–10, 2009.
- ALLEN, R. N. **Control of Major Pests and Diseases of Bananas**. New South Wales: Department of Agriculture, 1989.
- ANSCOMBE, F. J. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distributions. **Biometrics**, Alexandria, v.5, p.165-73, 1949.
- ARIAS, P.; DANKERS, C. LIU; P.; PILKAUSKAS, P. The World Banana Economy, 1985-2002. **Commodity Studies**, Rome, v. 1, 2003.
- BARBOSA, J. C. Amostragem seqüencial. In: FERNANDES, O. A.; CORREIA, A. C. B.; DE BORTOLI, S. A. **Manejo integrado de pragas e nematoides**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 205-211.
- BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica**, Jaboticabal, v. 10, n. 2, p. 181-191, 1982.
- BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; RAGA, A.; SATO, M. E. Atração de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) por iscas do tipo “sanduiche” e “telha”. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 57, p. 9-13, 1990.
- BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H. M.; RAGA, A.; SATO, M. E.; CARVALHO, A. G. Controle Biológico da Broca da Bananeira. In: Anais da XIII Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 2005, Registro, SP. **Anais...** São Paulo: Instituto Biológico, 2005. p. 1-8. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XIII%20RIFIB/>>. Acesso em 01 mar. 2013 15:39:00.

BECCARI, F. Contributo alla conoscenza del *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleopt., Curcul.). **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, Firenze, v. 61, p. 131-150, 1967.

BELLIS, G. A.; DONALDSON, J. F.; CARVERS, M.; HANCOCK, D. L.; FLETCHER, M. J. Records of insect pests on Christmas Island and the Cocos (Keeling) Islands, Indian Ocean. **Australian Entomologist**, v. 31, p. 93-102, 2004.

BINNS M. R.; NYROP J. P. Sampling insect populations for the purpose of IPM decision making. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 427-453, 1992.

BINNS M. R.; NYROP J. P.; VAN DER WERF, W. **Sampling and Monitoring for Crop Protection Decision Making**. London: CAB International, 2000. 284 pp.

BLISS, C. I.; FISCHER, R. A. Fitting the negative binomial to biological data and a note on the efficient fitting of the negative binomial. **Biometrics**, Alexandria, v. 9, n. 1, p. 176-200, 1953.

BLISS, C. I.; OWEN, A. R. G. Negative binomial distributions with a common k . **Biometrika**, v.45, p. 37-58, 1958.

BRIDGE, J.; GOWEN, S.R. Recent advances in banana weevil biology, population dynamics and pest status with emphasis on East Africa. In: GOLD, C.S.; GEMMIL, B. (Eds.) *Biological and Integrated Control of Highland Banana and Plantain Pests and Diseases*. Proceedings of a Research Coordination Meeting in Cotonou, 1993, Benin: IITA. **Proceedings...** Benin, 1993. p. 140-146.

BUDENBERG, W. J.; NDIEGE, J. O.; KARAGO, F. W. Evidence for volatile male produced pheromone in banana weevil *Cosmopolites sordidus*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, p. 1905-1916, 1993.

BUJULU, J.; URONU, B.; CUMMING, C.N.C. The control of banana weevils and parasitic nematodes in Tanzania. **East African Agricultural and Forestry Journal**, v. 49, p. 1-13, 1983.

BULLOCK, R.C.; EVERS, C. Control of the banana root borer (*Cosmopolites sordidus* Germar) with granular insecticides. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 39, p. 109, 1962.

CASTRILLON, C. **Distribucion de las Especies de Picudo del Plátano Evaluacion de sus Entomopatogenos Nativos en el Departamento de Risaralda**. Manizales, Columbia: CORPOICA, 2000.

CASTRILLON, C. Manejo del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en plátano y banano de la zona cafetera de Colombia. In: **Memorias IX ACORBAT**, 1991, p. 349-362.

CHAVARRIA-CARVAJAL, J.A.; IRIZARRY, H. Rates, application intervals and rotation of four granular pesticides to control nematodes and the corm-weevil (*Cosmopolites*

sordidus Germar) in plantain. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 81, p. 43–52, 1997.

COLLINS, P. J.; TREVERROW, N. L.; LAMBKIN, T. M. Organophosphorus insecticide resistance and its management in the banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae), Australia, **Crop Protection**, v. 10, p. 215-221, 1991.

COYNE, D.; WASUKIRA, A.; DUSABE, J.; ROTIFA, I.; DUBOIS T.; Boiling water treatment: A simple, rapid and effective technique for nematode and banana weevil management in banana and plantain (*Musa* spp.) planting material. **Crop Protection**, v. 29, p. 1478-1482, 2010.

CUILLÉ, J. Institut des Fruits Agrumes Coloniaux. **Recherches sur le Charancon du Bananier**. Serie Technique. Paris, n. 4, 1950.

DALE, J. L. Banana biotechnology: already a reality. **AgBiotechNet**, v. 1, 1999.

DAVIS, P. M. Statistics for describing populations, In: PEDIGO, L. P.; BUNTIN, G. D. **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 1993. p.33-54.

DE JAGER, K. Banana weevil borer. In: ROBINSON, J.C. (Ed.) **Handbook of Banana Growing in South Africa**. Nelspruit: Institute for Tropical and Subtropical Crops, 1993. p. 119-120.

DELATTRE, P. Recherche d'une methode d'estimation des populations du charancon du bananier, *Cosmopolites sordidus* Germar (Col., Curc.). **Acta Oecologia**, v. 1, p. 83-92, 1980.

ELLIOT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates**. 2. ed. Westmoreland: The Ferry House, 1979. 157 p.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. Sistema de Produção da Bananeira Irrigada. **Sistemas de Produção**, v. 4. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananeiraIrrigada/pragas.htm>>. Acesso em 01 mar. 2013 15:42:00.

EPAGRI. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2008-2009**, Florianópolis: Epagri/Cepa, 2009. Disponível em <www.epagri.sc.gov.br> Acesso em 22 fev. 2013 15:30:00.

ESPINO, L.; WAY, M. O.; WILSON, L. T. Sequential sampling plans for sweep net and visual sampling of *Oebalus pugnax* in rice. **Southwestern Entomologist**, v. 33, n. 1, p. 53-64, 2008.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 07 fev. 2013 15:00:00.

FAWCETT, W. **The banana: Its cultivation, distribution and commercial uses.** London: Duckworth, 1913.

FRANZMANN, B. A. Banana weevil borer in North Queensland. **Queensland Agricultural Journal**, v. 98, p. 319-321, 1972.

FROGGATT, J. L. The banana weevil borer (*Cosmopolites sordidus*). **Queensland Agricultural Journal**, v. 24, p. 558-593, 1925.

GETTMAN, A. D.; MITCHELL, W. C.; LI, P.; MAU, R. F. L. A hot water treatment for control of the banana root borer, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) in banana planting stock. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v. 31, p. 59-63, 1992.

GOLD, C. S.; MESSIAEN, S. The Banana Weevil, *Cosmopolites sordidus*. **Musa Pest Fact Sheet**, INIBAP, n. 4, 2000.

GOLD, C. S.; NEMEYE, P. S.; COE, R. Recognition and duration of the larval instars of banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), in Uganda. **African Entomology**, v. 7, p. 49-62, 1999a.

GOLD, C. S.; OKECH, S. H.; NOKOE, S. Evaluation of pseudostem trapping as a control measure against banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), in Uganda. **Bulletin of Entomological Research**, v. 92, p. 35–44, 2002.

GOLD, C. S.; PEÑA, J. E.; KARAMURA, E. B. Biology and integrated pest management for the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated Pest Management Reviews**, v. 6, p. 79-155, 2003.

GOLD, C. S.; RUKAZAMBUGA, N. D. T. R.; KARAMURA, E. B.; NEMEYE, P.; NIGHT, G. Recent advances in banana weevil biology, population dynamics and pest status with emphasis on East Africa. In: Proceedings of a Workshop on Banana IPM, 1998, Nelspruit, South Africa. **Proceedings...** Nelspruit, 1999b. p. 33-50.

GOLD, C. S.; SSENKYONGA, J.; OKECH, S. H.; BAGAMBA, F.; KIGGUNDU, A.; TINZAARA, W.; MASANZA, M.; NAMPALA, P. Cultural control of banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) in Uganda. **African Crop Science Conference Proceedings**, v. 4, p. 555-562, 1999c.

GOLD, C.S.; KAGEZI, G.H.; NIGHT, G.; RAGAMA, P.E. The effects of banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), damage on highland banana growth, yield and stand duration in Uganda. **Annals of Applied Biology**, v. 145, p. 263–269, 2004a.

GOLD, C.S.; NIGHT, G.; ABERA, A.; SPEIJER, P.R. Hot-water treatment for the control of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), in Uganda. **African Entomology** v. 6, p. 215–221, 1998a.

GOLD, C.S.; NIGHT, G.; RAGAMA, P.E.; KAGEZI, G.H.; TINZAARA, W.; ABERA, A.M.K. Field distribution of banana weevil (*Cosmopolites sordidus* (Germar)) adults in cooking banana stands in Uganda. **Insect Science and Its Application**, v. 24, p. 242–248, 2004b.

GOLD, C.S.; PEÑA, J.E.; KARAMURA, E.B. Biology and integrated pest management for the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Integrated Pest Management Reviews**, v. 6, p. 79–155, 2001.

GOLD, C.S.; RUKAZAMBUGA, N.D.T.R.; KARAMURA, E.B.; NEMEYE, P.; NIGHT, G. Recent advances in banana weevil biology, population dynamics and pest status with emphasis on East Africa. In: WORKSHOP ON BANANA, 1998b, Nelspruit, South Africa, **Proceedings...**, p. 33–50.

GOLD, C.S.; SPEIJER, P.R.; KARAMURA, E.B.; TUSHEMERIRWE, W.K.; KASHAIJA, I.N. Survey methodologies for banana weevil and nematode damage assessment in Uganda. **African Crop Science**, v. 2, p. 309–321, 1994.

GOUSSELAND, J. Etude de l'enracinement et de l'émission racinaire du bananier "Giant Cavendish" (*Musa acuminata* AAA, sous groupe Cavendish) dans les andosols de la Guadeloupe. **Fruits**, v. 38, p. 611-628, 1983.

GOWEN, S.R. Pests. In: _____ (Ed.) **Bananas and Plantains**. 382-402. Chapman & Hall, London, 1995.

GRAAF, J. D.; GOVENDER, P.; SCHOEMAN, A. S.; VILJOEN, A. Efficacy of cultural control measures against the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), in South Africa. **Journal of Applied Entomology** v. 132, p. 36–44, 2008.

GRAAF, J. **Integrated pest management of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), in South Africa**. 2006. 242 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade de Pretoria, Pretoria, 2006.

GREEN, R. H. Measurement of non – randomness in spatial distributions. **Res. Pop. Ec.** Kyoto, v. 8, n. 1, p. 1-7, 1966.

GUSMÃO, M. R.; PICANÇO, M. C.; GUEDES, R. N. C.; GALVAN, T. L.; PEREIRA, E. J. G. Economic injury level and sequential sampling plan for *Bemisia tabaci* in outdoor tomato. **Journal of Applied Entomology**, v. 130, n. 3, p. 160-166, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2005.01032.x>>.

HADDAD, O.; BORGES, O. **Los bananos en Venezuela**. Caracas: Impresora Matheus, 1974. p.79-80.

HASYIM, A.; GOLD, C. S. Potential of classical biological control for banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar, with natural enemies from Asia (with emphasis on Indonesia). In: Proceedings of a Workshop on Banana IPM, 1998, Nelspruit, South Africa. **Proceedings...** Nelspruit, 1999. p. 59-71.

HASYIM, A.; HARLION, D. Laporan tahunan Anggaran tahunan. **Dinamika Populasi Hama Penggerek Bonggol Pisang di Sitiung, Sumatera Barat**. APBN 1997-1998, 1998.

HORD, H. Y.; FLIPPEN, R. S. Studies of banana borer in the Honduras. **Journal of Economic Entomology**, v. 49, p. 296-300, 1956.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal, 2006**. Acesso em 27 out. 2011.

JOHNSON, R. A.; KOTZ, S. **Discrete distributions**. Boston: Houghton Mifflin, 1969. 328 p.

JONES, D. R. Introduction to banana, abacá and enset. In: _____ (Ed.) **Diseases of Banana, Abacá and Enset**. 1-36. CAB International, Wallingford. 2000.

KARAMURA, E. B.; KARAMURA, D. A. Banana morphology – part II: the aerial shoot. In: GOWEN, S. (Ed.) **Bananas and Plantains**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 190-205.

KIGGUNDU, A.; GOLD, C. S.; LABUSCHAGNE, M. T.; VUYLSTEKE, D.; LOUW, S. Levels of host plant resistance to banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae), in Ugandan Musa germplasm. **Euphytica**, v. 133, p. 267-277, 2003.

KOPPENHÖFER, A.M. Observation on egg laying behaviour of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar). **Entomologia Experimentalis et Applicata** v. 68, p. 187–192, 1993.

KOPPENHÖFER, A.M.; SESHU-REDDY, K.V.; SIKORA, R.A. Reduction of banana weevil populations with pseudostem traps. **International Journal of Pest Management**, v. 40, p. 300–304, 1994.

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

LIMA, A. C. **Insetos do Brasil: Coleópteros**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1956. 373p. v. 4, part. 3.

LUNA, J.; FLEISCHER, S. J.; ALLEN, W. A. Development and validation of sequential sampling plans for potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae). **Environmental Entomology**, n. 1, v. 2, p. 690-94, 1983.

MASANZA, M. **Effect of crop sanitation on banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) populations and associated damage**. 2003. Thesis (PhD), Wageningen University, The Netherlands, Wageningen, 2003.

MASANZA, M.; GOLD, C. S.; HUIS, A. Distribution, timing of attack, and oviposition of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, on banana crop residues in Uganda. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 117, p. 119–126, 2005.

MCAUSLANE, H. J.; ELLIS, C. R.; ALLEN, O. B. Sequential sampling of adult northern and western com root-worms (Coleoptera: Chrysomelidae) in southern Ontario. **Canadian Entomologist**, n. 1, v. 19, p. 577-85, 1987.

MCINTYRE B. D.; GOLD C. S.; KASHAIJA I. N.; SSALI H.; NIGHT G.; BWAMIKI D. P. Effects of legume intercrops on soil-borne pests, biomass, nutrients and soil water in banana. **Biology and Fertility of Soils**, v. 34, p. 342–348, 2002.

MESQUITA, A. L. M.; ALVES, E. J.; CALDAS, R. C. Resistance of banana cultivars to *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824). **Fruits**, v. 39, p. 254-257, 1984.

MESTRE, J.; RHINO, B. 1997. **Les Etudes sur le Charancon des Bananiers, *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824)**. Neufchateau: Bilan Sommaire. 1997. p. 97-04. (CIRAD-FLHOR document)

MITCHELL, G. **The Estimation of Banana Borer Population and Resistance levels**. St. Lucia: Windward Island Banana Growers Association (WINBAN), 1978. (Technical Bulletin 2)

MORISITA, M. I_h -index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, Kyoto, v. 4, n. 1, p. 1-7, 1962.

NANKINGA, C. M. **Characterization of entomopathogenic fungi and evaluation of delivery systems of *Beauveria bassiana* for the biological control of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus***. 1999. Thesis (PhD), University of Reading, London, UK, 1999.

NARANJO, S. E.; HUTCHISON, W. D. Validation of arthropod sampling plans using a resampling approach: software and analysis. **American Entomologist**, v. 43, n. 1, p. 48-57, 1997.

NEL, B. **Management of Fusarium wilt of banana by means of biological and chemical control and induced resistance**. 2004. 181 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Pretoria, Pretoria, 2004.

NEYMAN, J. On a new class of “contagious” distribution, applicable in entomology and bacteriology. **Annals of Mathematical Statistics**, v. 10, p. 35-55, 1939.

OBERPRIELER, R. G.; LOUW, S. Curculionoidea. In: SCHOLTZ, C.H.; HOLM, E. (Eds.) **Insects of Southern Africa**, Butterworths, v. 270, p. 276-280, 1985.

OGENGA-LATIGO, M. W.; BAKYALIRE, R. Use of pseudostem traps and coefficient of infestation (PCI) for assessing banana infestation and damage by *Cosmopolites sordidus* Germar. **African Crop Science Journal**, v. 1, p. 39-48, 1993.

PICKER, M.; GRIFFITHS, C.; WEAVING, A. **Field Guide to Insects of South Africa**. Cape Town: Struik Publishers, 2002.

PINESE, B.; ELDER, R. **Banana Weevil Borer**. Queensland Government, Department of Primary Industries and Fisheries, Horticulture and Fresh Produce, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.qld.gov.au/horticulture/2507.html>>.

PINESE, B.; PIPER, R. Queensland Department of Primary Industries. **Bananas - Insect and Mite Management**. Brisbane, 1994.

PINO, F. A. Instituto de Economia Agrícola. **A Cultura da Banana no Estado de São Paulo**. 2006. Disponível em:<<http://www.iea.sp.gov.br>> Acesso em 23/2/2010.

PLOETZ, R. C.; CHANNER, A. G.; CHIZALA, C. T.; BANDA, D. L. N.; MAKINA, D. W.; BRAUNWORTH, W. S. JR. A current appraisal of banana and plantain diseases in Malawi. **Tropical Pest Management**, v. 38, p. 36-42, 1992.

PRESTES, T. M. V.; ZANINI, A.; ALVES, L. F. A.; BATISTA FILHO, A.; ROHDE, C. Ecological aspects of a *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) population in São Miguel do Iguaçu, PR. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 333-347, 2006.

PRICE, N. S. Banana morphology – part I: roots and rhizomes. In: GOWEN, S. (Ed.) **Bananas and Plantains**. London: Chapman & Hall, 1995a. p. 179-189.

PRICE, N. S. Origin and development of banana and plantain cultivation. In: GOWEN, S. (Ed.) **Bananas and Plantains**. London: Chapman & Hall, 1995b. p. 1-13.

PRICE, N. S. The use of a modified pseudostem trapping technique for assessing the efficacy of insecticides against the banana borer weevil. **Fruits**, v. 50, p. 23-26, 1995c.

PURSEGLOVE, J. W. **Tropical Crops: Monocotyledons**. 2nd impression. New York: Halsted Press, 1975.

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

REYNOLDS, P. K. **The banana. Its history, cultivation and place among staple foods**. The Riverside Press, Cambridge, 1927. p. 181.

ROBIN, J.; CHAMPION, J. Etudes des émissions des racines de la variété du bananier Poyo. **Fruits**, v. 17, p. 93-94, 1962.

ROBINSON, J. C. **Bananas and Plantains**. Wallingford: CAB International, 1996.

RUKAZAMBUGA NDTM. **The effects of banana weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar) on the growth and productivity of bananas (*Musa AAA EA*) and the**

influence of host vigour on weevil attack. 1996. Thesis (PhD), University of Reading, UK, 1996.

RUKAZAMBUGA, N. D. T. M.; GOLD, C. S.; GOWEN, S. R. Yield loss in East African highland banana (*Musa* spp., AAA-EA group) caused by the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. **Crop Protection**, v. 17, p. 581-589, 1998.

SESHU REDDY, K. V.; GOLD, C. S.; NGODE, L. Cultural control strategies for the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar. In: Proceedings of a Workshop on Banana IPM, 1998, Nelspruit, South Africa. **Proceedings...** Nelspruit, 1999. p. 51-57.

SHEPHERD, K. Banana: taxonomia e morfologia. In: Anais do 1º Simpósio Brasileiro Sobre Bananicultura, 1984, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1984. p. 50-74.

SIKORA, R. A.; BAFOKUZARA, N. D.; MBWANA, A. S. S. OLOO, G. W.; URONU, B.; SESHU REDDY, K. V. Interrelationship between banana weevil, root lesion nematode and agronomic practices and their importance for banana decline in the United Republic of Tanzania. **FAO Plant Prot. Bull.** v. 37, p. 151-157, 1989.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. T. 1, part. 2.

SILVA, S. de O. E. Cultivares de banana para exportação. In: CORDEIRO, J. M. (Org.). **Banana produção: aspectos técnicos.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 143 p. (Frutas do Brasil, 1).

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia de insetos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.

SIMMONDS, N. W. Bananas, *Musa* (Musaceae). In: _____. (Ed.). **Evolution of Crop Plants.** Longman: London, p. 211-215. 1976.

SIMMONDS, N. W. **Bananas.** 1st Edition. Longmans Press, London. 1959.

SIMMONDS, N. W. **Bananas.** 2nd Edition. London: Longmans Press, 1966.

SIMMONDS, N. W. Varietal identification in the Cavendish group of bananas. **J. Hort. Science**, Ashford, v. 29, p. 81-88, 1954.

SKUTCH, A. F. Anatomy of the axis of the banana. **Botany Gazette**, v. 93, p. 233-258, 1932.

SMITH, D. Banana weevil borer control in south-eastern Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 35, p. 1165-1172, 1995.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations**. 2. Ed. New York: John Wiley e Sons, 1978. 525 p.

SOUTHWOOD, T.; HENDERSON, P. **Ecological methods**. Oxford: Blackwell Science, 2000.

SPONAGEL, K. W.; DIAZ, F. J.; CRIBAS, A. **El Picudo Negro del Plátano, *Cosmopolites sordidus* Germar**. La Lima, Honduras: FHIA, 1995.

STERLING, W. L. Sequential sampling of cotton insect populations. In: Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. **Proceedings...** Memphis, 1975. p. 133-35.

STERLING, W. L.; BLEICHER, E.; JESUS, F. M. M. Um programa de manejo integrado para insetos do algodoeiro no Nordeste do Brasil usando amostragem seqüencial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v.12, n.1, p.85-98, 1983.

STOVER, R. H.; SIMMONDS, N. W. **Bananas**. Third Edition. New York: John Wiley and Sons, 1987.

SUMMERVILLE, W. A. T. Studies on nutrition as qualified by development in *Musa cavendishii* Lamb. **Queensland Journal of Agricultural Science**, v. 1, p. 1-127, 1944.

TAYLOR, B. Research field work on upland bananas, *Musa* spp., principally acuminata triploid AAA types, in the Kagera region of Tanzania with observations on growth and on the causes of decline in crop yield. **Rivista de Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, v. 85, p. 349-392, 1991.

TINZAARA, W.; DICKE, M.; VAN HUIS, A.; GOLD, C. S. Use of infochemicals in pest management with special reference to the banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Insect Science and its Application**, v. 22, p. 241-261, 2002.

TODD, J. W.; HERZOG, D. C. Sampling phytophagous Pentatomidae on soybean. In: KOGAN, M., HERZOG, D. C. (Eds.), **Sampling Methods in Soybean Entomology**. New York: Springer-Verlag, 1980. p. 438-478.

TRAORE, L., GOLD, C. S.; BOIVIN, G.; PILON, J. G. Developpement postembryonnaire du charancon du bananier. **Fruits**, v. 51, p. 105-113, 1996.

TREVERROW, N. L. **Banana Weevil Borer**. Agfact H6.AE.1, 2nd edition. Australia: NSW Agriculture and Fisheries, 1985.

TREVERROW, N. L.; BEDDING, R. A. Development of a system for the control of the banana weevil borer, *Cosmopolites sordidus* with entomopathogenic nematodes. In: BEDDING, R.A.; AKHURST, R.; KAYA, H. (Eds.) **Nematodes and the Biological Control of Insect Pests**, Melbourne: CSIRO. 1993. p. 41-47.

TREVERROW, N.; MADDOX, C. The distribution of *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) between various types of banana plant material in relation to crop hygiene. **General and Applied Entomology**, v. 23, p. 15-20, 1993.

TREVERROW, N.; PEASLEY, D.; IRELAND, G. **Banana weevil borer, a pest management handbook for banana growers**. Banana Industry Committee, New South Wales Agriculture, NSW, Australia, 1992.

VALMAYOR, R. V.; SALAYOI, B.; JAMALUDDIN, S. H.; KUSUMO, S.; ESPINO, R. R. C.; PASCUA, O. C. Banana Classification and Commercial Cultivars in Southeast Asia. **Information Bulletin**, Los Baños, Laguna: PCARRD, n. 24. 1991.

VILARDEBÓ, A. **Los Insectos y Nematodos de las Bananeras del Ecuador**. Paris: Instituto Franco-Ecuatoriano de Investigaciones Agrícolas, 1960.

VILARDEBÓ, A.; OSTMARK, H. E. **Crop Loss Assessments**. Rome: FAO. Supplement 2, 1977.

VINATIER, F.; TIXIER, P.; DUYCK, P.F.; LESCOURRET, F. Factors and mechanisms explaining spatial heterogeneity: a review of methods for insect populations. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 2, p. 11-22, 2011.

VISWANATH, B. N. Studies on the biology, varietal response and control of banana rhizome weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae). **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, v. 11, p. 597-598, 1977.

WALD, A. Sequential tests of statistical hypothesis. **Annals of Mathematical Statistics**, Ann Arbor, v. 16, n. 2, p. 117-186, 1945.

WALD, A. **Sequential analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1947. 212 pp.

WARDLAW, C. W. **Banana Diseases Including Plantains and Abaca**. Longmans Press, London. 1961.

WARREN, W. G.; CHEN, P. W. The impact of misspecification of the negative binomial shape parameter in sequential sampling plans. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 6, n. 1, p. 608-611, 1986.

WILLERS, P.; DANEEL, M.S.; DE JAGER, K. Banana. In: **Pests and beneficial arthropods of tropical and non-citrus subtropical crops in South Africa**. In: VAN DEN BERG, M.A.; DE VILLIERS, E.A.; JOUBERT, P.H. (Ed.) Nelspruit: ARC – Institute for Tropical and Subtropical Crops. Ad Dynamics, 2001. p. 34–43.

WILSON, L. T. Quantitative sampling principles in cotton IPM. In: FRISBIE, R. E.; ELZIK, K. M.; WILSON, L. T. (Ed.). **Integrated pest management systems in cotton production**. New York: John Wiley & Sons, 1989. p. 85-119.

WILSON, L.T. Estimating the abundance and impact of arthropod natural enemies on IPM systems. In: HOY, M.A.; HERZOG, D.C. (Ed.). **Biological control in agricultural IPM systems**. London: Academic Press, 1985. p. 303-322.

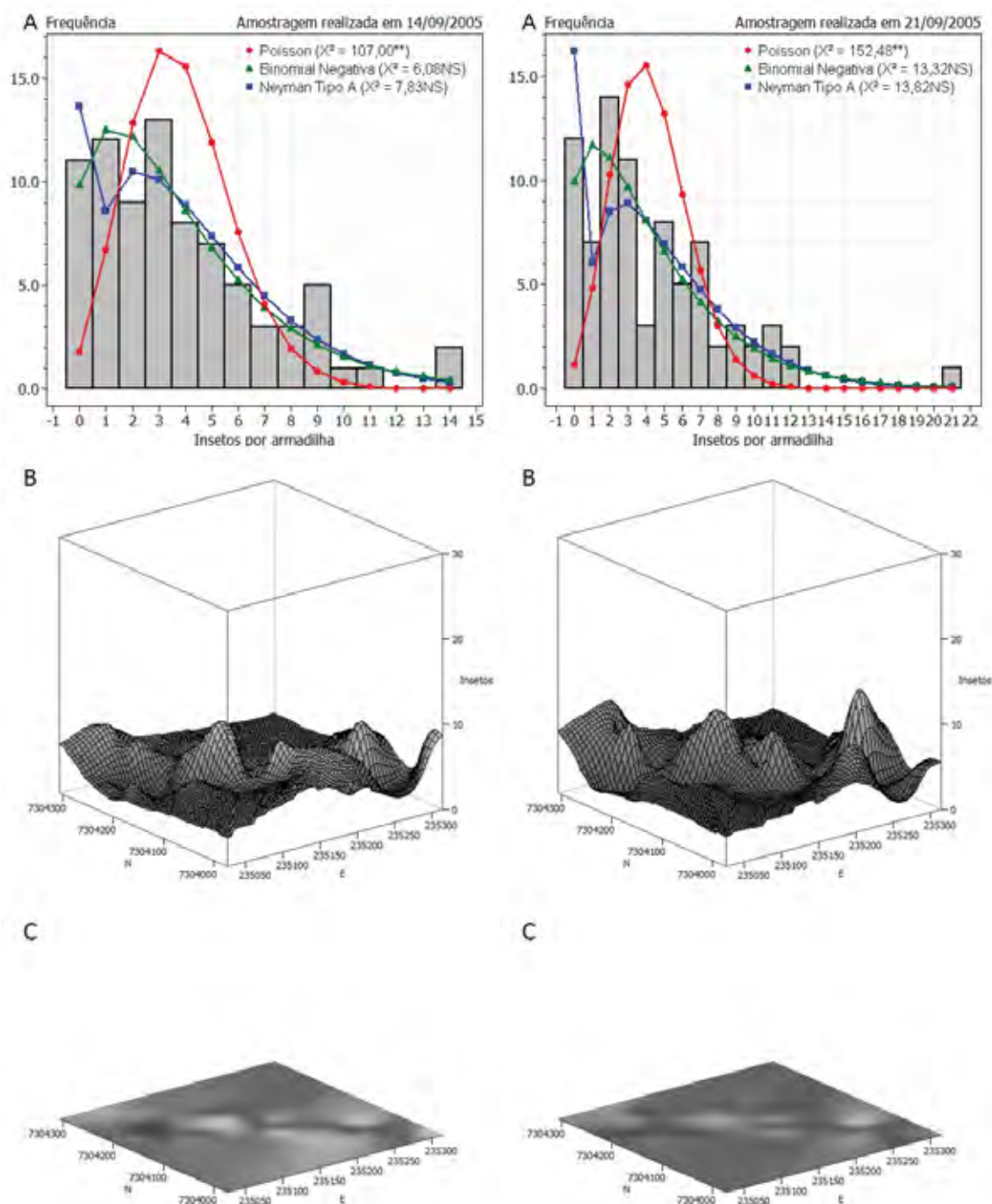
YOUNG, L. J.; YOUNG, J. H. **Statistical ecology: a population perspective**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 565 p.

ZIMMERMAN, E. C. Rhynchophorinae of southeastern Polynesia. **Pacific Insects**, v. 10, p. 47-77, 1968a.

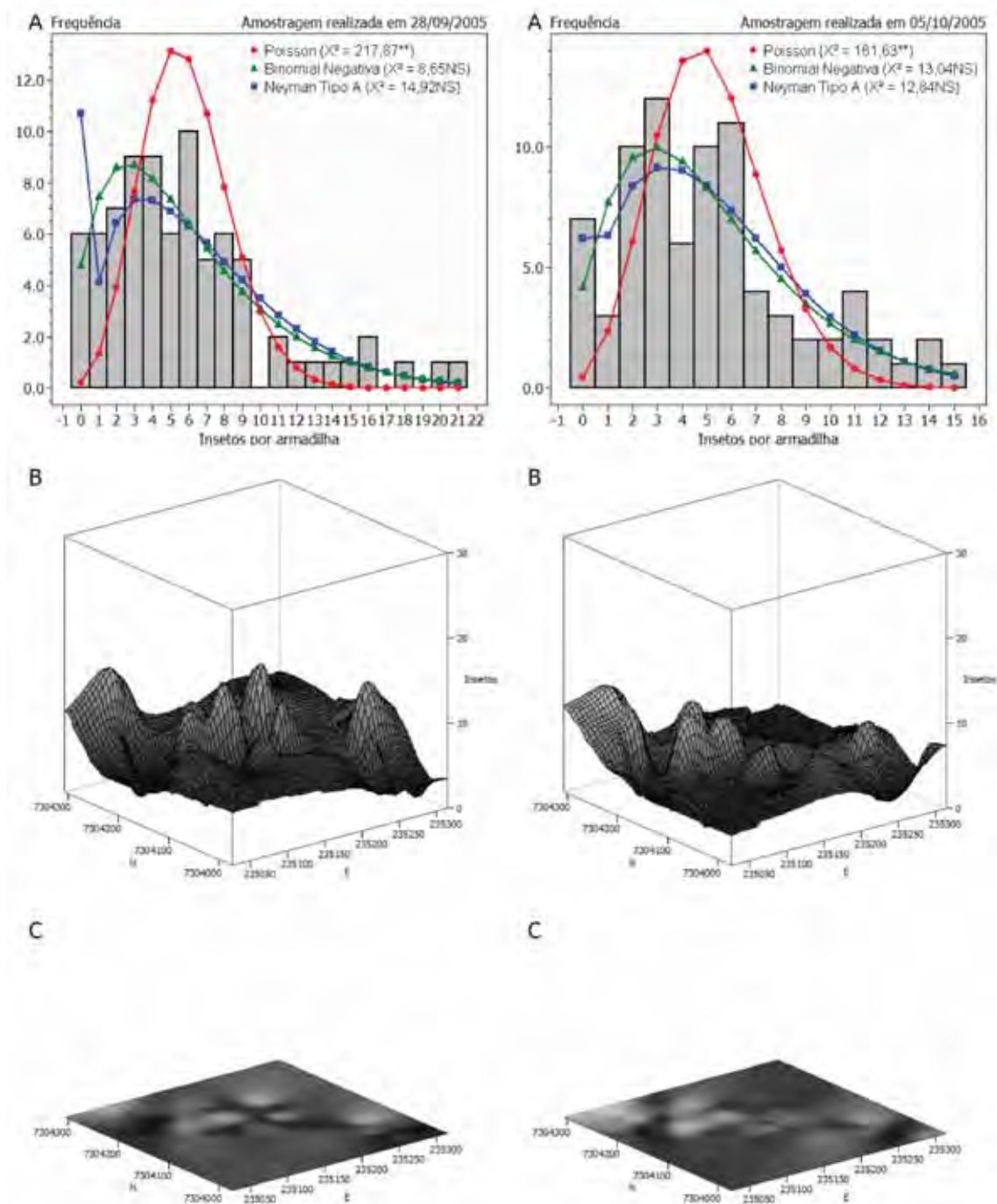
ZIMMERMAN, E. C. The Cosmopolites banana weevils (Coleoptera: Curculionidae: Rhynchophorinae). **Pacific Insects**, v. 10, p. 295-299, 1968b.

APÊNDICES

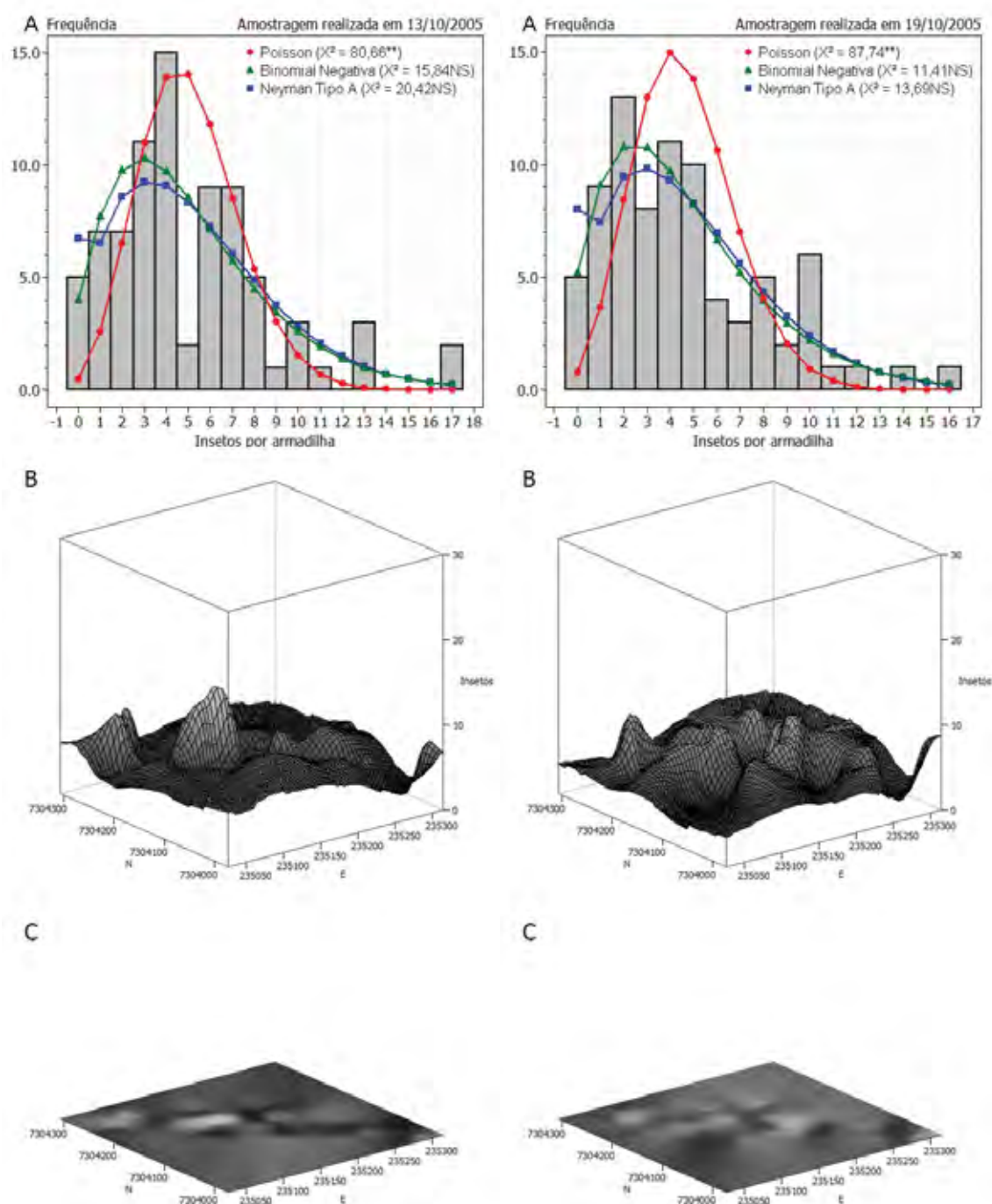
APÊNDICE A



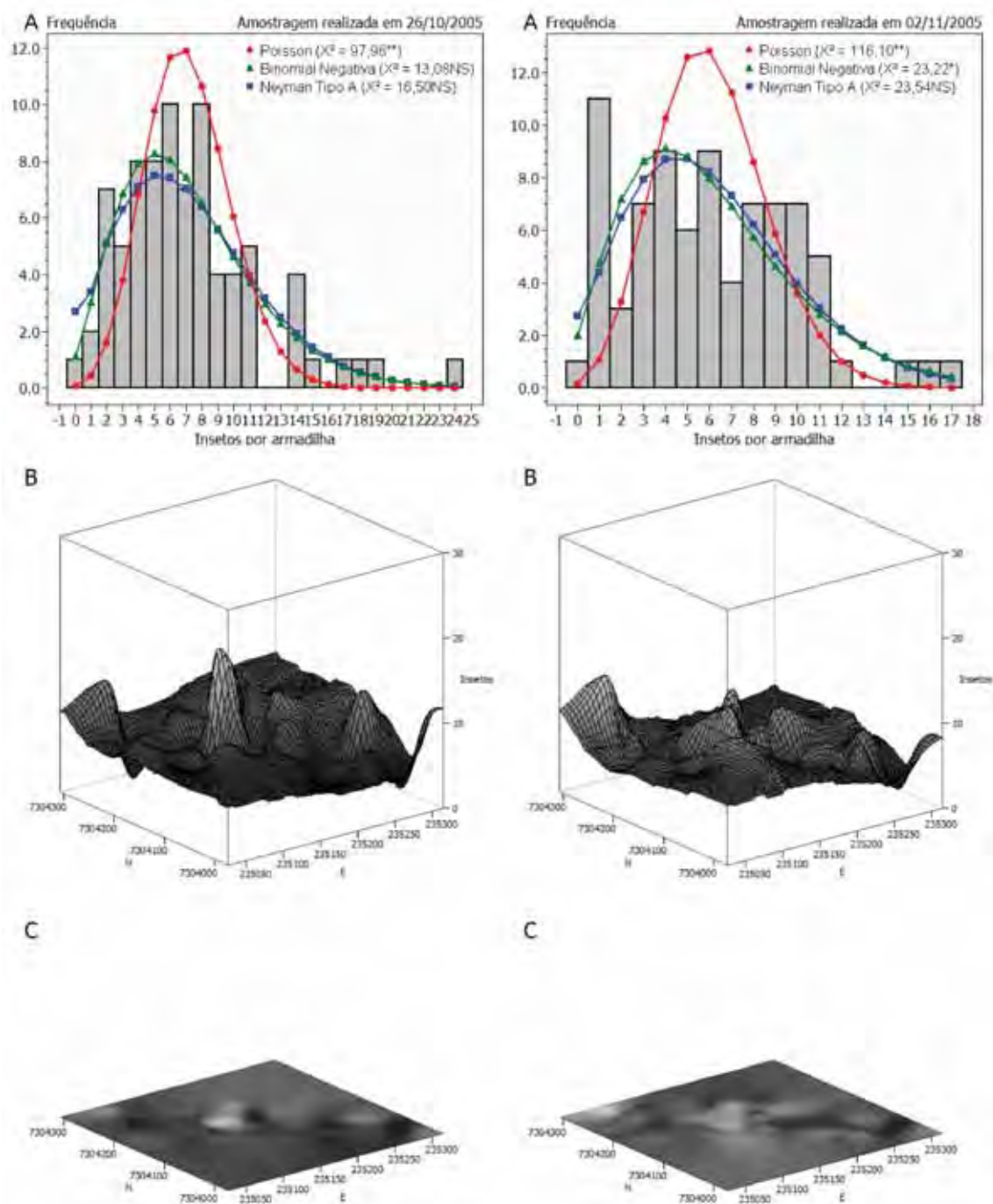
Figuras 1A e 2A. Avaliações de 14/09/2005 e 21/09/2005. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



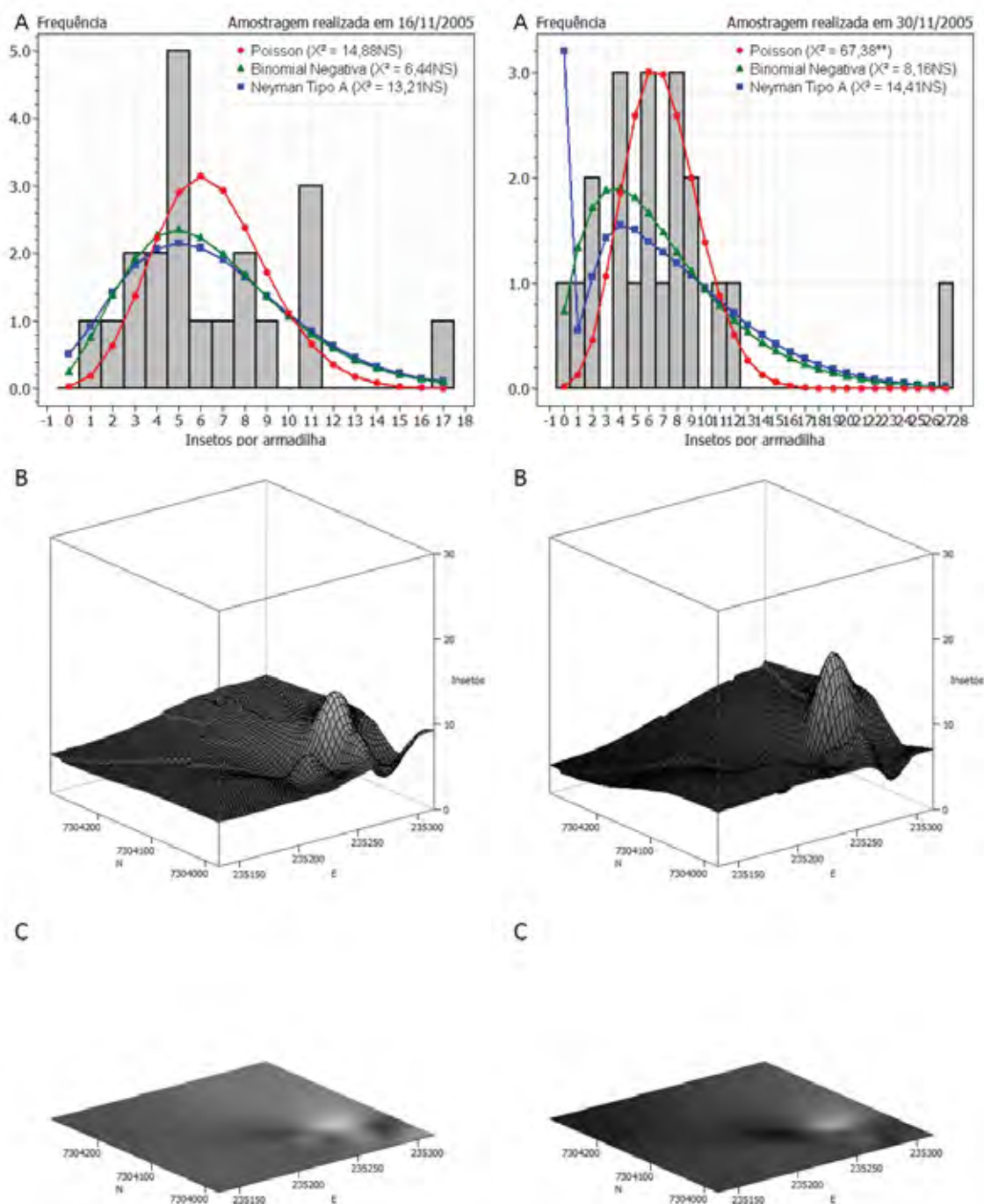
Figuras 3A e 4A. Avaliações de 28/09/2005 e 05/10/2005. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



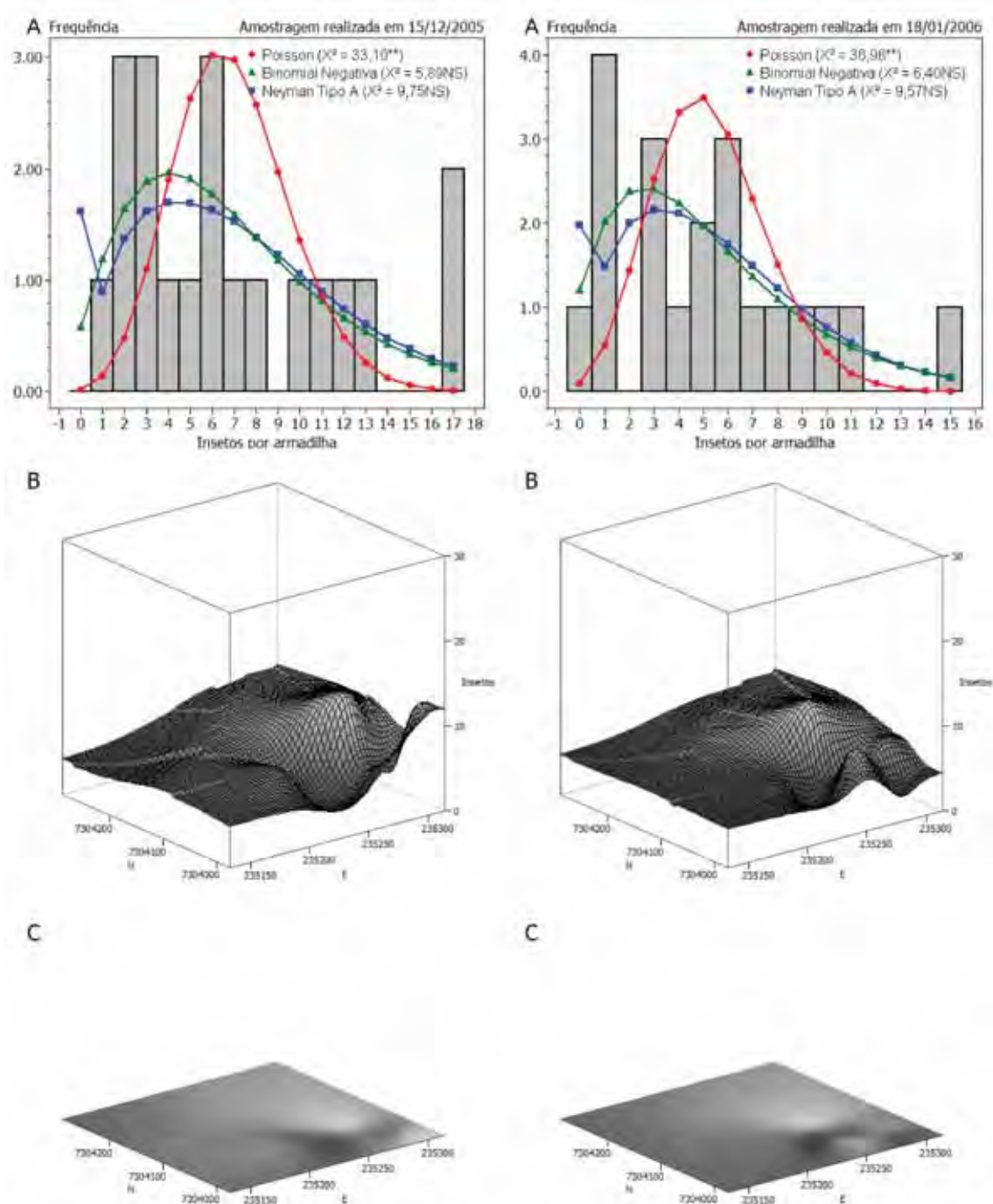
Figuras 5A e 6A. Avaliações de 13/10/2005 e 19/10/2005. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



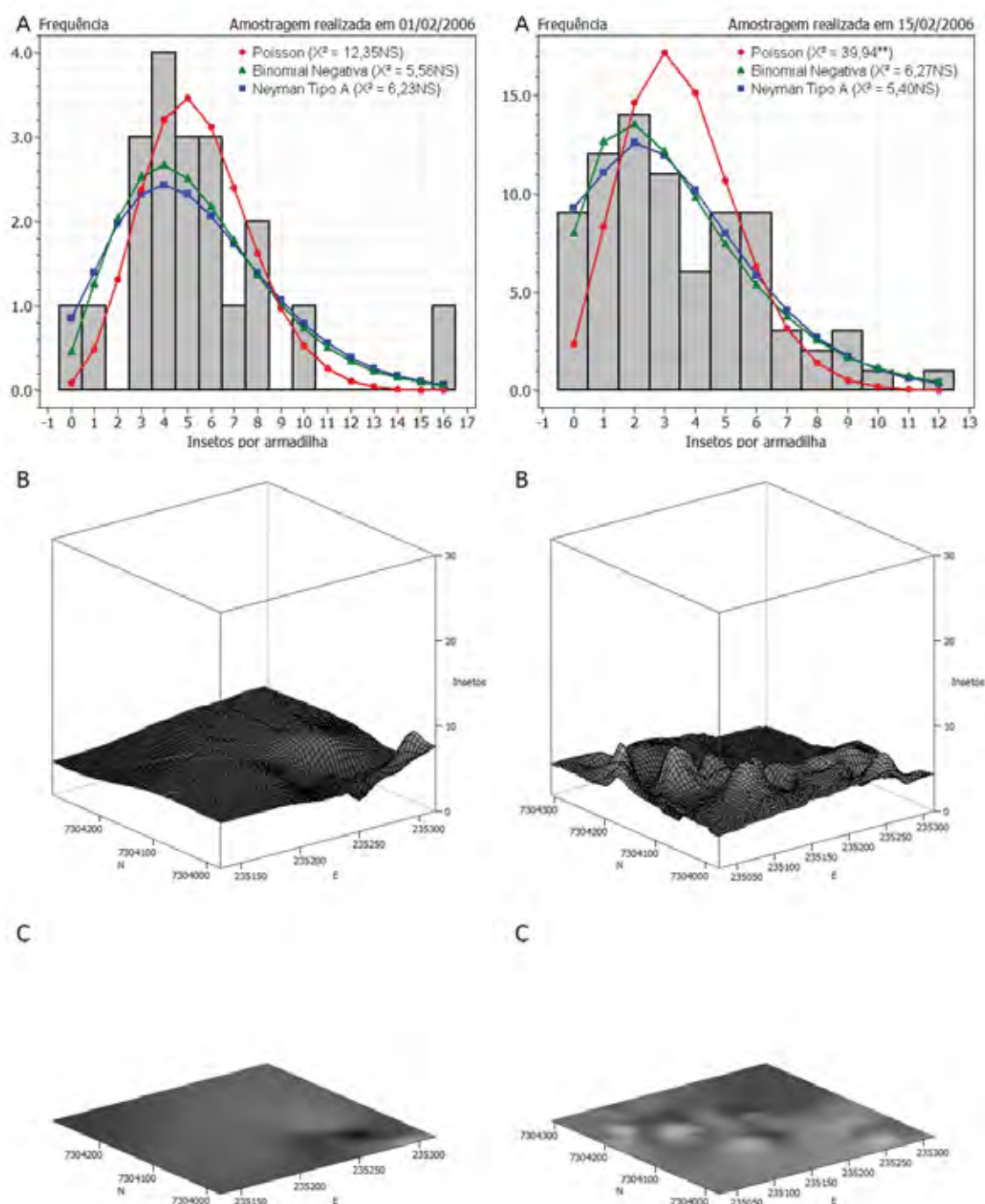
Figuras 7A e 8A8. Avaliações de 26/10/2005 e 02/11/2005. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



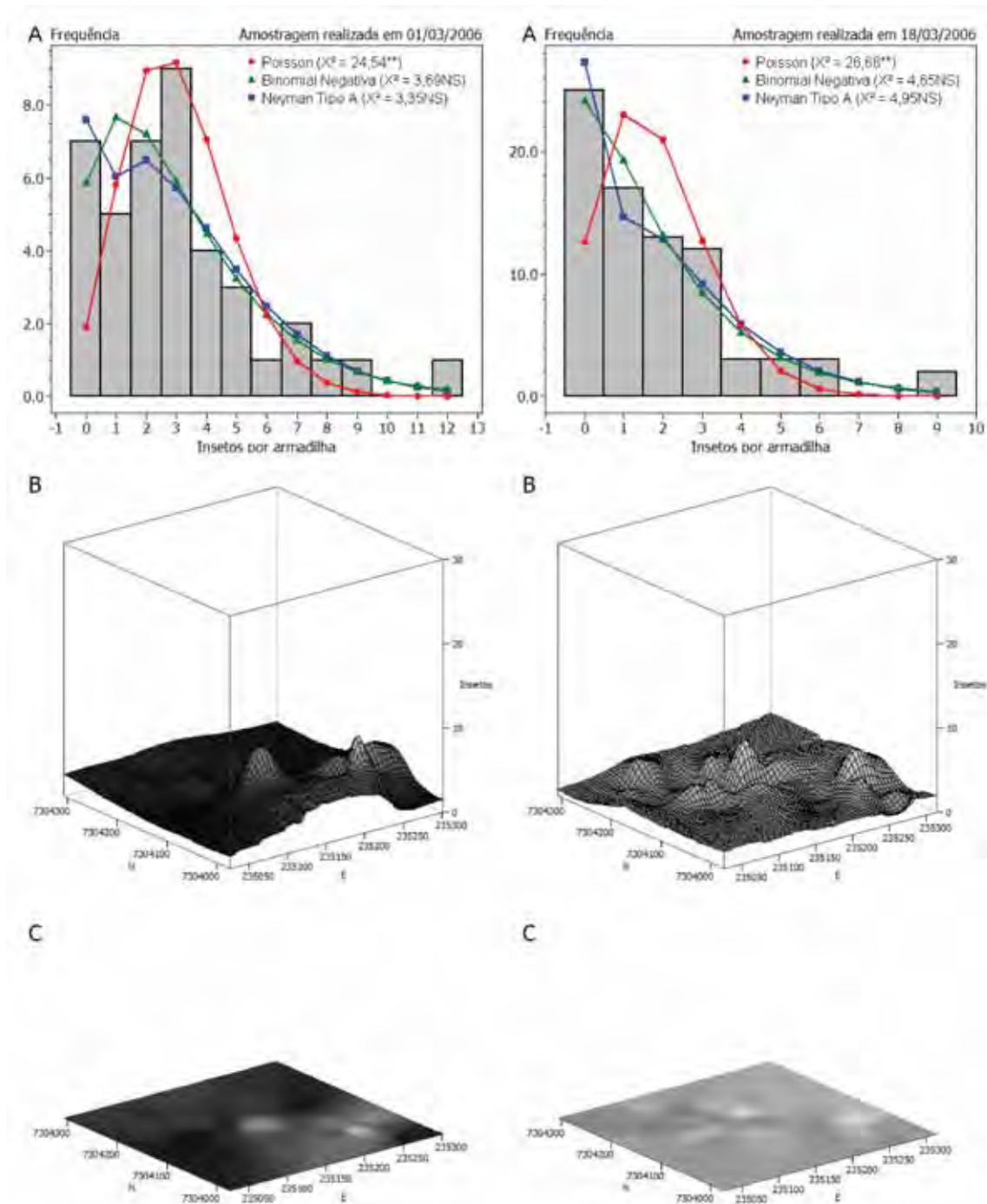
Figuras 9A e 10A. Avaliações de 16/11/2005 e 30/11/2005. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



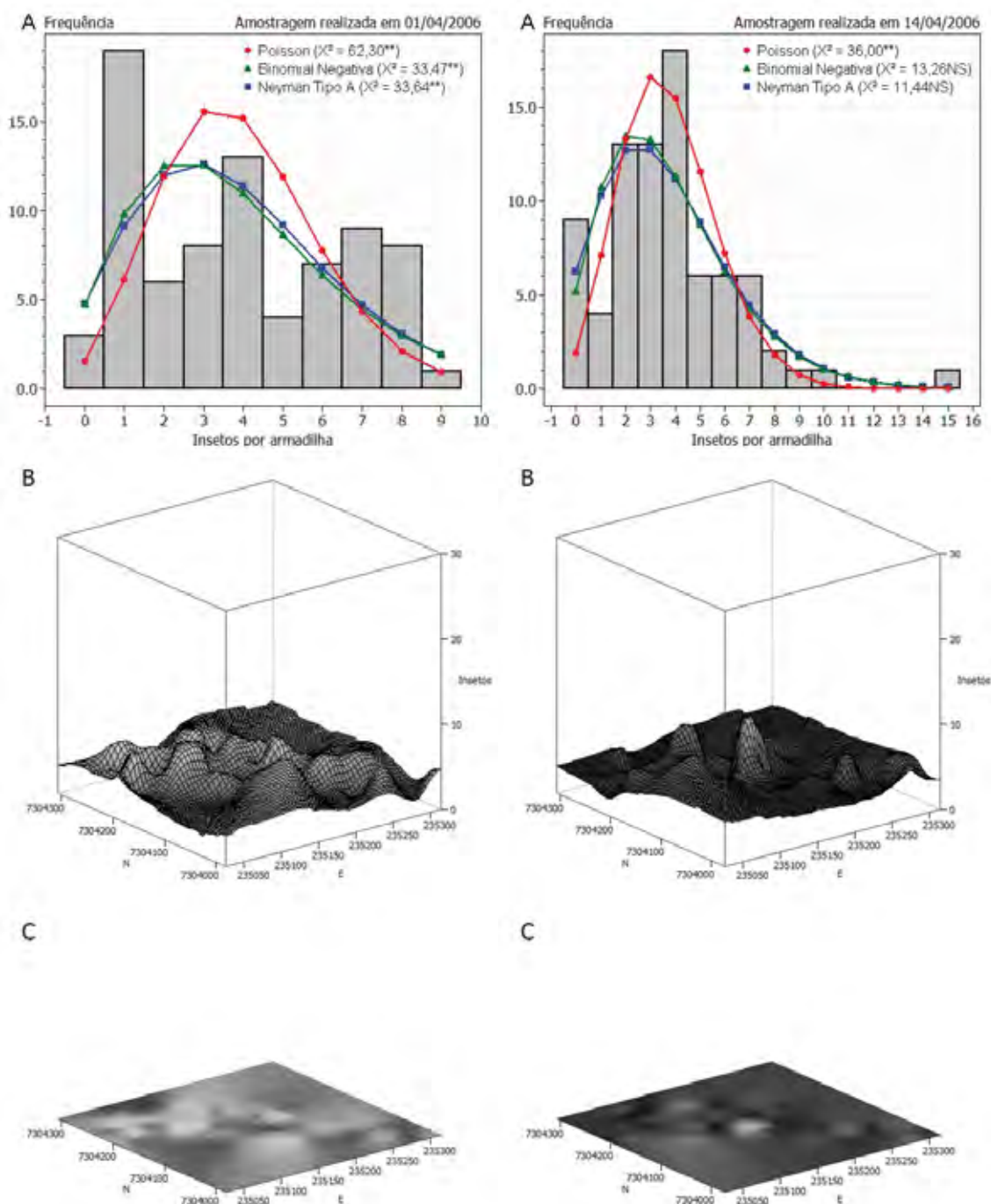
Figuras 11A e 12A. Avaliações de 15/12/2005 e 18/01/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



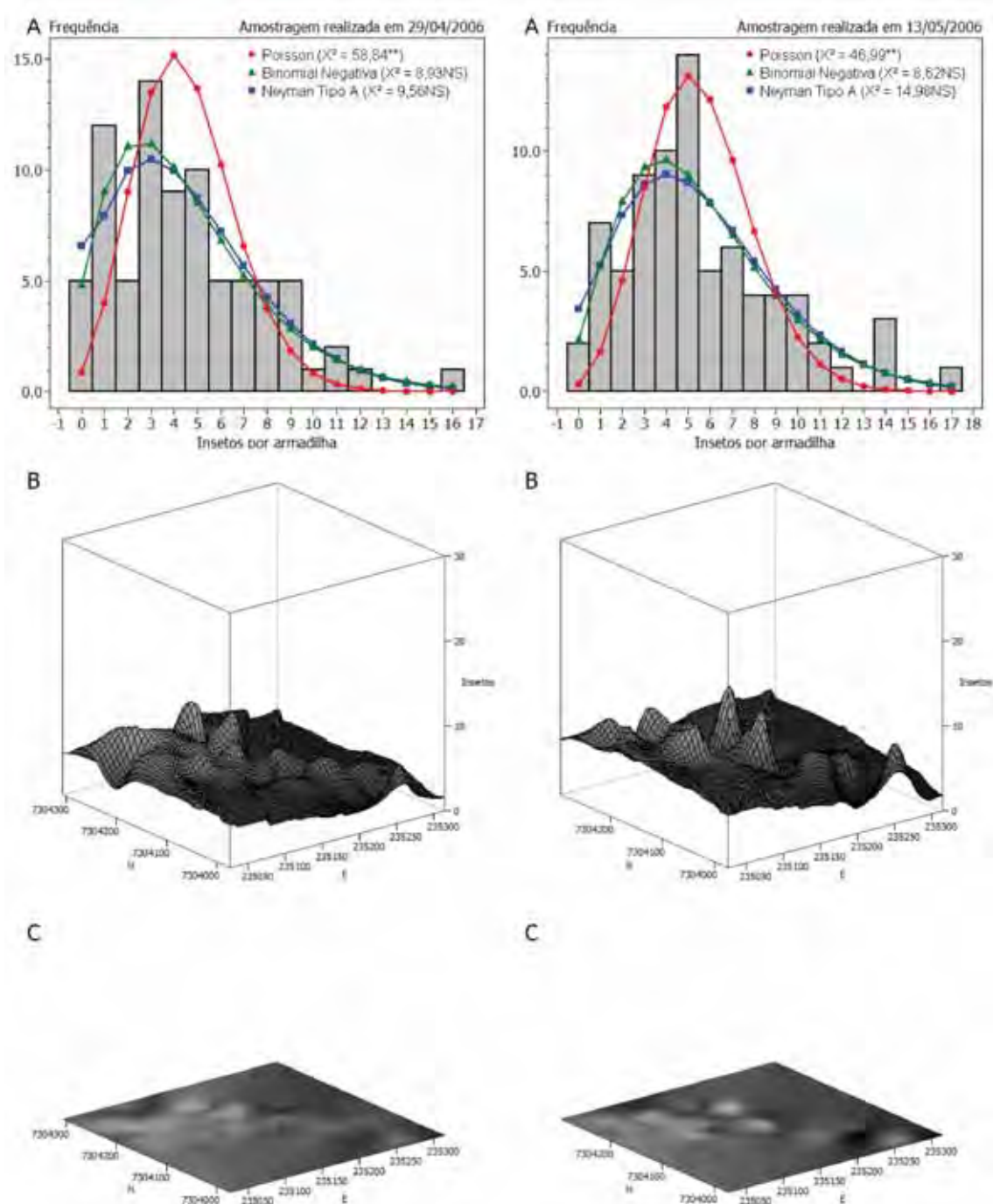
Figuras 13A e 14A. Avaliações de 01/02/2006 e 15/02/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



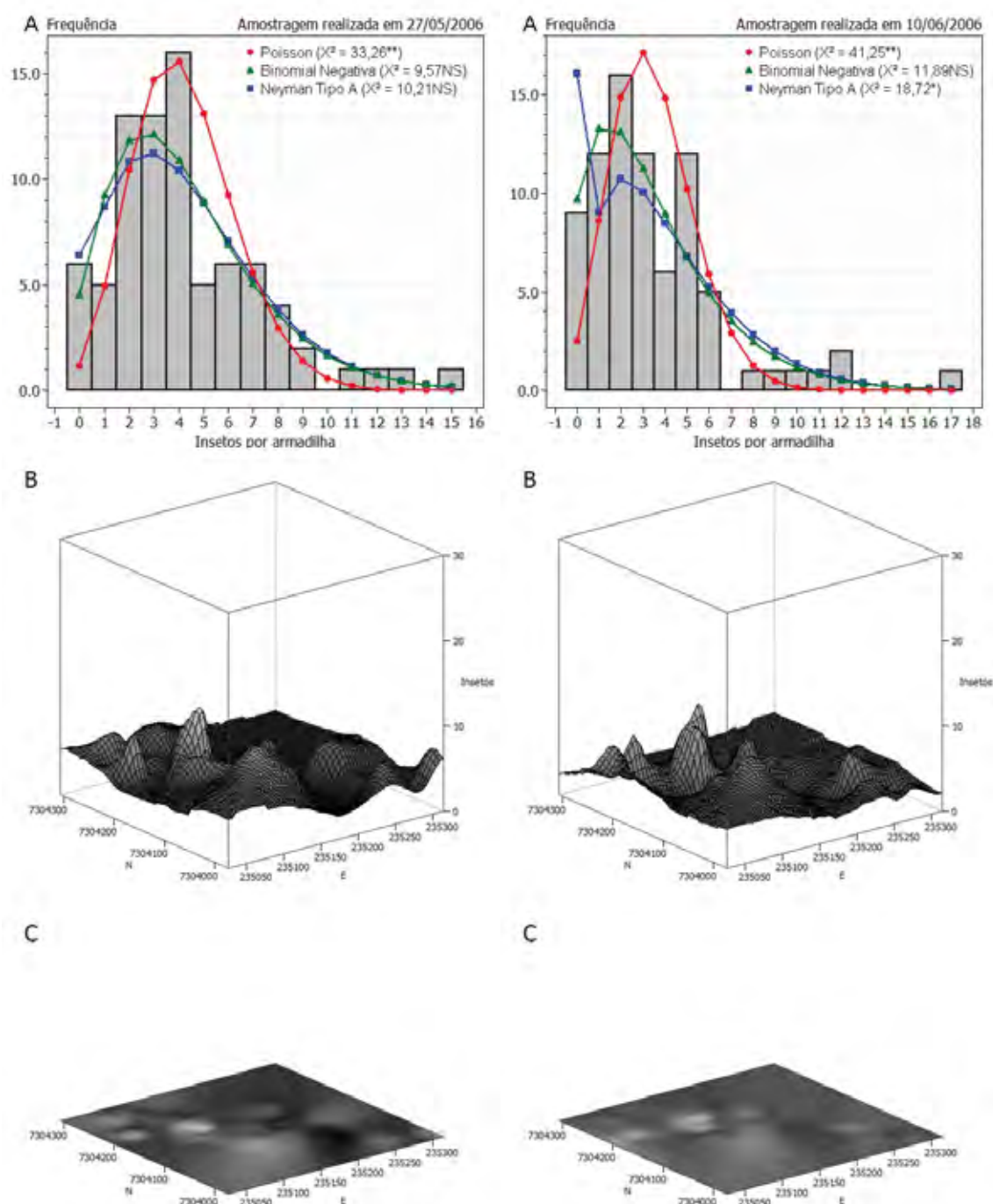
Figuras 15A e 16A. Avaliações de 01/03/2006 e 18/03/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



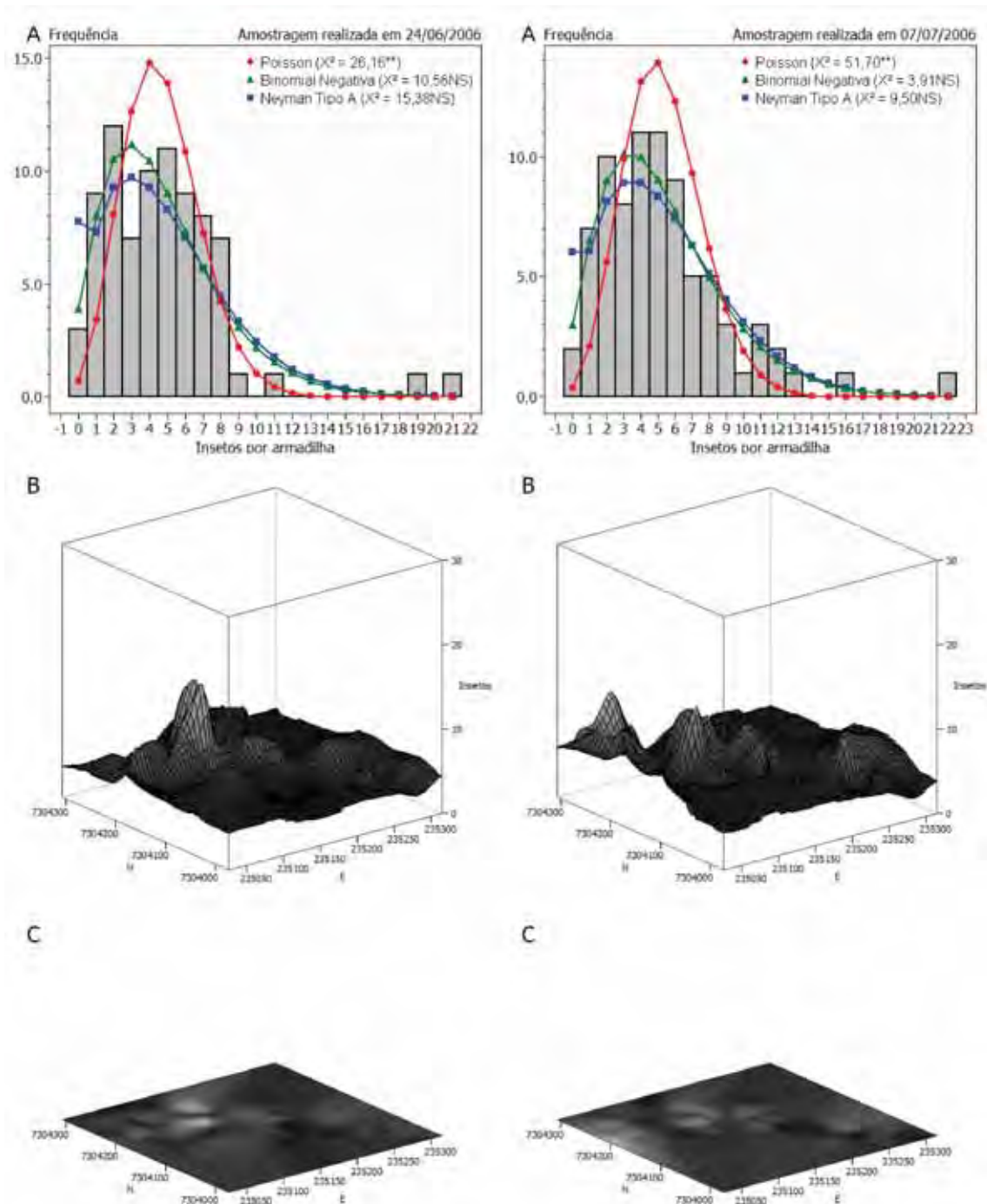
Figuras 17A e 18A. Avaliações de 01/04/2006 e 14/04/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



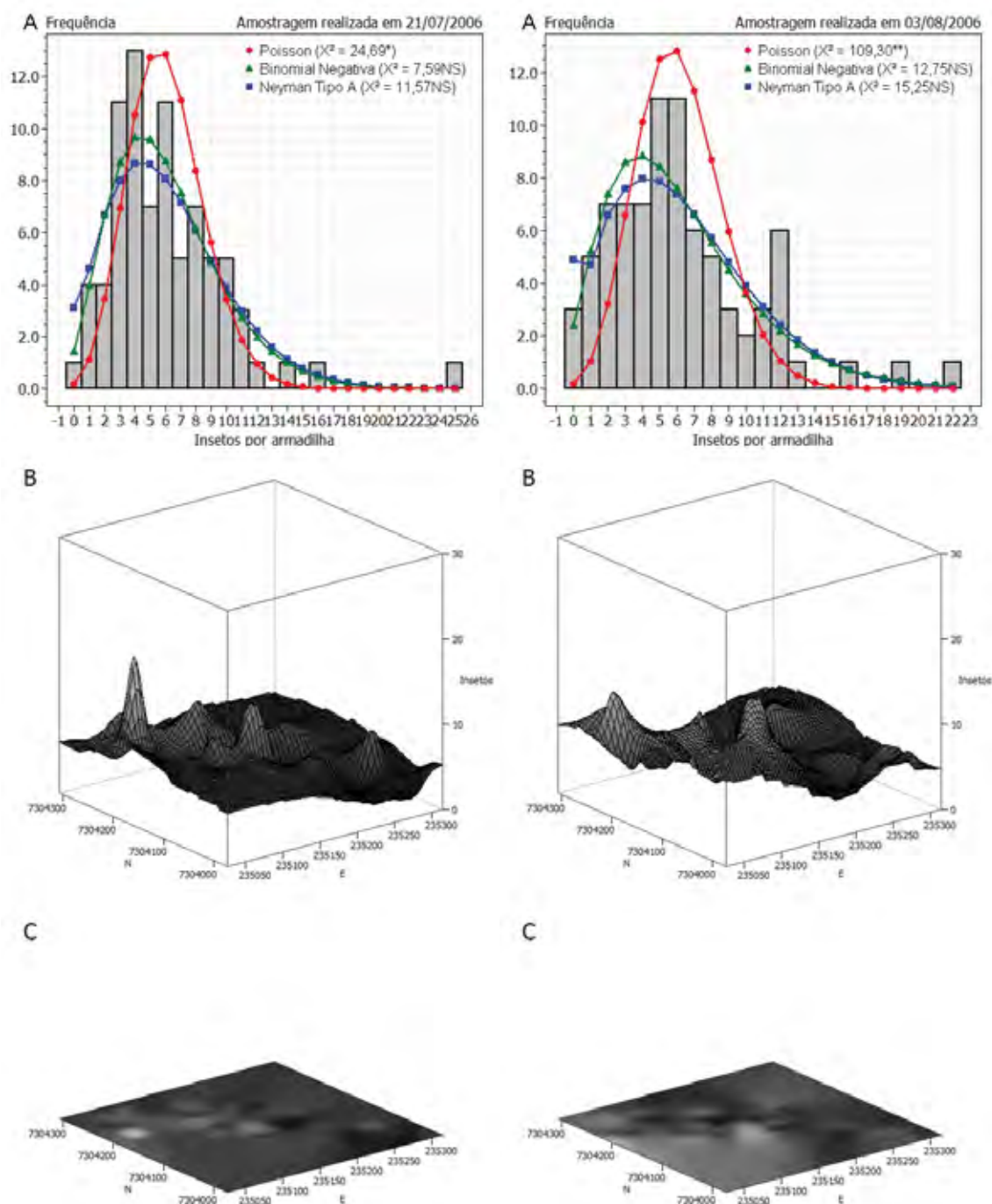
Figuras 19A e 20A. Avaliações de 29/04/2006 e 13/05/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



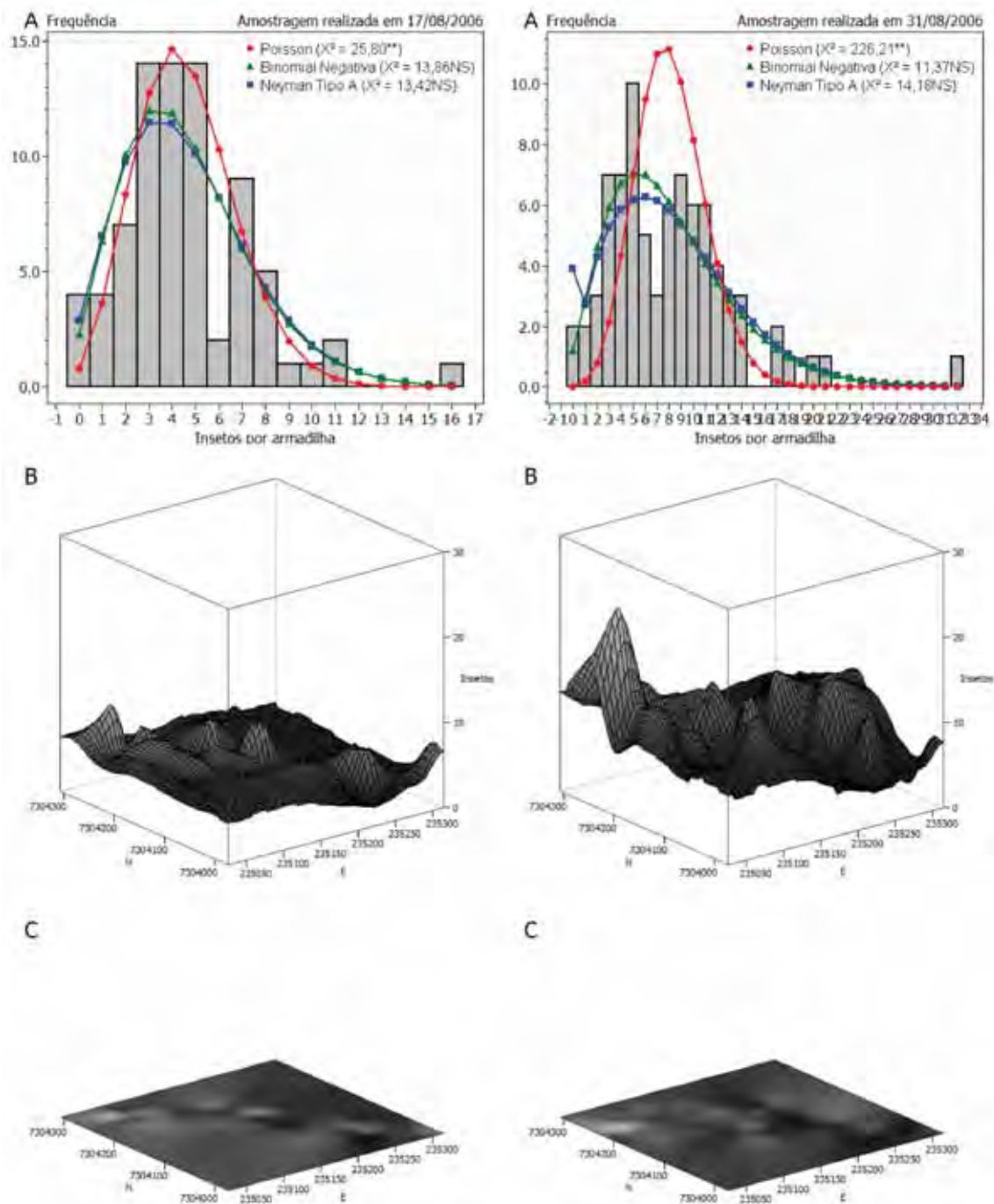
Figuras 21A e 22A. Avaliações de 27/05/2006 e 10/06/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



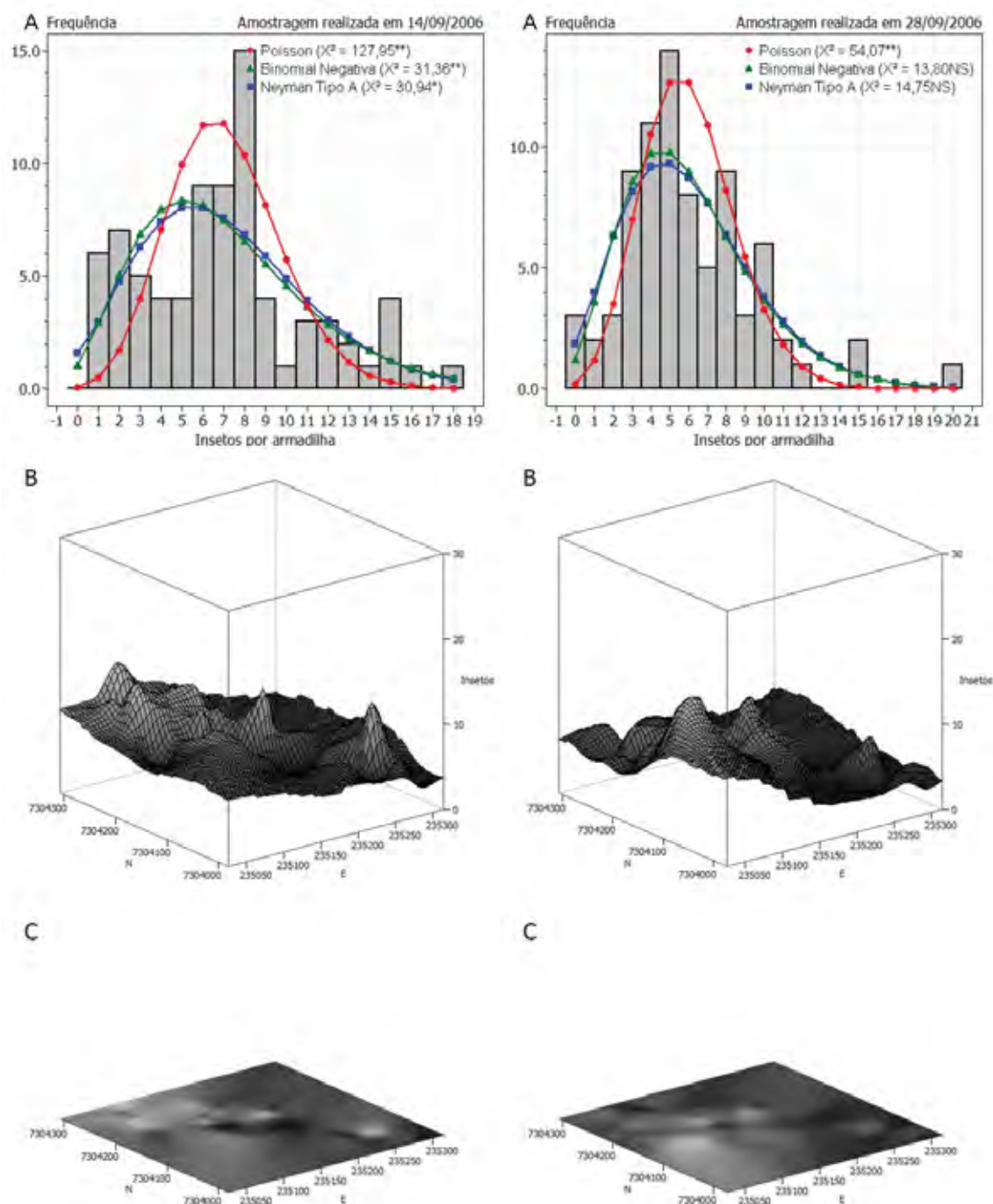
Figuras 23A e 24A. Avaliações de 24/06/2006 e 07/07/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



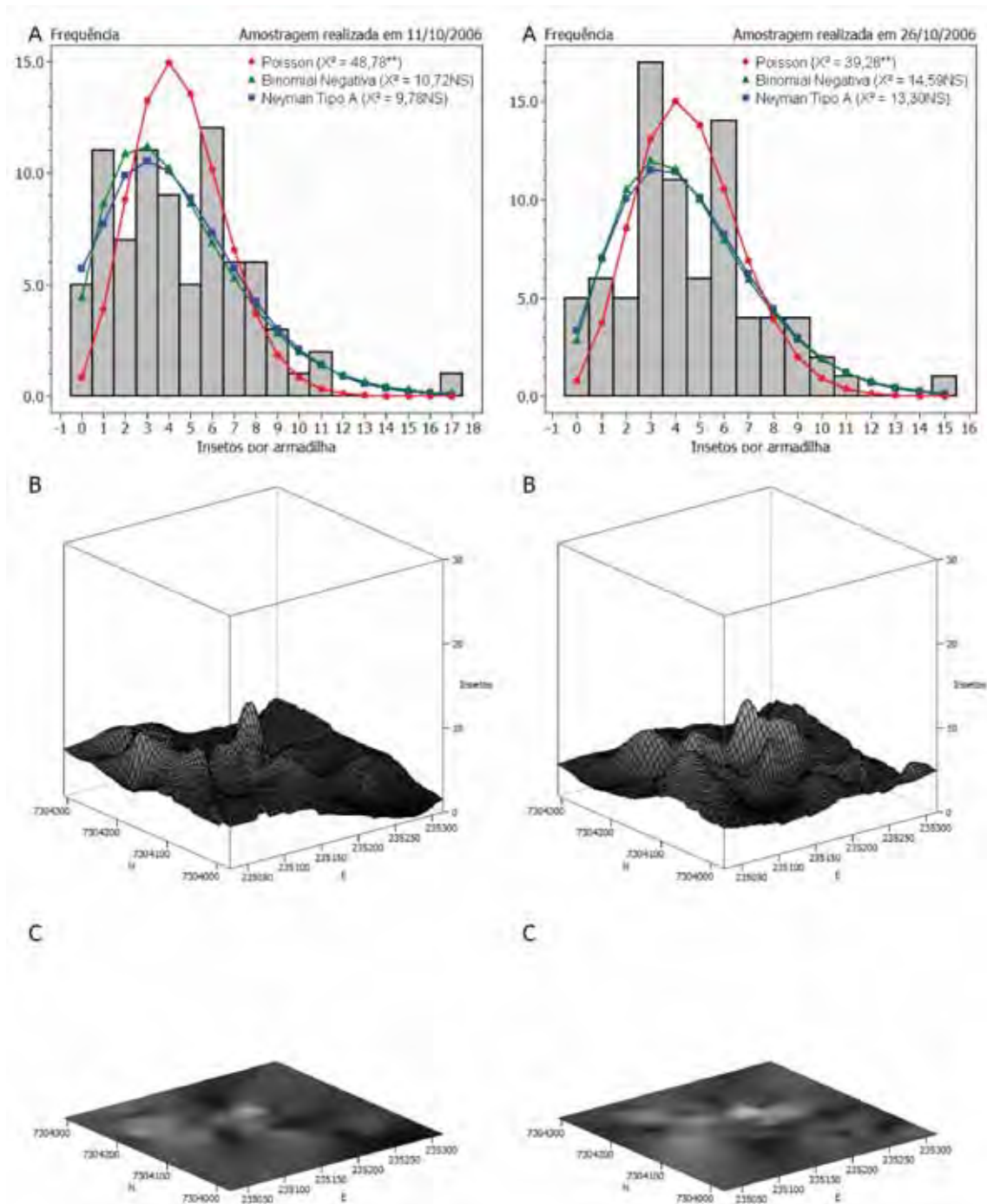
Figuras 25A e 26A. Avaliações de 21/07/2006 e 03/08/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



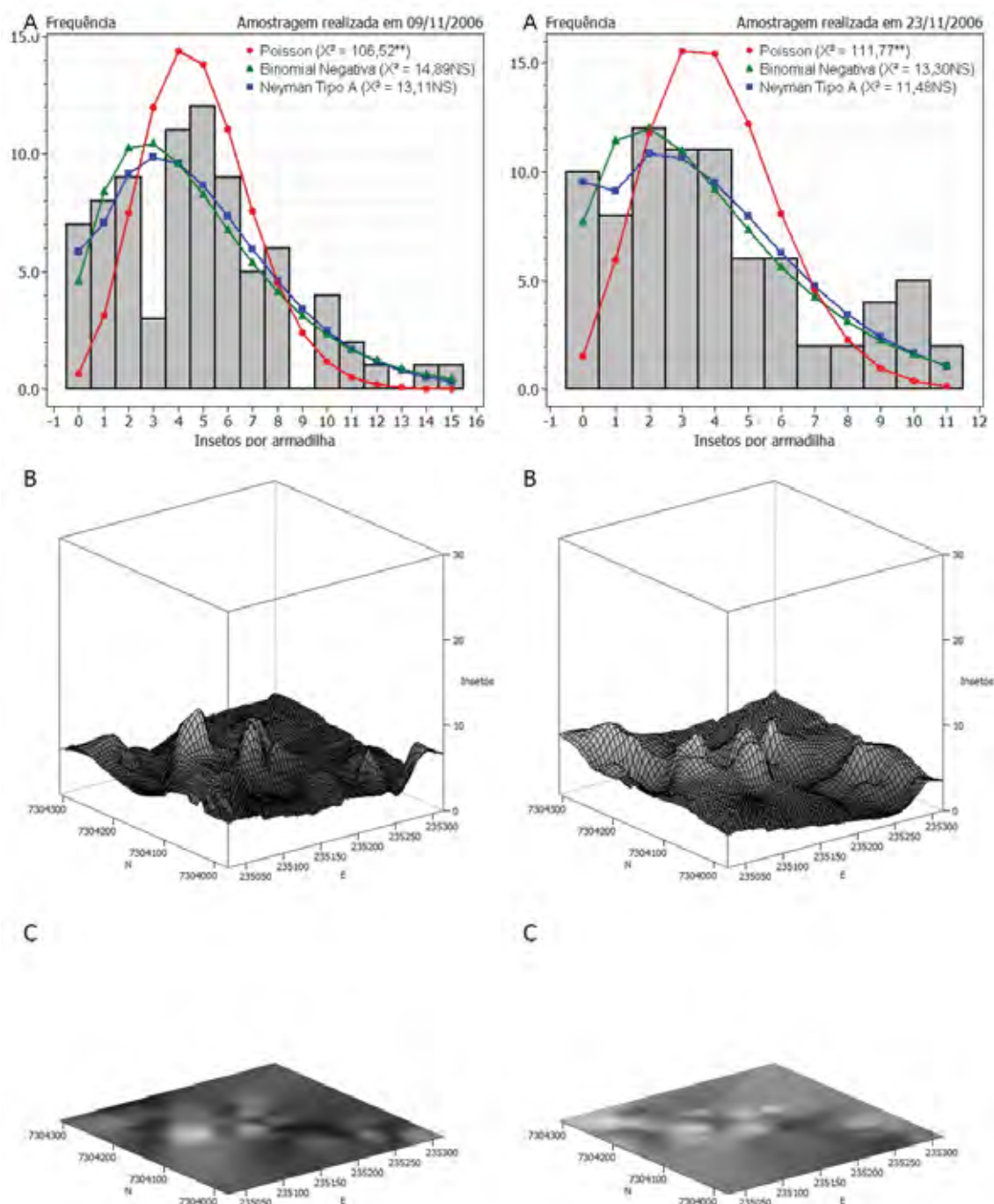
Figuras 27A e 28A. Avaliações de 17/08/2006 e 31/08/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



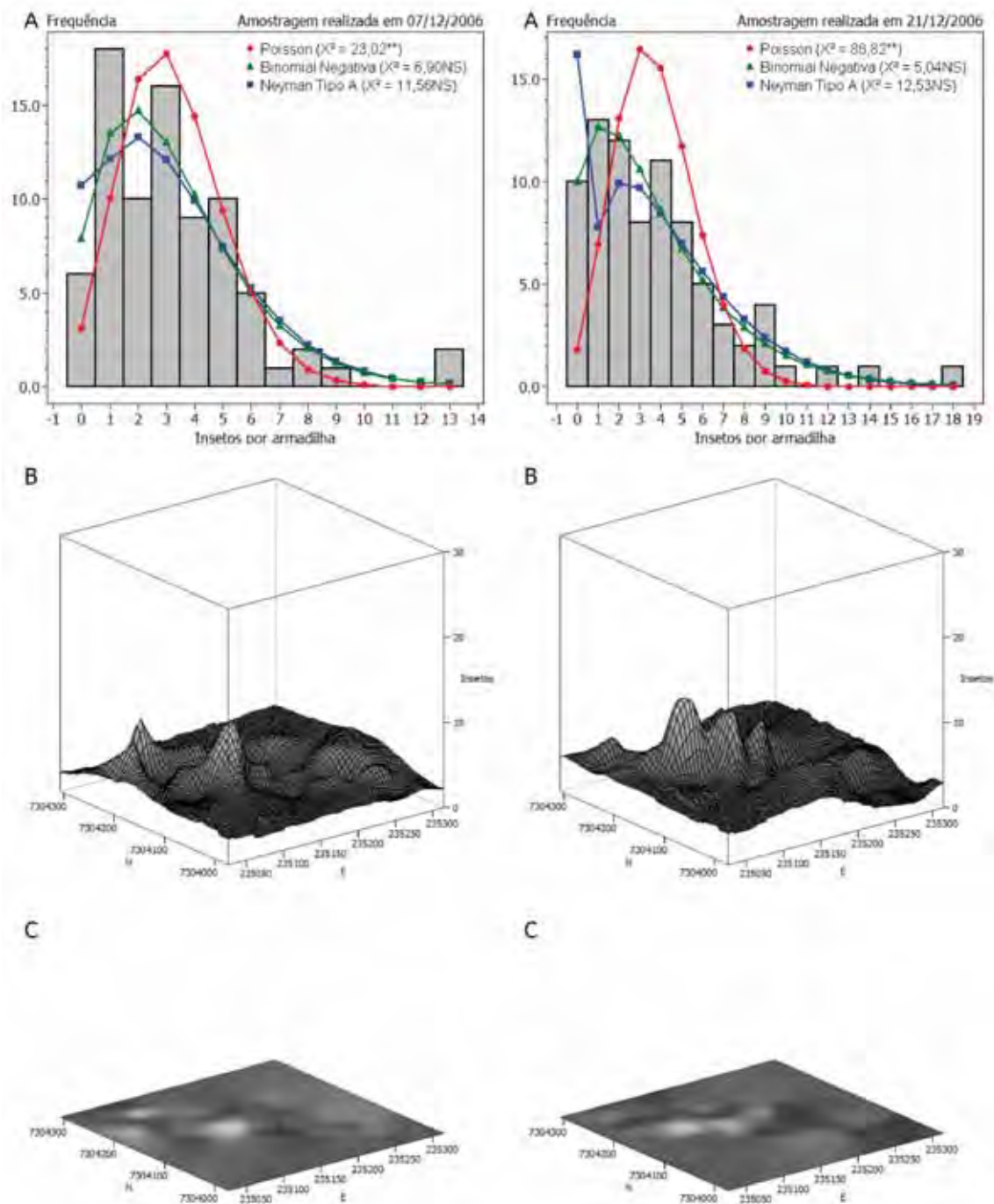
Figuras 29A e 30A. Avaliações de 14/09/2006 e 28/09/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



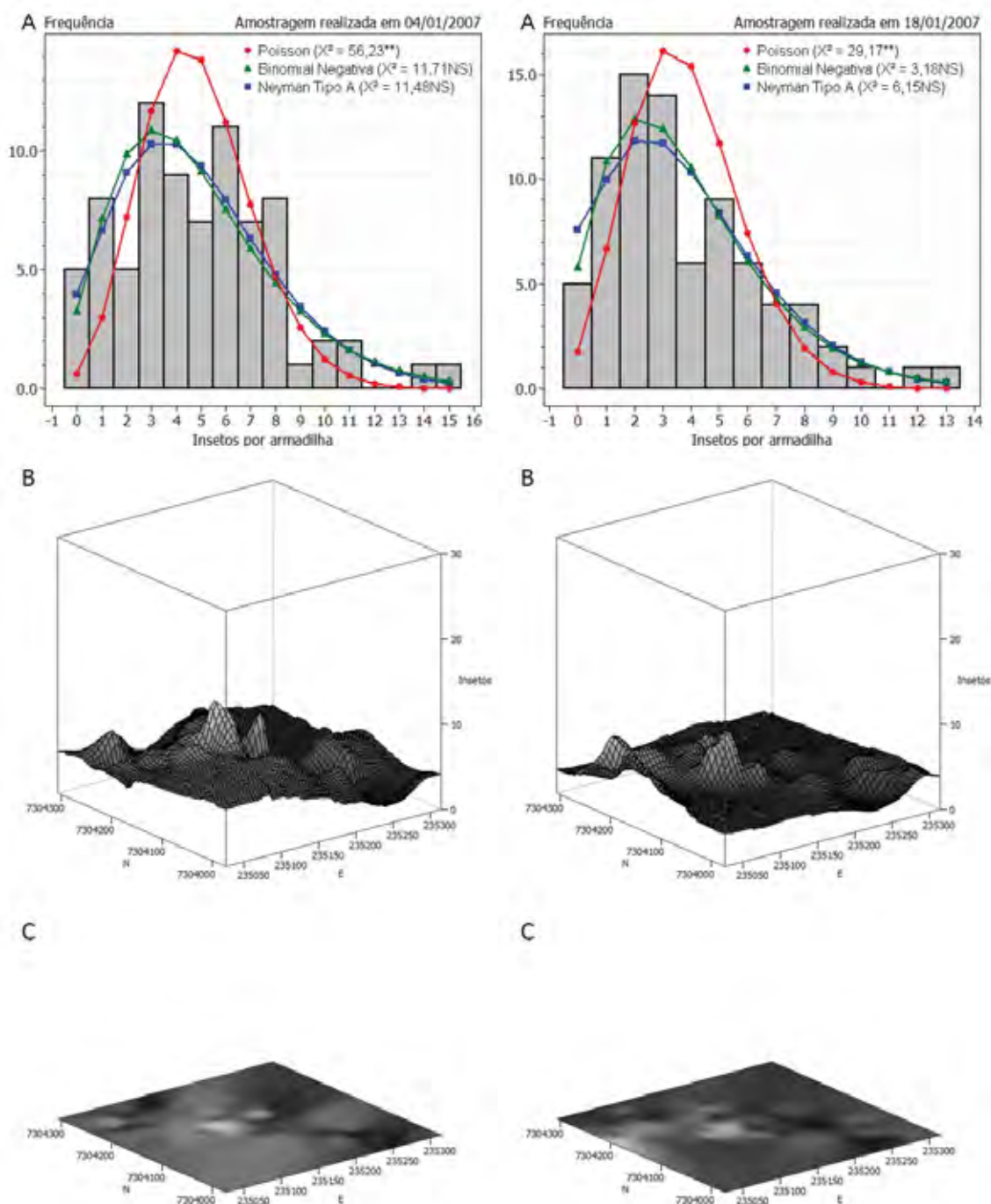
Figuras 31A e 32A. Avaliações de 11/10/2006 e 26/10/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



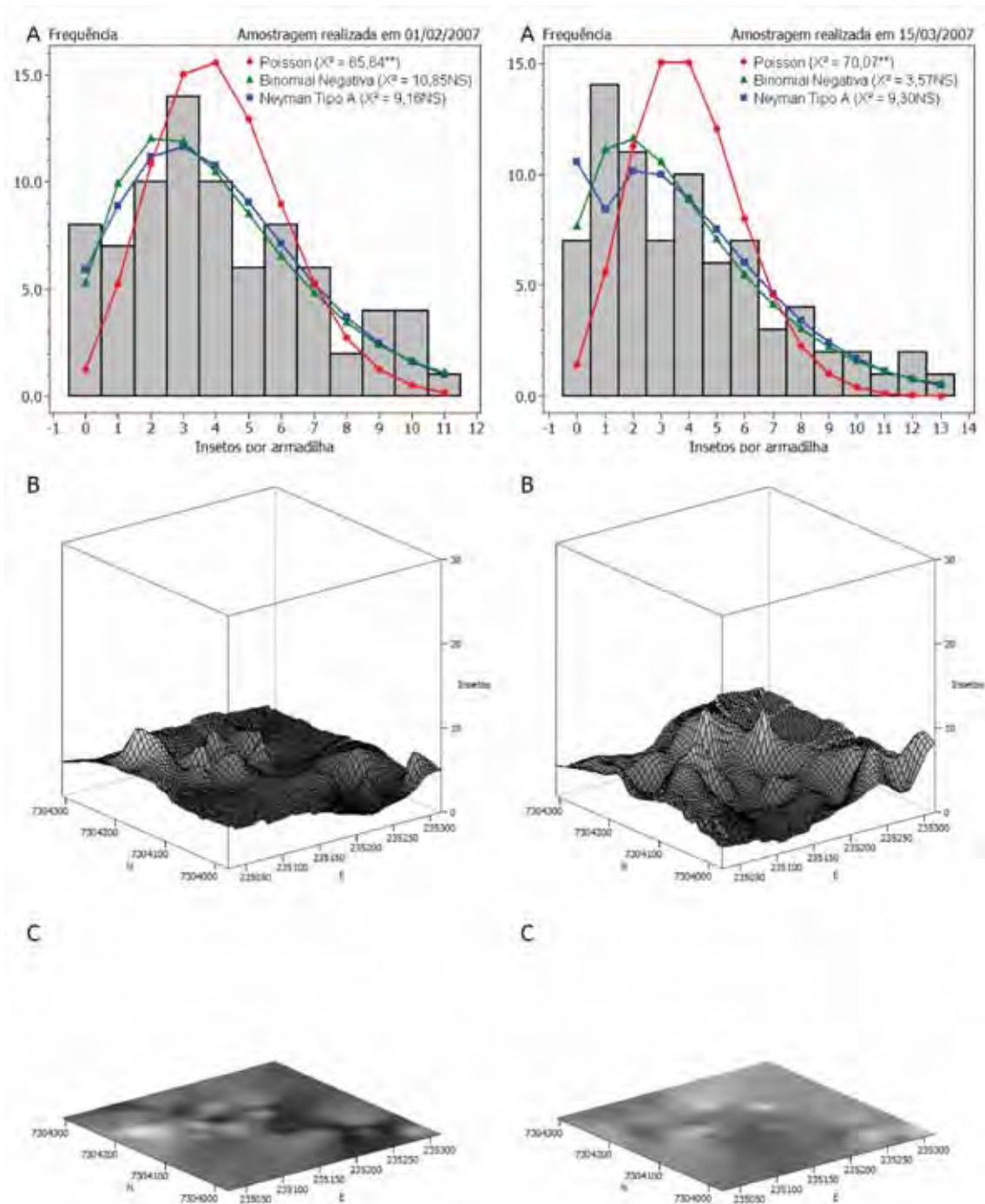
Figuras 33A e 34A. Avaliações de 09/11/2006 e 23/11/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



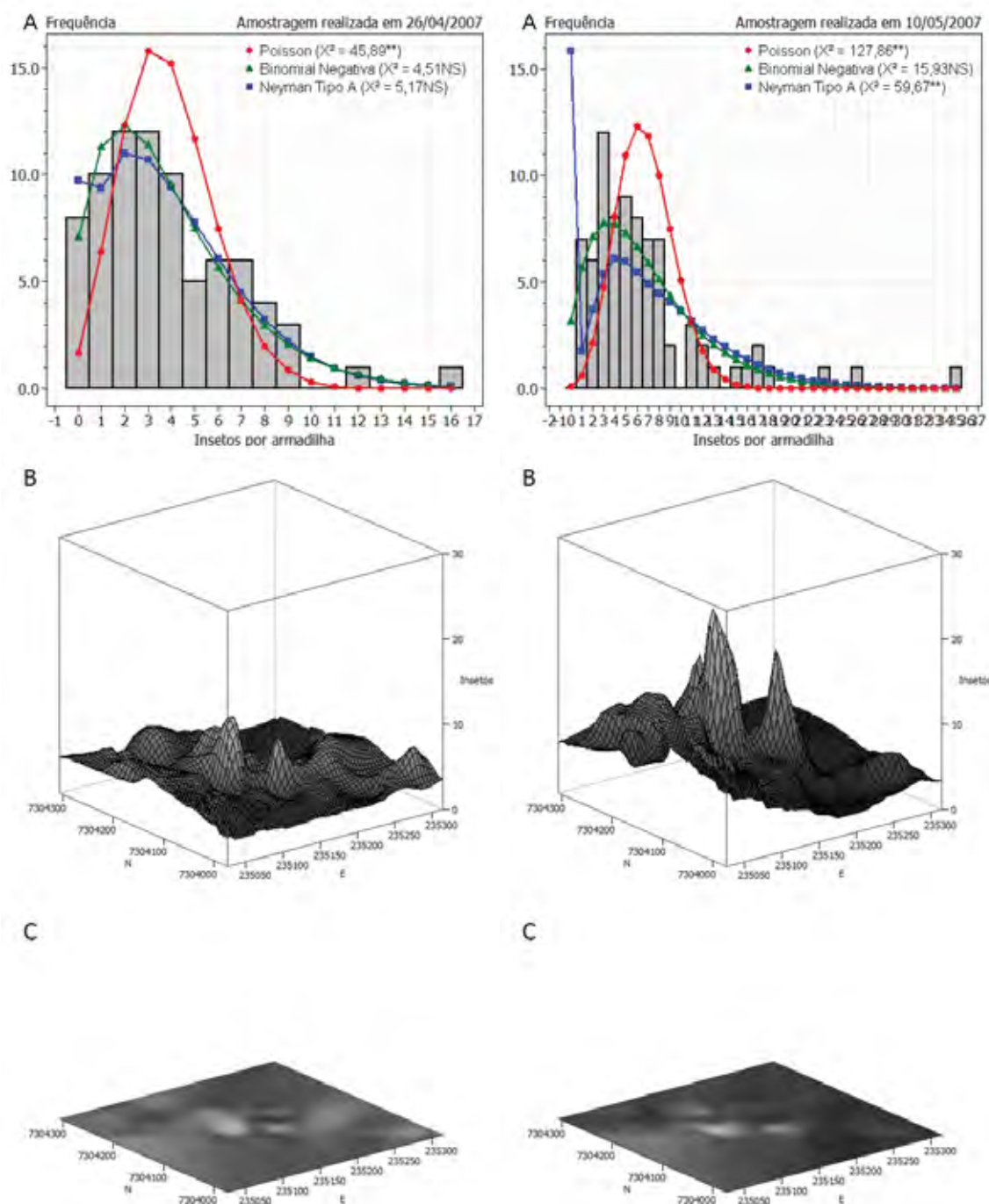
Figuras 35A e 36A. Avaliações de 07/12/2006 e 21/12/2006. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



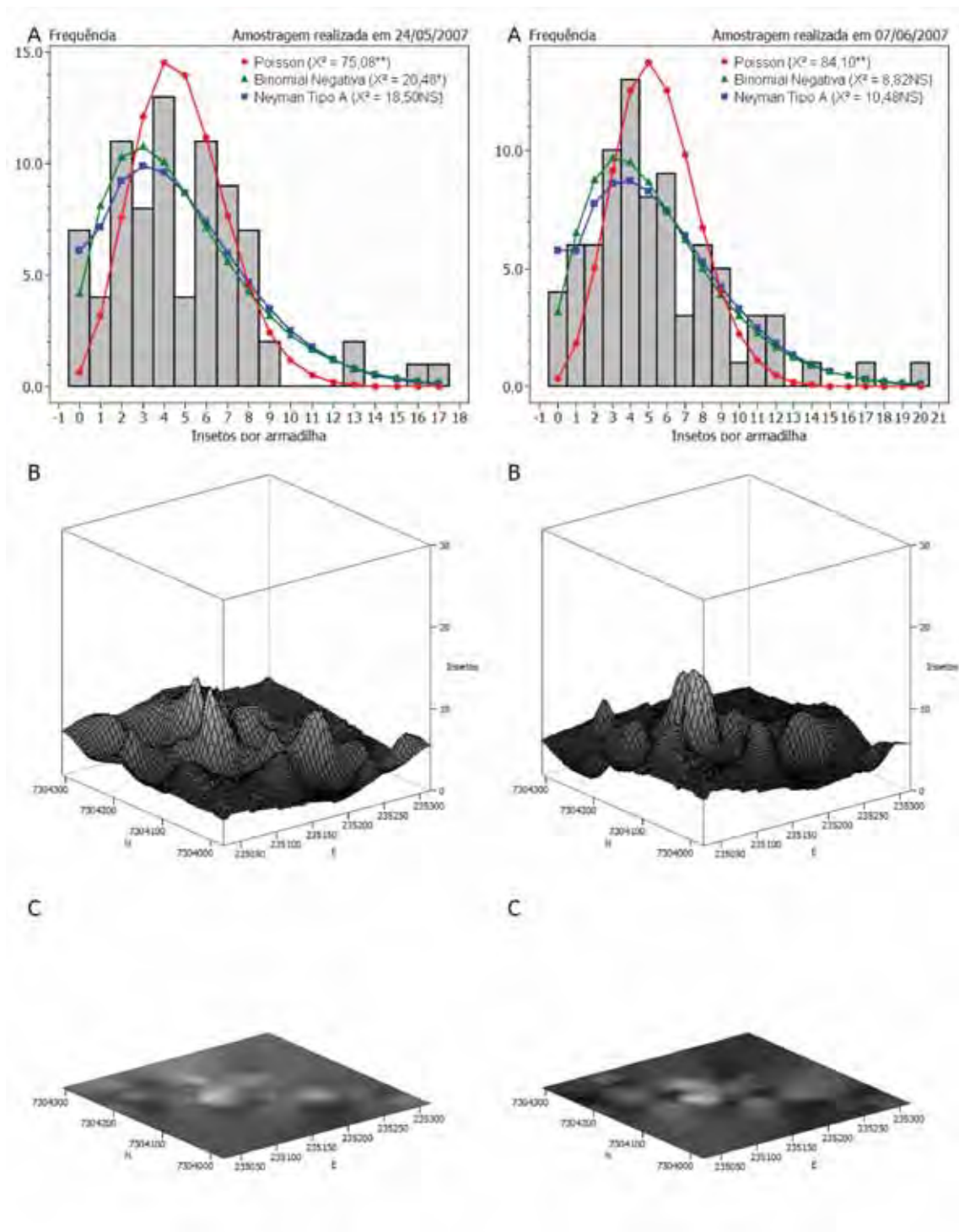
Figuras 37A e 38A. Avaliações de 04/01/2007 e 18/01/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



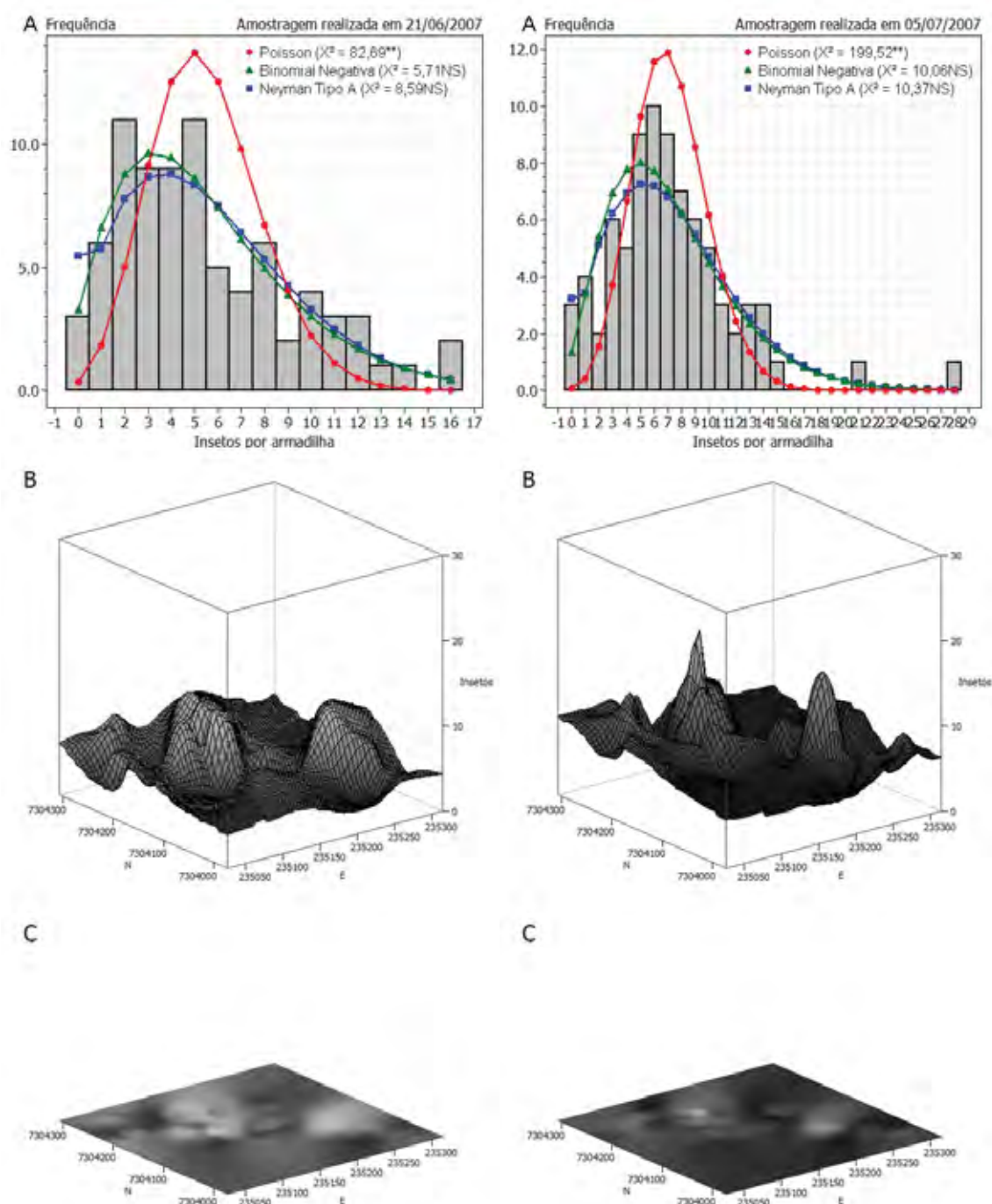
Figuras 39A e 40A. Avaliações de 01/02/2007 e 15/03/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



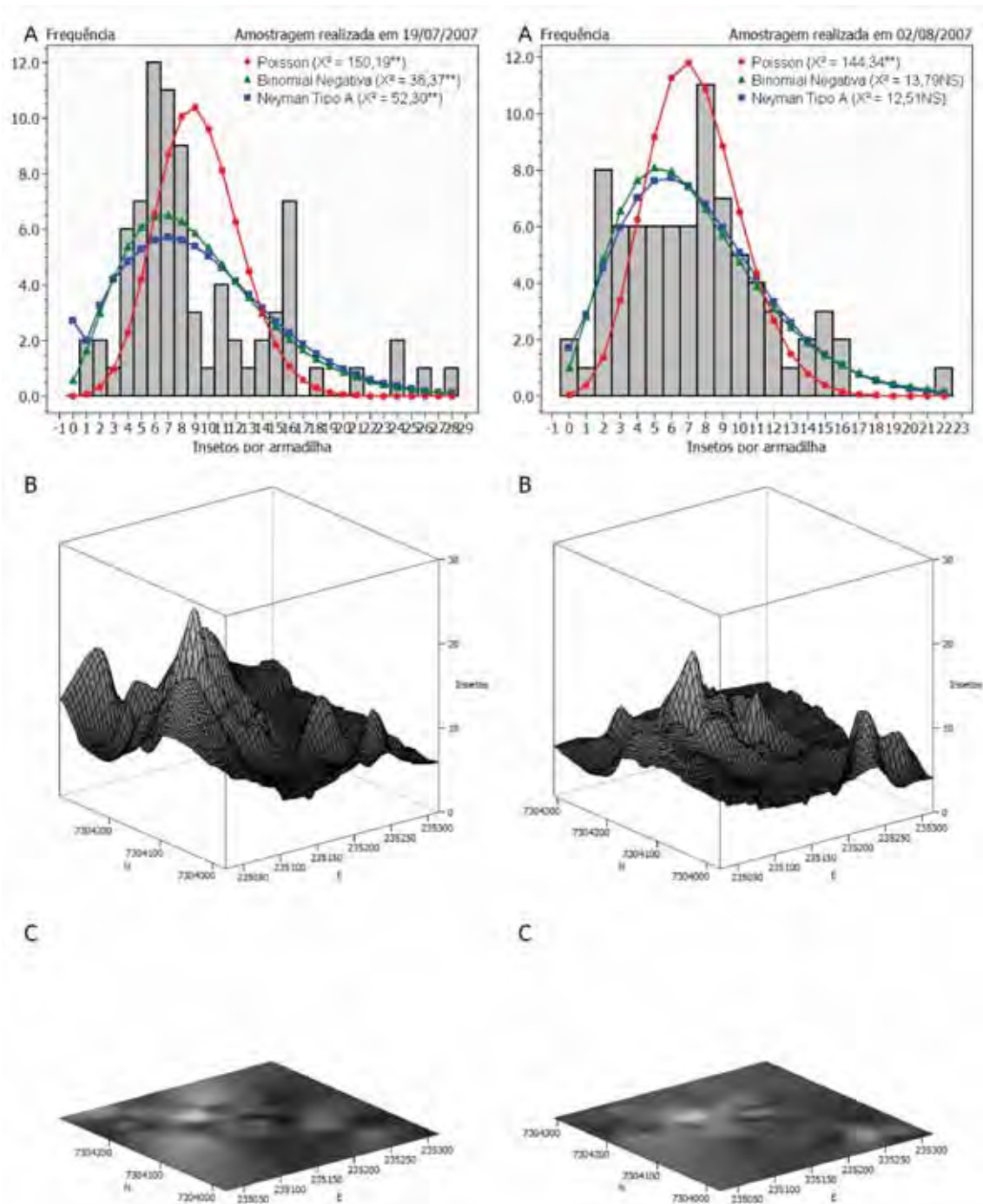
Figuras 41A e 42A. Avaliações de 26/04/2007 e 10/05/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



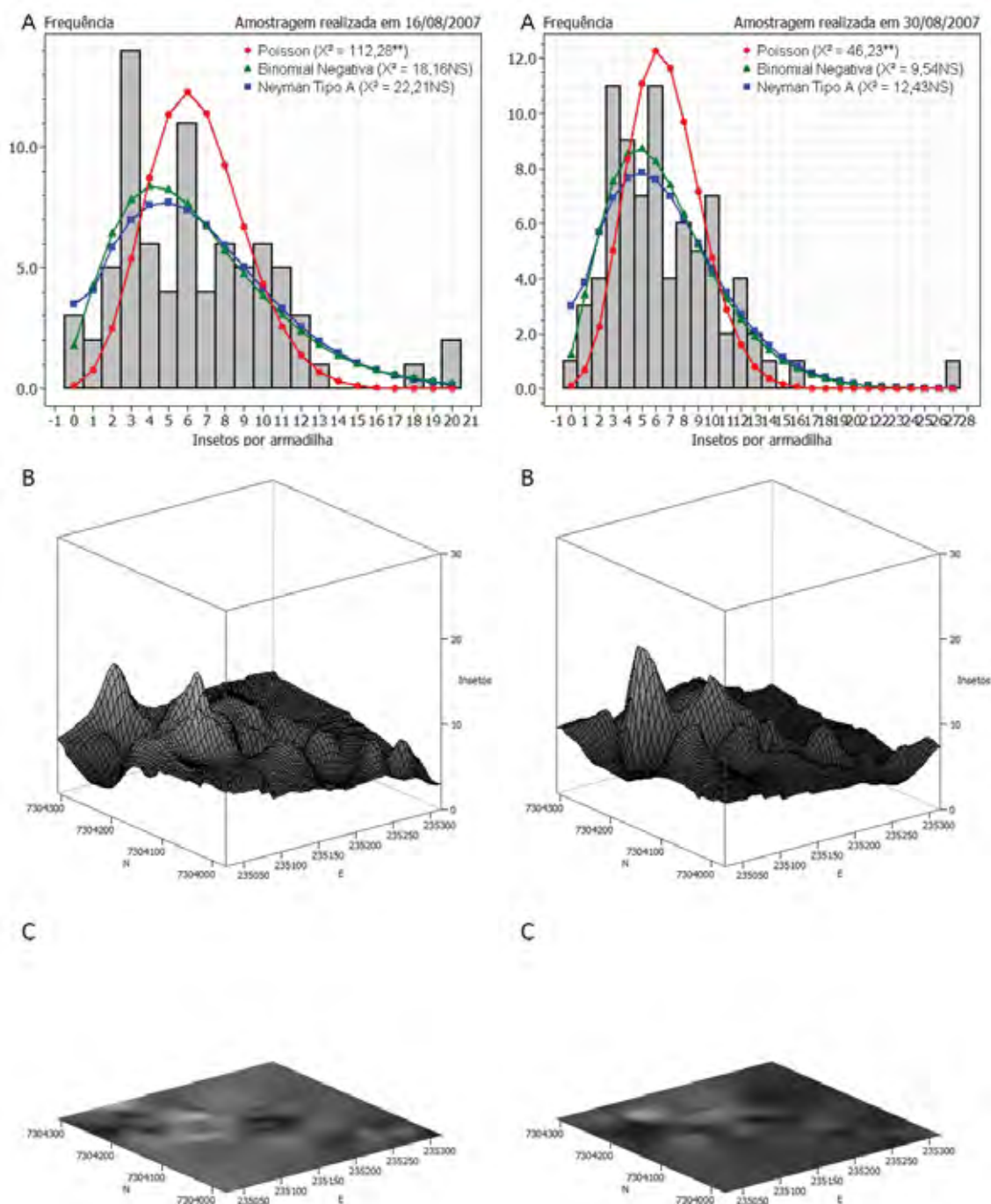
Figuras 43A e 44A. Avaliações de 24/05/2007 e 07/06/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



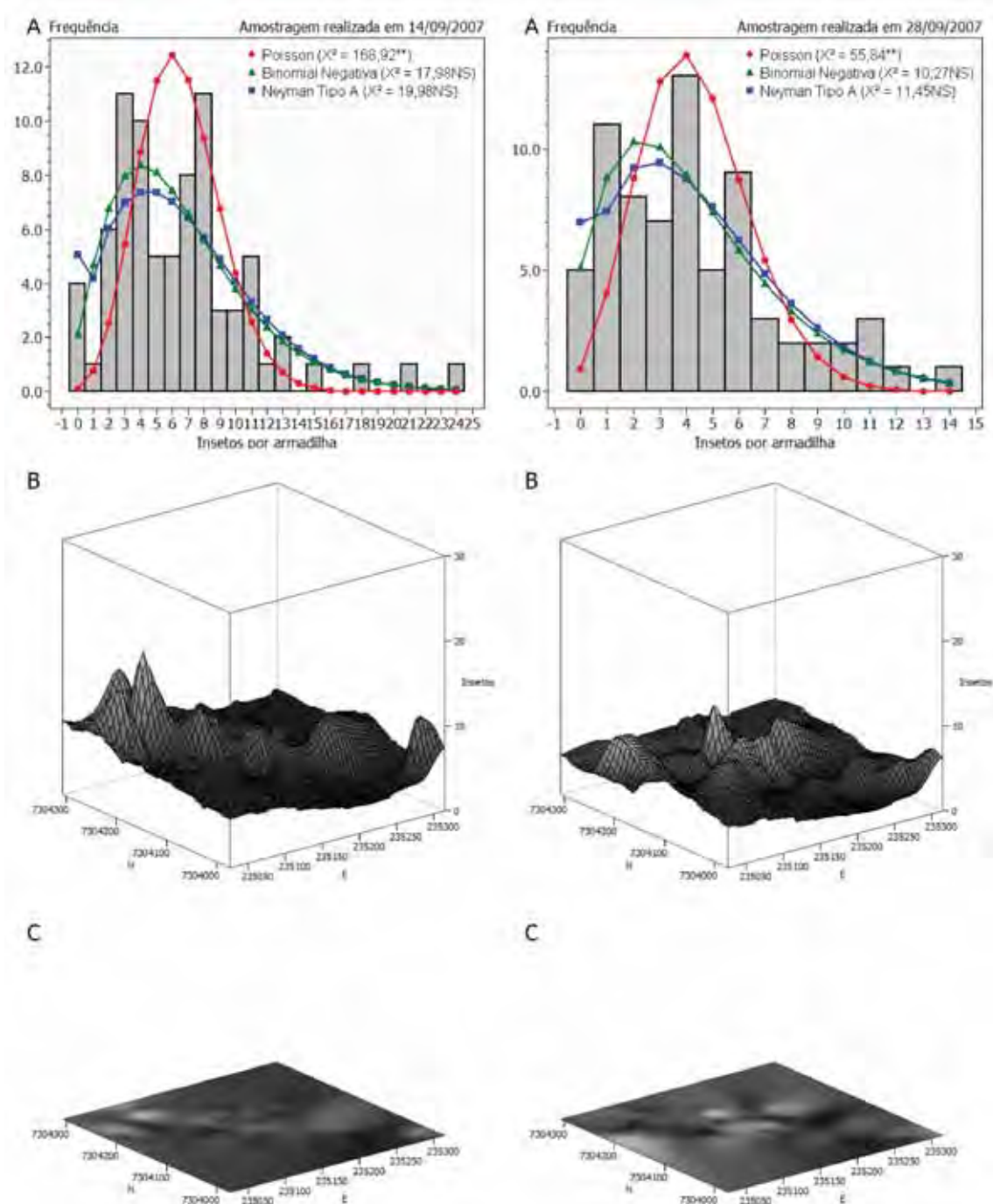
Figuras 45A e 46A. Avaliações de 21/06/2007 e 05/07/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



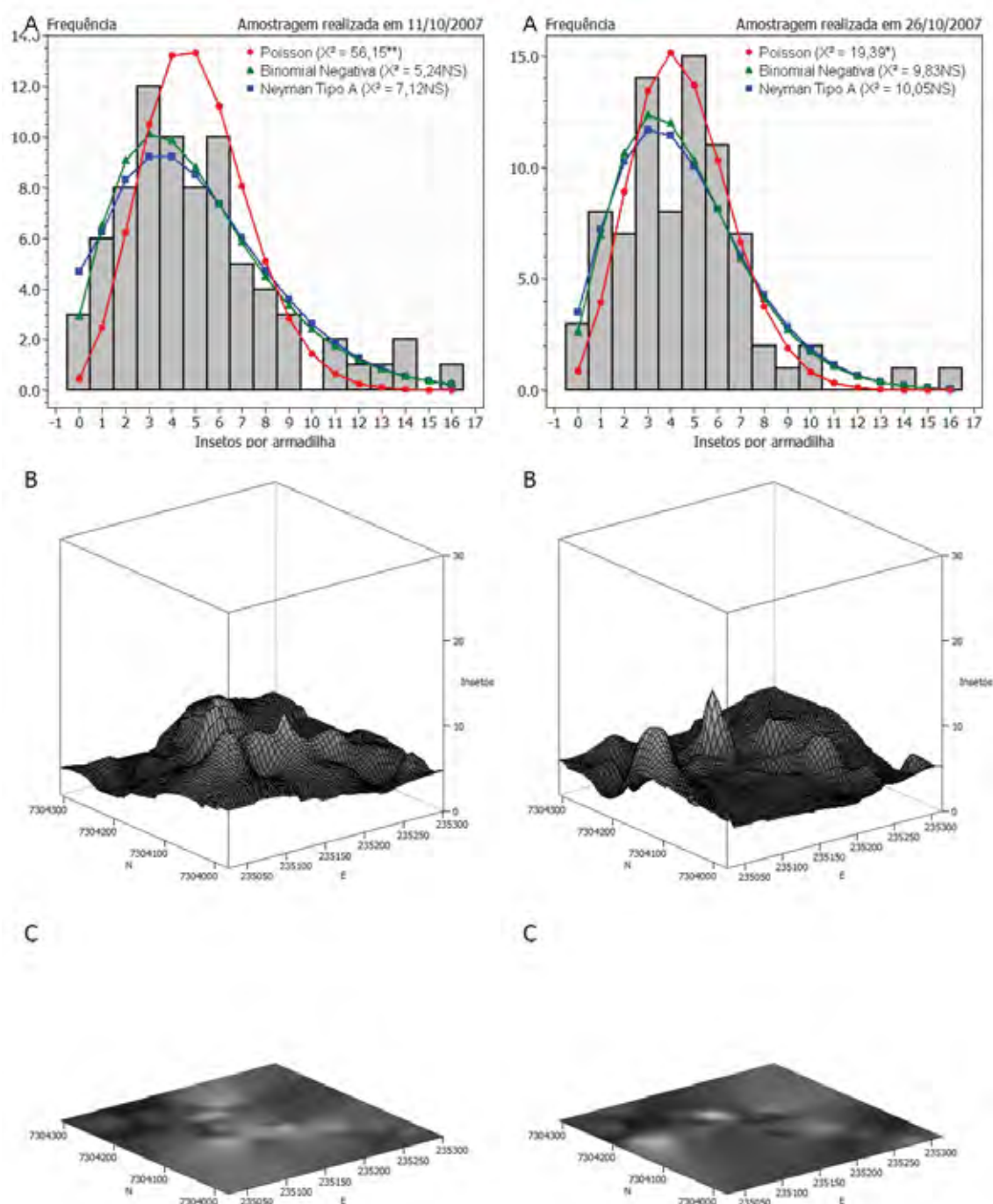
Figuras 47A e 48A. Avaliações de 19/07/2007 e 02/08/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



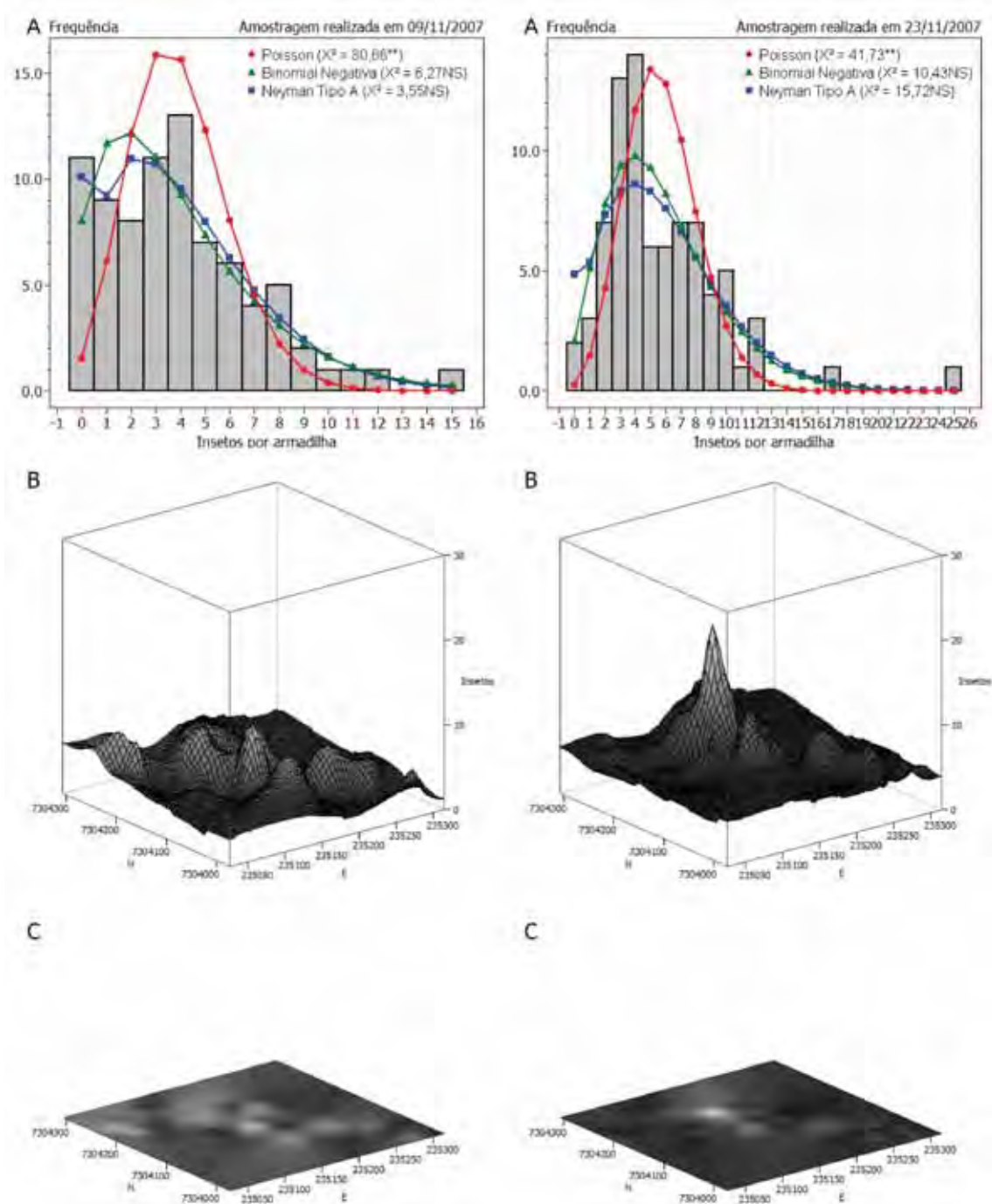
Figuras 49A e 50A. Avaliações de 16/08/2007 e 30/08/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



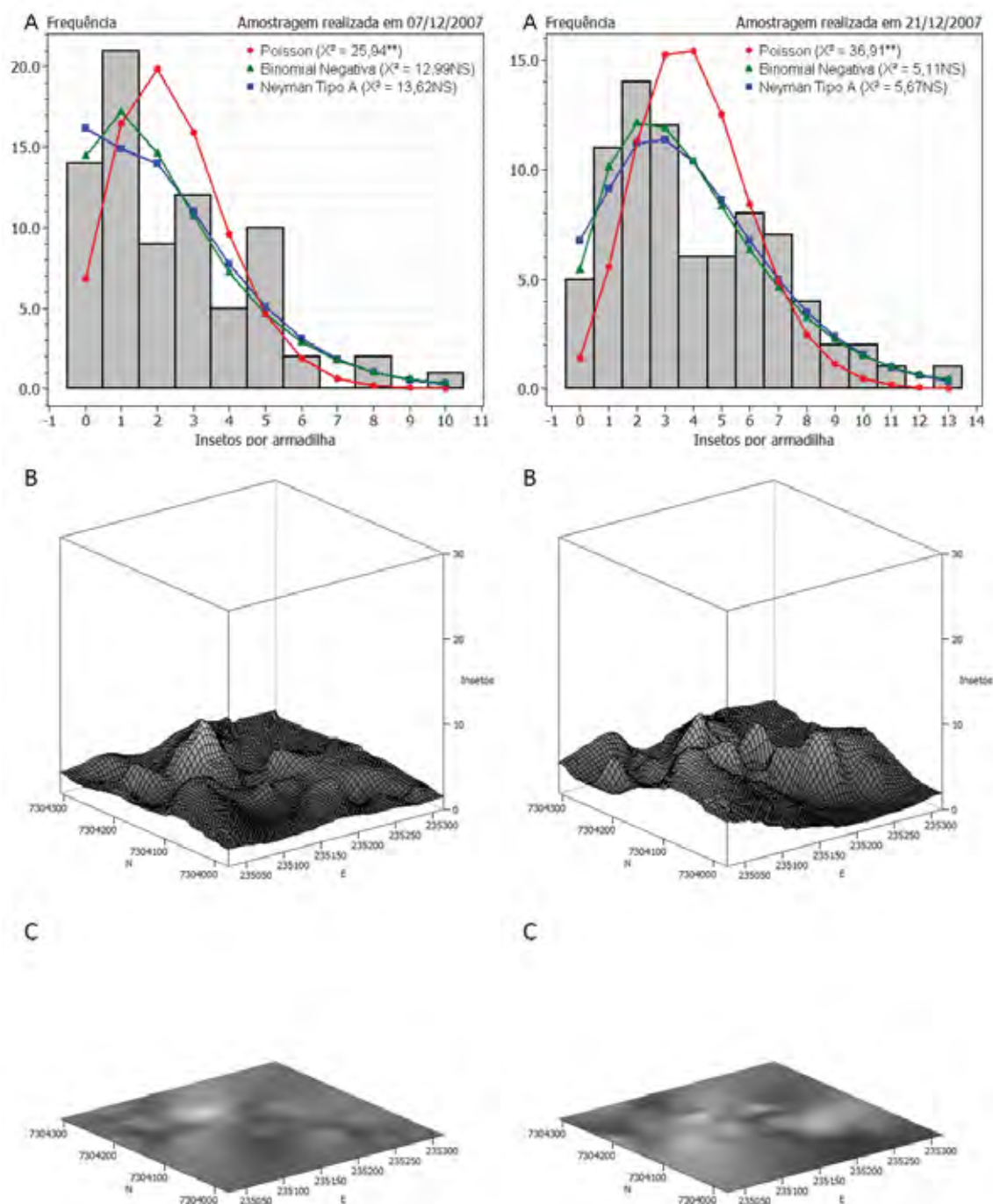
Figuras 51A e 52A. Avaliações de 14/09/2007 e 28/09/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



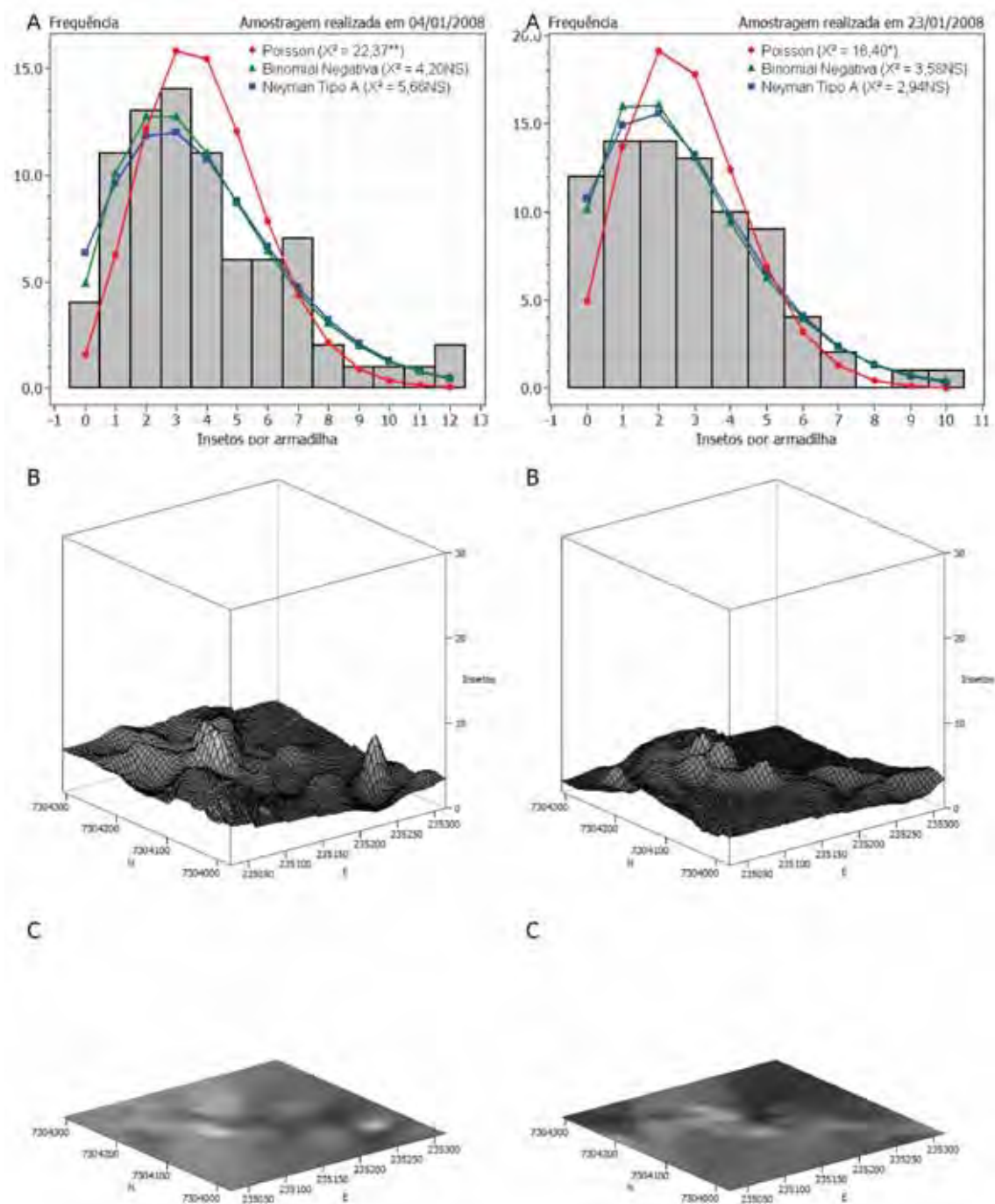
Figuras 53A e 54A. Avaliações de 11/10/2007 e 26/10/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



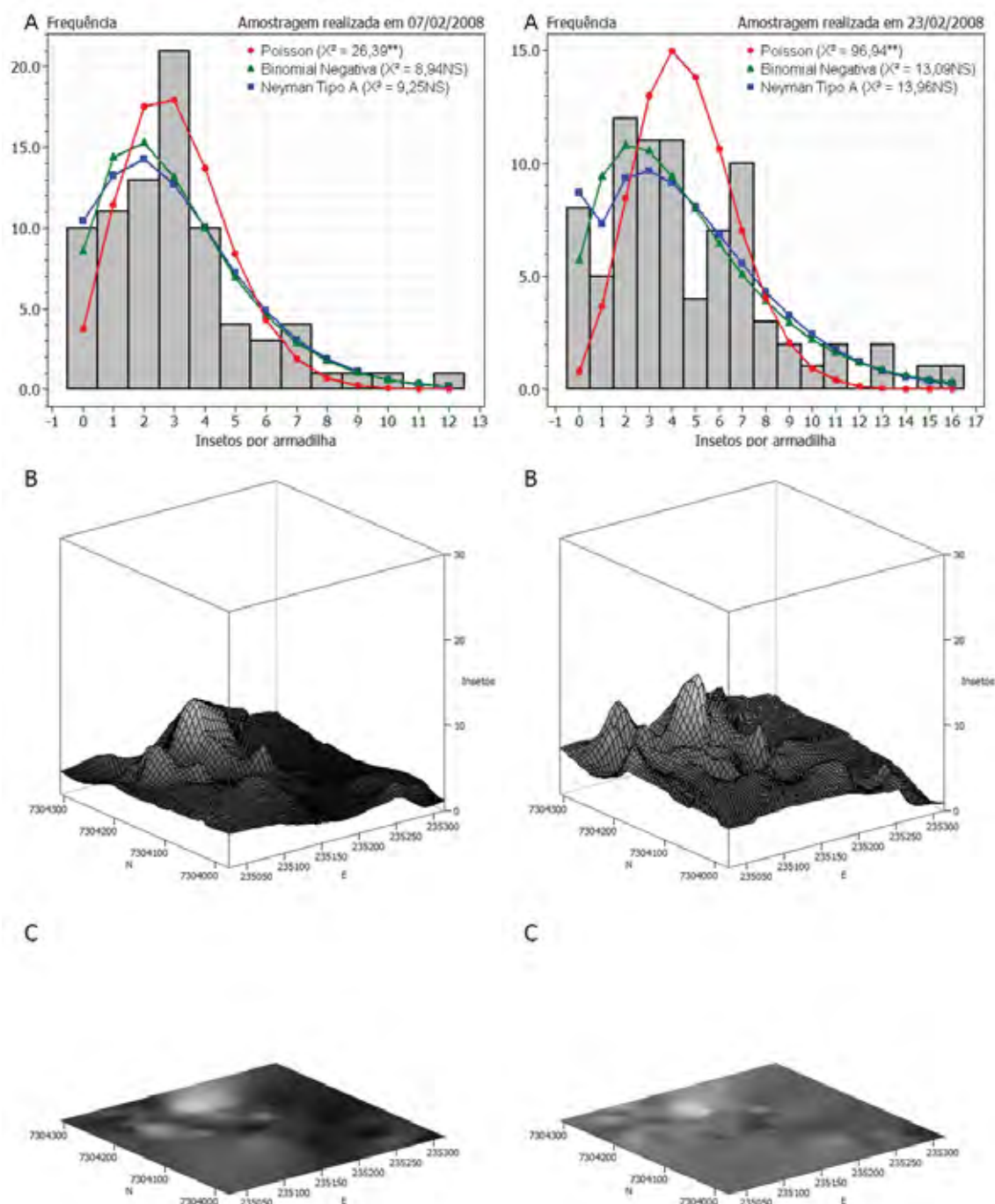
Figuras 55A e 56A. Avaliações de 09/11/2007 e 23/11/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



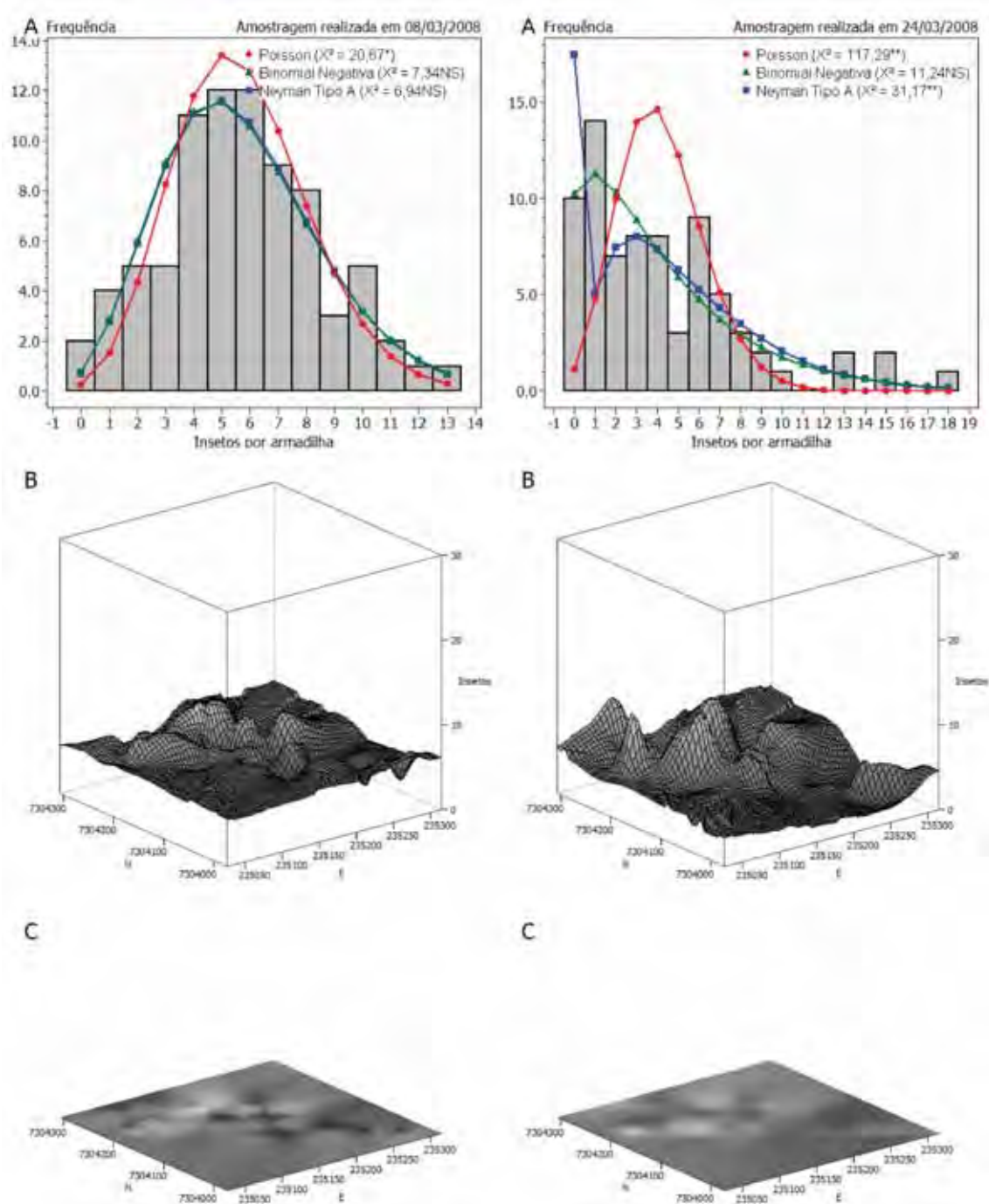
Figuras 57A e 58A. Avaliações de 07/12/2007 e 21/12/2007. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



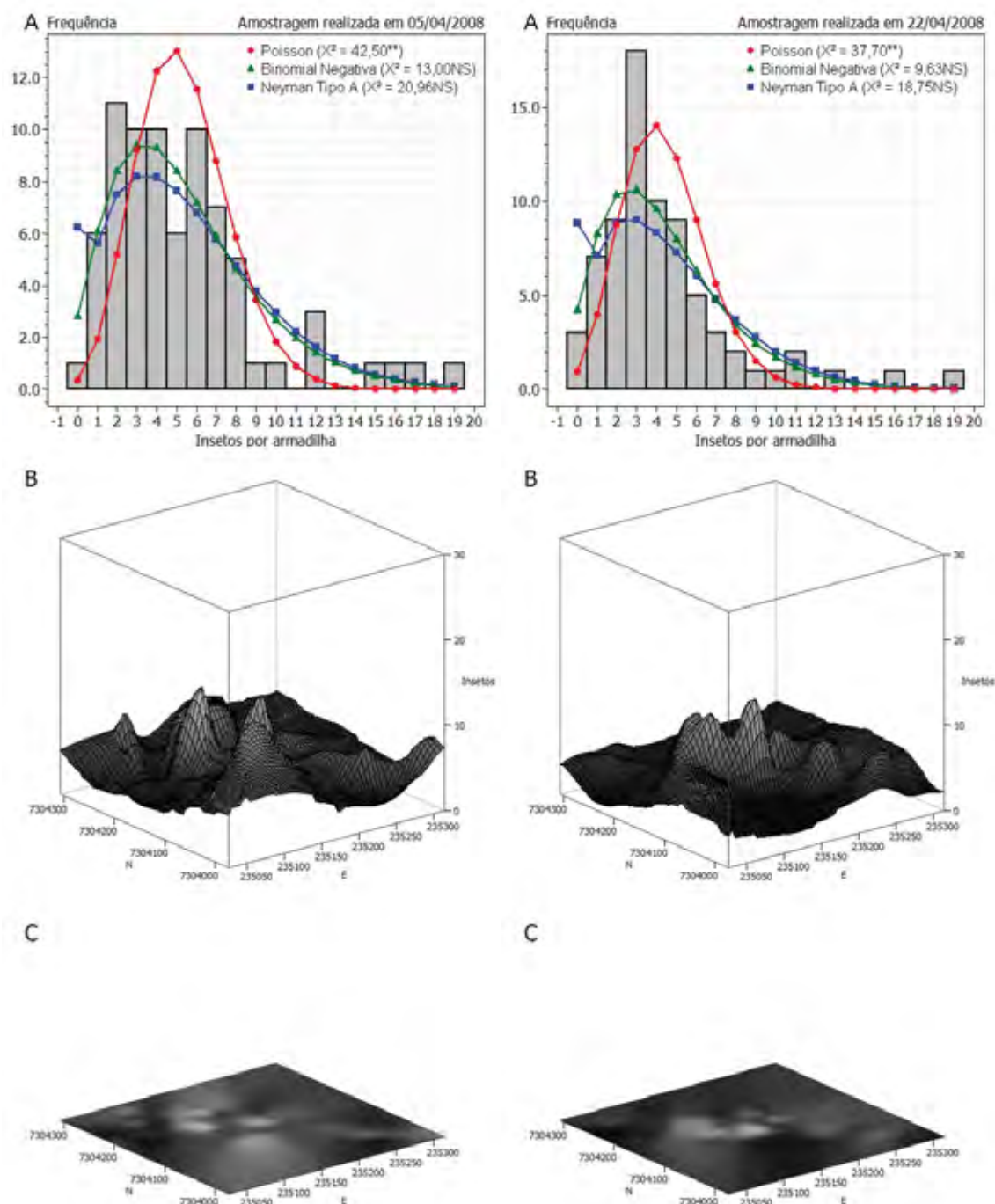
Figuras 59A e 60A. Avaliações de 04/01/2008 e 23/01/2008. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



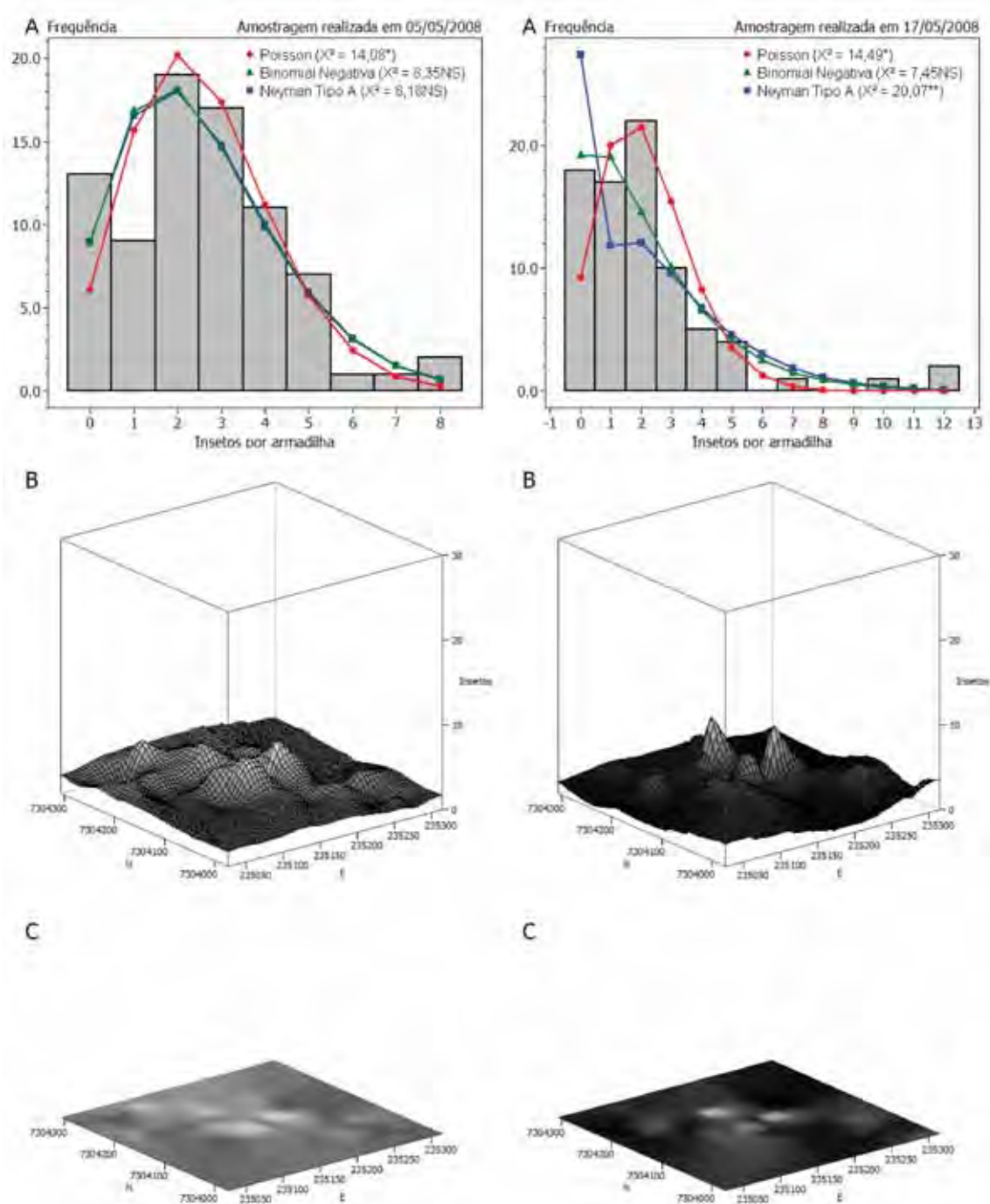
Figuras 61A e 62A. Avaliações de 07/02/2008 e 23/02/2008. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



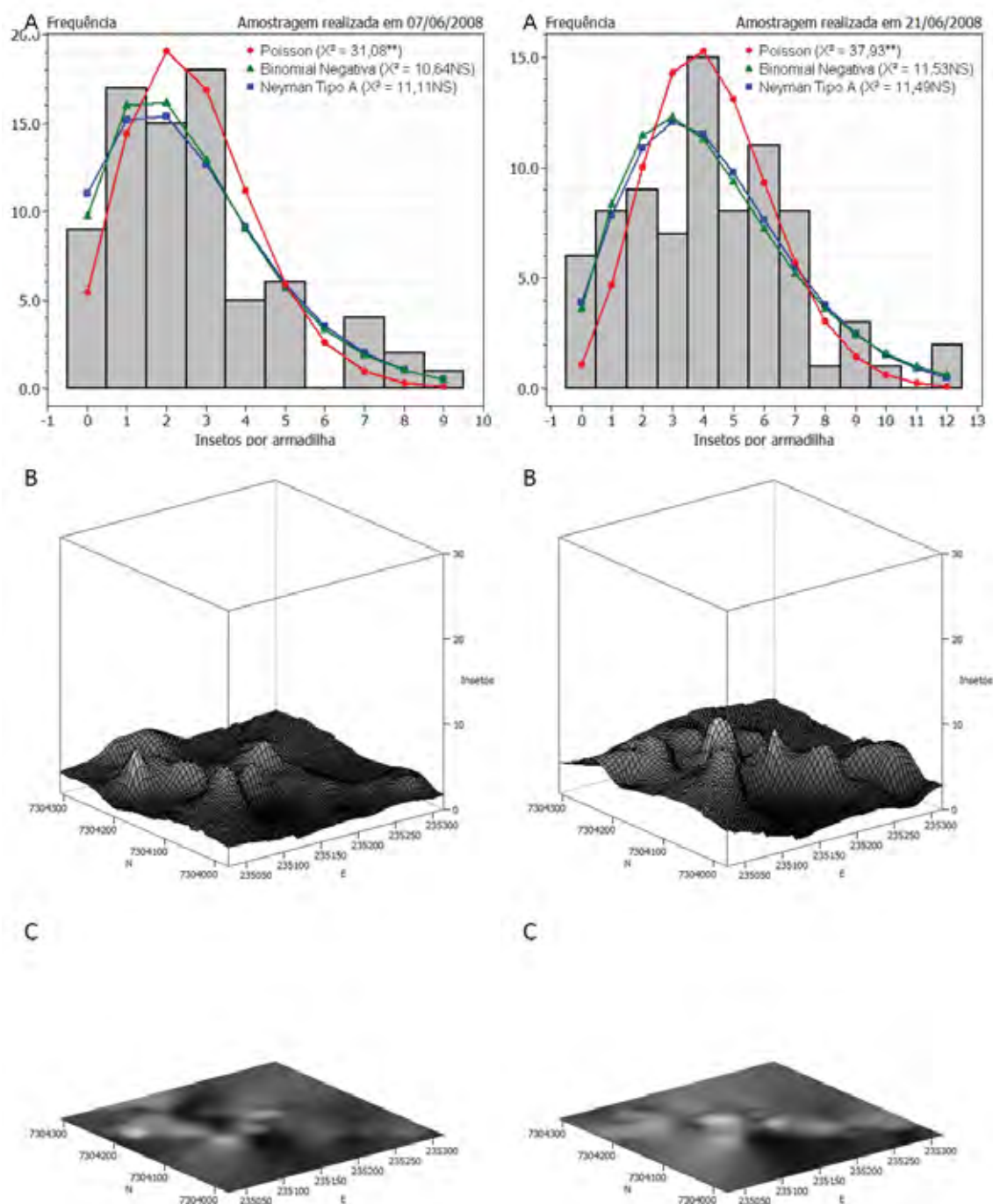
Figuras 63A e 64A. Avaliações de 08/03/2008 e 24/03/2008. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



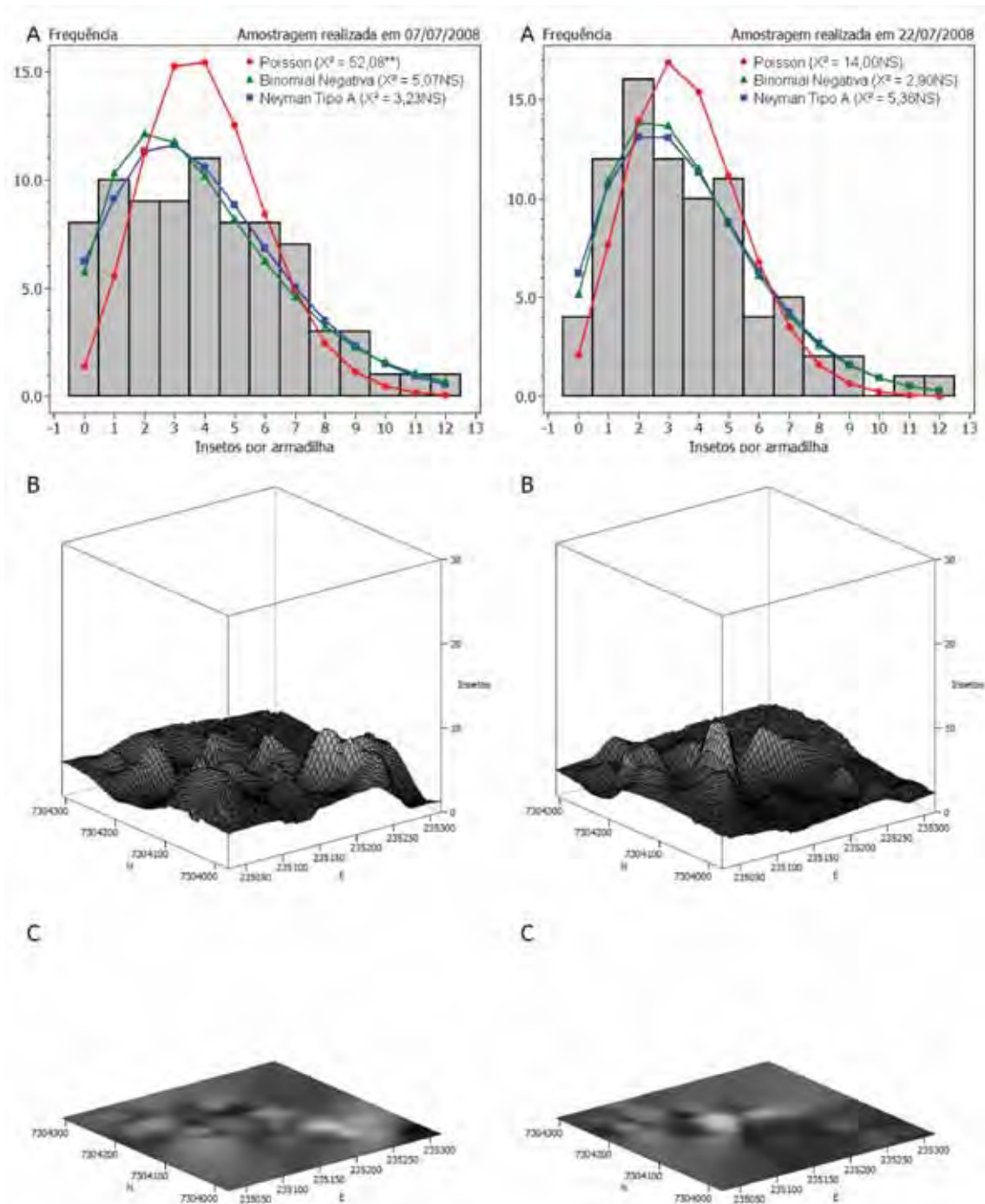
Figuras 65A e 66A. Avaliações de 05/04/2008 e 22/04/2008. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



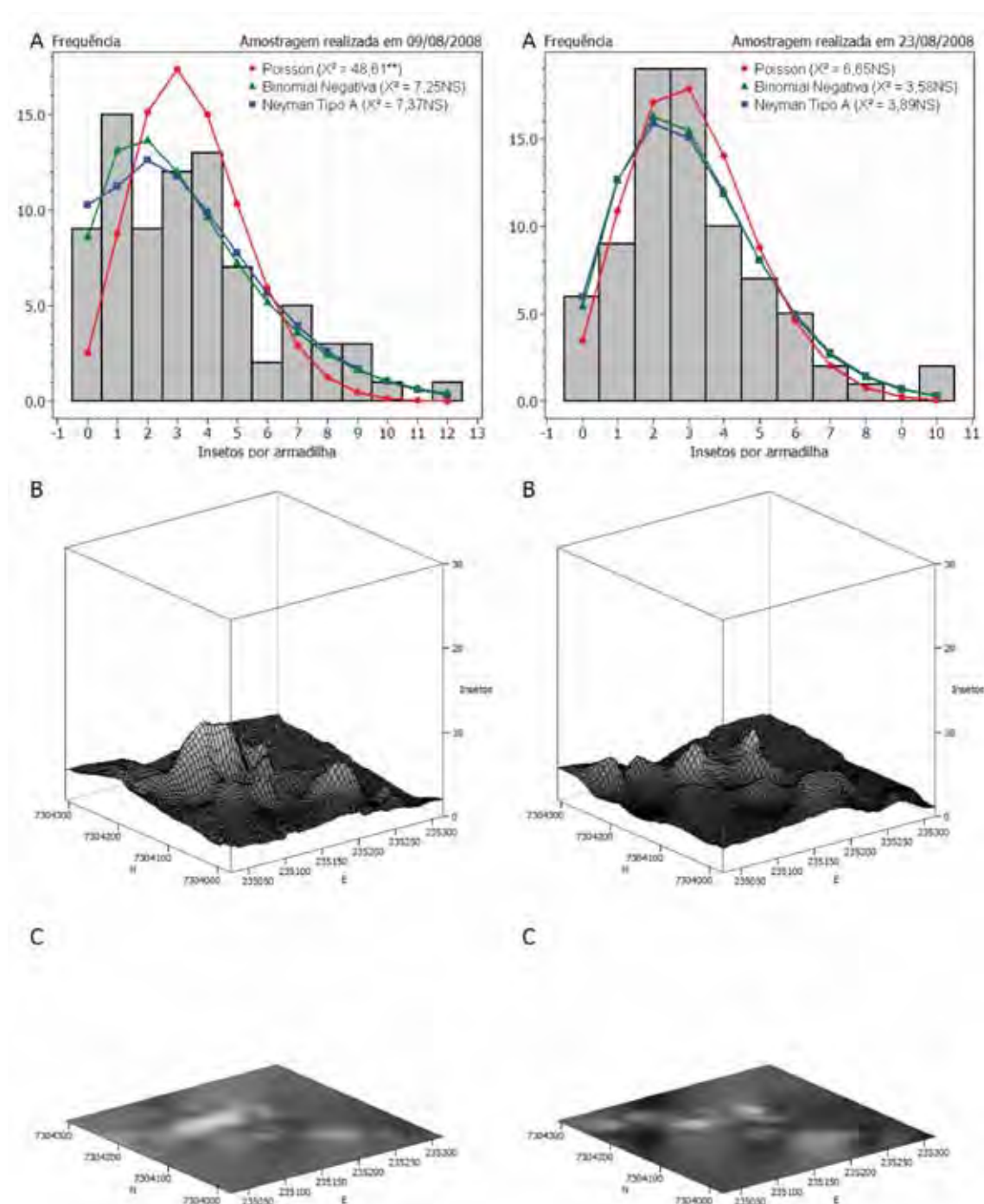
Figuras 67A e 68A. Avaliações de 05/05/2008 e 17/05/2008. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



Figuras 69A e 70A. Avaliações de 07/06/2008 e 21/06/2008. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



Figuras 71A e 72A. Avaliações de 07/07/2008 e 22/07/2008. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)



Figuras 73A e 74A. Avaliações de 09/08/2008 e 23/08/2008. (A) Ajuste dos dados as distribuições de probabilidades, (B) Superfície de resposta para as contagens de adultos de *Cosmopolites sordidus* e (C) Regiões de agregação (mais claras). Eixos N e E em coordenadas UTM (zona 23 Sul)

APÊNDICE B

Tabela 1B. Ficha de campo para amostragem sequencial do gorgulho *Cosmopolites sordidus* na cultura da bananeira

Número da unidade amostral (armadilha)	Limite Inferior (Não Controlar)	Número de adultos de <i>Cosmopolites sordidus</i> (acumulado)	Limite Superior (Controlar)
1	-		17
2	-		21
3	-		25
4	1		29
5	5		32
6	9		36
7	13		40
8	17		44
9	21		48
10	25		52
11	29		56
12	32		59
13	36		63
14	40		67
15	44		71
16	48		75
17	52		79
18	56		83
19	59		87
20	63		90
21	67		94
22	71		98
23	75		102
24	79		106
25	83		110
26	87		114
27	90		118
28	94		121
29	98		125
30	102		129
31	106		133
32	110		137
33	114		141
34	118		145
35	121		148
36	125		152

37	129		156
38	133		160
39	137		164
40	141		168
41	145		172
42	148		176
43	152		179
44	156		183
45	160		187
46	164		191
47	168		195
48	172		199
49	176		203
50	179		207
51	183		210
52	187		214
53	191		218
54	195		222
55	199		226
56	203		230
57	207		234

