

ESTUDO DE CASO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PLAGAS E INIMIGOS NATURAIS NA SOJA

Afonso Dadalto¹

Antônio Henrique de Paula¹

Enzo Mathey Contesini¹

Carlos Eduardo de M. Otoboni²

Sergio Ricardo Lima Negro²

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo de caso da distribuição espacial de pragas e inimigos naturais de dados obtidos durante o ciclo da cultura soja no município de Ourinhos (SP), visando compreender o comportamento populacional das espécies e as possíveis implicações no Manejo Integrado de Pragas (MIP). Para tanto, utilizou-se o método da batida de pano para realizar as amostragens nos 26 pontos georreferenciados, feitas nos meses de dezembro de 2012 e janeiro de 2013. Dentre as diversas espécies de pragas coletadas, houve destaque para a lagarta falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*) e para o percevejo marrom (*Euschistus heros*); quanto aos inimigos naturais, o destaque foi para o bicho-liceiro (*Chrysoperla externa*), que apresentaram as maiores populações e variabilidade entre as datas e os pontos amostrais. Os dados de ocorrência submetidos à análise descritiva para confecção dos histogramas e gráficos evidenciaram padrões de distribuição agregado e ajuste à distribuição binomial negativa, indicando que os indivíduos se concentraram em áreas na forma de “reboleiras” na lavoura. Do ponto de vista espacial, os resultados obtidos da interpolação dos mapas permitiram o mapeamento de sítios específicos de ocorrência, nos quais seria possível a adoção de métodos de manejo sítio específico. Além disso, o estudo reforçou a importância do monitoramento contínuo e da integração entre o MIP e as ferramentas de Agricultura de Precisão, sinalizando a necessidade do manejo tecnicamente orientado.

¹ Discentes do curso Mecanização em Agricultura de Precisão da FATEC Pompeia-SP, Shunji Nishimura Pompeia-SP

² Docentes do curso Mecanização em Agricultura de Precisão da FATEC Pompeia-SP.

Palavras-chave: Estudo de caso, Soja, Distribuição espacial, Manejo Integrado de Pragas, binomial negativa.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merril) ocupa posição de destaque no cenário agropecuário brasileiro e mundial. Segundo o USDA Foreign Agricultural Service (2025), o Brasil é o maior produtor mundial de soja, garantindo cerca de 40% da produção global, com uma estimativa de 169 milhões de toneladas produzidas na safra 2024/25, numa área aproximada de 47,4 milhões de hectares. Apesar de sua relevância econômica e social, o cultivo da cultura enfrenta desafios constantes relacionados à problemas fitossanitários diversos, como a ocorrência de pragas, responsáveis por perdas significativas de produtividade da soja.

Dentre as principais pragas que atacam a cultura da soja, destacam-se as desfolhadoras, como a lagarta-falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*) e as sugadoras, como o percevejo-marrom (*Euschistus heros*), responsáveis por reduções expressivas na produtividade devido à redução da área fotossintética e aos danos diretos aos grãos, respectivamente. O adulto da lagarta-falsa-medideira tem coloração marrom-acinzentada, com duas manchas prateadas nas asas anteriores. A fêmea vive, em média, 15 dias e pode depositar mais de 600 ovos, geralmente na face inferior das folhas. As lagartas são verde-claras, com linhas esbranquiçadas no dorso e podem atingir até 35 mm no sexto instar, possuindo apenas dois pares de falsas pernas abdominais e movimentando-se de forma arqueada. Durante seu ciclo, que dura cerca de 15 dias, cada lagarta pode consumir até 200 cm² de área foliar, provocando desfolha característica com aspecto rendilhado. O ataque ocorre principalmente nas fases vegetativas e início do florescimento (V4 a R2), quando há maior disponibilidade de tecido foliar e a planta depende intensamente da fotossíntese para seu desenvolvimento. Já o percevejo-marrom adulto tem coloração marrom-escura, com dois prolongamentos laterais do pronoto em forma de espinhos. Os ovos, de cor amarela, são depositados sobre folhas ou vagens, tornando-se róseos próximos à eclosão. As ninhas do terceiro ao quinto ínstar alimentam-se intensamente das vagens e sementes da soja. O ataque ocorre principalmente nos estádios reprodutivos da cultura (R5 a R8), causando danos diretos às vagens e grãos, como enrugamento, abortamento e

perda de qualidade das sementes (EMBRAPA, 2023).

Nesse contexto, o manejo integrado de pragas (MIP) surgiu como estratégia mais sustentável em relação ao método tradicional calendarizado de controle, porque integra técnicas de identificação e monitoramento populacional das pragas e inimigos naturais com estratégias de controle sustentáveis como o uso de parasitóides para o controle delas, por exemplo. É relevante ressaltar que a tomada de decisão para início de controle é baseada no crescimento da população das pragas amostradas que justifica o momento de controle antes que sejam gerados danos econômicos significativos à cultura.

Alguns estudos evidenciaram que a distribuição das pragas apresenta padrões agregados, ou seja, não estão uniformemente distribuídas na lavoura (VIANA et al. 2017). O mapeamento desses padrões por meio das ferramentas de Agricultura de Precisão (AP) como a da amostragem georreferenciada, permitiria caracterizar a variabilidade espacial das infestações das pragas e dos inimigos naturais, tais como o bicho-lixeiro (*Chrysoperla externa*) que vem se revelando como importante agente de controle biológico natural em diversas culturas agrícolas, incluindo a soja. Os adultos apresentam coloração verde-clara e olhos compostos de coloração dourada característica, que lhes conferem o nome popular de “bicho-lixeiro”. Na soja, a *Chrysoperla externa* está associada ao controle natural do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) e da lagarta-falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), por consumir, principalmente os ovos e as formas iniciais dessas pragas. Outrossim, sua presença contribuiria significativamente para a redução populacional de pragas com prováveis reduções de aplicações químicas, além de favorecer o equilíbrio ecológico do ambiente (EMBRAPA, 2023). Portanto este estudo de caso teve como objetivo analisar a distribuição e o mapeamento das pragas e dos inimigos naturais durante o ciclo da soja para verificar a possibilidade de adoção de manejo sítio específico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa consistiu na utilização dos dados obtidos de amostragens populacionais de pragas e inimigos naturais da soja pelo método de batida de pano como base

para orientação de manejo sítio específico (MSE) de pragas da cultura. Para isso foram tomadas as coordenadas planas utilizando um Garmin, etrex vista, programado para coordenadas UTM e Datum WGS84 para o georreferenciamento dos locais de amostrados para verificação das pragas e dos inimigos naturais encontrados durante o desenvolvimento da soja numa área comercial em Ourinhos /SP.

Realizaram-se 26 amostragens georreferenciadas em duas épocas (dezembro de 2012 e janeiro de 2013), sendo a primeira na fase vegetativa e a segunda na reprodutiva da cultura, de forma aleatória de acordo com a prática usual do produtor. Em cada ponto amostral utilizou-se o método conhecido como batida de pano, que consiste na utilização de um pano com área de 1 m² posicionado no solo abaixo das plantas, que são vigorosamente chacoalhadas para a coleta das espécies nelas presentes.

Procedeu-se a identificação e a contagem das espécies capturadas no pano em cada um dos pontos georreferenciados com as devidas identificações e quantificações das que eram pragas e as que eram inimigos naturais, em cada data de avaliação. Os dados obtidos foram submetidos à classificação quanto a diversidade de pragas e inimigos naturais verificados em cada ponto e data de avaliação, bem como análise espacial para determinar variabilidade espacial delas na área (uniforme, aleatória ou agregada) com o auxílio do programa Quantum GIS versão 3.28.2 para geração dos respectivos mapas de ocorrência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dinâmica Populacional e Análise Descritiva

Os dados referentes as pragas e os inimigos naturais coletados nas duas datas de amostragem constam na Tabelas 1.

Co-luna 1	Pra-gas	A. gem-matalis 1	A. gem-matalis 2	P. inclu-dens 1	P. inclu-dens 2	E. he-ros 1	E. he-ros 2	L. vil-losa 1	L. vil-losa 2	E. apo-rema 1	E. apo-rema 2	M. aero-ginosa 1	M. aero-ginosa 2	O. salti-cus 1	O. salti-cus 2	C. ex-terna 1	G. ven-tralis 1	L. con-cinna 1
Pontos Coleta																		
1		2	0	0	7	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		1	0	1	13	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	6	0	34	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
4		1	0	0	3	1	39	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0

5	1	0	0	0	51	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	2	1	9	1	75	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
7	1	9	2	13	4	35	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
8	2	3	0	5	0	44	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
9	5	1	0	9	0	32	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	2	1	0	4	2	49	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2	11	0	5	0	55	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	3	0	0	7	2	75	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2
13	6	8	1	2	0	32	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
14	0	1	0	2	2	24	3	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0
15	2	2	0	6	1	19	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0
16	4	6	0	2	1	34	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
17	2	7	1	2	2	67	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
18	0	6	0	13	0	37	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
19	1	1	0	6	1	20	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
20	2	6	0	8	3	20	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21	2	1	1	2	3	73	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	3	7	0	5	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
23	1	7	0	8	0	19	3	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
24	3	8	0	4	2	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2	9	0	6	0	46	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0
26	3	7	0	5	1	39	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Total		51	103	7	152	26	1020	32	0	3	2	1	1	9	3	34	4	5	

Tabela 1 - População de Pragas e Inimigos Naturais nas Avaliações 1 e 2

De acordo com a Tabela 1 foram identificadas 6 pragas e 4 inimigos naturais nas duas datas de amostragem realizadas.

Na 1 avaliação a praga de maior ocorrência foi *A. gemmatalis* com um total de 51 indivíduos coletados em 22 dos 26 pontos avaliados, seguida da *L. villosa* e *E. heros* com 32 e 26 indivíduos, respectivamente. Com relação aos inimigos naturais, o bicho lixeiro foi o de maior ocorrência com 34 indivíduos distribuídos em 50% dos pontos amostrados.

Por outro lado, na 2 avaliação, a praga de maior ocorrência foi o *E. heros* com um total de 1020 indivíduos presentes em 100% dos pontos amostrados, seguida da *P. includens* e *A. gemmatalis* com 152 e 103 indivíduos respectivamente. Os dados processados para a avaliação da distribuição de frequência pelo histograma constam nas Figuras 1 e 2.

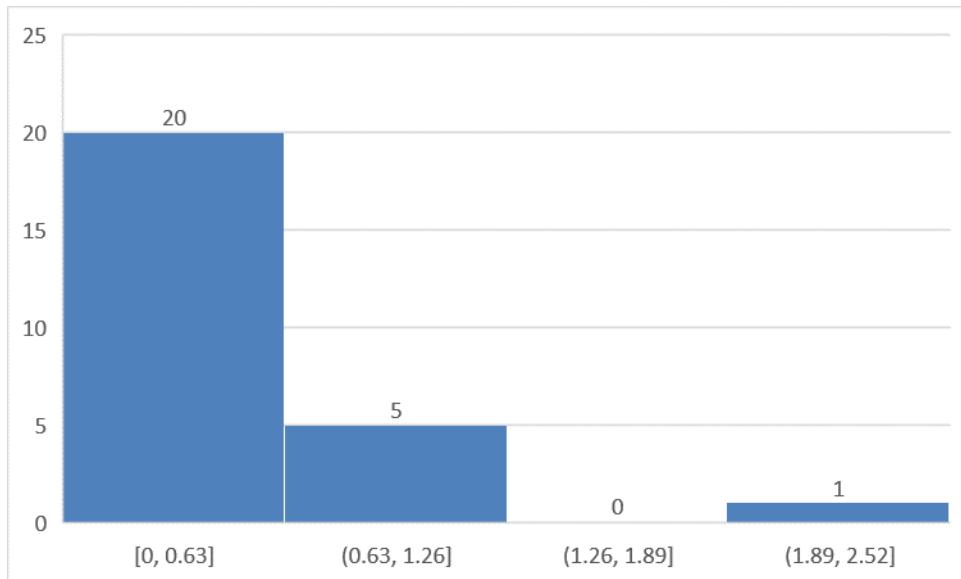


Figura 1 – Histograma de frequência da praga *Pseudoplusia includens*

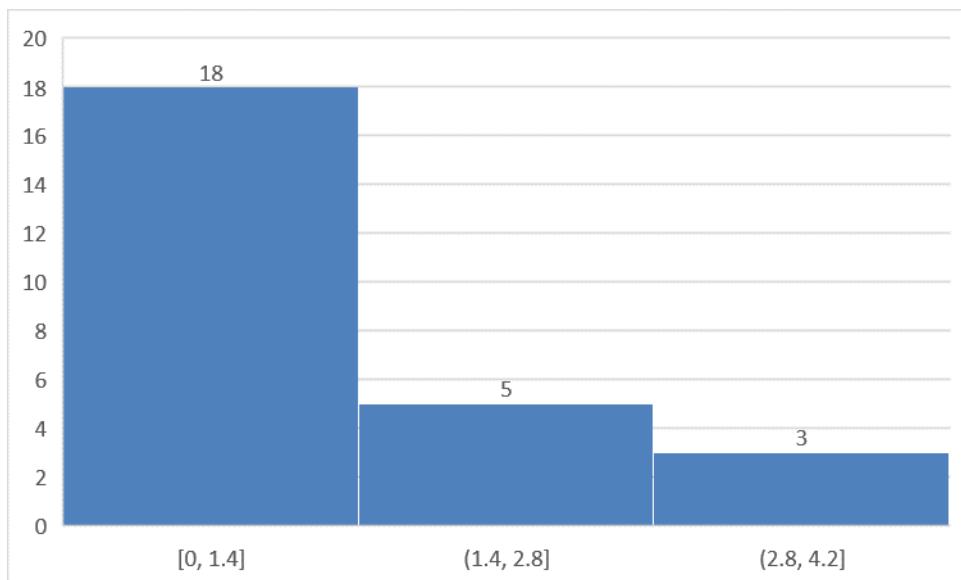


Figura 2 - Histograma de frequência da praga *Euschistus heros*.

De acordo com os resultados apresentados no Gráfico 1, verificou-se que a lagarta-falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*) apresentou distribuição do tipo Binomial Negativa, caracterizando, portanto, um padrão agregado de distribuição na área amostrada. Esse padrão indica que há poucos pontos com alta infestação e muitos pontos com baixa densidade populacional. Os resultados obtidos foram semelhantes aos descritos por FERNANDES, BUSOLI e BARBOSA (2003), corroborando o comportamento agregado dessa espécie em lavouras de soja. A análise da

distribuição de frequência das populações de lagartas, conforme evidenciado pelos histogramas (Figura 1), confirmou o ajuste dos dados à distribuição Binomial Negativa, consolidando o padrão agregado observado. O conhecimento desse modelo é fundamental para o planejamento de um sistema de amostragem sequencial adequado e para a definição correta das estratégias de controle, conforme destacam Fernandes, Busoli e Barbosa (2003).

De forma semelhante, o percevejo-marrom (*Euschistus heros*) também apresentou padrão espacial agregado, comportamento já relatado em diversos estudos realizados em áreas de soja (Sosa-Gómez et al., 2009; Corrêa-Ferreira; Panizzi, 1999). A análise das amostras de *E. heros* em diferentes datas, representadas no histograma (Gráfico 2), confirmou o ajuste dos dados à distribuição Binomial Negativa, de acordo com a metodologia proposta por Young e Young (1998). A confirmação do padrão agregado por meio do histograma (Gráfico 2) para *E. heros* indica que a população não se dispersa de forma aleatória, mas forma focos de concentração. Essa característica, também destacada por Fernandes et al. (2018), é essencial para o manejo racional da praga, pois possibilita direcionar o controle químico apenas às áreas onde o nível de controle é excedido, reduzindo assim o uso de inseticidas e os impactos ambientais associados.

3.2 Distribuição Espacial das pragas e de Inimigo Natural e a Lógica da Correlação Geoespacial

Foram elaborados cinco mapas de interpolação espacial (Figura 2, 3, 4, 5, 6 e 7) representando a distribuição das populações da lagarta-falsa-medideira (*P. includens*), do percevejo-marrom (*E. heros*) e do inimigo natural bicho-lixoиро (*C. externa*) ao longo da área de estudo. Os mapas permitem visualizar a distribuição espacial da densidade populacional das espécies avaliadas, evidenciando as regiões com maior e menor concentração de indivíduos.

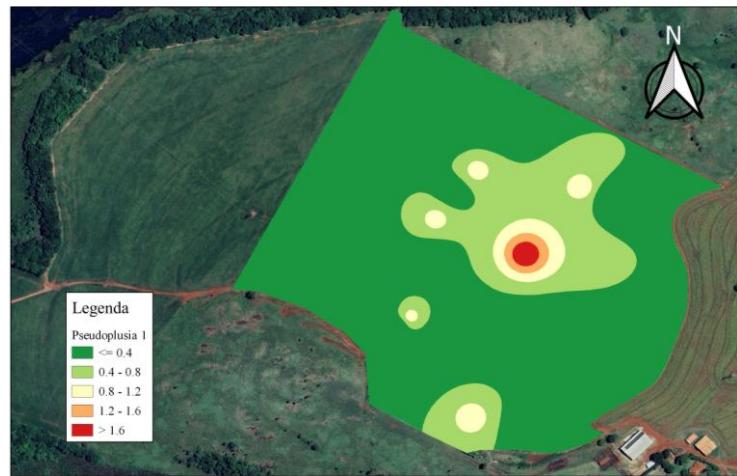


Figura 3 – Mapa de infestação de *Pseudoplusia includens* na 1^a avaliação

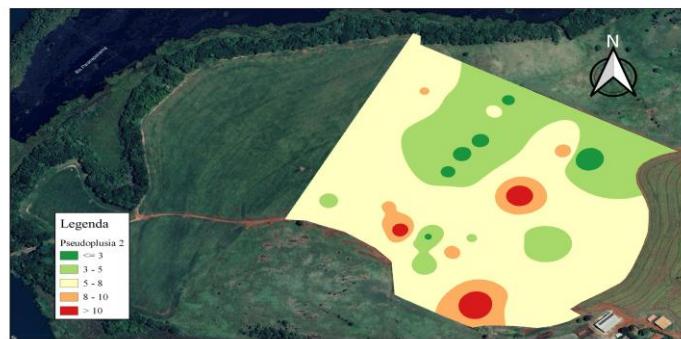


Figura 4 – Mapa de infestação de *Pseudoplusia includens* na 2^a avaliação

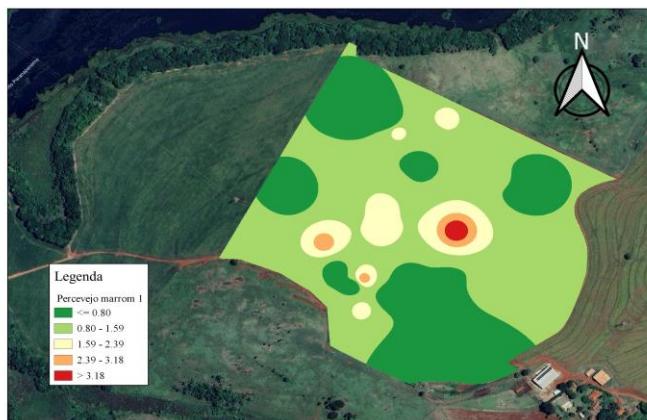


Figura 5 – Mapa de infestação de *Euschistus heros* na 1^a avaliação

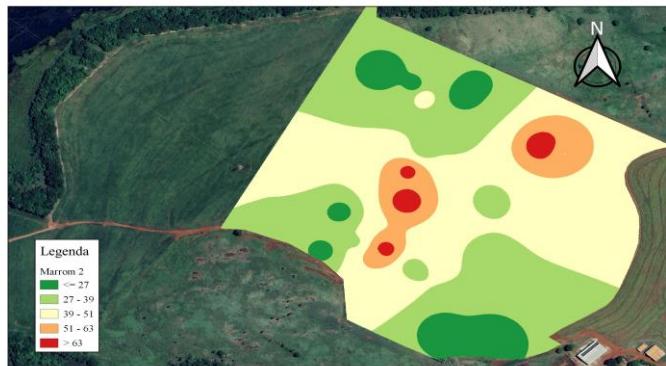


Figura 6 – Mapa de infestação de *Euschistus heros* na 2^a avaliação

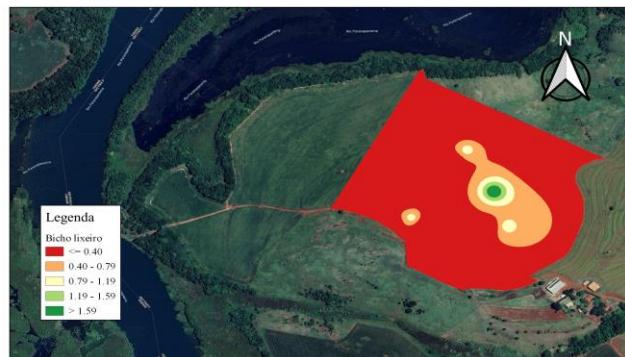


Figura 7 – mapa de infestação de *Chrysoperla externa*

A análise dos mapas de interpolação espacial revela padrões distintos e dinâmicos na distribuição da lagarta-falsa-medideira (*Pseudoplusia includens*), do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) e do inimigo natural "bicho lixeiro" na área de soja, fornecendo subsídios cruciais para o Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Inicialmente, a avaliação da lagarta-falsa-medideira (*Pseudoplusia*) demonstra, na primeira amostragem (figura 1), um cenário de baixa infestação predominante (áreas verdes, ≤ 0.4 indivíduos), mas com um foco nítido e altamente agregado de

alta densidade (vermelho, ≥ 1.6) concentrado na região central. Na segunda avaliação (figura 2), observa-se uma expansão e dispersão significativa da praga: as áreas de maior infestação (laranja e vermelho, ≥ 8 indivíduos) se ampliaram e se distribuíram em múltiplos focos pelo centro, sul e oeste da área. Essa dinâmica confirma o padrão espacial agregado da espécie e sinaliza condições favoráveis ao seu desenvolvimento populacional, com a dispersão progressiva da praga entre as amostragens.

Já o percevejo-marrom (*Euschistus heros*) exibe um comportamento similar de agregação, porém com uma intensificação notável ao longo do tempo. Na primeira avaliação (figura 3), a densidade era majoritariamente baixa a moderada (tonalidades de verde, ≤ 1.59), com focos localizados de maior ocorrência (laranja/vermelho, > 2.39) nas regiões centrais e sul. Na segunda avaliação (figura 4), a expansão dos focos de alta infestação (laranja e vermelho, > 39 indivíduos) se tornou muito mais expressiva, especialmente nas regiões centro sul, nordeste da área. Essa variação reflete a conhecida tendência do percevejo a se concentrar em plantas em estádios reprodutivos, atraído pela presença de vagens em formação, conforme descrito por Corrêa-Ferreira e Panizzi (1999). De modo geral, os resultados confirmam o padrão espacial agregado de *E. heros*, já relatado por diversos autores (Sosa-Gómez et al., 2009; Fernandes et al., 2018).

Ao analisar a distribuição do inimigo natural ("bicho lixeiro"), constatamos um cenário de baixa ocorrência generalizada (vermelho, ≤ 0.40) em grande parte da área, com exceção de um foco bem definido de alta concentração (verde escuro, > 1.59) localizado na porção centro-norte do campo. O foco de alta concentração do "bicho lixeiro" coincide espacialmente com o foco de alta infestação da *Pseudoplusia* 1 na primeira avaliação. Essa coincidência sugere que a presença do inimigo natural foi diretamente influenciada pela alta disponibilidade de presas no local (hipótese predador-presa), atuando como um elemento de controle biológico natural. Contudo, a expansão e dispersão da lagarta na segunda avaliação, que formou novos focos em regiões onde o bicho lixeiro era escasso (vermelho), indica que a resposta do inimigo natural foi insuficiente para conter o avanço da praga em toda a área. Em contraste, a distribuição do "bicho lixeiro" não se correlaciona espacialmente com os focos de agregação do Percevejo-Marrom nas duas avaliações. Essa ausência de coincidência sugere que o "bicho lixeiro", apesar de predar lagartas pequenas, possui limitações na

atração ou eficácia contra o percevejo, especialmente nos estádios mais avançados do ciclo do percevejo e da cultura. Em suma, os mapas confirmam a necessidade de um manejo georreferenciado e contínuo, utilizando as informações de agregação para aplicar medidas de controle apenas nas áreas críticas de pragas (manchas vermelhas), conforme preconizado no MIP, o que permite preservar as áreas com baixa incidência de pragas e, mais importante, as áreas de atuação do inimigo natural (mancha verde do bicho lixeiro), maximizando a sustentabilidade e a racionalidade no uso de inseticidas.

3.5 Implicações para o Manejo Localizado (Manejo Sítio Específico)

A identificação robusta do padrão de distribuição agregada das pragas (*P. includens* e *E. heros*), validada pelo ajuste à Distribuição Binomial Negativa, e sua manifestação visível nos mapas interpolados (Figuras 1, 2, 3 e 4) comprovam a inviabilidade econômica e ambiental do manejo em área total, uma vez que as infestações normalmente não ocorrem de modo uniforme nas áreas agrícolas (SANTI et al., 2014; PEREIRA et al., 2018).

A constatação de variabilidade espacial e temporal permite o manejo sítio-específico (MSE). O MSE, um princípio fundamental da AP que considera a variabilidade espacial da lavoura para maximizar o retorno econômico e minimizar os prejuízos ambientais (INAMASU et al., 2011), direciona a aplicação de defensivos apenas para os sítios específicos de infestação (LUCHIARI JUNIOR et al., 2011), utilizando a tecnologia de aplicação em taxa variável (TIAN et al., 1999; BRANDÃO et al., 2008). O monitoramento georreferenciado constitui-se uma importante ferramenta de suporte ao MIP (SANTI et al., 2014).

Os benefícios do MSE incluem a redução significativa do custo de produção (RIFFEL et al., 2012) e a minimização dos impactos ambientais (SANTOS et al., 2003; INAMASU et al., 2011). A comparação entre o manejo em área total e o manejo sítio-específico, realizada por KRELL, PEDIGO e BABCOCK (2003), confirmou que o MSE proporciona benefícios econômicos substanciais, uma vez que a praga não está distribuída uniformemente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição espaço-temporal das populações de *Pseudoplusia includens* e *Euschistus heros* ocorreu consistentemente de forma agregada na primeira avaliação segundo os histogramas de frequência.

A análise da dinâmica populacional entre a Primeira Avaliação e a Segunda Avaliação demonstrou que o padrão de distribuição agregada persiste, mas a intensidade e a área de infestação variam temporalmente.

A correlação espacial sugerida entre o bicho lixeiro (inimigo natural) e as áreas de agregação das pragas (lagarta e percevejo), visualizada nos mapas interpolados (Figuras 1, 2,3 e 4), indica que o padrão de distribuição agregado pode ser explorado para o manejo integrado de pragas, pois a concentração do predador nas reboleiras de pragas favorece a preservação dos organismos benéficos.

A lagarta-falsa-medideira, por apresentar distribuição localizada, permite manejo com taxa variável. Já o percevejo-marrom, devido ao alto potencial de infestação, requer controle em área total.

REFERÊNCIAS

- BORGES, M. et al. Amostragem e tomada de decisão para o manejo do percevejo-marrom em soja. Embrapa Soja, 2003.
- BRANDÃO, Z. N. et al. Tecnologia de aplicação e agricultura de precisão. Embrapa Instrumentação, 2008.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da soja e seu manejo. Londrina: Embrapa Soja, 1999.
- EMBRAPA. Pragas da soja: informações técnicas para manejo. Londrina: Embrapa Soja, 2023.
- FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de insetos-praga e inimigos naturais em agroecossistemas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 8, p. 957–965, 2003.
- FERNANDES, M. G. et al. Distribuição espacial e dinâmica populacional de percevejos em soja. Revista de Agricultura Neotropical, 2018.

INAMASU, R. Y. et al. Agricultura de Precisão: resultados de um novo olhar. Embrapa, 2011.

KRELL, R. K.; PEDIGO, L. P.; BABCOCK, B. A. Economic evaluation of site-specific crop management. *Precision Agriculture*, 2003.

LUCHIARI JUNIOR, A. et al. Agricultura de precisão aplicada ao manejo de pragas. Embrapa Instrumentação, 2011.

PEREIRA, L. A. et al. Variabilidade espacial de insetos-praga em culturas anuais. *Revista Brasileira de Agrociência*, 2018.

SANTI, A. L. et al. Distribuição espaço-temporal de lagartas desfolhadoras e sua correlação com rendimento da soja. In: BERNARDI, A. C. C. et al. (Ed.). *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília: Embrapa, 2014.

SANTOS, W. J. et al. Impactos ambientais da aplicação de inseticidas na agricultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2003.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Ecologia e manejo de percevejos na soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2009.

TIAN, L. F. et al. Variable-rate application technology for insect pest management. *Transactions of the ASAE*, 1999.

USDA Foreign Agricultural Service. Oilseeds and Products Update – Brazil (Marketing Year 2024/25). Washington, DC: USDA, 2025.

VIANA, J. H. M.; SILVA, J. S. et al. Distribuição espacial de pragas em soja. Embrapa Soja, 2017.

YOUNG, L. J.; YOUNG, J. H. *Statistical Ecology: A Population Perspective*. New York: Springer, 1998.