



## Distribuição espacial da broca-do-estipe-do-coqueiro

Emanuel Júnior Pereira da SILVA<sup>1\*</sup>, Ademária Aparecida de SOUZA<sup>1</sup>, Anderson Castro Soares de OLIVEIRA<sup>2</sup>, Jhonatan David Santos das NEVES<sup>3</sup>, Antônio Lucrécio dos SANTOS NETO<sup>1</sup>, Aldomario Santo NEGRISOLI JUNIOR<sup>4</sup>, Aline das Graças SOUZA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil.

<sup>2</sup> Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil.

<sup>4</sup> Embrapa Tabuleiros Costeiros, Sergipe, SE, Brasil.

<sup>5</sup> Instituto Federal de Roraima, Amajari, RR, Brasil.

E-mail: [emanuel.pereira241@gmail.com](mailto:emanuel.pereira241@gmail.com)

Recebido em abril/2018; Aceito em abril/2019.

**RESUMO:** O objetivo desta pesquisa foi estudar a distribuição espacial de *Rhinostomus barbirostris* (Coleoptera: Curculionidae) (Fabricius, 1775) em coqueiro (*Cocos nucifera* L.). Foram realizadas 10 amostragens quinzenalmente do número de machos, fêmeas e total (macho + fêmea), de *R. barbirostris* em armadilhas demarcada com uma tela de náilon envoltas as palmeiras com sintoma característico do ataque dessa praga, totalizando 24 armadilhas. Para o estudo da distribuição espacial de *R. barbirostris*, foram calculados os índices de dispersão: razão variância/média (I), índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ), coeficiente de Green ( $C_x$ ), expoente k da distribuição binomial negativa (k), índice de grupo por tamanho (IGT), Índice de frequência de agrupamento (IFA) e Índice de Patchiness (IP) para cada amostragem. Foi testado o ajuste dos dados as distribuições Poisson e binomial negativa. Os resultados obtidos nos índices de agregação calculados indicam que a maioria das amostragens apresentou distribuição agregada de *R. barbirostris*, para todas as variáveis estudadas. A distribuição binomial negativa foi o modelo mais adequado para representar a distribuição de frequência da colebroca no coqueiro, já que a variância foi superior à média na maioria das amostragens.

**Palavras-chave:** *Rhinostomus barbirostris*; cocoicultura; índices de dispersão.

## Spatial distribution of coconut borer

**ABSTRACT:** The objective of this research was to study the spatial distribution of *Rhinostomus barbirostris* (Coleoptera: Curculionidae) (Fabricius, 1775) in coconut (*Cocos nucifera* L.). They were made ten samples every two weeks, of males, females and the total (Male + female), *R. barbirostris* in marked traps with a nylon screen surrounded with palm trees characteristic symptom of the attack of this pest, totaling 24 traps. To study the spatial distribution of *R. barbirostris*, dispersion indexes were calculated: variance / mean ratio, Morisita index ( $I_{\delta}$ ), Green coefficient ( $C_x$ ), k exponent of negative binomial distribution, index of de Cluster Size (ICS), index of de Cluster Frequency (ICF) e index of de Patchiness (IP) for each sample. It tested the data fitting the Poisson distribution and binomial negative. The results calculated in aggregation indexes indicate that Most samplings presented aggregated distribution of *R. barbirostris* for all the variables studied. The negative binomial distribution was the best model to represent the frequency distribution of the coconut borer, since the variance was higher than the average for the majority of the samples.

**Keywords:** *Rhinostomus barbirostris*; coconut farmin; dispersion indexes.

### 1. INTRODUÇÃO

*Rhinostomus barbirostris*, (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Curculionidae) conhecida popularmente por rhina, broca-do-tronco ou broca-do-estipe-do-coqueiro é considerada uma das mais importantes pragas do coqueiro.

Essa praga passa grande parte de seu ciclo de vida dentro do estipe do coqueiro onde constrói galerias que reduzem e interrompe o fluxo da seiva reduzindo a produção dos seus frutos na ordem de 70 a 100% e podendo levar à queda da planta pela ação de ventos fortes, sendo que sua saída do interior do estipe ocorre na fase adulta (FERREIRA; LINS, 2006).

Os métodos de controle mecânico e cultural têm sido utilizados no controle da broca-do-estipe-do-coqueiro. Além desses, o controle químico através do uso de inseticidas vem

sendo bastante praticado, o que pode acarretar sérios problemas de ordem ecológica e ambiental, já que não existe produto químico registrado no Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle dessa praga (AGROFIT, 2016).

De acordo com Dionisio et al. (2015) para aplicação correta de um ou mais métodos de controle, é preciso primeiro entender o comportamento da praga em campo. Portanto, o conhecimento da distribuição espacial da população de insetos pragas é fundamental para entender a etologia do inseto no campo e, também, para o estabelecimento de planos de amostragens, visando aplicação em manejo integrado de pragas (MIP), pois para cada tipo de distribuição apresentada pela população de insetos no campo há uma variação na metodologia no estabelecimento do plano.

A descrição das formas de distribuição de uma população é feita através dos índices de agregação e as distribuições teóricas de frequências (MATRANGOLO et al., 2014). Três distribuições básicas descrevem a maneira como o inseto se distribui no espaço: ao acaso ou aleatória; regular ou uniforme e contagiosa ou agregada. (RABINOVICH, 1980). Esses tipos seguem normalmente um modelo matemático que explicam a relação entre a variância e a média dos dados, que são o da binomial negativa (agregada), Poisson (aleatória) e binomial positiva (uniforme) (MARUYAMA et al., 2011).

Quando *R. barbirostris* atingem o nível de dano econômico são pragas de difícil controle, sendo o controle químico o método mais utilizado, portanto, é vital o conhecimento da distribuição espacial dessa praga para medir o grau de aleatoriedade dos arranjos espaciais e sua aplicação é imprescindível em estudos ecológicos ou métodos de amostragem (GREEN, 1966). Aliado a isso, na literatura, não há estudos sobre a sua distribuição espacial em coqueiro (*Cocos nucifera* L), que possa auxiliar na busca de maneiras mais econômicas e sustentáveis de seu controle.

O objetivo foi estudar a distribuição espacial de *R. barbirostris* em coqueiro (*Cocos nucifera* L.) por meio da determinação dos índices de agregação e dos testes de qui-quadrado de aderência para os principais tipos de distribuição teórica de frequência.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Coleta dos dados

O estudo da distribuição espacial de *R. barbirostris* e realização das modelagens, utilizou dados experimentais conduzido por Neves (2014). O estudo de Neves (2014) foi realizado no período de agosto de 2013 a março de 2014 na Empresa Agrícola HDantas Coco Verde, latitude 10°17'S, longitude 36°35'W, altitude 120 m, no município de Neópolis/SE.

As plantas com sintoma característico de ataque de *R. barbirostris*, ou seja, com estipes contendo orifícios ativos (aqueles com liberação contínua de serragem oriunda da alimentação das larvas), foram selecionadas para o experimento, totalizando 24 palmeiras.

A unidade experimental constituiu-se de um coqueiro com sintoma característico de ataque de *R. barbirostris*. Inicialmente foram demarcadas plantas atacadas e em seguida as que se apresentavam um mesmo nível de ataque foram selecionadas diminuindo assim a heterogeneidade da amostra. As plantas escolhidas para o experimento ficaram distantes umas das outras sem um padrão organizacional.

Durante a condução do experimento, foram realizados os tratamentos culturais normais (fertilização e limpeza da área) recomendados à cultura.

Foram realizadas dez amostragens do número de machos, fêmeas e total (machos + fêmeas), de *R. barbirostris*, em intervalos de 15 dias entre as mesmas, utilizando armadilhas demarcada com uma tela de náilon de dois metros envoltas as palmeiras e fixadas com o auxílio de grampos, delimitando assim a área útil, totalizando 24 armadilhas (uma em cada coqueiro).

Das dez datas de coletas foram consideradas oito para análise da distribuição espacial, pois em duas datas a ocorrência da coleobroca foi muito baixa.

Os resultados obtidos do número de machos, fêmeas e total foram utilizados para a descrição matemática da dispersão espacial da população desse inseto.

### 2.2. Identificação dos insetos

A identificação foi feita no campo pelos sintomas nas plantas atacadas, que apresentavam o estipe enegrecido com orifícios com escurimento de seiva, associado à presença do adulto do inseto, cujo adulto apresenta o seu rosto densamente coberto de pelos longos e avermelhados, características estas suficientes para determinar a espécie do inseto, uma vez que eram obtidos diretamente do estipe do coqueiro (GALLO et al., 2002).

### 2.3. Análise dos dados

Para análise da distribuição espacial de adultos (machos, fêmeas e total) de *R. barbirostris*, a média ( $\hat{m}$ ) e a variância ( $s^2$ ) foram obtidas para oito amostragens. Posteriormente obtidos os índices de dispersão a seguir:

Razão variância/média (Equação 1). Valores igual a 1 indicam distribuição aleatória, agregada quando maior que 1 e uniforme quando menor que 1.

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{m})^2}{\hat{m}(n-1)} \quad (\text{Equação 1})$$

em que:  $s^2$  – variância amostral;  $\hat{m}$  – média amostral;  $x_i$  – número de insetos por armadilha;  $n$  – número de unidades amostrais (armadilhas).

Índice de Morisita (Equação 2). Indica que a distribuição é aleatória quando igual a 1, agregada quando maior que 1 e uniforme quando menor que 1.

$$I_{\delta} = n \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i}{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2 - \sum_{i=1}^n x_i} \quad (\text{Equação 2})$$

em que:  $n$  – número de unidades amostrais;  $x_i$  – número de insetos por armadilha.

Coefficiente de Green (Equação 3). Este índice se baseia na razão variância/média.

$$C_x = \frac{(s^2/\hat{m}) - 1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1} \quad (\text{Equação 3})$$

em que:  $s^2$  – variância amostral;  $\hat{m}$  – média amostral e  $x_i$  – número de insetos por armadilhas.

Valores para esse índice igual a 0 ( $C_x = 0$ ) sugerem distribuição aleatória ou acaso; distribuição agregada e distribuição ( $C_x > 0$ ) regular ou ( $C_x < 0$ ) uniforme (RAHMANI et al., 2010).

Expoente k da distribuição binominal negativa (Equação 4). A estimativa dos valores do expoente k foi obtida pelo método da máxima verossimilhança.

$$n \ln \left( 1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}} \right) = \sum_{i=1}^{nc} \left( \frac{A(x_i)}{\hat{k} + x_i} \right) \quad \text{(Equação 4)}$$

em que:  $n$  – número de unidades amostrais;  $\ln$  – logaritmo neperiano;  $\hat{k}$  – estimativa do valor de k;  $x_i$  – valor da i-ésima classe da variável X (número de broca-do-estipe por armadilha) na distribuição de frequência;  $A(x_i)$  – soma das frequências das classes de valores maiores que  $x_i$  e  $nc$  – número de classes da distribuição de frequência.

Valores de  $k < 0$  indicam uma distribuição regular ou uniforme; Valores de  $k$  maior que zero e menor que 2 ( $0 < k < 2$ ) indicam uma distribuição altamente agregada; valores de k variando de 2 a 8 indicam uma agregação moderada; e valores superiores a 8 ( $k > 8$ ) indicam uma distribuição ao acaso ou aleatória..

Índice de grupo por tamanho (IGT). Esse índice é calculado pela equação 5.

$$IGT = \frac{S^2}{\hat{m}} - 1 = I - 1 \quad \text{(Equação 5)}$$

em que:  $S^2$  – variância amostral,  $\hat{m}$  – média do número de insetos capturados por armadilhas  $I$  – índice de dispersão ou razão variância/média.

Os critérios deste índice para sugerir a distribuição espacial são:  $IGT=0$  distribuição aleatória ou acaso;  $IGT > 0$  distribuição agregada e  $IGT < 0$  distribuição regular ou uniforme.

Índice de frequência de agrupamento (IFA) (Equação 6). Este índice foi desenvolvido por Douglas (1975). É um indicador de agregação igual ao expoente k da distribuição binomial negativa.

$$IFA = \frac{\hat{m}}{\frac{S^2}{\hat{m}} - 1} = \frac{\hat{m}}{IGT} \quad \text{(Equação 6)}$$

em que:  $\hat{m}$  – média do número de insetos capturados nas armadilhas,  $S^2$  – variância amostral e  $IGT$  índice de grupo por tamanho.

Valores de  $IFA < 0$  indicam uma distribuição regular ou uniforme; Valores de  $IFA$  maior que zero e menor que 2 ( $0 < IFA < 2$ ) indicam uma distribuição altamente agregada; valores de  $IFA$  variando de 2 a 8 indicam uma agregação moderada; e valores superiores a 8 ( $IFA > 8$ ) indicam uma distribuição ao acaso ou aleatória.

Índice de Patchiness (IP) (Equação 7). Proposto por Lloyd (1967) e é similar ao de Morisita, indicando que a distribuição é aleatória quando é igual a 1, agregada quando maior que 1 e uniforme quando menor que 1.

$$IP = \frac{\hat{m} + \frac{S^2}{\hat{m}} - 1}{\hat{m}} = 1 + \frac{1}{IFA} \quad \text{(Equação 7)}$$

em que:  $\hat{m}$  – média do número de insetos capturados nas armadilhas,  $S^2$  – variância amostral e  $IFA$  – índice de frequência de agrupamento.

Para confirmar o tipo de distribuição espacial de *R. barbirostris* na cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) foram testados o ajuste dos dados aos modelos matemáticos probabilísticos. Em função dos índices de dispersão sugerirem distribuição agregada, optou-se por fazer apenas o ajusto dos dados às distribuições de Poisson e à binominal negativa.

Assim, aos dados de cada amostragem em cada armadilha avaliada foram testados os ajustes da distribuição de Poisson, e da distribuição binomial negativa.

Distribuição de Poisson. A distribuição de Poisson foi calculada por meio da equação 8.

$$P(0) = e^{-\hat{m}} \quad \text{(Equação 8)}$$

$$P(x) = \frac{\hat{m}^x}{x!} P(x-1), x = 1, 2, 3, \dots$$

em que:  $P_x$  – é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral;  $\hat{m}$  – média amostral;  $e$  – base do logaritmo neperiano e igual a 2, 718282...

Distribuição binominal negativa. A distribuição binomial negativa foi calculada por meio da equação. 9.

$$P(0) = \left( 1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}} \right)^{-k} \quad \text{(Equação 9)}$$

$$P(x) = \frac{\binom{\hat{k} + x - 1}{x} \left( \frac{\hat{m}}{\hat{m} + \hat{k}} \right)^x}{x} P(x-1), x = 1, 2, 3, \dots$$

em que:  $\hat{m}$  – média amostral;  $\hat{k}$  – estimativa do expoente k da distribuição binominal negativa pelo método da máxima verossimilhança;  $P_x$  – probabilidade de encontrar x indivíduos em uma unidade amostral;

O valor do expoente k foi estimado pelo método dos momentos (ANSCOMBE, 1949).

Teste de razão de verossimilhança (TRV). Para escolha do melhor modelo que represente a distribuição espacial da colebroca em coqueiro foi realizado o teste de razão de verossimilhança (TRV). O TRV é um teste de hipóteses apropriado para testar a qualidade do ajuste de dois modelos.

Quando o valor-p do TRV foi maior que o nível nominal ( $p > 0,05$ ), escolhe-se o modelo mais parcimonioso com menor número de parâmetros estimados, ou seja, o da distribuição de

Poisson. Para valor-p do TRV menor que o nível nominal ( $p < 0,05$ ) o melhor modelo foi escolhido de acordo com o critério de informação de Akaike (AIC).

Critério de informação de Akaike (AIC). Para os modelos definidos e cujo valor do teste de razão de verossimilhança estimado foi significativo ( $p < 0,05$ ), foi calculado o critério de informação de Akaike (AIC) proposto por Akaike (1974). AIC é uma estatística para comparação da qualidade de ajuste de modelo baseado na função de verossimilhança, sendo este dependente do número de observações e parâmetros do modelo em estudo. Assim, o valor do AIC pode ser calculado pela equação 10.

$$AIC = -2l(\theta) + 2k \quad \text{(Equação 10)}$$

em que:  $l(\theta)$  é o logaritmo da função de verossimilhança, k o número de parâmetros do modelo. Segundo o critério de informação de Akaike, o melhor modelo é aquele que apresenta menor valor de AIC.

### 3. RESULTADOS

Os valores obtidos para a razão variância/média (I) e para o índice de Patchiness (IP) foram superiores a unidade (Tabela 1) em todas as épocas de amostragens realizadas para machos, fêmeas e total, indicando assim, distribuição agregada populacional de *R. barbirostris*.

No que diz respeito ao Índice de Morisita ( $I_\delta$ ), todas as épocas de amostragem para macho e total foram maiores do que a unidade, indicando distribuição agregada da colebroca. Já para fêmea, apenas uma das oito épocas de amostragens (8ª)

o valor obtido foi menor do que a unidade, sugerindo distribuição regular ou uniforme da *R. barbirostris*. Para as outras sete épocas de amostragens, os valores obtidos foram maiores do que a unidade, demonstrando assim a agregação da população estudada (Tabela 1).

Em relação aos valores do coeficiente de Green ( $C_x$ ) e do índice de grupo por tamanho (IGT), foram maiores do que zero em todas as épocas de amostragens para machos, fêmeas e total, indicando também distribuição agregada da população estudada. Para o índice de frequência de agrupamento (IFA), foram obtidos valores positivos e menores do que 2 em todas as épocas de amostragens realizadas para machos, fêmeas e total, indicando alta agregação (Tabela 1).

Os valores estimados dos parâmetros  $\lambda$  da distribuição de Poisson e  $\mu$  e k da distribuição binomial negativa, utilizando-se o método da máxima verossimilhança, são apresentados na Tabela 2.

Os maiores valores de  $\lambda$  e de  $\mu$  foram observados nas épocas de amostragens 2, 4, 6 e 8 para o número de machos, e nas épocas 4 e 8 para fêmeas e total de *R. barbirostris*, (Tabela 2), esses resultados estão de acordo com os dados experimentais, em que as maiores infestações da colebroca foram observadas nas épocas de amostragem com maiores valores de  $\lambda$  e de  $\mu$  (Figura 1, 2 e 3). Para o expoente k, os maiores valores foram obtidos nas épocas de amostragens 3 e 7 para machos e total, e nas épocas 1 e 5 para fêmeas.

Os menores valores de  $\lambda$  e  $\mu$  foram verificados nas épocas 3 e 7 para macho e total. Para fêmea, os menores valores desses parâmetros foram obtidos na 1 e 5 épocas de amostragens (Tabela 2).

Tabela 1. Índices de dispersão para o número de machos, fêmeas e total (macho + fêmea) de *Rhinostomus barbirostris* nas avaliações realizadas em Neópolis-SE, 2013/2014

Table 1. Dispersion indexes for the number of males, females and total (male + female) of *Rhinostomus barbirostris* in the evaluations carried out in Neópolis-SE, 2013/2014.

	Épocas	$\hat{m}$	$s^2$	I	IP	$I_\delta$	$C_x$	IGT	IFA
MACHO	1	0,20833	0,69384	3,33043	12,18609	14,40000	0,10132	2,33043	0,08940
	2	0,37500	2,67935	7,14493	17,38647	18,66667	0,26717	6,14493	0,06103
	3	0,12500	0,20109	1,60870	5,86957	8,00000	0,02647	0,60870	0,20536
	4	0,37500	3,37500	9,00000	22,33333	24,00000	0,34783	8,00000	0,04688
	5	0,20833	0,69384	3,33043	12,18609	14,40000	0,10132	2,33043	0,08940
	6	0,16667	0,66667	4,00000	19,00000	24,00000	0,13043	3,00000	0,05556
	7	0,12500	0,20109	1,60870	5,86957	8,00000	0,02647	0,60870	0,20536
	8	0,37500	3,37500	9,00000	22,33333	24,00000	0,34783	8,00000	0,04688
FÊMEA	1	0,08333	0,16667	2,00000	13,00000	24,00000	0,04348	1,00000	0,08333
	2	0,16667	0,66667	4,00000	19,00000	24,00000	0,13043	3,00000	0,05556
	3	0,12500	0,37500	3,00000	17,00000	24,00000	0,08696	2,00000	0,06250
	4	0,25000	1,50000	6,00000	21,00000	24,00000	0,21739	5,00000	0,05000
	5	0,08333	0,16667	2,00000	13,00000	24,00000	0,04348	1,00000	0,08333
	6	0,16667	0,66667	4,00000	19,00000	24,00000	0,13043	3,00000	0,05556
	7	0,12500	0,37500	3,00000	17,00000	24,00000	0,08696	2,00000	0,06250
	8	0,25000	1,50000	6,00000	21,00000	0,21739	5,00000	0,05000	0,05000
TOTAL (MAHO + FÊMEA)	1	0,29167	1,51993	5,21118	15,43833	17,14286	0,18309	4,21118	0,06926
	2	0,54167	5,99819	11,07358	19,59738	20,30769	0,43798	10,07358	0,05377
	3	0,25000	1,06522	4,26087	14,04348	16,00000	0,14178	3,26087	0,07667
	4	0,62500	9,37500	15,00000	23,40000	24,00000	0,60870	14,00000	0,04464
	5	0,29167	1,51993	5,21118	15,43833	17,14286	0,18309	4,21118	0,06926
	6	0,54167	5,99819	11,07358	19,59738	20,30769	0,43798	10,07358	0,05377
	7	0,25000	1,06522	4,26087	14,04348	16,00000	0,14178	3,26087	0,07667
	8	0,62500	9,37500	15,00000	23,40000	24,00000	0,60870	14,00000	0,04464

$\hat{m}$ =média amostral;  $s^2$ =variância amostral; I= razão variância/ média; IP=índice de Patchiness  $I_\delta$ =índice de Morisita;  $C_x$ = coeficiente de Green; IGT=índice de grupo por tamanho; IFA= Índice de frequência de agrupamento.

Tabela 2. Parâmetros das distribuições binomial negativa e da Poisson estimados pelo método da máxima verossimilhança para o número de machos, fêmeas e total de *Rhinostomus barbirostris* nas avaliações realizadas em Neópolis-SE, 2013/2014.

Table 2. Parameters of Negative and poisson binomial distributions estimated by the maximum likelihood method for the number of males, females and total of *Rhinostomus barbirostris* in the evaluations carried in Neópolis-SE, 2013/2014.

	Época	Poisson	Binomial negativa	
		$\Lambda$	$\mu$	K
MACHO	1	0,20830	0,20829	0,05677
	2	0,37500	0,37518	0,03564
	3	0,12500	0,12496	0,13361
	4	0,37500	0,37466	0,01256
	5	0,20830	0,20829	0,05677
	6	0,37500	0,37518	0,03564
	7	0,12500	0,12496	0,13361
	8	0,37500	0,37466	0,01256
FÊMEA	1	0,08330	0,08333	0,03593
	2	0,16667	0,16667	0,01883
	3	0,12500	0,12500	0,02326
	4	0,25000	0,25000	0,01500
	5	0,08333	0,08333	0,03593
	6	0,16667	0,16667	0,01883
	7	0,12500	0,12500	0,02326
	8	0,25000	0,25000	0,01500
TOTAL (MACHO + FÊMEA)	1	0,29167	0,29164	0,04214
	2	0,54167	0,54187	0,02929
	3	0,25000	0,25005	0,04769
	4	0,62500	0,62524	0,01050
	5	0,29167	0,29164	0,04214
	6	0,54167	0,54187	0,02929
	7	0,25000	0,25005	0,04769
	8	0,62500	0,62524	0,01050

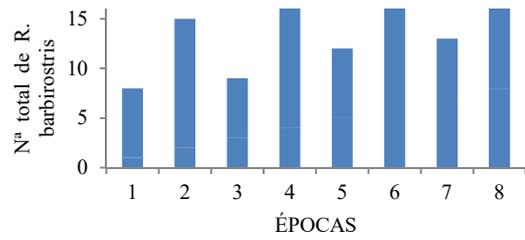


Figura 3. Número total de *Rhinostomus barbirostris* por armadilha, Neópolis – SE, 2013/2014.

Figure 3. Total Number of *Rhinostomus barbirostris* per trap, Neopolis - SE, 2013/2014.

Os valores do parâmetro  $\lambda$  da distribuição de Poisson e  $\mu$  da binomial negativa (Tabela 2) apresentam valores muito próximos aos valores das médias observadas (Tabela 1), demonstrando serem esses modelos representativos da frequência de *R. barbirostris* em coqueiro (*C. nucifera* L). Entretanto, para a confirmação do melhor modelo que represente o tipo de distribuição espacial da colebroca foi realizado o teste de razão de verossimilhança (TRV).

O maior valor observado de k na distribuição binomial negativa foi 0,13361 (Tabela 2), portanto todos os valores para machos, fêmeas e total estiveram dentro do intervalo de alta agregação ( $0 < k < 2$ ), confirmando assim uma distribuição altamente agregada da população da broca-do-estipe-do-coqueiro.

Para o ajuste dos dados à distribuição binomial negativa para as variáveis fêmea e total, o teste de razão de verossimilhança (TRV) foi significativo, em todas as épocas de amostragens, indicando que a distribuição da espécie na área foi agregada (Tabela 3).

Para a variável macho das oito datas de amostragens, em seis o número de *R. barbirostris* (tabela 3), se ajustaram perfeitamente ao modelo probabilístico de distribuição binomial de acordo com o teste de razão de verossimilhança (TRV) ( $p < 0,05$ ), indicando que a distribuição da espécie na área foi agregada, como sugerido pelos índices de agregação calculados para macho, fêmea e total da população estudada.

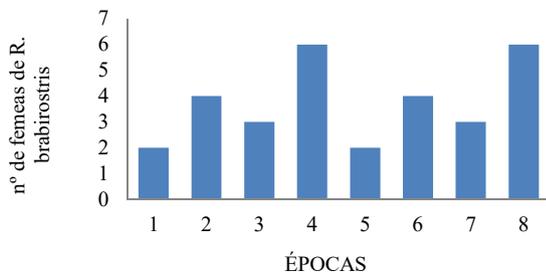


Figura 1. Número de fêmeas de *Rhinostomus barbirostris* por armadilha, Neópolis - SE, 2013/2014.

Figure 1. Number of female of *Rhinostomus barbirostris* per trap, Neopolis - SE, 2013/2014.

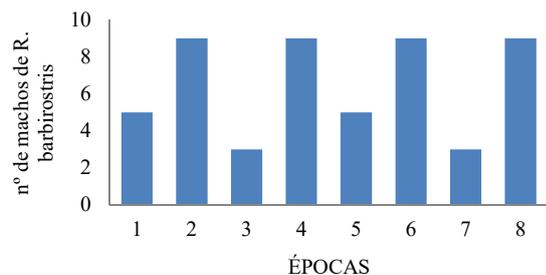


Figura 2. Número de machos de *Rhinostomus barbirostris* por armadilha, Neópolis - SE, 2013/2014

Figure 2. Number of males of *Rhinostomus barbirostris* per trap, Neopolis - SE, 2013/2014

#### 4. DISCUSSÃO

A curto prazo o maior número de machos de *R. barbrostris* em relação ao de fêmeas capturados nas armadilhas (Figura 1 e 2) pode parecer desvantajoso, uma vez que são as fêmeas que colocam seus ovos nas plantas. Contudo, em um sistema de manejo a longo prazo, com a diminuição de machos, a probabilidade de cópula diminui o que faz com que a população do inseto também diminua, proporcionando a manutenção da praga em populações de menor dano econômico.

Santos; Oliveira (2016) verificaram também maior número de machos em relação ao de fêmeas ao estudarem a distribuição espacial e temporal dos adultos de *Rhynchophorus palmarum*, Linnaeus, 1764 (Coleoptera: Curculionidae) em palma de óleo na Amazônia Ocidental.

O padrão de distribuição espacial agregada de *R. barbirostris* indicado pelos índices de agregação é explicado pelo comportamento dos insetos dessa espécie, que se abrigam, durante o dia, na axila das folhas do coqueiro e somente saem à noite desses esconderijos.

Tabela 3. Resultados obtidos para ajuste das distribuições de Poisson e binomial negativa aos dados do número de machos, fêmeas e total (macho + fêmea) de *Rhinostomus barbirostris* por armadilha, Neópolis – SE, 2013/2014.Table 3. Results obtained to adjust the Poisson and binomial distributions for the number of males, females and total (male + female) of *Rhinostomus barbirostris* per trap, Neópolis - SE, 2013/2014.

	Época	Poisson (p)	Binomial negativa (bn)	p-valor	Ajuste escolhido de acordo com menor AIC
		AIC	AIC		
MACHO	1	34,04227	24,65294	0,00074	Binomial negativa
	2	58,86413	27,12876	<0,00001	Binomial negativa
	3	21,86294	21,78415	0,14936	Poisson
	4	63,25858	19,74138	<0,00001	Binomial negativa
	5	34,04227	24,65294	0,00074	Binomial negativa
	6	58,86413	27,12876	<0,00001	Binomial negativa
	7	21,86294	21,78415	0,14936	Poisson
	8	63,25858	19,74138	<0,00001	Binomial negativa
FÊMEA	1	17,32592	15,47116	0,04960	Binomial negativa
	2	30,69018	17,57257	0,00010	Binomial negativa
	3	24,06017	16,74205	0,00227	Binomial negativa
	4	43,79403	18,68159	<0,00001	Binomial negativa
	5	17,32592	15,47116	0,04960	Binomial negativa
	6	30,69018	17,57257	0,00010	Binomial negativa
	7	24,06017	16,74205	0,00227	Binomial negativa
	8	43,79403	18,68159	<0,00001	Binomial negativa
TOTAL (MAHO + FÊMEA)	1	46,40851	26,13611	<0,00001	Binomial negativa
	2	83,91515	28,46116	<0,00001	Binomial negativa
	3	40,21052	25,48269	<0,00001	Binomial negativa
	4	101,89865	21,02849	00000	Binomial negativa
	5	46,40851	26,13611	<0,00001	Binomial negativa
	6	83,91515	28,46116	<0,00001	Binomial negativa
	7	40,21052	25,48269	<0,00001	Binomial negativa
	8	101,89865	21,02849	00000	Binomial negativa

Os índices de agregação também são utilizados em estudos da distribuição espacial de populações de insetos-pragas. A distribuição espacial do pulgão preto *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae), foi determinada na cultura do feijão-de-corda, Silva et al. (2014) verificaram distribuição agregada da população do pulgão estudado. Avaliando a disposição espacial de *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) na soja, Souza et al. (2013) verificaram que a população de adultos desses insetos se distribui de maneira moderadamente agregada a aleatória em campo. Costa et al. (2010) em estudo sobre a distribuição espacial do psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) também verificaram distribuição agregada para ninfas e adultos da praga estudada.

O conhecimento da distribuição espacial de pragas no campo é importante na busca de maneiras mais econômicas e sustentáveis de controle (MELO, et al., 2006), pois dependendo do tipo de distribuição espacial apresentada pela população da praga no campo, variam as táticas de controle adotadas. Assim, no manejo de populações de insetos que apresentam distribuição agregada é necessário menor número de armadilhas para estimar a população da praga, além de menor número de aplicação de inseticidas devido à distribuição localizada (reboleiras) da praga em campo.

Ainda que os índices de agregação ou dispersão não descrevem matematicamente a distribuição estudada (ELLIOTT et al., 1990), eles, porém fornecem uma ideia aproximada dessa realidade quando diferentes índices fornecem resultados similares. Para todas as variáveis estudadas (machos, fêmeas e total), as amostragens sugerem distribuição agregada de *R. barbirostris* em coqueiro. De acordo com Barbosa (1992) a confirmação do tipo de

distribuição espacial ocorre apenas com o conhecimento das distribuições de frequência dos números de indivíduos da praga estudada.

O ajuste dos dados à distribuição binomial negativa para machos, fêmeas e total (machos + fêmeas) de *R. Barbirostris* estão de acordo com os resultados obtidos para os índices de agregação testados, confirmando distribuição agregada da colebroca em coqueiros. Resultados similares foram obtidos por Silva et al. (2014), ao estudar a distribuição espacial da cigarrinha *Empoasca kraemeri* Ross e Moore (Hemiptera: Cicadellidae), no feijão de corda, ao terem o padrão de distribuição agregada sugerindo pelos índices de agregação calculados confirmado pelo ajuste à distribuição binomial negativa. Visto que, através da presente pesquisa o padrão de distribuição espacial da broca-do-estipe-do-coqueiro (distribuição agregada) foi determinado, sugere-se que novos estudos sejam desenvolvidos com esse inseto para construção de um plano de amostragem, visando aplicação no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

## 5. CONCLUSÕES

A distribuição espacial da broca-do-estipe-do-coqueiro, *R. barbirostris*, em coqueiro (*Cocos nucifera* L.), é do tipo agregada para machos, fêmeas e total (machos + fêmeas). A distribuição binomial negativa é o modelo mais adequado para representar a distribuição de frequência da colebroca no coqueiro.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo a

Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela concessão da bolsa de estudos.

## 7. REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Consulta de praga: *Rhinostomus barbirostris***. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. IN: PARZEN, E.; TANABE, K.; KITAGAWA, G. (Ed.). **Selected Papers of Hirotugu Akaike**. Springer: New York, 1974. p. 215-222
- ANSCOMBE, F. J. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distributions. **Biometrics**, Washington, v. 5, n. 2, p. 165-173, 1949. DOI: <https://dx.doi.org/10.2307/3001918>
- BARBOSA, J. C. A amostragem sequencial, In: FERNANDES, O. A.; CORREIA, A. C. B.; BORTOLI, S. A. (Ed.). **Manejo integrado de pragas e nematoides**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 205 -211.
- COSTA, M. G.; BARBOSA, J. C.; YAMAMOTO, P. T.; LEAL, R. M. Spatial distribution of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 546-554, set./out. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162010000500008>
- DIONISIO, L. F. S.; LIMA, A. C. S.; MORAIS, E. G. F.; CORREIA, R. G.; SANTOS, A. V. F.; XIMENES, C. K. S. Distribuição espacial de *Metamasius Hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima. **Revista Agro@mbiente**, v. 9, n. 3, p. 327-336, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i3.2517>
- DOUGLAS, J. B. Clustering and aggregation. **Sankhyā: The Indian journal of Statistics**, Calcutta, v. 37, p. 398-417, 1975.
- ELLIOTT, N. C.; KIECKHEFER, R. W.; WALGENBACH, D. D. Binomial sequential sampling methods for cereal aphids in small grains. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 4, p. 1381-1387, 1990. DOI: <https://dx.doi.org/10.1093/jee/83.4.1381>
- FERREIRA, J. M. S.; LINS, P. M. P. Pragas do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; FONTES, H. R. (Ed.). **Produção integrada de coco: Identificação de Pragas, Doenças e Desordens Nutricionais e Fisiológicas**. Aracaju: Embrapa, 2006, p. 13-68.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GREEN, R. H. Measurement of non – randomness in spatial distributions. **Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 8, n. 1, p. 1-7, 1966. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02524740>
- LLOYD, M. Mean crowding. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 36, n. 4, p. 1-30, 1967.
- MARUYAMA, W. I.; BARBOSA, J. C.; FERNANDES, M. G.; YAMAMOTO, P. T. Distribuição Espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera:Cicadillidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 35-40, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2002000100005>
- MATRANGOLO, C. A. R.; ANJOS, N.; LEITE, H. G.; MARCATTI, G. E. G. Distribuição espacial dos danos de *Heilipodus naevulus* em plantio de clones de eucalipto. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 2, p. 119-125, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657000762012>
- MELO, E. P.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E.; CESSA, R. M. A.; SALOMÃO, J. L.; NOGUEIRA, R. F. Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 689-697 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2006000500018>
- NEVES, J. D. S. **Utilização de selante para o controle alternativo de coleobrocas em coqueiros (*Cocos nucifera* L.)**. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2014.
- RABINOVICH, J. E. **Introducción a la ecología de poblaciones animales**. México: Continental, 1980. 313 p.
- RAHMANI, H.; FATHIPOUR, Y.; KAMALI, K. Spatial distribution and seasonal activity of *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) and its predator *Zetzelia mali* (Acari: Stigmaeidae) in apple orchards of Zanjan, Iran. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 12, n. 2, p.155-165, 2010.
- SANTOS, A. V. F.; OLIVEIRA, C. F.; **Distribuição espacial e temporal dos adultos de *Rhynchophorus palmarum*, Linnaeus, 1764 (Coleoptera: Curculionidae) em palma de óleo na Amazônia Ocidental**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2016.
- SILVA, J. F.; BLEICHER, E.; MARQUES, G. V.; SILVA, V. Distribuição espacial do pulgão preto em feijão de corda e cálculo do número de amostras. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 537-542, jul/set, 2014.
- SILVA, V.; MARQUES, G. V.; JEFTÉ, F. S.; ERVINO, B. Distribuição espacial e vertical da cigarrinha *Empoasca kraemeri* Ross e Moore (Hemiptera:Cicadellidae) no feijão de corda e cálculo do número de amostras. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 4, p. 335-341, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657001022012>
- SOUZA, L. A.; BARBOSA, J. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; FRAGA, D. F.; MALDONADO, W.; BUSOLI, A. C. Spatial distribution of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera:Pentatomidae) in soybean. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 42, n. 4, p. 412-418 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-013-0136-2>