



ISSN: 2525-815X

Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: www.jeap.ufrpe.br/

10.24221/jeap.5.1.2020.2816.049-057



Efeitos indiretos de predadores sobre o comportamento dos polinizadores de *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Convolvulaceae) em Floresta Tropical Seca

Indirect effects of predators on the behavior of pollinators of *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Convolvulaceae) in Dry Tropical Forest

Joanny Kelly Silva dos Santos Martins^a, Adrielly de Lira Moreira Silva^b, Matheus Alves Siqueira de Assunção^a, Antônio Fernando Morais de Oliveira^a, Jarcilene Silva de Almeida^a

^a Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Avenida Prof. Moraes Rego, n. 1235, Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil. E-mail: 50670-9010. E-mail: joanny.bio@gmail.com, matheus.alves.dfj@hotmail.com, afmoliveira@gmail.com, jarcilene@pq.cnpq.br.

^b Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Avenida Universitária, s/n, Jatobá, Patos-PB, Brasil. CEP: 58708-110. E-mail: adrielly.moreira@gmail.com.

ARTICLE INFO

Recebido 17 Out 2019

Aceito 06 Jan 2020

Publicado 14 Jan 2020

ABSTRACT

Considering a multitrophic context, indirect effects are defined as effects of one species on another, mediated by a third species. The consequences of indirect interactions on food web dynamics have received particular attention in recent years. The study evaluated how the presence of artificial spiders affect the behavior of floral visitors, using as an ecological model the species *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Convolvulaceae) in Caatinga area. Inventories of spiders and floral visitors associated with *I. carnea* subs. *fistulosa* at Fazenda Tamanduá, in Santa Terezinha, Paraíba. It was evaluated the behaviors of visits, rejects, and dropouts in controlled flowers and artificial spiders for different floral visitor taxa. The presence of artificial spider models in the flowers caused a reduction in visits, so that for the plant species in question, this is a relevant factor since it is a self-incompatible species and is therefore dependent on the activity of the pollinators for its reproduction.

Keywords: Multitrophic interactions, floral visitors, spiders, caatinga.

RESUMO

Considerando um contexto multitrófico, efeitos indiretos são definidos como efeitos de uma espécie sobre outra, mediadas por uma terceira espécie. As consequências de interações indiretas na dinâmica das teias alimentares têm recebido especial atenção nos últimos anos. O estudo avaliou como a presença de aranhas artificiais afetam o comportamento de visitantes florais, usando como modelo ecológico a espécie *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Convolvulaceae) em área de Caatinga. Foram realizados inventários de aranhas e visitantes florais associados a *I. carnea* subs. *fistulosa*, na Fazenda Tamanduá, em Santa Terezinha, Paraíba. Adicionalmente avaliamos os comportamentos de visitas, refugos e desistência em flores controladas e com aranhas artificiais para diferentes táxons de visitantes florais. A presença de modelos artificiais de aranhas nas flores ocasionou redução de visitas, de modo que para a espécie vegetal em questão, isso é um fator relevante, uma vez que se trata de uma espécie auto incompatível, sendo, portanto, dependente da atividade dos polinizadores para a sua reprodução.

Palavras-Chave: Interações multitróficas, visitantes florais, aranhas, caatinga.

Introdução

As comunidades ecológicas são sistemas de interação em que várias espécies estão ligadas por relações tróficas, e esta ideia tem sido um meio

efetivo para a organização de pensamentos e pesquisas em ecologia. Este tipo de organização se baseia em modelos de redes tróficas que envolvem, tanto as interações antagonistas quanto as

interações mutualísticas, de modo que ambas são fundamentais e determinam a estrutura e a dinâmica das comunidades ecológicas (Berlow et al., 2004; Rzanny et al., 2013).

As plantas, sendo a base da teia alimentar (produtores primários), constituem um recurso amplo e disponível para organismos (consumidores) capazes de explorá-las. Do mesmo modo, as plantas nunca serão super-exploradas, devido as interações com inimigos naturais dos herbívoros e o uso de estratégia de defesas químicas (e.g. produção de compostos fenólicos) contra herbivoria, desenvolvidas pelas plantas.

Além destas, existem as defesas físicas (e.g. tricomas e espinhos) e bióticas (e.g. aranhas Thomisidae) pelas plantas contra os mesmos, reduzindo seu consumo (Cornell & Hawkins, 2003).

Dentro de um contexto de redes multitróficas de interações, efeitos indiretos são definidos como efeitos de uma espécie sobre outra, mediadas por uma terceira espécie (Wootton, 1994). Estas interações promovem alterações na dinâmica das teias tróficas e, por esta razão, têm sido estudadas nos últimos anos (Stocks et al., 2003; Martins et al., 2019).

Os efeitos indiretos podem ocorrer de duas maneiras: 1) efeitos mediados pela densidade, quando predadores consomem suas presas reduzindo-lhes a abundância (Romero & Koricheva, 2011), ou 2) efeitos mediados por atributos, quando predadores afetam o comportamento de suas presas, de modo que as presas o evitam, através de reconhecimento de atributos/traços do predador, evitando locais que conferem risco de predação (Schmitz, 2003; Gonçalves-Souza et al., 2008; Breviglieri, 2013).

Insetos que dependem de recursos florais, como pólen e néctar, para sua sobrevivência, enfrentam um constante risco de serem predados por artrópodes (e.g. aranhas), que forrageiam flores (Robertson & Maguire, 2005). Estes predadores podem afetar de maneira direta no comportamento dos polinizadores, diminuindo a aptidão da planta de forma indireta (Suttle, 2003; Dukas & Morse, 2005; Gonçalves-Souza et al., 2008).

O modo de forrageio realizado por aranhas, que caçam por emboscada (forrageador do tipo senta-espera), pode afetar, de forma mais impactante, a abundância de presas, se compararmos a predadores que buscam suas presas a longas distâncias (Suttle, 2003).

Este efeito ocorre em virtude da diminuição no número de visitantes florais (efeitos indiretos mediados pela densidade de presas) ou por alteração no comportamento dos polinizadores frente ao risco de predação (efeitos indiretos

mediadas por atributos) (Lima, 1991; Dukas, 2001; Dukas & Morse, 2003; Gonçalves-Souza et al., 2008; Romero et al., 2011).

Este comportamento de esquivo trata-se de uma adaptação (Stoks et al., 2003) exibida por polinizadores, que ocorre devido ao reconhecimento da presença do predador, que pode ser reconhecido pelos polinizadores devido aos atributos morfológicos (Gonçalves-Souza et al., 2008; Romero et al., 2011), do comportamento de agressividade (Ings & Chittka, 2009), feromônios (Dicke & Grostal, 2001), que fornecem a estes polinizadores informações confiáveis e, de certa forma decisiva, para o risco de uma provável predação (Bednekoff & Lima, 1998).

As aranhas pertencentes à família Thomisidae são comumente observadas forrageando sobre flores ou folhas de diversas espécies de plantas (Grisolia, 2014). Essas aranhas tendem a escolher seu sítio de forrageio baseado na disponibilidade de itens alimentares (Morse & Fritz, 1982), sendo que, em sítios ótimos de forrageio, elas se alimentam, indiscriminadamente, de diversos grupos de artrópodes (Agnew & Smith, 1989).

Assim, predadores do tipo senta-espera, que permanecem por longo período próximo às flores, tais como aranhas Thomisidae associadas a nectários extraflorais, podem agir na defesa contra herbívoros, mas também exercer maior impacto na taxa de visita de polinizadores (Suttle, 2003), e afetar a aptidão da planta (efeito topo-base).

Deste modo, embora a presença de aranhas em flores seja bem comum, poucos trabalhos foram realizados a fim de entender o papel desses animais nas interações mutualísticas entre polinizadores e plantas com flores em Florestas Tropicais Secas (Antiqueira & Romero, 2016).

Portanto, o objetivo deste estudo é testar as hipóteses: H1: As aranhas reduzem o número de visitas dos polinizadores; e H2: As abelhas diferenciam predadores de outros objetos na flor, utilizando indivíduos de *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Convolvulaceae).

Material e Métodos

Área experimental

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha, Paraíba. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Bsh, caracterizado por secas e chuvas inconstantes, que ocorrem de maneira irregular ao longo do ano. Os maiores índices de precipitação pluviométrica ocorrem entre janeiro e abril, com média anual de 600 mm. A estação seca inicia-se, geralmente, em maio e prolonga-se até janeiro, predominando a

formação da Caatinga, com clima quente e seco (Cabral et al., 2013).

Sistema de estudo

Ipomoea carnea subsp. *fistulosa* (Martius & Choisy) pertence à família monofilética Convolvulaceae, amplamente distribuída nos trópicos, sendo predominantes em ambientes de áreas abertas como Cerrado e Caatinga (Junqueira & Simão-Bianchini, 2006). Esta espécie é um arbusto perene, comum no Brasil, devido ao seu cultivo como planta ornamental, sendo nativa da América do Sul, e ocorrendo em grande quantidade na região do Pantanal Mato-grossense (Antoniassi et al., 2007) e em áreas de Caatinga (Milet-Pinheiro & Schindwein, 2008). Apresenta flores efêmeras, com antese diurna (Maimoni-Rodella & Yanagizawa, 2007).

Quanto ao sistema reprodutivo, apresenta autoincompatibilidade, não ocorrendo produção de frutos quando submetidas a tratamentos de apomixia, autopolinização espontânea e autopolinização manual, de acordo com Paz (2011).

Esta espécie é polinizada por uma variedade de abelhas, tais como *Ancylocelis*, *Ceratina*, *Melitoma*, *Ptilothrix*, *Trigona*, *Apis* e outras (Schlising, 1970; Kiill & Ranga, 2003; Martins et al., 2018; Martins et al., 2019). Atrai várias espécies de formigas e outros predadores (e.g. aranhas Thomisidae) devido a presença de nectários extraflorais, sendo dois localizados na face abaxial das folhas, e cinco na base das sépalas e nos botões (Paz, 2011), que, de acordo com Frey (1995), têm uma função defensiva contra herbivoria.

Delineamento experimental

Foram isolados 90 botões, pertencentes a 30 plantas, utilizando sacos de papel, um dia antes do experimento, onde formigas foram removidas, manualmente, e uma resina Tangle Foot® foi aplicada a 15 cm da inflorescência. Esta resina é atóxica e atua como uma barreira física, impedindo o acesso de formigas à planta (Del-Claro et al., 1996), para evitar a influência das mesmas sobre os visitantes florais.

O experimento utilizou um delineamento aleatorizado em blocos (n = 30), onde cada bloco era constituído de três unidades experimentais (três flores) e cada uma recebeu um dos seguintes tratamentos: (1) tratamento 1: controle (flor sem aranha); (2) tratamento 2: flor com modelo artificial de aranha; (3) tratamento 3: flor com esfera do tamanho do opistossoma do modelo de aranha artificial.

Todas as flores de cada bloco estiveram, no mínimo, a 15 cm de distância entre elas, para minimizar qualquer efeito na taxa de visitação de outras flores controladas.

Durante as observações foram consideradas três categorias comportamentais das abelhas: 1) visita - quando as abelhas tocam nas anteras; 2) desistência - quando os indivíduos avaliam e, em seguida, evitam pousar; e 3) refugos - quando as abelhas pousam na plataforma de pouso da flor, porém não completam a visita.

Assim, flores experimentais foram observadas a uma distância de, no mínimo, 2 m, para evitar qualquer influência do observador no comportamento dos insetos visitantes. As observações para quantificar o número de visitas, desistência e refugos em cada bloco foram realizadas por duas pessoas, simultaneamente, de modo cada um observou cinco blocos, quantificando o número de visitas, desistência e refugos em cada flor por 10 minutos, totalizando 50 minutos de cada hora. O experimento foi realizado ao longo de três dias consecutivos, totalizando 30 flores em cada tratamento (Martins et al., 2019).

Adicionalmente, foi realizado o inventário de aranhas que forragearam as flores e de visitantes florais no período de maio a dezembro de 2018, através de coletas ativas.

A constância das espécies foi calculada através da fórmula $F = n^{\circ}$ de meses em que a espécie X foi coletada / n° total de meses de coleta x 100, e classificadas conforme Silveira Neto et al. (1976) em constante > 50%, acessória > 25-50% e acidental < 25%.

A dominância das espécies foi definida de acordo com as categorias estabelecidas em Friebe (1983), sendo eudominante > 10%, dominante > 5-10%, subdominante > 2-5%, recessiva = 1-2% e rara < 1%. $D\% = (i/t).100$, onde i é o total de indivíduos de uma espécie e t o total de indivíduos coletados.

Análise estatística

Possíveis diferenças no número de visitas entre os tratamentos foram testadas através de Análise de Variância aleatorizada em blocos, porém antes desta análise, os dados foram testados quanto às variâncias pelo teste de Shapiro-Wilk e, quando necessário, foi realizada a transformação dos dados em raiz quadrada, para reduzir as diferenças entre as variâncias. Todos os dados foram analisados a 0,05% de significância pelo programa Statistica 13.3 (StatSoft, 2017).

Resultados

A composição da fauna de visitantes florais amostrada na área de estudo foi representada por

dois grupos de insetos pertencentes às ordens Hymenoptera e Diptera. Durante o período de estudo foi registrado um total de 446 indivíduos, correspondendo a 54 espécies (Hymenoptera : abelhas = 28 / vespas = 7; Diptera = 19).

A ordem Hymenoptera foi a mais representativa em riqueza de espécies, com 64,81%, sendo representada apenas por espécies de abelhas e vespas. As espécies de *Zeta* sp1 (F = 100%), *Polybia ignobilis* (F = 75%) Megachilinae sp6 (F=87,5%), *Apis mellifera* (F = 75%) e *Xylocopa frontalis* (F = 75%) foram categorizadas como constantes (Tabela 1).

Quanto ao modo de coleta de recursos florais, todos os dípteros acessaram o néctar floral por vias ilegítimas, sendo, portanto, classificados como pilhadores, e todas as abelhas foram classificadas como polinizadores. As vespas contatavam as anteras, mas não havia coleta de pólen, apenas de néctar, logo havia pouco contato com as estruturas reprodutivas das flores.

Em relação à dominância das espécies de abelhas amostradas foram observadas apenas três espécies categorizadas como dominantes: *Apis mellifera* (D = 9.63%), Megachilinae sp5 (D = 8.31%) e Megachilinae sp6 (D = 6.97%). As vespas apresentaram, como eudominantes, as espécies *Zeta* sp. (D = 16.4%) e *Polybia* sp1 (D = 14.16%) e como espécies dominantes ocorreram Eumeninae sp1 (D = 7.2%), *Polybia ignobilis* (D = 6.52%) e *Polybia* sp2 (D = 6.52%) (Tabela 1).

Foram coletados 62 aranhas nas inflorescências de *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa*, distribuídas em cinco famílias: Anyphaenidae, Araneidae, Oxyopidae, Thomisidae e Salticidae (Tabela 2).

A família mais representativa, em abundância, foi Thomisidae, com 69,35% dos indivíduos coletados sendo de *Misumenops pallidus*, a espécie mais abundante, também constante (100%) e eudominante (58,09%) (Tabela 2).

Tabela 1. Visitantes florais da ordem Hymenoptera em *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* em área de caatinga, Santa Terezinha, Paraíba. N = Número de indivíduos; D = Dominância; C = Constância.

Ordem/Família	N	D		Categoria
		C		
HYMENOPTERA/APIDAE				

<i>Apis mellifera</i>	43	9.63	75	Polinizador
<i>Pseudoaugochlora</i> sp.	5	1.12	50	Polinizador
<i>Megachile</i> sp1	4	0.98	25	Polinizador
<i>Habralictus</i> sp1	19	4.27	50	Polinizador
<i>Habralictus</i> sp2	2	0.45	12.5	Polinizador
Megachilinae sp1	6	1.35	37.5	Polinizador
Megachilinae sp2	6	1.35	37.5	Polinizador
Megachilinae sp3	1	0.22	12.5	Polinizador
Megachilinae sp4	2	0.45	25	Polinizador
Megachilinae sp5	37	8.31	50	Polinizador
Megachilinae sp6	31	6.97	87.5	Polinizador
<i>Panurginae</i> sp1	9	2.02	37.5	Polinizador
<i>Panurginae</i> sp2	5	1.12	37.5	Polinizador
<i>Oragapostemon</i> sp1	2	0.45	12.5	Polinizador
<i>Megachile</i> sp2	13	2.92	50	Polinizador
<i>Xylocopa frontalis</i>	11	2.47	75	Polinizador
<i>Augochlora</i> sp1	1	0.22	12.5	Polinizador
<i>Panurginae</i> sp3	3	0.67	25	Polinizador
Megachilinae sp7	2	0.45	25	Polinizador
<i>Habralictus</i> sp3	1	0.22	12.5	Polinizador
<i>Paroxystoglossa</i> sp1	3	0.67	25	Polinizador
<i>Megachile</i> sp2	1	0.22	12.5	Polinizador
Megachilinae sp8	4	0.9	37.5	Polinizador
<i>Paroxystoglossa</i> sp2	1	0.22	12.5	Polinizador
Megachilinae sp10	2	0.45	12.5	Polinizador
Megachilinae sp11	1	0.22	12.5	Polinizador
Apinae sp1	1	0.22	12.5	Polinizador
Megachilinae sp9	1	0.22	12.5	Polinizador
CHALCIDIDAE				

<i>Conura</i> sp.	1	0.22	12,5	Visitante

POMPILIDAE				
Pompilidae sp1	1	0.22	12,5	Visitante
VESPIDAE				
Zeta sp.	73	16.4	100	Visitante
<i>Polybia ignobilis</i>	29	6.52	75	Visitante
<i>Polybia</i> sp2	29	6.52	37,5	Visitante
<i>Polybia</i> sp1	63	14.16	75	Visitante
Eumeninae sp1	32	7.2	75	Visitante
TOTAL	445	100		

Tabela 2. Aranhas que forrageiam nas flores de *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* em área de caatinga, Santa Terezinha, Paraíba. N = Número de indivíduos; D = Dominância; C = Constância.

Araneae	N	D (%)	C
ANYPHAENIDAE			
Anyphaenidae sp.	1	1.61	12,5
Araneidae			
<i>Eriophora edax</i>	1	1.61	12,5
OXYOPIDAE			
<i>Peucetia</i> sp	1	1.61	12,5
PISAUROIDAE			
Pisauridae sp.	2	3.22	12,5
Thomisidae			
<i>Misumenops pallidus</i>	36	58.09	100
<i>Misumenops pallens</i>	7	11.29	25
SALTICIDAE			
Salticidae sp.1	2	3.22	25
Salticidae sp.2	5	8.06	50
Salticidae sp.3	3	4.84	37,5
Salticidae sp.4	1	1.61	25
Salticidae sp.5	3	4.84	25
Total	62	100	

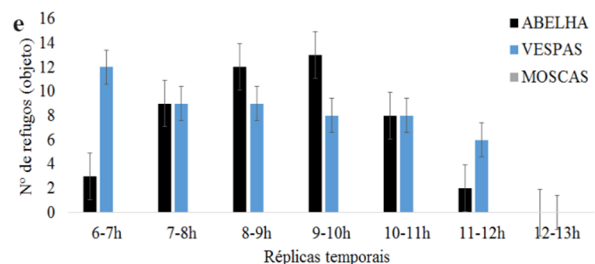
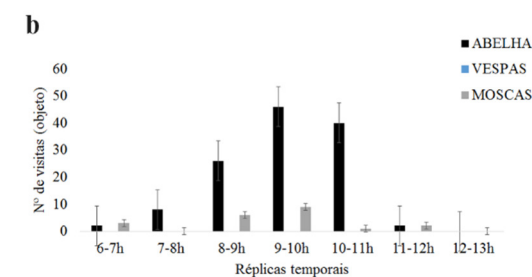
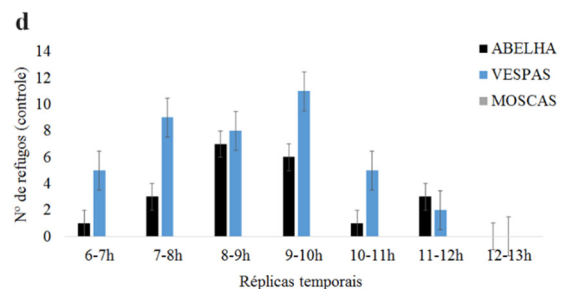
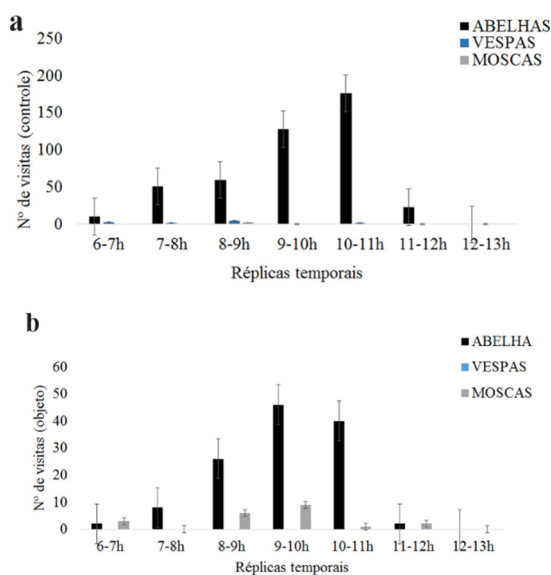
Quanto à influência de aranhas artificiais sobre os polinizadores, foi registrado um total de 575 visitas de abelhas, 73 visitas de moscas e apenas 11 visitas de vespas, totalizando 659 visitas,

havendo diferença significativa entre os tratamentos ($F_{2,540} = 25.0086$; $p < 0.0001$), com maior número de visitas nas flores controle, havendo predominância de abelhas nas visitas destas flores (Figura 1a-c e Tabela 3).

Registrou-se um total de 101 refugos de abelhas, 163 de vespas, e apenas quatro refugos de moscas, totalizando 268 comportamentos de refugio, diferindo, significativamente, entre os tratamentos ($F_{2,540} = 16.3534$; $p < 0.0001$), com o maior registro ocorrendo para flores com aranhas artificiais, sendo este comportamento realizado predominantemente por vespas (Figura 1d-f e Tabela 4).

O comportamento de desistência também diferiu significativamente entre os tratamentos ($F_{2,540} = 110.5104$; $p < 0.0001$), com um total de 262 registros de desistência realizados, exclusivamente, por abelhas em flores com aranhas artificiais (Tabela 5 e Figura 2c).

Quando se trata de abelhas, é importante observar que ocorreu um maior número de visitas em flores controle (livres de objetos) (Figura 2a), maior número de refugos em flores com a esfera (Figura 2b) e o comportamento de desistência ocorreu nas flores com aranhas. Além disso, as flores com objeto (esfera) e com aranhas afetaram a dinâmica temporal das visitas (Figura 2).



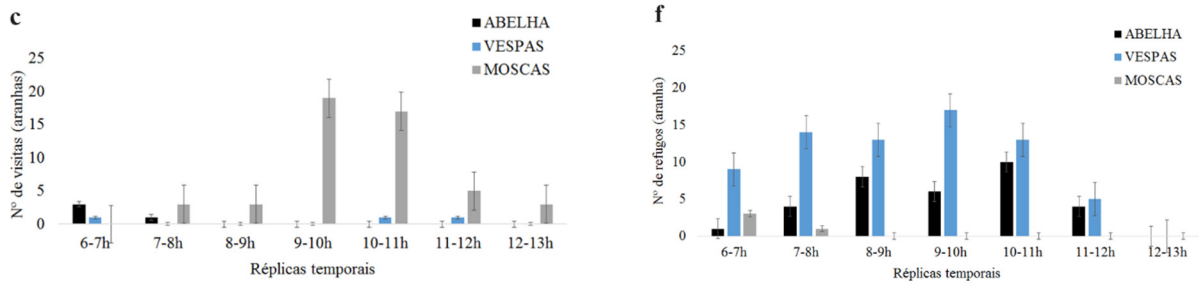


Figura 1. Número de visitas e refugos realizados por abelhas, vespas e moscas, em flores controles, flores com objeto (esfera) e flores com modelo artificial de aranhas em *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* em ecossistema Caatinga.

Tabela 3. Número de visitas realizadas por abelhas, vespas e moscas em flores controles e com tratamentos de *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* em ecossistema Caatinga.

Visitas	Taxons			Total
	Hymenoptera/abelhas	Hymenoptera/vespas	Diptera	
Controle	447	8	2	457
Objeto	124	0	21	145
Aranha	4	3	50	57
Total	575	11	73	659

Tabela 4. Número de refugos realizados por abelhas, vespas e moscas em flores controles e com tratamentos de *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* em ecossistema Caatinga.

Refugos	Taxons			Total
	Hymenoptera/abelhas	Hymenoptera/vespas	Diptera	
Controle	21	40	0	61
Objeto	47	52	0	99
Aranha	33	71	4	108
Total	101	163	4	268

Tabela 5. Número de desistências realizadas por abelhas, vespas e moscas em flores controles e com tratamentos de *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* em ecossistema Caatinga.

Desistência	Taxons			Total
	Hymenoptera/abelhas	Hymenoptera/vespas	Diptera	
Controle	0	0	0	0
Objeto	11	0	0	11
Aranha	251	0	0	251
Total	262	0	0	262

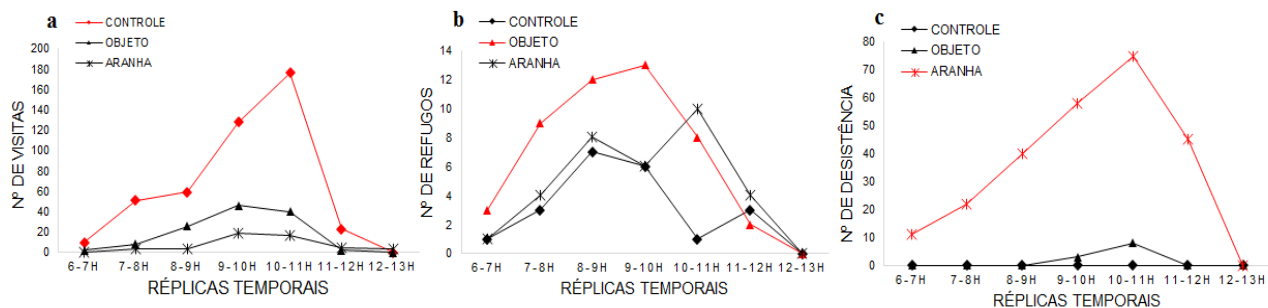


Figura 2. Dinâmica temporal de comportamento de visitas, refugos e desistências de abelhas em flores de *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* em ecossistema Caatinga.

Discussão

Uma maior resposta comportamental de esquivas pelas abelhas solitárias às flores da espécie em estudo, diante de um predador em potencial,

ocorre devido à forte pressão exercida pela predação em si (Ings & Chittka, 2009). Além disso, as abelhas têm ótima visão (Varella, 1974), uma alta capacidade de detectar caracteres morfológicos

(Gonçalves-Souza et al., 2008), comportamentais de agressividade (Ings & Chittka, 2009), além de odores químicos (Dicke & Grostal, 2001), que podem ser emitidos pelos predadores, tornando-se necessária a realização de experimentos que contemplem a utilização de aranhas reais.

Dentre os principais grupos de insetos visitantes florais, os himenópteros foram predominantes, estes, por sua vez, são reconhecidos pela sua alta capacidade de reconhecimento de sinais visuais, como forma, simetria, coloração e, também, sinais olfatórios das flores que estes visitam (Gonçalves-Souza et al., 2008; Romero et al., 2011). Dattilo et al. (2016) mostraram que apenas pistas visuais, ou seja, modelos miméticos que indicam a presença de predadores, são suficientes para produzir tal redução em visitantes, principalmente em abelhas. Estas apresentaram predominância de visitas e desistência, o que explica a redução de visitas, principalmente pelos himenópteros, não só em flores com aranhas artificiais, mas também nas flores com a esfera.

Os dípteros não apresentaram distinção entre as flores de cada tratamento, isso por que a cognição das moscas difere de modo significativo das abelhas e vespas, sendo o mesmo resultado observado por outros autores (Antiqueira & Romero, 2016; Martins et al., 2019).

A redução de visitas pode afetar negativamente o desempenho de *I. carnea* subs. *fistulosa* em Caatinga, uma vez que *I. carnea* é autoincompatível, e, portanto, dependente destes polinizadores para a reprodução, mais do que outras espécies de plantas (Schlindwein & Medeiros, 2006). Apesar do estudo ser realizado com aranhas artificiais, o inventário de aranhas mostrou que existe uma grande diversidade deste grupo de predadores forrageando sobre as flores. Por isso existe a necessidade de estudos que avaliem, de forma efetiva, o papel destas aranhas sobre as flores e o custo-benefício desta interação, levando em consideração fatores abióticos, como a sazonalidade, que é uma variável marcante no ecossistema Caatinga.

Conclusão

A hipótese H1 foi totalmente confirmada, uma vez que a presença de aranhas artificiais nas flores de *I. carnea* realmente ocasionou uma grande redução de visitas dos polinizadores. A hipótese H2 foi parcialmente corroborada, pois apesar de haver visitas nas flores com objeto esférico, ocorreu uma redução drástica de visitas nestas flores, ou seja, a presença de um objeto desconhecido, mesmo sem características morfológicas de um predador em potencial,

também provocou decréscimo no número de visitas de polinizadores, principalmente abelhas e vespas.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal-PPGBV da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco-FACEPE (PBPB-1487 - 2.05/16), ao Instituto Tamanduá, pelo apoio financeiro e logístico, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – PQ 307422/2012-7 e PQ 309965/2016-0).

Referências

- Agnew, C. W.; Smith Jr., J. W. 1989. Ecology of spiders (Araneae) in a peanut agroecosystem. *Environmental Entomology*, 18, (1), 30-42.
- Antiqueira, P. A.; Romero, G. Q. 2016. Floral asymmetry and predation risk modify pollinator behavior, but only predation risk decreases plant fitness. *Oecologia*, 181, (2), 475-485.
- Antoniassi, N. A.; Ferreira, E. V.; Santos, C. E. 2007. Intoxicação espontânea por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) em bovinos no Pantanal Matogrossense. *Pesq. Vet. Bras.*, 27, (10), 415-418.
- Bednekoff, P. A.; Lima, S. L. 1998. Re-examining safety in numbers: interactions between risk dilution and collective detection depend upon predator targeting behaviour. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265, (1409), 2021-2026.
- Breviglieri, C. P. B.; Piccoli, G. C. O.; Uieda, W.; Romero, G. Q. 2013. Predation-risk effects of predator identity on the foraging behaviors of frugivorous bats. *Oecologia*, 173, (3), 905-912.
- Cornell, H. V.; Hawkins, B. A. 2003. Herbivore responses to plant secondary compounds: a test of phytochemical coevolution theory. *The American Naturalist*, 161, (4), 507-522.
- Dáttilo, W.; Lara-Rodríguez, N.; Jordano, P.; Guimarães Jr., P. R.; Thompson, J. N.; Marquis, R. J.; Rico-Gray, V. 2016. Unravelling Darwin's entangled bank: architecture and robustness of mutualistic networks with multiple interaction types. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283, (1843), 2016-1564.
- Del-Claro, K.; Berto, V.; Réu, W. 1996. Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set of an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). *Journal of Tropical Ecology*, 12, (6), 887-892.

- Dicke, M.; Grostal, P. 2001. Chemical detection of natural enemies by arthropods: an ecological perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, (1), 1-23.
- Dukas, R. 2001. Effects of perceived danger on flower choice by bees. *Ecology Letters*, 4, (4), 327-333.
- Dukas, R.; Morse, D. H. 2003. Crab spiders affect flower visitation by bees. *Oikos*, 101, (1), 157-163.
- Dukas, R.; Morse, D. H. 2005. Crab spiders show mixed effects on flower-visiting bees and no effect on plant fitness components. *Ecoscience*, 12, (2), 244-247.
- Frey, R. 1995. *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa* (Martius ex Choisy) Austin: taxonomy, biology and ecology reviewed and inquired. *Tropical Ecology*, 36, (1), 21-48.
- Friebe, B. 1983. Zur Biologie eines Buchenwald bodens: 3. Die Kaferfauna. *Carolinea*, Karlshue, (41), 45-80.
- Gonçalves-Souza, T.; Omena, P. M.; Souza, J. C.; Romero, G. Q. 2008. Trait-mediated effects on flowers: artificial spiders deceive pollinators and decrease plant fitness. *Ecology*, 89, (9), 2407-2413.
- Grisolia, B. B. 2014. Efeitos indiretos das aranhas *Peucetia* spp. (Oxyopidae) e *Misumenops argenteus* (Thomisidae) no sucesso reprodutivo de *Trichogoniopsis adenantha* (DC) (Asteraceae) e no comportamento das guildas associadas à planta. Dissertação (Ciências Biológicas-Zoologia), 95f. Instituto de Biociências (IBRC), Rio Claro.
- Ings, T. C.; Chittka, L. 2009. Predator crypsis enhances behaviourally mediated indirect effects on plants by altering bumblebee foraging preferences. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276, (1664), 2031-2036.
- Junqueira, M. E. R.; Simão-Bianchini, R. 2006. O gênero *Evolvulus* L. (Convolvulaceae) no município de Morro do Chapéu, BA, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 20, (1), 152-172.
- Kiill, L. H. P.; Ranga, N. T. 2003. Ecologia da polinização de *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem. & Schult. (Convolvulaceae) na região semi-árida de Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica*, 17, (3), 355-362.
- Lopes, H. L.; Cabral, J. J.; Araújo Filho, J. C. D.; Montenegro, S. M. 2013. Mapeamento de áreas aluvionares no semiárido brasileiro por meio de dados colaterais e imagens orbitais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17, (7), 763-769.
- Maimoni-Rodella, R. C. S.; Yanagizawa, Y. A. N. P. 2007. Floral biology and breeding system of three *Ipomoea* weeds. *Planta Daninha*, 25, (1), 35-42.
- Martins, J. K. S. S.; Souza, L. S.; Carneiro, A. G.; Almeida-Cortez, J. S. 2018. Variação temporal e espacial da artropodofauna associada a *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Convolvulaceae) em um ecossistema de Floresta Tropical Seca. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 3, (4), 356-378.
- Martins, J.; Carneiro, A.; Souza, L.; Almeida-Cortez, J. 2019. How pollinator visits are affected by flower damage and ants presence in *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Martius and Choise) (Convolvulaceae)? *Braz. J. Biol.*, 79, (AHEAD), 1-10.
- Milet-Pinheiro, P.; Schindwein, C. 2008. Community of bees (Hymenoptera, Apoidea) and plants in an area of Agreste in Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 52, (4), 625-636.
- Moore, J. C.; Berlow, E. L.; Coleman, D. C.; De Ruiter, P. C.; Dong, Q.; Hastings, A.; Nadelhoffer, K. 2004. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters*, 7, (7), 584-600.
- Morse, D. H.; Fritz, R. S. 1982. Experimental and observational studies of patch choice at different scales by the crab spider *Misumena vatia*. *Ecology*, 63, (1), 172-182.
- Paz, J. R. L. 2011. Biologia floral e polinização diurna e noturna de *Ipomoea carnea* subs. *fistulosa* (Mart. ex Choisy) DF Austin (Convolvulaceae) em uma área antropizada no semi-árido da Bahia, Brasil. Dissertação. Universidade Estadual de Feira de Santana, 35p.
- Robertson, I. C.; Maguire, D. K. 2005. Crab spiders deter insect visitations to slickspot peppergrass flowers. *Oikos*, 109, (3), 577-582.
- Romero, G. Q.; Antikeira, P. A. P.; Koricheva, J. 2011. A meta-analysis of predation risk effects on pollinator behaviour. *PLoS One*, 6, (6), e20689.
- Rzanny, M.; Kuu, A.; Voigt, W. 2013. Bottom-up and top-down forces structuring consumer communities in an experimental grassland. *Oikos*, 122, (7), 967-976.
- Schindwein, C.; Medeiros, P. C. R. 2006. Pollination in *Turnera subulata* (Turneraceae): Unilateral reproductive dependence of the narrowly oligolectic bee *Protomeliturga turnerae* (Hymenoptera, Andrenidae). *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 201, (3), 178-188.

- Schlising, R. A. 1970. Sequence and timing of bee foraging in flowers of *Ipomoea* and *Aniseia* (Convolvulaceae). *Ecology*, 51, (6), 1061-1067.
- Schmitz, O. J. 2003. Top predator control of plant biodiversity and productivity in an old-field ecosystem. *Ecology Letters*, 6, (2), 156-163.
- Silveira Neto, S. 1976. Manual on the ecology of insects. 419p.
- Stoks, R.; McPeck, M. A. 2003. Antipredator behavior and physiology determine *Lestes* species turnover along the pond-permanence gradient. *Ecology*, 84, (12), 3327-3338.
- Suttle, K. B. 2003. Pollinators as mediators of top-down effects on plants. *Ecology Letters*, 6, (8), 688-694.
- Varela, F. 1974. Los ojos de los insectos. No. 04; QL538, V3.
- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R.; Lima, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE. 124p.
- Wootton, J. T. 1994. The nature and consequences of indirect effects in ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25, (1), 443-466.