

Diversidade de espécies de abelhas em uma área sob o efeito do fogo no Cerrado da Flona de Silvânia, Goiás, Brasil

Tania Paola López-Aguilar^{1,2*}

1-Departamento de Biología, Universidad Nacional Autónoma de Honduras en el Valle de Sula, San Pedro Sula, Honduras. *E-mail: aguilarpaola.1911@gmail.com

2-Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais do Cerrado-RENAC, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil.

Resumo

O efeito da queima controlada foi avaliado na fitofisionomia do cerrado *stricto sensu* da Floresta Nacional de Silvânia, Goiás, estimando a riqueza e abundância das espécies em duas áreas: uma sob efeito do fogo e uma área controle, para testar a hipótese que a presença do fogo sobre a vegetação do cerrado, modifica a disponibilidade dos recursos utilizados pelas abelhas, pelo que a área queimada pode apresentar uma diferença na diversidade de abelhas em relação com a área controle. Para a coleta dos espécimes foram aplicados três métodos de coleta, usando estímulos físico-químicos e rede entomológica. Foram coletados 783 indivíduos pertencentes a 30 espécies em duas famílias (Apidae e Halictidae), no perfil de diversidade encontraram-se diferenças significativas na riqueza estimada da área controle (94%) e na queimada (72%), a completitude amostral permitiu inferir um valor de cobertura num 97.9% e a ensablagem de abelhas não detectadas foi de 2.08 na área controle e 10.07 na queimada, faltando as espécies raras ou críticas para a completitude amostral. Se apresentaram diferenças significativas na comparação dos métodos de coleta ($K=59.380$; P -valor de 0.001 com uma α 0.05) e sobre os estímulos físico-químicos se encontrou um efeito significativo da essência 5 (Eucaliptol) sobre abundância das espécies e um efeito da cor laranja sobre a riqueza nas duas áreas. Nossos resultados sugerem que a queima controlada tem um efeito negativo na diversidade de abelhas, pelo qual é preciso fazer amostragem em diferentes épocas do ano e com maior esforço de amostragem.

Palavras chaves Queimada controlada, Armadilhas com cheiros, Antófilas, Polinizadores, Cerrado.

Introdução

O fogo tem sido um importante processo ecológico moldando padrões de vegetação e influenciando comunidades animais (Bond & Van Wilgen 1996, Brown & Smith 2000, Keeley et al., 2011, Love & Cane, 2016). Neste sentido, os animais polinizadores desempenham um papel crítico na manutenção da biodiversidade em sistemas naturais e manejados, e a maioria das plantas floríferas do mundo exigem ou se beneficiam dos serviços de polinização para reprodução (Ollerton et al. 2011, Biesmeijer et al. 2006, Klein et al. 2007, Brosi & Briggs 2013, Galbraith et al. 2019). Portanto, pode-se esperar que o fogo tenha efeitos diretos e indiretos sobre as comunidades de abelhas, devido a sua estreita relação como polinizadores, como acontece com outros animais (Love & Cane, 2016).

A escala global, regional e local, tem sido estudado o impacto ecológico e as mudanças na biodiversidade causadas pelo mau uso do fogo (incêndios florestais) (SCBD 2001, Nasi et al. 2002), entretanto, existem lugares onde o fogo faz parte do processo natural dos ecossistemas, apresentando impactos positivos sobre muitas espécies selvagens que se adaptaram e se beneficiaram do processo (Nasi et al. 2002).

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro (ICMBio 2015, Falleiro et al. 2016), com uma ampla composição florística e fisionômica, formando um complexo vegetacional muito diverso (Francener et al. 2012, Klink & Machado 2015). Entretanto, a destruição do habitat, a fragmentação, mudanças no uso do solo, e outros fatores provocaram a rápida degradação dos ecossistemas e uma série de impactos ambientais (Klink & Machado 2015, Mittermeier et al. 2011).

No Cerrado brasileiro que é um ecossistema adaptado ao fogo (Klink & Machado 2015), esse é um fator determinante na distribuição das plantas nativas, as quais tem sofrido adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas (Scariot et al. 2005), e atualmente é fundamental para seu manejo e conservação, pelo que se tem implementado a queima controlada como uma estratégia de manejo integrado do fogo (MIF) (Falleiro et al. 2016).

Estudos avançados relacionados aos efeitos ecológicos do fogo, realizados em escala global e regional, demonstraram o papel fundamental do fogo na gestão e conservação (Lehmann 2014, William & Bond 2005, Miranda 2010, Falleiro et al. 2016). Por tanto, é necessário estudar grupos taxonômicos sensíveis ao fogo e indicadores ambientais como são a abelhas, as quais dependem diretamente da estrutura e composição florística (Silva & Paz 2012, Giehl et al. 2013). Além disso, a informação desse grupo é escassa para a FLONA-Silvânia, limitada unicamente à riqueza de espécies de Euglossini em cobertura vegetal fragmentada por paisagens agrícolas estudadas (Sousa et al. 2022).

As abelhas dependem inteiramente das flores como fonte de alimento em todas as etapas de suas vidas, memorizam facilmente as cores e outros tons florais, e dependem inteiramente das flores como fonte de alimento em todas as etapas de suas vidas, memorizam facilmente as cores e outros tons florais (de Hibarra et al. 2022). As medidas espectrais dos reflexos das pétalas e a modelagem da visão colorida mostraram que as cores das flores são mais discriminatórias para as abelhas do que para os animais não polinizadores (Osorio & Vorobyev 2008, de Hibarra et al. 2022).

Entretanto, o aroma floral é constituído por uma grande variedade de compostos orgânicos voláteis (Song et al. 2014, Soto et al. 2015). Desempenha um papel importante nas interações entre as plantas e os fatores bióticos e abióticos, estando envolvidos em uma série de funções ecológicas, relação planta-polinizador (Suchet et al. 2011, Farré-Armengol et al. 2015, Vivaldo et al. 2017, Fernandes et al. 2017). O papel do aroma floral na atratividade das flores para as abelhas polinizadores também é bem conhecido (Wright & Schiest 2009, Filella et al. 2013, Soto et al. 2015, Ceuppens et al. 2015, Fernandes et al. 2017).

Traços florais como tamanho, cor, textura das pétalas, movimento, cheiro, desempenham um papel importante no reconhecimento e atração pelas flores (Dafni & Kevan 1997, Whitney et al. 2009, 2013, Alcorn et al. 2012, Clarke et al. 2013, Myczko et

al. 2015). Portanto, é essencial saber como os estímulos visuais (cor) e químicos (aromas) interagem com o efeito do fogo sobre a comunidade das abelhas. Neste sentido, é importante conhecer se a presença do fogo sobre a vegetação do cerrado (FLONA-Silvânia), modifica a disponibilidade do recurso floral para as comunidades de abelhas, e tem impactos negativos na diversidade destes organismos, pelo que neste trabalho avaliamos o efeito do fogo na riqueza e abundância das abelhas numa área de queima controlada e uma área controle.

Material e métodos

O estudo foi realizado na Floresta Nacional da Silvânia, município da Silvânia, Goiás. Duas áreas foram amostradas na fitofisionomia do cerrado *stricto sensu*, considerando uma área controle e outra sob o efeito de queima controlada há um ano (Figura 1). A amostragem foi realizada durante o início da estação chuvosa entre 24 e 26 de Outubro do 2022 e foram aplicados três métodos de coleta, dos passivos e um ativo: armadilhas com estímulo físico-químico (Figura 2.A), adaptadas de (Almeida et al. 2019), pitfall arbórea com urina (Figura 2.B) (Almeida et al. 2019), e rede entomológica (puçá) (Figura 2.C) (Márquez 2005), como descreve-se a continuação.

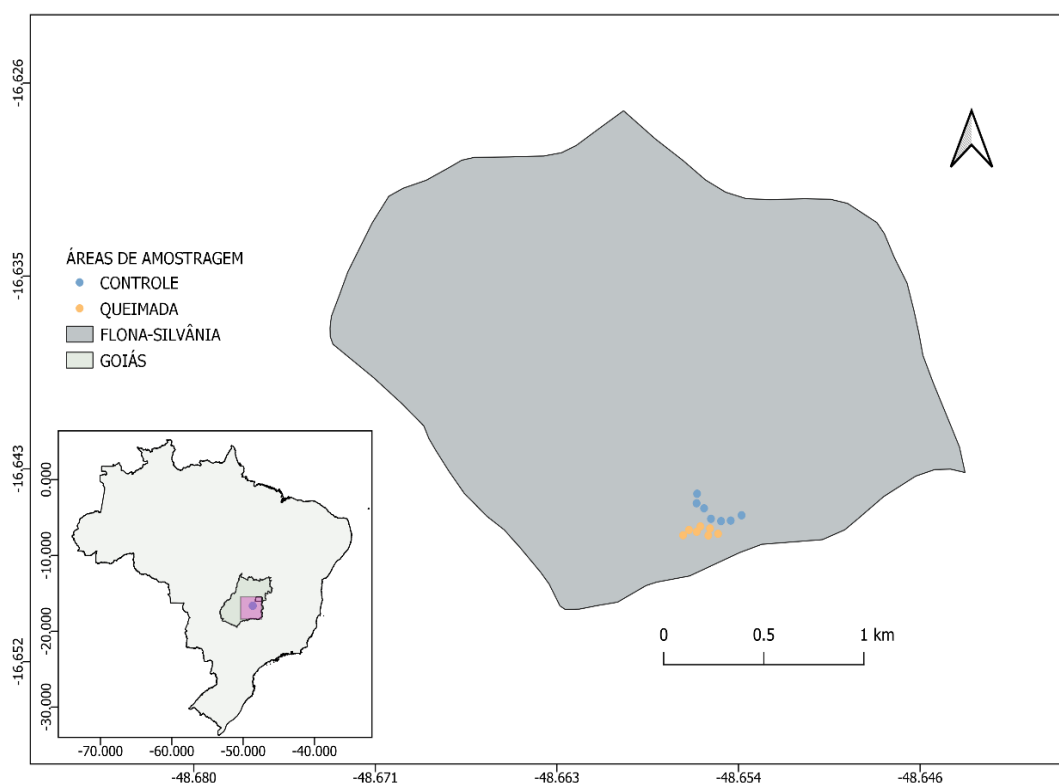


Figura 1. Localização das áreas de coleta de abelhas no cerrado *stricto sensu* na FLONA.

Armadilhas com estímulos físico-químicos

Aplicamos sete conjuntos de cinco armadilhas por cada área, com uma distância de 100m entre cada ponto e 50 m de distância da estrada para diminuir o efeito da borda (Figura 2D). As armadilhas foram (adaptadas de Moura 2015, Almeida et al., 2019, Arruda et al. e Sousa 2022) construídas de garrafas PET de 2 L com duas entradas em forma de flor de diferentes cores como estímulo visual (Carrasco et al., 2001), feitas de

espuma EVA, dentro das armadilhas colocamos um algodão segurado com arame e colocamos uma essência diferente para cada conjunto, gerando um estímulo químico, também colocamos água com detergente no interior para diminuir a tensão superficial da água e as abelhas afogaram-se (Almeida et al. 2019). As essências utilizadas foram: Vanillin, limoneno, methyl Salicylate, eugenol, eucaliptol, methyl cinnamate e benzil acetate. Esse é um método passivo de coletas, pelo que estas ficaram operando durante 48 horas aproximadamente e os espécimes coletados foram transportados em sacos herméticos com as etiquetas correspondentes.

Pitfall arbórea com urina

A metodologia de Arruda et al. 2022 foi utilizada e adaptada. Como descrito abaixo: Cinco armadilhas por áreas foram fixadas nos troncos dos arbustos durante 48h, substituindo-a após 24 horas, como um método de coleta passiva complementar aos estímulos químicos. Usamos os primeiros 5 pontos das armadilhas de essências e fixamos um copo de coprologia por ponto. O conteúdo dos copos foi uma mistura de urina (30%) com água (70%) e detergente para diminuir a tensão superficial do líquido, os espécimes coletados foram lavados com água e transportados em sacos herméticos com as etiquetas correspondentes.

Rede entomológica

Aplicamos o método de coleta ativa, usando rede entomológica (Márquez 2005, Millar, et al. 2000) e fizemos quatro transectos paralelos de 50*2 m em cada área. Foram coletadas as abelhas que estavam em voo e as que estavam visitando flores das plantas no transecto (Moura 2015). Os indivíduos capturados foram eutanasiados numa câmara mortífera, preparada com 100 ml de acetona a 10%, 20 ml de álcool a 70% e 2 ml de glicerina bidestilada, para evitar a perda da cor dos indivíduos e evitar que fiquem rígidos para a montagem, posteriormente foram transferidos a sacos herméticos com as etiquetas correspondentes para o transporte.

Processamento dos espécimes

Todos os espécimes coletados em armadilhas e pitfall, foram preservados em álcool a 70% para trasladá-los ao laboratório e assim evitar a contaminação por humidade das armadilhas, posteriormente foram fixados em alfinetes entomológicos, rotulados e secados (Dos Santos, 2013). As espécies foram identificadas observando-as num microscópio estereoscópio Carl Zeiss Stemi 508 e usando as chaves de identificação de abelhas brasileiras de (Silveira et al. 2002), catálogo on-line Moure (<http://moure.cria.org.br/>), catálogo on-line e fichas catalográficas do projeto abelhas (<https://abelha.org.br/>) e outras literaturas complementares. Os espécimes foram depositados na coleção do Laboratório de ecologia Comportamental de Aracnídeos (LECA) da UEG, Anápolis e o material está atualmente sob processos de identificação.

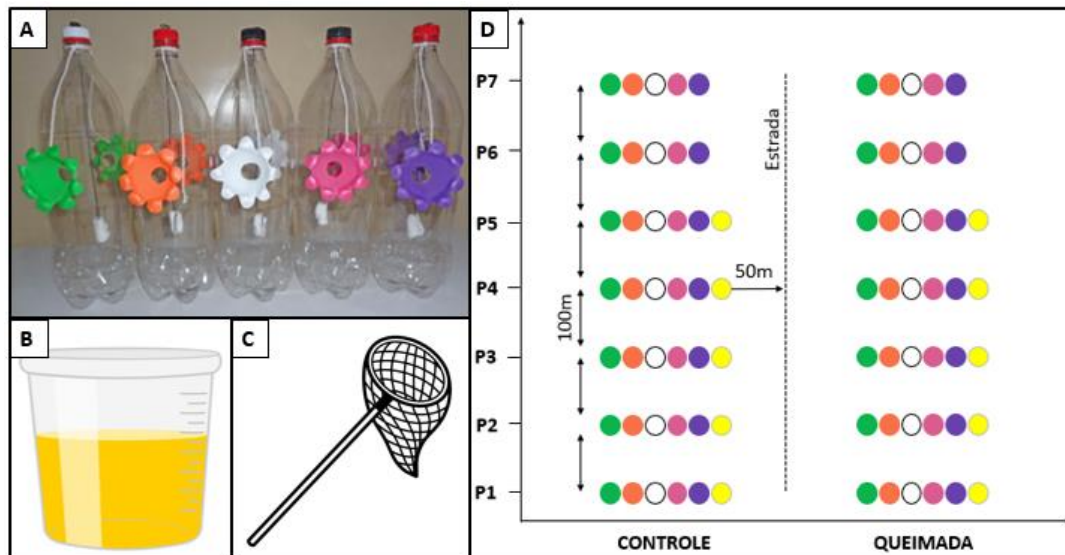


Figura 2. **A.** armadilhas com atraentes físico-químicos, **B.** Pitfall arbórea com urina, **C.** Rede entomológica, **D.** Disposição dos pontos de amostragem com atraentes; as cores verde, laranja, branco, rosa e roxo, foram usadas como um estímulo físico nas armadilhas, em combinação com as essências, a amarela representa os pontos das pitfall de urina.

Análise de dados

Foi aplicado o estimador Jackknife para estimar a riqueza esperada das espécies nas duas áreas e junto com a abundância, foi feito o perfil de diversidade, a ensablagem de abelhas para as espécies não detectadas, a inferência no valor da cobertura e o índice de Pielou J' para avaliar a homogeneidade nas unidades. Aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com 1000 simulações de Monte Carlo, com um IC= de 0.01 para um P-valor de 99%, para testar os diferentes métodos de coleta e com o teste de múltiplos intervalos, testou-se um método contra os outros. Para comparar o efeito das essências e as cores sobre a abundância e riqueza de abelhas baseados no efeito do fogo (área Controle e Queimada), realizamos uma ANOVA de dois fatores para comparar e avaliar as interações entre o fogo, as essências, as cores e riqueza e abundância.

Resultados

Composição da comunidade de abelhas

Foram coletados 783 espécimes pertencentes a 30 espécies, distribuídas em 16 gêneros e duas famílias (Apidae e Halictidae) (Figura 3e Tabela 1). A espécie mais abundante corresponde a um espécime indeterminado com 453 indivíduos e que corresponde ao 57.85% da abundância total, seguida de seguida de *Eulaema nigrita* (n= 64; 8.17%), *Apis melífera* (n= 26; 3.32%), *Augochlora* sp2 (n= 26; 3.32%), *Augochlora* sp1 (n= 23; 2.94) e *Leurotrigona muelleri* (n= 21; 2.68%) e as espécies restantes constituem um 24.65% do total amostrado.

A família Apidae foi a de maior representatividade com 24 espécies em 11 gêneros. A família Halictidae apresentou 5 espécies distribuídas em 3 gêneros; os gêneros mais representados foram *Euglossa* (Figura 3I e 3J) com 7 espécies, *Trigona* (Figura 3A e 3B) com 4 espécies e *Augochlora* (Figura 3G) com 3 espécies; além disso, foram

coletadas espécies que ainda não têm sido registradas para o estado de Goiás (Figura 3C) e a *Apis mellifera* que é uma espécie invasiva (Figura 3F). A riqueza estimada variou de 1.2 – 30. 2 (Tabela 1), sendo a área controle a de maior riqueza estimada com 94% das espécies coletadas e na área queimada 72% (Figura 4).

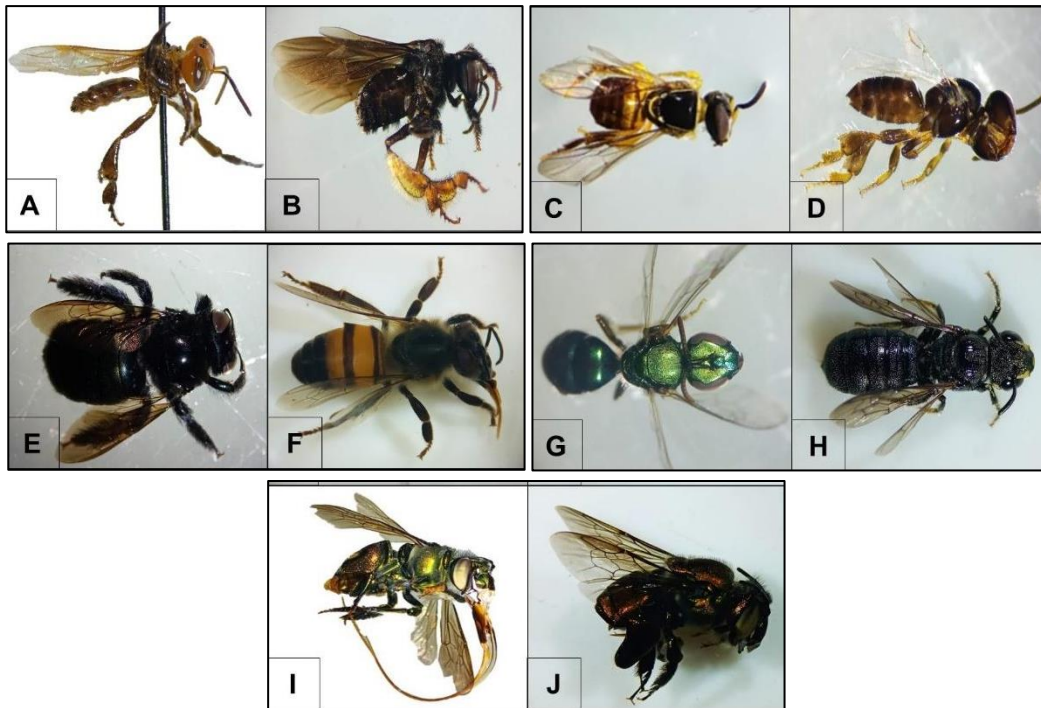


Figura 3. Espécies de abelhas coletadas nas áreas avaliadas: **A.** *Trigona chanchamayoensis*, **B.** *Trigona spinipes*, **C.** *Plebeia droryana*, **D.** *Leurotrigona muelleri*, **E.** *Xylocopa* (*Schonnherria*) sp., **F.** *Apis mellifera*, **G.** *Augochlora* sp., **H.** *Ceratina* sp., **I.** *Euglossa* sp.1 **J.** *Euglossa* sp.2.

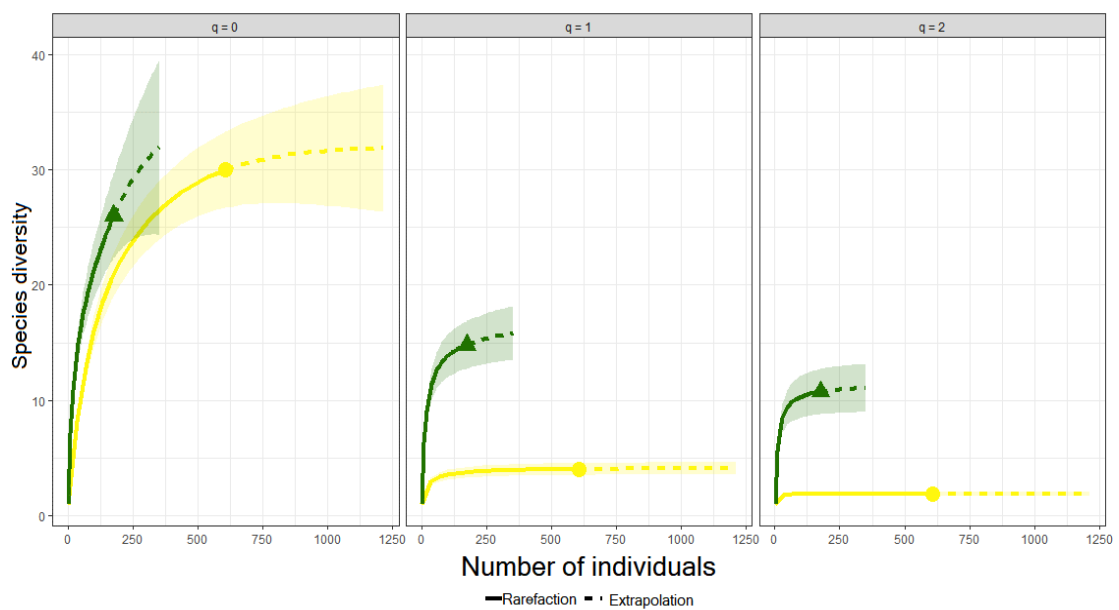


Figura 4. Perfil de diversidade para $q = 0, 1, 2$, baseadas no tamanho das amostras de referência (curvas de extrapolação e rarefação).

A completude amostral permitiu inferir um valor de cobertura num 97.9% (Figura 5) e a ensamblagem de abelhas não detectadas foi de 2.08 na área controle e 10.07 na queimada, faltando as espécies raras ou críticas para a completude amostral e o índice de Pielou J' indica que a área queimada é mais homogênea que a área controle, porém, a área controle apresenta uma maior riqueza de espécies.

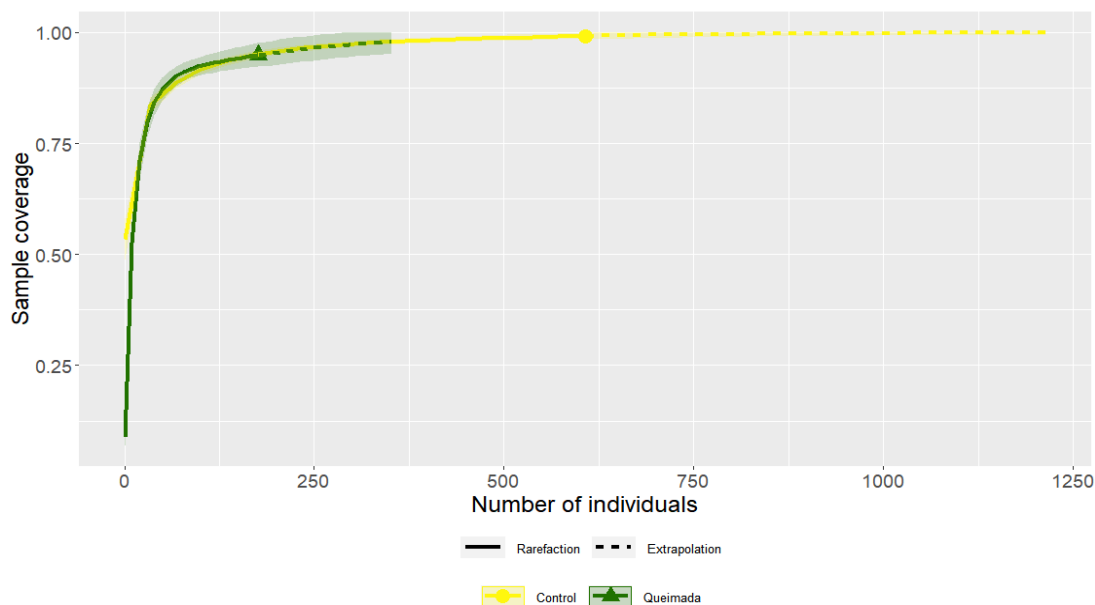


Figura 5. Curva de completude amostral estimada baseadas no tamanho até o dobro do tamanho da amostra de referência.

Comparação de métodos e efeito das essências e cores

A comparação dos métodos de coleta, baseados na riqueza das espécies apresentou uma diferença significativa ($K= 59.380$; $P<0.001$) e sobre os estímulos físico-químicos se observou-se que as essências não tiveram efeito significativo sobre a riqueza das abelhas tanto nas áreas de controle quanto nas queimadas ($F= 1,102$; $P> 0,373$), e a interação fogo-essência não foi significativa sobre a riqueza das abelhas ($F= 0,840$; $P> 0,544$).

Em contraste, as essências tiveram um efeito significativo na abundância de espécies tanto na área de controle quanto na área de queimada ($F= 3.380$; $P< 0.006$), e a interação fogo-essência teve um efeito significativo na abundância de abelhas, com um efeito maior na abundância na área de controle ($F= 2.957$; $P< 0.014$). Os coeficientes padronizados do teste de alcance múltiplo inferiram que a essência Nº 5 teve o maior efeito significativo na abundância de abelhas na área de controle ($t= 3.257$; $P< 0,002$) (Figura 6).

Da mesma forma, tanto para a área controle quanto para a área queimada as cores exerceram um efeito significativo na riqueza de espécies ($F=4.60$; $p<0.024$), no entanto, não houve efeito significativo entre a interação cor e fogo ($F= 0.508$; $p>0.05$). Além disso, a cor laranja teve um efeito significativo na riqueza das abelhas tanto na área de controle quanto na área de queimada ($t=8.1425$; $p<0.005$). As cores não tiveram efeito significativo sobre a abundância de abelhas, bem como as interações cor e fogo ($F=2.038$; $p>0.159$) e ($F=0.712$; $p>0.587$) respectivamente (Figura 6).

Tabela 1. Riqueza e abundância de abelhas no cerrado stricto sensu da FLONA-Silvânia.

ESPÉCIES	AREA CONNTROL												AREA QUEIMADA												ABUNDÂNCIA	%
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	T1	T2	T3	T4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	T1	T2	T3	T4				
APIDAE																										
<i>Apis melifera</i>	5	1	0	0	3	4	0	0	0	0	0	5	1	0	3	1	2	1	0	0	0	0	26	3.32		
<i>Ceratina</i> sp1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0.64		
<i>Ceratina</i> sp2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.26		
<i>Eulaema nigrita</i>	1	0	12	3	0	0	12	0	0	0	0	0	1	27	0	2	0	6	0	0	0	0	64	8.17		
<i>Euglossa ignita</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0.26		
<i>Euglossa fimbriata</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.26		
<i>Euglossa securigera</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0.38		
<i>Euglossa</i> sp1	1	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	8	1.02		
<i>Euglossa</i> sp2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0.51		
<i>Euglossa</i> sp3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	10	1.28		
<i>Euglossa</i> sp4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.26		
<i>Leurotrigona muelleri</i>	1	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	21	2.68		
<i>Leurotrigona</i> sp.	1	0	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	18	2.30		
<i>Melipona</i> sp.	1	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	11	1.40		
<i>Tetragona clavipes</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.13		
<i>Trigona chanchamayoensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	7	0	0	12	1.53		
<i>Trigona spinipes</i>	1	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	1	0	0	13	1.66		
<i>Trigona</i> sp1	1	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1.15		
<i>Trigona</i> sp2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0.64		
<i>Plebeia droryana</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.51		
<i>Xylocopa (Schonherria)</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0.51		
HALICTIDAE																										
<i>Augochlora</i> sp1	0	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	3	1	1	6	1	1	2	0	0	0	1	23	2.94		
<i>Augochlora</i> sp2	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	4	4	2	2	3	3	0	0	0	26	3.32		
<i>Augochlora</i> sp3	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	18	2.30		
<i>Megalopta amoena</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	7	0.89		
INDETERMINADAS																										
Indeterminada 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.13		
Indeterminada 2	2	0	0	4	436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	0	453	57.85		
Indeterminada 3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	5	0.64		
Indeterminada 4	1	0	0	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18	2.30		
Indeterminada 5	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0.77		
Total	34	2	39	17	476	19	13	2	1	0	3	13	6	54	29	33	8	20	4	0	9	1	783			
Nº de espécies	27	4	10	9	12	12	2	2	1	0	2	5	6	9	10	15	6	8	2	0	3	1	30			
Especies estimada	30.2	2.0	12.8	16.1	14.3	15.6	15.5	2.0	2.0	1.2	3.0	6.4	13.5	11.7	13.5	15.8	8.0	8.1	3.1	1.7	4.1	2.1				

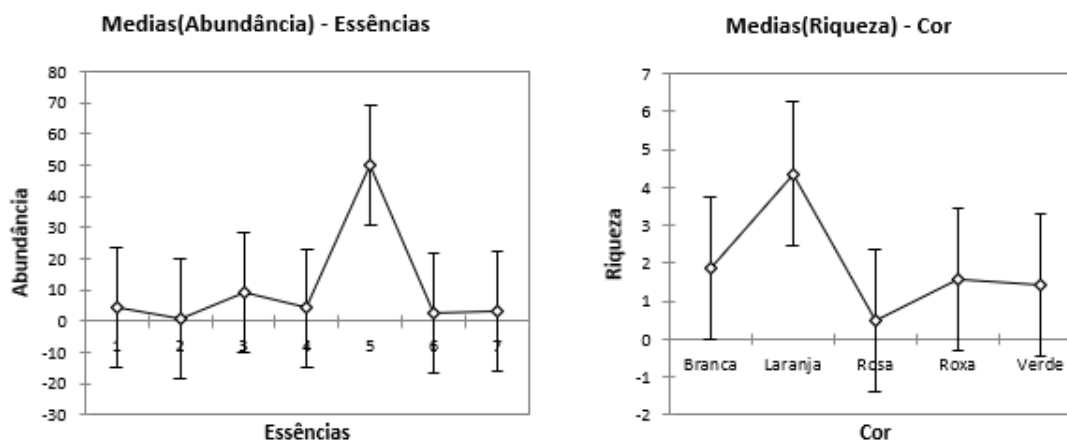


Figura 6. Efeito das essências e cores sobre a riqueza e abundância de abelhas, tanto nas áreas de controle quanto nas queimadas.

Discussão

O presente estudo buscou avaliar o efeito do fogo na diversidade e riqueza de abelhas, utilizando uma área sob regime de queimada controlada, o número de espécies registradas, o número de espécies coletadas indica uma boa aproximação ao conhecimento das abelhas na Floresta Nacional de Sylvania, no entanto, para as duas áreas avaliadas, é difícil fazer uma comparação na riqueza e abundância dos dados obtidos por Sousa et al. (2022), devido a que os estudos têm diferentes objetivos, pelo que estes dados constitui uma linha base na diversidade de abelhas do lugar.

No entanto, apesar de não haver diferenças significativas na abundância e riqueza de espécies entre as duas áreas, do ponto de vista da composição, pode-se constatar que os danos causados à vegetação pelo fogo podem impactar direta ou indiretamente sobre as comunidades de abelhas (Frankie et al. 1997, Love & Cane 2016, Galbraith et al. 2019, Ferreira et al. 2019). Entretanto, os incêndios queimam árvores suscetíveis e outras espécies de plantas, muitas das quais são importantes recursos florais para as abelhas, também queimam madeira morta contendo cavidades pré-existent, que são necessárias para muitas espécies de abelhas como locais de nidificação (Frankie et al. 1997; Love & Cane 2016). Isso pode ajudar a explicar as diferenças observadas na composição das espécies entre a área Controle e a área Queimada.

As abelhas discriminam entre muitas cores diferentes de pétalas de flores, mas como elas percebem e aprendem padrões frequentemente encontrados em flores com estruturas coloridas ainda não é bem compreendido, nas duas áreas avaliadas foi possível observar que as abelhas foram mais atraídas pelas armadilhas que apresentavam flores artificiais de cor laranja, e pode ser atribuído à característica do contorno do padrão ter um contraste cromático mais forte com o fundo da folhagem do que com o centro, isso pode facilitar a identificação rápida de objetos florais em cenas coloridas quando uma abelha forrageadora se move através de um paisagem de flores (Vorobyev & Menzel 1999, Vorobyev et al. 1999, Niggebrügge et al. 2003, Ibarra et al. 2022).

O método de coleta por armadilhas com cheiros, tem sido o método muito eficiente na coleta de abelhas neste e outros estudos (Giehl et al. 2013, Dos Nascimentos 2015, Almeida et al. 2019, Arruda et al. 2022, Sousa et al. 2022), aqui a essência com maior eficiência na coleta foi o Eucaliptol como estímulo químico, em geral, os atrativos aromáticos podem auxiliar o polinizador tanto a localizar e reconhecer a flor (Majetic et al. 2009), quanto a associá-los à quantidade e qualidade dos recursos florais (Dudareva & Pichersky 2006, Howell & Alarcon 2007, Fernandes et al. 2019).

Entretanto, nas duas áreas avaliadas, tanto o estímulo físico (cor laranja) quanto o estímulo químico (eucaliptol) foram os mais eficientes, neste sentido, a exibição visual e olfativa parecem ser os traços florais mais relevantes que governam a atração de polinizadores, e muitos visitantes de flores aprendem a distinguir as flores mais gratificantes por seu odor característico (Chittka et al. 1999, Kunze & Gumbert, 2001; Chittka & Raine, 2006). O que ajuda a explicar que na área Controle, sendo uma área menos perturbada, ou seja, mais estável, as abelhas encontraram melhores condições e os estímulos físicos e químicos desempenharam um papel melhor em relação à área queimada.

Apesar do esforço amostral realizado, o tempo de operação de cada um dos métodos utilizados, permitiu uma boa aproximação da diversidade de abelhas nas áreas avaliadas, da mesma forma, como o efeito do fogo pode afetar direta ou indiretamente o recurso floral para as abelhas e/ou polinizadores, bem como a composição desse grupo de artrópodes. Entretanto, esses dados só são representativos da diversidade atual e é necessário reforçar o esforço de amostragem e coleta durante diferentes épocas do ano para ter dados mais robustos sobre a diversidade total.

Agradecimentos

Agradeço ao ICMBio, aos funcionários da FLONA-Silvânia, pela oportunidade de desenvolver o trabalho na unidade de conservação, à professora Dra. Héli da Cunha pelo apoio e sugestões no trabalho da disciplina, ao professor Dr. Fabrício Barreto Teresa por seus comentários e colaboração para melhorar o estudo, e toda sua ajuda e durante a amostragem na fase de campo, ao Professor Dr. Everton Tizo Pedroso por sua colaboração e seu apoio no Laboratório de Ecologia Comportamental de Aracnídeos (LECA) da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil, ao M. Sc. Edwin Bedoya Roqueme por seu apoio e ajuda tanto nas coletas de campo quanto na realização do estudo. Por fim, ao Programa de Bolsas de Estudo PAEC OAS-GCUB e à Universidade Estadual de Goiás-UEG pela sua bolsa de pós-graduação.

Referências bibliográficas

A.B.E.L.H.A. <https://abelha.org.br/> [accessed 28/11 2022].

ALCORN, K., WHITNEY, H., & GLOVER, B. 2012. Flower movement increases pollinator preference for flowers with better grip. *Functional Ecology*, 26(4):941-947.

ALMEIDA, R.P.S., ARRUDA, F.V., SILVA, D.P. & COELHO, B.W.T. 2019. Bees (Hymenoptera, Apoidea) in an Ecotonal Cerrado-Amazon Region in Brazil. *Sociobiology*, 66(3): 457-466.

ARRUDA, F.V., CAMAROTA, F., SILVA, R.R., IZZO, J.J., L, BERGAMINI, L.L. & ALMEIDA, R.P. 2022. The potencial of arboreal pitfall traps for sampling nontargeted bee and waps polinitators. *Entomologia Experimentalis et applicate*, 00:1-12.

BIESMEIJER, J. C., et al. 2006. Parallel declines in pollina-tors and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313:351-354.

BOND, W.J. & VAN WILGEN, B.W. 1996. *Fire and Plants. Population and Community Biology*, Vol. 263. Chapman & Hall, London, U.K.

BROSI, B. J., & BRIGGS, H.M. 2013. Single pollinatorspecies losses reducefloralfidelity and plant repro-ductive function. *Proceedings of the National Academy of Sciences* ,110:13044-13048.

BROWN, J.K. & SMITH, J.K. 2000. *Wildland fire in Ecosystems: Effects of Fire on Flora*. RMRS-GTR-42-vol 2. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Ogden, Utah.

CARRASCO, J.P., ROMO, F.J. & GALÁN, L. 2001. El Atractivo Ultravioleta. *Vida Apícola*, p.25–32.

CATÁLOGO DE ABELHAS MOURE. <http://moure.cria.org.br/> [accessed 28/11 2022].

CEUPPENS, B., AMEYE, M., VAN LANGENHOVE, H., ROLDAN-RUIZ, I., & SMAGGHE, G. 2015. Characterization of volatiles in strawberry varieties ‘Elsanta’and ‘Sonata’ and their effect on bumblebee flower visiting. *Arthropod-Plant Interactions*, 9(3):281-287.

CHITTKA, L., & RAINE, N.E. 2006. Recognition of flowers by pollinators. *Current Opinion in Plant Biology*, 9(4):428-435.

CHITTKA, L., THOMSON, J. D., & WASER, N. M. 1999. Flower constancy, insect psychology, and plant evolution. *Naturwissenschaften*, 86(8):361-377.

CLARKE, D., WHITNEY, H., SUTTON, G., & ROBERT, D. 2013. Detection and learning of floral electric fields by bumblebees. *Science*, 340(61128):66-69.

DAFNI, A., & KEVAN, P. G. 1997. Flower size and shape: implications in pollination. *Israel Journal of Plant Sciences*, 45(2-3):201-211.

DE IBARRA, N.H., HOLTZE, S., BÄUCKER, C., SPRAU, P., & VOROBYEV, M. 2022 The role of colour patterns for the recognition of flowers by bees. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 377: 20210284.

DE SOUSA, F.G., DOS SANTOS, J.S., MARTELLO, F., DINIZ, M.F., BERGAMINI, L., RIBEIRO, M., COLLEVATTI, R.G. & SILVA, D.P. 2022. Natural habitat cover and fragmentation per se influence orchid-bee species richness in agricultural landscapes in the Brazilian Cerrado. *Apidologie*, **53**, 20

DOS NASCIMENTOS, S., CANALE, G.R., DA SILVA, D. 2015. Abelhas euglossina (Hymenoptera: Apidae) associadas aá monocultura de eucalipto no Cerrado Mato-grossense. *Revista Árvore*, 39(2): 263-273

DOS SANTOS, R. 2013. Efeitos Do Fogo Sobre A Estrutura De Comunidades De

Abelhas E Sobre Redes De Interações Abelha-Planta Em Áreas De Canga No Parque Estadual Da Serra Do Rola Moça. Tese. Universidade Federal De Minas Gerais, Minas Gerais.

DUDAREVA, N., & PICHERSKY, E. 2006. Biology of floral scent. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group.

FALLEIRO, R., TRINDADE, M. & RIBAS, C. 2016. As contribuições do Manejo Integrado do Fogo para o controle dos incêndios florestais nas Terras Indígenas do Brasil. Biodiversidade Brasileira, 6(2): 88-105.

FALLEIRO, R.M., SANTANA, M.T. & BERNI, C.R. 2016. As Contribuições do Manejo Integrado do Fogo para o Controle dos Incêndios Florestais nas Terras Indígenas do Brasil. Biodiversidade Brasileira, 6(2):88-105.

FARRÉ-ARMENGOL, G., FILELLA, I., LLUSIA, J., & PEÑUELAS, J. 2015. Relationships among floral VOC emissions, floral rewards, and visits of pollinators in five plant species of a Mediterranean shrubland. Plant Ecology and Evolution, 148(1):90-99.

FELIPE, V., KLEINERT, A. & DAS NEVES, L. 2002. Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia [online]. 46(4): 539-545.

FILELLA, I., PRIMANTE, C., LLUSIÀ, J., GONZÁLEZ, A. M. M., SECO, R., FARRÉ-ARMENGOL, G., PENUELAS, J. 2013. Floral advertisement scent in a changing plant-pollinators market. Scientific reports, 3:3434.

FRANCENER, A., FERREIRA, C., 1, PORFÍRIO, É.D. & SANTOS, W. 2012. Flora fanerogâmica da floresta nacional de Silvânia, goiás, Brasil. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 8(14): 1263-1277.

FRANKIE, G.W., VINSON, S.B., RIZZARDI, M.A., GRISWOLD, T.L., KEEFE, S.O., SNELLING, R.R. 1997. Diversity and Abundance of Bees Visiting a Mass Flowering Tree Species in Disturbed Seasonal Dry Forest, Costa Rica. Journal of the Kansas Entomological Society, 70(4):281-296.

GALBRAITH, S. M., CANE, J.H., MOLDENKE, A. R. & RIVERS, J.W. 2019. Wild bee diversity increases with local fire severity in a fire-prone landscape. Ecosphere, 10(4):e02668. 10.1002/ecs2.2668

GIEHL, N., VALADÃO, M., SCHLEMMER, L., SANTOS, J., ALMEIDA, S., LENZA, E. & ANJOS-SILVA, E. 2013. O Efeito do Fogo sobre a Comunidade de Abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em Floresta de Transição Cerrado-Amazônia (Mato Grosso, Brasil). EntomoBrasilis, 6(3): 178-183

HOWELL, A. D., & ALARCON, R. 2007. Osmia bees (Hymenoptera: Megachilidae) can detect nectar-rewarding flowers using olfactory cues. Animal Behaviour, 74(2):199-205.

ICMBio. 2015. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Silvânia. Volume II, Brasília. p. 127

- KEELEY, J.E., PAUSAS, J.G., RUNDEL, P.W., BOND, W.J. & BRADSTOCK, R.A. 2011. Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. *Trends in Plant Science*, 16:406-411.
- KLEIN, A. M., B. E. VAISSIERE, J. H. CANE, I. STEFFAN-DEWENTER, S. A. CUNNINGHAM, KREMEN, C. & TSCHARNTKE. T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274:303-313.
- KUNZE, J., & GUMBERT, A. (2001). The combined effect of colour and odor on flower choice behavior of bumble bees in flower mimicry systems. *Behavioral Ecology*, 12(4):447-456.
- LEHMANN, C.E.R., ANDERSON, M.T., SANKARAN, M., HIGGINS, S.I., ARCHIBALD, S., HOFFMANN, W.A., HANAN, N.P., WILLIAMS, R.J., FENSHAM, R.J., FELFILI, J., HUTLEY, L.B., RATMAN, J., SAN JOSE, J., MONTES, R., FRANKLIN, D., RUSSELL-SMITH, J., RYAN, C.M., DURIGAN, G., HIERNAX, P., HAIDAR, R., BOWMAN, D.M.J.S. & BOND, W.J. 2014. Savanah vegetation fire-climate relationships differ among continents. *Science*, 343(6.170): 548-552.
- LOVE, B.G. & CANE, J.H. 2016. Limited direct effects of a massive wildfire on its sagebrush steppe bee community. *Ecological Entomology*, 41:317-326.
- MAJETIC, C. J., RAGUSO, R. A., & ASHMAN, T. L. 2009. The sweet smell of success: Floral scent affects pollinator attraction and seed fitness in *Hesperis matronalis*. *Functional Ecology*, 23(3):480-487.
- MÁRQUEZ, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37(1): 385-408.
- MILLAR, I.M., UYS, V.M. & URBAN, R.P. 2000. Collecting and Preserving Insects and Arachnids A Manual for Entomology and Arachnology. SAFRINET, the Southern African (SADC) LOOP of BioNET-International, South Africa. p.112.
- MIRANDA, H.S. 2010. Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Resultados do Projeto Fogo. Ibama. Brasília.
- MITTERMEIER, R.A., TURNER, W.R., FRANK W.L., BROOKS, T.M. & GASCON, C. 2011. Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots. In *Biodiversity Hotspots* (F.E. Zachos and J.C. Habel, eds.). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p.3-22
- MOURA, D. 2015. Levantamento de abelhas (hymenoptera, Apidae) na Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, Pará, Brasil. p. 1-120.
- MYCZKO, L., BANASZAK-CIBICKA, W., SPARKS, T. H., & TRYJANOWSKI, P. 2015. Do queens of bumblebee species differ in their choice of flower colour morphs of *Corydalis cava* (Fumariaceae)? *Apidologie*, 4(30):337-345.
- NASI, R., DENNIS, R., MEIJAARD, E., APPLGATE, G. & MOORE, P. 2002. Forest fire and biological diversity *Unasylva*, 209(53): 36-40

NAYANNY, DE S. FERNANDES, N.S., SILVA F.A.N, DE ARAGÃO, F.A.S., ZOCOLO, G.J. & FREITAS, B.M. 2019. Volatile Organic Compounds Role in Selective Pollinator Visits to Commercial Melon Types. *Journal of Agricultural Science*, 11(3):93-108.

NIGGEBRÜGGE, C., HEMPEL DE IBARRA, N. 2003 Colourdependent target detection by bees. *J. Comp. Physiol. A* 189:915-918.

OLLERTON, J., R. WINFREE, & TARRANT. S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120:321-326.

OSORIO, D., & VOROBYEV, M. 2008 A review of the evolution of animal colour vision and visual communication signals. *Vision Res*, 48:2042-2051.

SCARIOT, A., SOUZA-SILVA, J.C. & FELFILI, J.M. 2005. Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. p.118

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. 2001. Impacts of human-induced fires on biodiversity and ecosystem functioning and their causes in tropical, temperate and boreal forest biomes. SCBD, Montreal. p.42

SILVA, W. & PAZ, J. 2012. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. *Natureza on line*, 10 (3): 146-152

SILVEIRA, F.A., MELO, G.A.R., ALMEIDA, E.A.B. 2002. Abelhas brasileiras sistemática e identificação. 1 ed. Depósito legal na Biblioteca Nacional, Belo Horizonte.

SONG, B., CHEN, G., STÖCKLIN, J., PENG, D. L., NIU, Y., LI, Z. M., & SUN, H. 2014. New pollinating seed-consuming mutualism between *Rheum nobile* and a fly fungus gnat, *Bradysia* sp., involving pollinator attraction by a specific floral compound. *New Phytologist*, 203(4):1109-1118.

SOTO, V. C., MALDONADO, I. B., JOFRÉ, V. P., GALMARINI, C. R., & SILVA, M. F. 2015. Direct analysis of nectar and floral volatile organic compounds in hybrid onions by HS-SPME/GC-MS: Relationship with pollination and seed production. *Microchemical Journal*, 122:110-118.

SUCHET, C., DORMONT, L., SCHATZ, B., GIURFA, M., SIMON, V., RAYNAUD, C., & CHAVE, J. 2011. Floral scent variation in two *Antirrhinum majus* subspecies influences the choice of naïve bumblebees. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65(5):1015-1027.

VIVALDO, G., MASI, E., TAITI, C., CALDARELLI, G., & MANCUSO, S. 2017. The network of plants volatile organic compounds. *Scientific Reports*, 7(1):11050.

VOROBYEV, M., & MENZEL, R. 1999 Flower advertisement for insects: bees, a case study. In *Adaptive mechanisms in the ecology of vision* (S Archer, MB Djamgoz, E Loew, JC Partridge, S Vallerga eds). Dordrecht, The Netherlands: Springer, p. 537-553.

VOROBYEV, M., HEMPEL DE IBARRA, N., BRANDT, R. & GIURFA, M. 1999 Do 'white' and 'green' look the same to a bee? *Naturwissenschaften*, 86:592-594.

WHITNEY, H. M., CHITTKA, L., BRUCE, T. J. A., & GLOVER, B. J. 2009. Conical epidermal cells allow bees to grip flowers and increase foraging efficiency. *Current Biology*, 19(11):948-53.

WILLIAM, J.; BOND, W.J. & KEELEY, J.E. 2005. Fire as a global "herbivore": The ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(7):387-394.

WRIGHT, G. A., & SCHIESTL, F. P. 2009. The evolution of floral scent: The influence of olfactory learning by insect pollinators on the honest signalling of floral rewards. *Functional Ecology*, 23(5):841-851.