

# Distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos em áreas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro, MG, Brasil

Cláudia Inês da Silva<sup>1,3</sup>, Glein Araújo<sup>2</sup> e Paulo Eugênio Alves Macedo de Oliveira<sup>2</sup>

Recebido em 18/03/2011. Aceito em 18/06/2012

## RESUMO

(Distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos em áreas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro, MG, Brasil). Alguns fatores podem influenciar a distribuição dos recursos florais e sistemas de polinização bióticos nos ecossistemas, como por exemplo, o clima, a altitude, a região geográfica, fragmentação de áreas naturais e as diferenças na composição florística na estratificação vertical. Este estudo teve por objetivo avaliar a distribuição dos sistemas de polinização bióticos na estratificação vertical em fragmentos de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro. Não houve diferença significativa ( $\chi^2_{0,05,9}=14,17$ ;  $p=0,12$ ) na riqueza florística geral entre os fragmentos, nem quando comparada em separado para cada estrato (arbóreo, arbustivo, herbáceo e liana), estando o estrato arbustivo mais bem representado. Da mesma forma, não houve diferenças significativas entre fragmentos quanto aos sistemas de polinização ( $\chi^2_{0,05,21}=13,80$ ;  $p=0,8778$ ), sendo a polinização por abelhas mais comum, correspondendo ao menos 85% das espécies de plantas em cada fragmento. Em termos relativos, as plantas polinizadas por abelhas foram dominantes em todos os estratos, chegando a 100% das lianas e herbáceas em alguns fragmentos. Neste estudo, com base na composição florística e distribuição dos sistemas de polinização na estratificação vertical, podemos caracterizar um mosaico vertical no cerrado sentido restrito, que tem implicações na sustentabilidade das comunidades no cerrado, assim como os mosaicos horizontais de fitofisionomias.

**Palavras-chave:** Cerrado, florística, formação vegetal, polinização

## ABSTRACT

(Vertical distribution of biotic pollination systems in cerrado *sensu stricto* in the Triângulo Mineiro, MG, Brazil). Several factors can influence the distribution of floral resources and pollination systems in ecosystems, such as climate, altitude, geographic region, fragmentation of natural areas and differences in floristic composition along the vertical stratification. This study aimed to evaluate the distribution of the vertical stratification of biotic pollination systems in cerrado (*sensu stricto*) fragments in the Triângulo Mineiro. There was no significant difference ( $\chi^2_{0,05,9}=14.17$ ;  $P=0.12$ ) in total plant species richness among fragments, nor in the species richness of each layer (trees, shrubs, herbs and lianas) and the shrub layer was the best represented. Likewise, there was no significant difference between fragments for the systems of pollination ( $\chi^2_{0,05,21}=13.80$ ;  $P=0.8778$ ). Pollination by bees was the most common, corresponding to 85% of species in each fragment. In relative terms, plants pollinated by bees were dominant in all strata, reaching 100% for the lianas in fragments 1, 3 and 4 and for the herbs in fragments 1 and 4. In this study, based on floristic composition and distribution of biotic pollination systems in the vertical stratification, we could define a vertical mosaic in the cerrado studied, which has implications for the sustainability of communities in the cerrado, as well as the horizontal mosaic of vegetation types.

**Key words:** floristics, Neotropical savannas, plant formations, pollination

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Departamento de Biologia, Ribeirão Preto, SP, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, Uberlândia, MG, Brasil

<sup>3</sup> Autor para correspondência: claudiainess@gmail.com

## Introdução

O Cerrado apresenta uma grande diversidade florística, que corresponde a mais de 12 mil espécies de plantas vasculares, semelhante à riqueza encontrada em comunidades de florestas tropicais (Mendonça *et al.* 2008). Vários estudos foram desenvolvidos nesse bioma para investigar os sistemas de polinização das plantas e as comunidades de polinizadores associada (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Borges 2000; Oliveira & Gibbs 2000; 2002; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006; Barbosa & Sazima 2008), mas, comumente eles envolveram grupos, fisionomias ou estratos específicos, restando ainda lacunas sobre a organização dessas interações.

Alguns dos fatores que atuam na diversidade e reprodução de plantas do Cerrado podem estar relacionados às restrições impostas pela estacionalidade (Rizzini 1965). Apesar das plantas lenhosas sofrerem menos limitações em sua fenologia (Oliveira & Gibbs 1994; Oliveira 2008), tais restrições podem afetar a disponibilidade de polinizadores (Gottsberger 1986, Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Oliveira 2008). Para alguns grupos de plantas, a adaptação para o crescimento em condições de cerrado envolveria mudanças nos sistemas de polinização e de reprodução (Gottsberger 1986). Contudo, a reprodução sexuada, dependente de vetores para a polinização, é preponderante nesse bioma e *ca.* 84% das plantas lenhosas do cerrado apresentam xenogamia obrigatória (Oliveira & Gibbs 2000) e mesmo entre as plantas herbáceas, existem poucas plantas com reprodução autônoma (Barbosa & Sazima 2008).

De maneira geral, a polinização por abelhas tem sido frequentemente associada a espécies de Cerrado, com base nos caracteres florais e apresentação de recursos aos polinizadores (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Oliveira 1998; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Contudo, ainda se conhece pouco sobre a relação entre a distribuição dos recursos florais e sistemas de polinização com a estrutura das formações vegetais de Cerrado (Martins & Batalha 2007). O sistema de polinização pode variar de acordo com o clima, altitude, região geográfica e tipo de vegetação (*e.g.*, Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988). Além desses, outros fatores como diferenças entre borda e interior (Martins & Batalha 2006; 2007; Yamamoto *et al.* 2007) e a estratificação também podem influenciar significativamente a fenologia e disponibilidade dos recursos florais nos ecossistemas, que atuam diretamente na atração e manutenção dos polinizadores e consequentemente da flora associada (Bawa *et al.* 1985; Kress & Beach 1994; Kinoshita *et al.* 2006). Segundo Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988), mais de 80% das plantas do cerrado produzem recursos florais que atraem abelhas e terminam sendo polinizadas primariamente ou secundariamente por estes insetos. É importante notar que nem sempre estas abelhas são os polinizadores mais eficientes dessas plantas, mas os recursos florais disponibilizados podem ser vitais para a persistência das populações de abelhas no cerrado.

Existem diferentes maneiras de avaliar quais são os polinizadores e as interações estabelecidas com as flores na literatura. A tipificação mais estrita é baseada no conceito de síndromes de polinização, conforme Faegri & van der Pijl (1979), que tende a simplificar o fato de que em muitos casos as flores são visitadas e mesmo polinizadas por um espectro maior de animais (McCall & Primack 1992; Herrera 1996; 1998; Rozzi *et al.* 1997). Muitas espécies de plantas podem apresentar um sistema de polinização misto, combinando diferentes vetores de pólen (Bullock 1994), incluindo ambofilia, como em espécies de *Piper*, em que o sistema envolve agentes bióticos e abióticos (Figueiredo & Sazima 2004), a qual poderia compensar uma possível deficiência sazonal de insetos. Algumas espécies apresentam inclusive características florais associadas a mais de uma síndrome de polinização, como é o caso de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), *Chamissoa altissima* (Jacq.) Kunt (Amaranthaceae) e *Metrodorea nigra* A. St.-Hil. (Rutaceae) (Kinoshita *et al.* 2006). Desta maneira, compreender a distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos no cerrado é um passo importante para subsidiar estratégias de conservação dos polinizadores autóctones (Yamamoto *et al.* 2012) e das próprias fisionomias de vegetação (Martins & Batalha 2007). O presente estudo teve por objetivos conhecer a distribuição dos sistemas de polinização bióticos na estratificação vertical, com ênfase na importância relativa das plantas polinizadas por abelhas (*e.g.* Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988), segundo o hábito das plantas, em áreas de cerrado sentido restrito, no Triângulo Mineiro.

## Material e métodos

### Área de estudo

Foram estudados quatro fragmentos de cerrado sentido restrito, segundo classificação de Oliveira Filho & Ratter (2002). Os fragmentos acompanhados abrigam diversidade florística representativa dessa fitofisionomia (Carmo *et al.* 2011) e envolvem os municípios de Uberlândia e Araguari, no Triângulo Mineiro, MG.

O fragmento 1, de 60 ha, situa-se no município de Uberlândia (19°05' S - 48°21' W no centro da área) e é formado por vegetação de cerradão, cerrado sentido restrito e mata de galeria e faz parte da Fazenda Experimental Água Limpa da Universidade Federal de Uberlândia. O fragmento 2, com 23 ha, situa-se no município de Araguari (18°41' S - 48°06' W). Este fragmento é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), da Fazenda Campo Alegre. É formado por vegetação de cerradão e cerrado sentido restrito. O fragmento 3, de 127 ha, corresponde à Reserva Vegetal do Clube Caça e Pesca Itororó (CCPIU), localizada em Uberlândia (18°59' S - 48°18' W). A vegetação é formada predominantemente por cerrado sentido restrito e vereda. Finalmente, o fragmento 4, trata-se da RPPN, Estação Ecológica do Panga,

localizada na região sul de Uberlândia (19°11' S - 48°23' W) com 409,5 ha. É formado por um complexo de vegetação que inclui cerrado sentido amplo, vereda e mata semidecídua e de galeria (Schiavini & Araújo 1989).

#### Composição florística

A coleta do material botânico foi feita mensalmente, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2007 em todos os fragmentos, ao longo de transecções de 1000 m de comprimento por 20 m de largura totalizando 2 ha amostrados em cada um dos fragmentos estudados. Nessas transecções, foram coletadas amostras de todas as espécies em floração, durante os dois anos de estudo. Entretanto, não foram incluídos representantes das famílias Cyperaceae e Poaceae, já que a maioria das espécies apresenta polinização pelo vento e não oferecem recursos para vetores bióticos.

As plantas foram identificadas *in loco*, sempre que possível, ou encaminhadas a especialistas. O sistema de classificação utilizado foi a APG III (Chase & Reveal 2009). O material testemunho encontra-se depositado no *Herbarium Uberlandense* (HUFU).

#### Estratificação vertical

Os estratos foram classificados segundo o hábito mais frequente apresentado pelos indivíduos das populações estudadas. Para isso foram utilizados os parâmetros adotados por Bernacci & Leitão Filho (1996) e Rizzini & Rizzini (1983), com algumas modificações, a saber: Estrato arbóreo - indivíduos lenhosos com circunferência a altura do peito (1,30 m de altura do solo - CAP)  $\geq$  15 cm e mais de 2 m de altura; Estrato arbustivo - indivíduos lenhosos com caule entre 1 e 2 m de altura e CAP < 15 cm; Estrato herbáceo - indivíduos não lenhosos, de porte prostrado ou ereto e com caule < 1 m de altura; Lianas - indivíduos lenhosos, que se desenvolvem apoiados em outros vegetais sem dependência de nutrição e sem causar constrições aos mesmos.

#### Distribuição das plantas atrativas e polinizadas por agentes bióticos

Como o contexto do presente estudo foi avaliar os sistemas de polinização biótica com ênfase nas plantas polinizadas pelas abelhas, foi adotado o método empregado por Silberbauer-Gosttsberger & Gottsberger (1988) que consideraram flores polinizadas por abelhas todas as espécies que eram visitadas de maneira legítima por estes insetos. O mesmo foi considerado para os demais vetores bióticos envolvidos na polinização das plantas amostradas. Para isso, foram registradas características florais (morfologia, cor e presença de odor e recursos florais, como néctar, óleo, pólen, e resina) de cada uma das espécies de plantas amostradas. Tais características foram avaliadas diretamente no campo, quando possível, e amostras de flores foram coletadas para análise mais detalhadas em laboratório. Não foram feitos testes para quantificar os recursos florais. As flores foram observadas em campo quanto ao comportamento dos visi-

tantes durante a coleta dos recursos florais. Os dados obtidos nesse estudo foram comparados com aqueles disponíveis na literatura para cada espécie, ou grupo de espécies amostradas nas áreas e estão apresentados na Tabela 1.

#### Análises dos dados

Para avaliar a similaridade florística entre os fragmentos estudados, foi utilizado o índice de similaridade de Sørensen obtido pelo programa FITOPAC1 (Shepherd 1994). Para testar a diferença na riqueza de espécies entre os fragmentos de uma maneira geral e para cada tipo de estrato em separado foi aplicado o teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ) de independência através do pacote estatístico BioEstat 5.0 (Ayres *et al.* 2007). O mesmo foi feito para avaliar a associação entre os fragmentos e os sistemas de polinização das plantas amostradas.

## Resultados

Nos fragmentos estudados foram identificadas 178 espécies de plantas distribuídas em 114 gêneros e 41 famílias (Tab. 1). A composição florística variou entre os fragmentos (Tab. 1), no entanto, houve uma similaridade maior que 54% entre eles. O maior índice de similaridade foi registrado entre os fragmentos 1 e 4 (0,6484), enquanto o menor entre os fragmentos 2 e 3 (0,5472) (Tab. 2).

De maneira geral, a família de maior riqueza foi Fabaceae, com 32 espécies, representando 18% do total amostrado, seguida por Asteraceae (17 espécies), Malpighiaceae (16), Myrtaceae (15), Bignoniaceae (14), Melastomataceae (8), Rubiaceae (7), Vochysiaceae (6), Apocynaceae (5) e Chrysobalanaceae, Erythroxylaceae e Ochnaceae apresentando cada uma delas quatro espécies (Fig. 1). Juntas, essas famílias corresponderam a 29% de todas as famílias identificadas, concentrando 74,16% das espécies encontradas nos fragmentos, o que significa que pouco mais de um quarto do número de famílias concentra a maior riqueza de espécies no cerrado sentido restrito nos fragmentos estudados. Contudo, a ordem de importância destas famílias variou entre os fragmentos estudados (Tab. 1).

Não houve diferença significativa ( $\chi^2_{0,05,9} = 14,17; P = 0,12$ ) na riqueza total de espécies entre os fragmentos, nem quando comparados os estratos em separado (Fig. 2). As famílias mais bem representadas em número de espécies no estrato arbóreo foram: Fabaceae (15 espécies), Vochysiaceae (6), Malpighiaceae (5), Chrysobalanaceae (4) e Ochnaceae (3), sendo que juntas elas constituíram com 54,10% do total de espécies arbóreas amostradas. As famílias com maior riqueza de espécies no estrato arbustivo foram Fabaceae (14), Myrtaceae (13), Malpighiaceae (9), Asteraceae (7), Bignoniaceae e Melastomataceae (seis cada) e Erythroxylaceae e Rubiaceae (quatro espécies cada) representando juntas 79,75% do total de espécies identificadas nesse estrato. No estrato herbáceo, as famílias que apresentaram maior número de espécies foram Asteraceae (9), Fabaceae e Bignoniaceae (3), Convolvulaceae e Rubiaceae (duas espécies

**Tabela 1.** Composição florística e sistemas de polinização bióticos (classificados pelo grupo funcional de polinizadores exclusivo ou principal no local do estudo) nos fragmentos de cerrado sentido restrito nos municípios de Araguari e Uberlândia, MG. Av = arbóreo; Ab = arbustivo; He = herbáceo; Li = liana; \* = informações sobre visitas de abelhas nas flores em levantamentos faunísticos de Apoidea; \*\* = classificação do polinizador preponderante com base no gênero da planta; □ = observação no campo neste estudo.

Família	Espécie	Hábito	Agente polinizador preponderante	Referências (hábito, visitantes florais e polinizadores)	Fragmentos			
					1	2	3	4
1 Anacardiaceae	1 <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Av	Abelha	44, 56				✓
2 Annonaceae	2 <i>Annona coriacea</i> Mart.	Av	Besouro	32, 33, 37	✓			
	3 <i>Duguetia furfuracea</i> (A. St-Hil.) Benth. & Hook.f.	Ab	Besouro	6, 15, 33, 37	✓	✓		
	4 <i>Xylopia aromatica</i> A. St-Hil.	Av	Besouro	37, 53, 62	✓	✓	✓	✓
3 Apocynaceae	5 <i>Hancornia speciosa</i> Gomez	Av	Esfingídeo	21, 52, 58			✓	
	6 <i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woods.	Av	Esfingídeo	15, 58	✓			
	7 <i>Mandevilla velutina</i> (Mart. Stadelm.) Woodson	He	Abelha	6, 37, 64		✓		
	8 <i>Odontadenia lutea</i> (Vell.) Marckgr.	Li	Abelha	37, 78			✓	✓
	9 <i>Rhodocalix rotundifolius</i> Müll. Arg.	He	Borboleta	37		✓		
4 Asteraceae	10 <i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardn.) R.M.King H.Rob.	Ab	Abelha	□	✓	✓		
	11 <i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Ab	Abelha	1*, 6,	✓			
	12 <i>Bidens gardneri</i> Baker	He	Abelha	1*, 6, 16*, 40**, 64			✓	✓
	13 <i>Bidens segetum</i> (Mart.) Colla	Ab	Abelha	40**	✓			
	14 <i>Chresta sphaerocephala</i> DC.	Ab	Abelha	□			✓	✓
	15 <i>Chromolaena cf. squalida</i> (DC.) King & H. Rob.	Ab	Abelha	37				✓
	16 <i>Chromolaena ferruginea</i> (Gardn.) R.M. King & H. Rob.	Ab	Abelha	□	✓	✓	✓	✓
	17 <i>Dimerostemma lippoides</i> (Baker) Blake	He	Abelha	□			✓	
	18 <i>Ichthyothere mollis</i> Baker	He	Abelha	□		✓	✓	
	19 <i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	Av	Abelha	1, 16*, 52, 53	✓		✓	
	20 <i>Trichogonia attenuata</i> G. M. Barroso	He	Abelha	37	✓	✓	✓	✓
	21 <i>Vernonia aurea</i> (Mart.) DC.	He	Abelha	14*		✓		
	22 <i>Vernonia fruticosa</i> (Mart.) DC.	He	Abelha	14*	✓		✓	
	23 <i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Ab	Abelha	6, 14*		✓	✓	✓
	24 <i>Vernonia scabra</i> (Pers.)	He	Abelha	□		✓	✓	✓
	25 <i>Viguiera discolor</i> Baker	He	Abelha	□			✓	✓
	26 <i>Wedelia puberula</i> DC.	He	Abelha	□			✓	
5 Bignoniaceae	27 <i>Adenocalymma campicola</i> (Pilg.) L. Lohmann	Ab	Abelha	□	✓		✓	✓
	28 <i>Adenocalymma peregrinum</i> (Miers) L. Lohmann	Ab	Abelha	37	✓		✓	✓
	29 <i>Amphilophium elongatum</i> (Vahl) L. Lohmann	Li	Abelha	1*, 37, 79, 84			✓	
	30 <i>Anemopaegma arvense</i> (Vell. Stelfeld) Souza	He	Abelha	18**, 37	✓			
	31 <i>Anemopaegma glaucum</i> (Mart.) DC.	He	Abelha	14*, 18**, 37	✓			
	32 <i>Cuspidaria pulchra</i> (Cham.) L. Lohmann	Ab	Abelha	1*, 37		✓	✓	✓
	33 <i>Fridericia florida</i> (DC.) L. Lohmann	Li	Abelha	37	✓	✓		✓
	34 <i>Fridericia platyphylla</i> (Cham.) L. Lohmann	Ab	Abelha	37, 64*, 79, 84, 85	✓		✓	✓
	35 <i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Av	Abelha	10, 16*, 28, 37, 79, 52	✓		✓	✓
	36 <i>Jacaranda decurrens</i> (Cham.)	He	Abelha	6, 37, 84, 85	✓		✓	
	37 <i>Jacaranda rufa</i> Silva Manso	Ab	Abelha	6, 37, 64*, 79	✓		✓	
	38 <i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	Li	Beija-flor	1*, 30, 37, 64*		✓		
	40 <i>Zeyheria montana</i> Mart.	Ab	Beija-flor	6, 13, 37	✓	✓	✓	✓

Continua

Tabela 1. Continuação.

Família		Espécie	Hábito	Agente polinizador preponderante	Referências (hábito, visitantes florais e polinizadores)	Fragmentos			
						1	2	3	4
6 Caryocaraceae	41	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	Av	Morcego	15, 37, 38, 53, 58, 86	✓	✓	✓	
7 Chrysobalanaceae	42	<i>Couepia grandiflora</i> Benth. & Hook. f.	Av	Mariposa	37, 53, 75			✓	
	43	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	Av	Borboleta	53		✓		
	44	<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. f.) Prance	Av	Borboleta	53				✓
	45	<i>Licania humilis</i> Cham.	Av	Abelha	14*, 16*	✓	✓		✓
8 Clusiaceae	46	<i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart.	Av	Abelha	11, 16*, 54	✓	✓	✓	✓
	47	<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	Av	Abelha	37, 54			✓	✓
9 Cochlospermaceae	48	<i>Cochlospermum regium</i> (Schrank) Pilger	Ab	Abelha	6, 14*, 37, 48, 64	✓	✓	✓	✓
10 Commelinaceae	49	<i>Commelina erecta</i> L.	He	Abelha	37			✓	
11 Connaraceae	50	<i>Rourea induta</i> Planch.	Ab	Abelha	6, 16*, 37	✓		✓	✓
12 Convolvulaceae	51	<i>Evolvulus pterocaulon</i> Moric.	He	Abelha	□			✓	
	52	<i>Ipomoea villosa</i> Meins	Li	Abelha	14*	✓	✓	✓	✓
	53	<i>Merremia tomentosa</i> (Choisy) Hallier f.	He	Abelha	6		✓	✓	
13 Cunoniaceae	54	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Av	Abelha	53		✓		
14 Dilleniaceae	55	<i>Davilla elliptica</i> A. St-Hil.	Ab	Abelha	1*, 6, 14*, 16*, 37, 52, 55, 64*	✓	✓	✓	✓
	56	<i>Davilla rugosa</i> A. St-Hil.	Li	Abelha	□		✓		
15 Erythroxylaceae	57	<i>Erythroxylum campestre</i> A. St-Hil.	Ab	Abelha	6, 9, 37, 64*				✓
	58	<i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hil.	Ab	Abelha	9, 83, 52		✓		✓
	59	<i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil.	Ab	Abelha	1*, 9*, 14*, 16*, 55, 64*	✓	✓	✓	✓
	60	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Ab	Abelha	9, 14*, 55	✓	✓	✓	
16 Euphorbiaceae	61	<i>Manihot caerulescens</i> Pohl	Ab	Abelha	□			✓	
17 Fabaceae	62	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Av	Abelha	1*		✓		
	63	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakovl.	Av	Abelha	1*, 14*, 16*, 30, 64*	✓	✓	✓	✓
	64	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenb.) Yakovl.	Av	Abelha	1*, 30, 53	✓	✓		✓
	65	<i>Andira humilis</i> (Mart.) Benth.	Ab	Abelha	37	✓		✓	
	66	<i>Andira paniculata</i> Benth.	Av	Abelha	□	✓	✓	✓	✓
	67	<i>Bauhinia brevipes</i> Vog.	Ab	Morcego	□	✓	✓	✓	
	68	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Ab	Morcego	29, 53, 37	✓	✓		
	69	<i>Bowdichia virgilioides</i> H. B. & K.	Av	Abelha	19*, 53				✓
	70	<i>Camptosema ellipticum</i> (Desv.) Burkart	Ab	Beija-flor	□			✓	
	71	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	Ab	Abelha	14*, 37, 47**, 64, 75	✓	✓	✓	✓
	72	<i>Chamaecrista flexuosa</i> L. (Greene)	He	Abelha	37, 47**, 64, 75		✓	✓	
	73	<i>Chamaecrista viscosa</i> (H. B. & K.) H. S. Irwin & Barneby	Ab	Abelha	37, 47**	✓	✓	✓	✓
	74	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Av	Abelha	20, 25		✓		
	75	<i>Crotalaria brachystachya</i> Link	Ab	Abelha	6	✓	✓	✓	✓
	76	<i>Crotalaria micans</i> Link	Ab	Abelha	□			✓	
77	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Av	Abelha	1*, 14*, 15, 52	✓	✓	✓	✓	
78	<i>Enterolobium gumiferum</i> (Mart.) Macbr.	Av	Abelha	□		✓		✓	
79	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart.	Av	Morcego	15, 29, 55	✓				

Continua

Tabela 1. Continuação.

Família	Espécie	Hábito	Agente polinizador preponderante	Referências (hábito, visitantes florais e polinizadores)	Fragmentos				
					1	2	3	4	
	80	<i>Machaerium acutifolium</i> Vog.	Av	Abelha	15, 37, 53	✓	✓	✓	✓
	81	<i>Mimosa debilis</i> Humb. & Bonpl.	He	Abelha	□		✓	✓	
	82	<i>Mimosa hirsutissima</i> Mart.	He	Abelha	□	✓	✓		
	83	<i>Pterodon emarginatus</i> Vog.	Av	Abelha	2, 14*			✓	
	84	<i>Senna cf pendula</i> Willd.	Ab	Abelha	37		✓		
	85	<i>Senna cf rostrata</i> (Mart.) H.S. Irwin & Barneby	Ab	Abelha	□		✓		
	86	<i>Senna macranthera</i> (DC.) H. S. Irwin & Barneby	Av	Abelha	37, 43, 65	✓	✓		
	87	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H. Irwin & Barneby	Ab	Abelha	□	✓			✓
	88	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Ab	Abelha	43	✓			
	89	<i>Senna rugosa</i> (G. Don) Irwin & Barneby	Ab	Abelha	1*, 14*, 37, 64	✓	✓	✓	✓
	90	<i>Senna sylvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby	Av	Abelha	50, 53, 82				✓
	91	<i>Senna velutina</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	Ab	Abelha	78			✓	
	92	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.)	Av	Abelha	14*, 37, 61	✓	✓	✓	✓
	93	<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	Av	Abelha	15, 52	✓	✓	✓	✓
18 Lamiaceae	94	<i>Aegiphilla lhotskyana</i> Cham.	Ab	Abelha	1*, 64*	✓		✓	
	95	<i>Hyptis crenata</i> (Pohl) Benth.	Ab	Abelha	4*, 16*			✓	✓
	96	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Point.	He	Abelha	64*			✓	
19 Lauraceae	97	<i>Ocotea puchella</i> Mart.	Av	Mosca	1*, 53	✓			✓
20 Lythraceae	98	<i>Diplusodon lanceolatus</i> Pohl	Ab	Abelha	6	✓		✓	✓
	99	<i>Diplusodon virgatus</i> Pohl	Ab	Abelha	1*, 64*			✓	✓
	100	<i>Lafoensia pacari</i> A. St. Hil.	Av	Morcego	1*, 14*, 15, 73		✓		
21 Malpighiaceae	101	<i>Banisteriopsis argyrophylla</i> (A. Juss.) B.Gates	Ab	Abelha	6, 14*, 16*, 37, 64*		✓		
	102	<i>Banisteriopsis malifolia</i> (Nees & Mart.) B.Gates	Ab	Abelha	14*	✓		✓	✓
	103	<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B.Gates	Ab	Abelha	1*, 6, 14*		✓	✓	
	104	<i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss.	Av	Abelha	6, 14*, 16*	✓	✓	✓	✓
	105	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Av	Abelha	1*, 8, 12, 15, 16*, 52, 64*	✓	✓	✓	
	106	<i>Byrsonima coriacea</i> (Sw.) Kunth	Av	Abelha	□	✓	✓		✓
	107	<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.	Ab	Abelha	1*, 6, 14*, 16*, 59, 69	✓	✓	✓	✓
	108	<i>Byrsonima pachyphylla</i> Nied.	Av	Abelha	8, 53	✓	✓	✓	✓
	109	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich.	Av	Abelha	8, 14*, 16*, 37, 52		✓	✓	✓
	110	<i>Heteropteris anoptera</i> A. Juss.	Li	Abelha	□	✓	✓		✓
	111	<i>Heteropteris byrsonimifolia</i> A. Juss.	Ab	Abelha	6, 14*, 64*	✓	✓	✓	✓
	112	<i>Heteropteris escalloniifolia</i> A. Juss.	Ab	Abelha	□		✓		
	113	<i>Heteropteris pteropetala</i> A. Juss.	Ab	Abelha	□			✓	
	114	<i>Peixotoa tomentosa</i> A. Juss.	Ab	Abelha	6	✓	✓	✓	✓
	115	<i>Pterandra pyroidea</i> A.Juss.	He	Abelha	14*		✓		
	116	<i>Tetrapteris</i> sp.	Ab	Abelha	37, 64*, 69			✓	
22 Malvaceae	117	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Av	Abelha	1*, 37, 53, 57	✓	✓	✓	✓
	118	<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	Av	Abelha	14*, 55, 57	✓			
	119	<i>Pavonia rosa-campesitris</i> A. Juss	He	Abelha	37			✓	

Continua

Tabela 1. Continuação.

Família	Espécie	Hábito	Agente polinizador preponderante	Referências (hábito, visitantes florais e polinizadores)	Fragmentos				
					1	2	3	4	
23 Melastomataceae	120	<i>Cambessedesia hilariana</i> (Kunth.) DC.	He	Abelha	24			✓	
	121	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Av	Abelha	1*, 31, 53	✓	✓	✓	✓
	122	<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Ab	Abelha	□	✓		✓	
	123	<i>Miconia fallax</i> A. DC.	Ab	Abelha	14*, 16*, 31, 37, 52			✓	✓
	124	<i>Microlicia isophylla</i> DC.	Ab	Abelha	□			✓	
	125	<i>Rhynchanthera grandiflora</i> (Aubl.) DC.	Ab	Abelha	14*		✓	✓	
	126	<i>Tibouchina</i> sp.	Ab	Abelha	□		✓		
	127	<i>Trembleya parviflora</i> (D. Don) Cogn.	Ab	Abelha	□		✓		✓
24 Meliaceae	128	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Ab	Abelha	26			✓	
25 Miristicaceae	129	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Av	Abelha	44, 53	✓	✓		✓
26 Myrtaceae	130	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	Ab	Abelha	6, 37, 80	✓	✓	✓	
	131	<i>Campomanesia pubescens</i> (A. DC.) O. Berg	Ab	Abelha	1*, 6, 14*, 37, 66, 80*	✓	✓	✓	
	132	<i>Eugenia albotomentosa</i> Cambess.	Ab	Abelha	37				✓
	133	<i>Eugenia aurata</i> O. Berg	Ab	Abelha	6, 15, 37	✓	✓		
	134	<i>Eugenia calycina</i> Cambess.	Ab	Abelha	□	✓	✓	✓	✓
	135	<i>Eugenia heringeriana</i> Mattos	Ab	Abelha	□			✓	
	136	<i>Eugenia puniceifolia</i> (H. B. & K.) DC.	Ab	Abelha	6, 77	✓	✓		
	137	<i>Myrcia canescens</i> O. Berg	Ab	Abelha	□	✓	✓		
	138	<i>Myrcia rhodosepala</i> Kiaersk.	Ab	Abelha	38, 66				✓
	139	<i>Myrcia splendens</i> (SW.) DC.	Av	Abelha	38, 81	✓	✓	✓	✓
	140	<i>Myrcia rubella</i> Camb.	Ab	Abelha	□		✓	✓	✓
	141	<i>Myrcia</i> sp.	Av	Abelha	□	✓		✓	✓
	142	<i>Myrcia uberavensis</i> Berg.	Ab	Abelha	6, 37, 64*		✓	✓	✓
	143	<i>Myrcia variabilis</i> (Mart.) DC.	Ab	Abelha	14*	✓	✓	✓	
144	<i>Psidium cinereum</i> Mart.	Ab	Abelha	38	✓	✓			
27 Nyctaginaceae	145	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lund	Av	Abelha	14*, 52, 53, 72	✓	✓	✓	✓
28 Ochnaceae	146	<i>Ouratea castaneaefolia</i> (A. DC.) Engl.	Av	Abelha	15, 53				✓
	147	<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Baill.	Av	Abelha	14*, 41, 69			✓	✓
	148	<i>Ouratea nana</i> (A. St. Hil.) Engl.	Ab	Abelha	6, 64*			✓	
	149	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	Av	Abelha	1*, 7, 15, 37, 55	✓	✓	✓	✓
29 Onagraceae	150	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Hara	Ab	Abelha	□		✓		
30 Orobanchaceae	151	<i>Buchnera lavandulacea</i> (Cham.) & Schldtl.	He	Borboleta	37			✓	
	152	<i>Esterhazyia splendida</i> Mikan	Ab	Beija-flor	37			✓	
31 Polygalaceae	153	<i>Bredemeyera floribunda</i> Willd.	Li	Abelha	1*, 37				✓
	154	<i>Securidaca tomentosa</i> A. St. Hil.	Li	Abelha	37				✓
32 Proteaceae	155	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Av	Mariposa	15, 52, 53, 58		✓	✓	
33 Rubiaceae	156	<i>Alibertia edulis</i> (Vell.) K. Schum.	Av	Esfingídeo	□	✓		✓	
	157	<i>Borreria poaya</i> (St. Hil.) DC.	He	Abelha	37		✓		
	158	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Ab	Abelha	64*		✓		
	159	<i>Declieuxia fruticosa</i> (Willd.) Kuntze	Ab	Abelha	14*	✓		✓	

Continua

Tabela 1. Continuação.

Família	Espécie	Hábito	Agente polinizador preponderante	Referências (hábito, visitantes florais e polinizadores)	Fragmentos			
					1	2	3	4
	160 <i>Galianthe eupatorioides</i> (Cham. & Schlecht.) Cabral	He	Abelha	□			✓	
	161 <i>Palicourea rigida</i> Kunth.	Ab	Beija-flor	1*, 52, 37, 76	✓		✓	✓
	162 <i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schldtl.) K. Schum.	Ab	Esfingídeo	52, 72	✓		✓	✓
34 Rutaceae	163 <i>Hortia brasiliiana</i> (Vand.)	Ab	Beija-flor	7			✓	
35 Salicaceae	164 <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Av	Mosca	6, 15, 53		✓	✓	
36 Sapindaceae	165 <i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Av	Abelha	14*, 16*, 53	✓	✓	✓	✓
	166 <i>Serjania erecta</i> Radlk.	Li	Abelha	37			✓	
	167 <i>Serjania reticulata</i> Cambess.	Li	Abelha	1*, 37	✓	✓		✓
37 Siparunaceae	168 <i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Av	Mosca	22, 53		✓		
38 Solanaceae	169 <i>Solanum lycocarpum</i> A. St. Hil.	Av	Abelha	4*, 14*, 60, 64*	✓	✓	✓	✓
	170 <i>Solanum paniculatum</i> L.	Ab	Abelha	3*, 14*, 16*, 23	✓	✓		✓
39 Styracaceae	171 <i>Styrax ferrugineum</i> Nees & Mart.	Av	Abelha	1*, 14*, 16*, 37, 52, 53, 70	✓	✓	✓	✓
40 Verbenaceae	172 <i>Lippia salviaefolia</i> Cham.	Ab	Abelha	1*, 64*			✓	
41 Vochysiaceae	173 <i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Av	Esfingídeo	5, 15, 58	✓	✓	✓	✓
	174 <i>Qualea multiflora</i> Mart.	Av	Abelha	1*, 5, 14*, 16*, 52, 53, 64*	✓	✓	✓	✓
	175 <i>Qualea parviflora</i> Mart.	Av	Abelha	1*, 5, 14*, 15, 16*, 37, 52, 53	✓	✓	✓	✓
	176 <i>Salvertia convallariaeodora</i> St. Hil.	Av	Esfingídeo	56				✓
	177 <i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl	Av	Abelha	16*, 31, 71	✓		✓	✓
	178 <i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Av	Abelha	1*, 16*, 51, 53, 64*	✓		✓	✓
Total de famílias					27	30	35	30
Total de gêneros					62	65	82	60
Total de espécies					92	97	115	90

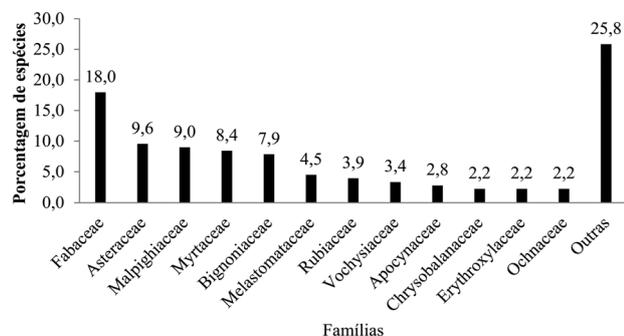
Referências sobre hábito, visitantes florais e polinizadores (listadas no Apêndice): 1- Andena *et al.* (2005), 2- Williams *et al.* (2001), 3- Aguiar (2003), 4- Antonini & Martins (2003), 5- Barbosa (1983), 6- Barbosa & Sazima (2008), 7- Barbosa (1999), 8- Barros (1992), 9- Barros (1998), 10- Barros (2001), 11- Barros (2002), 12- Benezar & Pessoni (2006), 13- Bittencourt & Semir (2004), 14- Raw *et al.* (1998), 15- Borges (2000), 16- Carvalho & Bego (1997), 17- Carvalho *et al.* (2001), 18- Carvalho *et al.* (2007)\*, 19- Chaves *et al.* (2007), 20- Crestana & Kageyama (1989), 21- Darrault & Schlindwein (2005), 22- Feil (1992), 23- Forni-Martins *et al.* (1998), 24- Fracasso & Sazima (2004), 25- Freitas & Oliveira (2002), 26- Fuzeto *et al.* (2001), 27- Gibbs (1990), 28- Gibbs & Bianchi (1993), 29- Gibbs *et al.* (1999), 30- Gobatto-Rodrigues & Stort (1992), 31- Goldenberg & Shepherd (1998), 32- Gottsberger (1986), 33- Gottsberger (1989a), 34- Gottsberger (1994), 35- Gottsberger (1989b), 36- Gottsberger (1999), 37- Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger (2006), 38- Gressler *et al.* (2006), 39- Gribel & Hay (1993), 40- Grombone-Guarantini & Semir (2004), 41- Henriques (1999), 42- Jardim & Mota (2007), 43- Kill *et al.* (2000), 44- Lenza & Oliveira (2005), 45- Lenza & Oliveira (2006), 46- Martins & Gribel (2007), 47- Nascimento & Del-Claro (2007), 48- Noronha & Gottsberger (1980), 49- Noronha & Silberbauer-Gottsberger (1980), 50- Carvalho & Oliveira (2003), 51- Oliveira & Gibbs (1994), 52- Oliveira & Gibbs (2000), 53- Oliveira & Paula (2001), 54- Oliveira & Sazima (1990), 55- Oliveira (1991), 56- Oliveira (1996), 57- Oliveira *et al.* (1992), 58- Oliveira *et al.* (2005), 59- Oliveira *et al.* (2007), 60- Oliveira-Filho & Oliveira (1988), 61- Ortiz *et al.* (2003), 62- Paulino-Neto & Oliveira (2006), 63- Paulino-Neto (2007) - 64- Pedro (1992), 65- Pinheiro & Sazima (2007), 66- Proença & Gibbs (1994), 67- Albuquerque & Rego (1989), 68- Rego & Albuquerque (1989), 69- Rego *et al.* (2006), 70- Saraiva *et al.* (1988), 71- Santos *et al.* (1997), 72- Saraiva *et al.* (1996), 73- Sazima & Sazima (1975), 74- Sazima & Sazima (1989), 75- Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988), 76- Silva (1995), 77- Silva & Pinheiro (2007), 78- Silva & Torean-Silingardi (2008), 79- Stevens (1994), 80- Torean-Silingardi & Del-Claro (1998), 81- Torean-Silingardi *et al.* (2004), 82- Viana *et al.* (1997), 83- Yamamoto *et al.* (2007), 84- Yanagizawa & Gottsberger (1983), 85- Yanagizawa & Mainomi-Rodella (2007), 86- Martins & Gribel (2007).

cada uma delas), representando 70,37% do total amostrado. As lianas estiveram mais bem representadas pelas famílias Bignoniaceae (3), Polygalaceae e Sapindaceae (2), que juntas representaram 63,63% do total de espécies trepadeiras amostradas (Tab. 1).

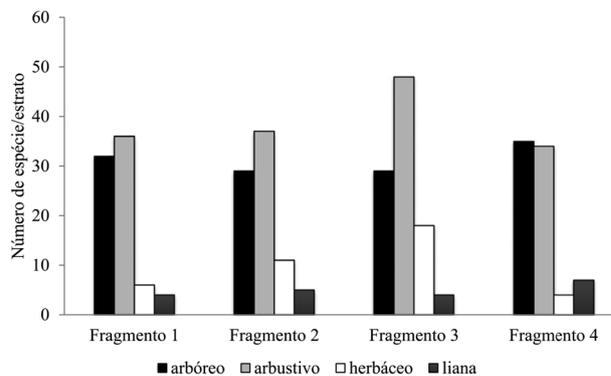
Das 178 espécies de plantas identificadas nos fragmentos (Tab. 1), de maneira geral, 83,15% delas (148 espécies) são

Tabela 2. Similaridade florística, segundo o índice de Sørensen, entre os fragmentos de cerrado sentido restrito.

Fragmento	1	2	3
2	0,6243		
3	0,6087	0,5472	
4	0,6484	0,5882	0,6244



**Figura 1.** Distribuição, em porcentagem, das espécies nas famílias mais bem representadas nos fragmentos de cerrado sentido restrito nos municípios de Araguari e Uberlândia, MG.



**Figura 2.** Número de espécies de plantas distribuídas na estratificação vertical nos fragmentos de cerrado sentido restrito nos municípios de Araguari e Uberlândia, MG.

**Tabela 3.** Distribuição em porcentagem das espécies de plantas, por sistemas de polinização bióticos, na estratificação vertical nos fragmentos de cerrado sentido restrito.

Fragmento	Hábito	Agentes polinizadores preponderantes (%)							
		Besouro	Esfíngídeo	Mariposa	Abelha	Mosca	Beija-flor	Borboleta	Morcego
1	arbóreo	5,00	7,50	-	80,00	5,00	-	-	2,50
	arbustivo	2,38	2,38	-	85,71	-	4,76	-	4,76
	herbáceo	-	-	-	100	-	-	-	-
	liana	-	-	-	100	-	-	-	-
2	arbóreo	2,63	2,63	2,63	76,32	7,89	-	2,63	5,26
	arbustivo	2,44	-	-	90,24	-	2,44	-	4,88
	herbáceo	-	-	-	91,67	-	-	8,33	-
	liana	-	-	-	83,33	-	16,67	-	-
3	arbóreo	2,70	8,11	5,41	78,38	2,70	-	-	2,70
	arbustivo	-	1,82	-	87,27	-	9,09	-	1,82
	herbáceo	-	-	-	94,74	-	-	5,26	-
	liana	-	-	-	100	-	-	-	-
4	arbóreo	2,38	4,76	-	83,33	4,76	0,00	2,38	2,38
	arbustivo	-	2,70	-	91,89	-	5,41	-	-
	herbáceo	-	-	-	100	-	-	-	-
	liana	-	-	-	100	-	-	-	-

polinizadas primariamente por abelhas, seguidas daquelas polinizadas por esfíngídeos e beija-flor (3,37%, seis espécies cada), morcegos (2,81%, cinco espécies), moscas e borboletas (2,25%, quatro espécies cada), besouros (1,68%, três espécies) e mariposas (1,12%, duas espécies). Apesar de certa variação na distribuição dos tipos de polinização entre os fragmentos, não houve diferenças significativas na distribuição das plantas polinizadas por abelhas ( $\chi^2_{0,05,21} = 13,80$ ;  $P = 0,8778$ ), sendo as espécies visitadas e polinizadas por abelhas mais comuns em todos os fragmentos, correspondendo em toda a estratificação vertical, ao menos a 85% das espécies de cada fragmento (Tab. 3). Em termos

relativos, as plantas que apresentaram recursos florais para abelhas também foram dominantes em todos os estratos, chegando a 100% das espécies de lianas nos fragmentos 1, 3 e 4 e das espécies herbáceas nos fragmentos 1 e 4 (Tab. 3).

## Discussão

O cerrado sentido restrito na região estudada apresentou uma distribuição relativamente uniforme na composição florística com índice de similaridade alto entre os fragmentos. Dados semelhantes, quanto à composição florística foram obtidos em estudos feitos no cerrado em outras regiões

(Teixeira *et al.* 2004; Borges & Shepherd 2005; Paula *et al.* 2007).

A análise separada dos estratos distribuídos verticalmente permitiu verificar certa heterogeneidade na composição das espécies, revelando sua importância na dinâmica da distribuição dos sistemas de polinização e na oferta de recursos florais para abelhas. Dentre os oito tipos de polinização zoófila encontradas, a fração de plantas polinizadas exclusivamente ou principalmente por abelhas foi grande em todas as áreas estudadas. Este fato corrobora os demais estudos já desenvolvidos para estimar os sistemas de polinização no cerrado (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Oliveira & Gibbs 2000; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006; Martins & Batalha 2006; Martins & Batalha 2007).

A alta porcentagem de plantas polinizadas exclusivamente ou principalmente por abelhas (83,15%) foi de maneira geral maior do que a verificada em outros estudos, (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Oliveira & Gibbs 2000; Martins & Batalha 2006; Martins & Batalha 2007). Este percentual maior está provavelmente associado ao fato de terem sido incluídas as espécies distribuídas em toda a estratificação vertical, que floresceram durante o período estudado. A maior parte dos estudos anteriores incluiu plantas de um ou outro estrato, excluindo às vezes grupos inteiros de plantas, como as lianas que foram aqui amostradas. Outro fator, é que as plantas não foram subdivididas no presente estudo, entre aquelas polinizadas por abelhas grandes ou pequenas (e.g. Barbosa & Sazima 2008). Tampouco foram agrupadas as plantas polinizadas por abelhas pequenas entre aquelas polinizadas por insetos pequenos ou muito pequenos (e.g., Oliveira & Gibbs 2000), uma vez que abelhas grandes, como espécies de *Xylocopa* podem visitar e polinizar efetivamente plantas com flores pequenas (Silva *et al.* 2010) e abelhas pequenas também visitam flores grandes e/ou com corola tubular longa, agindo inclusive como polinizadores efetivos (Silva *et al.* 2007). Como no caso de polinização por beija-flores (Maruyama *et al.* 2012), as abelhas usaram um espectro grande de recursos florais. Mesmo quando não são importantes para a polinização das plantas visitadas, os recursos oferecidos por estas plantas podem ser vitais para a persistência das populações de abelhas na ausência de outras fontes de alimentos.

Apesar das síndromes de polinização serem boas preditoras dos sistemas de polinização efetivos (e.g., Danieli-Silva *et al.* 2012), os dados aqui apresentados sugerem que as abelhas polinizam primariamente um espectro muito maior de plantas do que o que seria previsto com base apenas nas síndromes morfológicas de polinização. Se considerássemos nesse estudo apenas as síndromes de polinização definidas por Faegri & van der Pijl (1979), a espécie *Odontadenia lutea* (Apocynaceae), por exemplo, estaria enquadrada na síndrome de polinização esfingófila. Entretanto, essa espécie é efetivamente polinizada pelas abelhas *Eulaema nigrata* (Silva & Torezan-Silingardi 2008) e *Euglossa imperialis*. Essas duas espécies de abelhas pertencem à tribo Euglossini

e apresentam glossas suficientemente longas para atingir a câmara nectarífera e foram frequentemente observadas coletando néctar e polinizando *O. lutea*.

Dentre as espécies de plantas que dependem exclusivamente das abelhas para a sua polinização nas áreas de cerrado estudadas, podemos citar as pertencentes à família Malpighiaceae, que produzem óleo floral coletado por abelhas das tribos Tapinotaspidini (e.g., gêneros *Paratretrapedia* e *Tetrapedia*) e Centridini (e.g., gêneros *Epicharis* e *Centris*). Essas abelhas foram comumente encontradas coletando óleo em *Banisteriopsis malifolia*, *Byrsonima intermedia*, *B. coccolobifolia*, *B. verbascifolia*, *B. crassa*, *Heteropteris pteropetala*, *H. byrsonimifolia* (Gaglianone 2001; 2003; Alves-dos-Santos *et al.* 2007; Rocha-Filho *et al.* 2008). Outras espécies com flores de pólen, como as pertencentes às famílias Fabaceae (e.g., *Senna* e *Chamaecrista*), Cochlospermaceae (*Cochlospermum*), Melastomataceae (*Cambessedesia*, *Microlicia*, *Rhynchanthera*, *Trembleya*), Ochnaceae (*Ouratea*) e Solanaceae (*Solanum*), são tipicamente polinizadas por abelhas que fazem vibração nas anteras (Buchmann 1983), como as dos gêneros *Bombus*, *Centris*, *Epicharis*, *Oxaea* e *Xylocopa*.

Diferentemente do cerrado estudado, em vegetação mais densa com estratificação mais acentuada, como as florestas tropicais, estudos têm mostrado que a maioria das plantas polinizadas preferencialmente por abelhas pertence ao estrato superior (q.v., Appanah 1981; 1990; Frankie 1975; Bawa *et al.* 1985; Bawa 1990; Kress & Beach 1994; Yamamoto *et al.* 2007). Embora com menor riqueza de espécies, nos estratos formados por plantas herbáceas e lianas em algumas das áreas (áreas 1 e 4), as espécies polinizadas exclusivamente ou principalmente por abelhas podem representar até 100% do total, evidenciando a importância desses elementos na manutenção das comunidades das abelhas nas áreas estudadas. Grande parte das espécies herbáceas encontradas nos fragmentos também é relatada em outras fisionomias mais abertas do Cerrado, como campo sujo, campo limpo e vereda e são na sua maioria polinizadas por abelhas (Barbosa & Sazima 2008).

A predominância de plantas polinizadas por abelhas em todos os estratos da vegetação, como observada no presente estudo, reforça a importância desses insetos na manutenção da biodiversidade no cerrado. As abelhas são agentes polinizadores importantes não apenas nesse bioma (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Borges 2000; Oliveira & Gibbs 2000), mas também em outras nas regiões tropicais (Gentry 1982; Frankie *et al.* 1983; Bawa *et al.* 1985; Kress & Beach 1994; Machado & Lopes 2004), merecendo maior destaque em estudos de conservação no cerrado sentido restrito na região, onde podem ser responsáveis pela polinização primária ou secundária de mais de 85% das espécies, como verificado neste estudo.

É possível também concluir que a estratificação vertical, comumente negligenciada nos estudos de polinização no Cerrado, possa ser importante para a manutenção da diversidade de sistemas de polinização de uma maneira geral e para a diversidade de abelhas em particular. Plantas do estrato arbóreo

apresentam pico de floração na estação chuvosa, enquanto as espécies dos demais estratos florescerem em épocas distintas ou ao longo de todo o ano (Batalha & Martins 2004, C.I. Silva, dados não public.). A distribuição heterogênea dos sistemas de polinização e estas diferenças fenológicas podem gerar um mosaico vertical na disponibilidade dos recursos florais utilizados pelos polinizadores, que pode ser tão importante como os mosaicos horizontais (Araújo *et al.* 2011, C.I. Silva, dados não public.) na sustentabilidade das comunidades de plantas e polinizadores no Cerrado.

## Agradecimentos

Aos pesquisadores Ivan Schiavini, Ana Angélica Almeida Barbosa, Adriana Arantes do Nascimento, Jimi Naoki Nakajima, Rosana Romero, Eric Koiti Okiyama Hattori, Priscila Oliveira Rosa e Flávia Garcia pela identificação das espécies vegetais. À Fapemig pela bolsa concedida à primeira autora durante o doutoramento e à CAPES pela bolsa de estágio sanduíche na Universidad de Sevilla. Aos revisores anônimos pelas valiosas considerações no artigo.

## Referências bibliográficas

- Aguar, C.M.L. 2003. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia** 20: 457-467.
- Albuquerque, P.M.C. & Rêgo, M.M.C. 1989. Fenologia das abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoológica** 5: 163-178.
- Alves-dos-Santos, I.; Machado I.C. & Gaglianone, M.C. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. **Oecologia Brasiliensis** 11: 544-557.
- Andena, S.R.; Bego, L.R. & Mechi, M.R. 2005. A Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. **Revista Brasileira de Zoociências** 7: 55-91.
- Antonini, Y. & Martins, R.P. 2003. The flowering-visiting bees at the ecological station of the Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil. **Neotropical Entomology** 32: 565-575.
- Appanah, S. 1981. Pollination in Malaysian primary forest. **Forester** 44: 37-42.
- Appanah, S. 1990. Plant-pollinator interactions in Malaysian rain forest. Pp. 85-101. In: Bawa, K.S. & Hadley, M. (Eds.). **Reproductive ecology of tropical forest plants**. Paris, UNESCO and The Parthenon Publishing Group.
- Araujo, F.P.; Barbosa, A.A.A. & Oliveira, P.E. 2011. Floral resources and hummingbirds on an island of flooded forest in Central Brazil. **Flora** 206: 827-835.
- Ayres, M.; Ayres Júnior, M.; Ayres, D.L. & Santos, A.A. 2007. **BIOESTAT- Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Belém, Ong Mamirauá.
- Barbosa, A.A.A. & Sazima, M. 2008. Biologia reprodutiva de plantas herbáceo-arbustivas de uma área de campo sujo de cerrado. Pp.291-318. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (Eds.). **Cerrado Ecologia e Flora**. Brasília, Embrapa Cerrados.
- Barbosa, A.A.A. 1999. *Hortia brasiliana* vand (Rutaceae): polinização por aves Passeriformes no cerrado do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica** 22: 99-105.
- Barbosa, A.A.A. 1983. **Aspectos da ecologia reprodutiva de três espécies de Qualea (Vochysiaceae) em cerrado de Brasília**. 92f. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal, Curso de Pós-graduação em Biologia, Universidade de Brasília.
- Barros, M.A.G. 1992. Fenologia da floração, estratégias reprodutivas e polinização de espécies simpátricas do gênero *Byrsonima* Rich (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Biologia** 52: 343-353.
- Barros, M.A.G. 1998. Sistemas reprodutivos e polinização em espécies simpátricas de *Erythroxylum* P. Br. (Erythroxylaceae) do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 21: 159-166.
- Barros, M.A.G. 2001. Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Biogniaceae) in Central Brazil cerrado vegetation. **Revista Brasileira de Botânica** 24: 255-256.
- Barros, M.A.G. 2002. Floração sincrônica e sistemas reprodutivos em quatro espécies de *Kielmeyera* Mart. (Guttiferae). **Acta Botanica Brasílica** 16: 113-122.
- Batalha, M.A. & Martins, F.R. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). **Australian Journal of Botany** 52: 149-161.
- Bawa, K.S. 1990. Plant - pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics** 21: 399-422.
- Bawa, K.S.; Perry, D.R. & Beach, J.H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees: Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany** 72: 331-345.
- Benezar, R.M. & Pessoni, L.A. 2006. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. **Acta Amazonica** 36: 159-168.
- Bernacci, L.C. & Leitão-Filho, H.F. 1996. Flora fanerogâmica da floresta da Fazenda São Vicente, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 19: 149-164.
- Bittencourt JR, N.S. & Semir, J. 2004. Pollination biology and breeding system of *Zeyheria Montana* (Bignoniaceae). **Plant Systematics and Evolution** 247: 241-254.
- Borges, H.B.N. & Shepherd, G.J. 2005. Flora e estrutura do estrato lenhoso numa comunidade de Cerrado em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 28: 61-74.
- Borges, H.B.N. 2000. **Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do cerrado**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Buchmann, S.L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. Pp. 73-114. In: Jones, C.E. & Little, R.J. (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York, Scientific and Academic Editions.
- Carmo, A.B.; Vasconcelos, H.L. & Araújo, G.M. 2011. Estrutura da comunidade de plantas lenhosas em fragmentos de cerrado: relação com o tamanho do fragmento e seu nível de perturbação. **Revista Brasileira de Botânica** 34: 31-38.
- Carvalho, A.A.L.; Marques, O.M.; Vidal, C.A. & Neves, A.M.S. 2001. Comportamento forrageiro de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em flores de *Solanum palinacanthum* Dunal (Solanaceae). **Revista Brasileira de Zoociências** 3: 35-44.
- Carvalho, A.M.C. & Bego, L.R. 1997. Exploitation of available resources by bee fauna (Apoidea- Hymenoptera) in the Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 41: 101-107.
- Carvalho, A.T.; Santos-Andrade, F. & Schlindwein, C. 2007. Baixo sucesso reprodutivo em *Anemopaegma laeve* (Bignoniaceae) no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 102-104.
- Carvalho, D.A. & Oliveira, P.E. 2003. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica** 26(3): 319-328.
- Chase, M.W. & Reveal, J.L. 2009. A phylogenetic classification of land plants to accompany APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 122-127.
- Chaves, E.M.F.; Barros, R.F.M. & Araújo, F.S. 2007. Flora Apícola do Carrasco no Município de Cocal, Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 555-557.
- Crestana, C.S.M. & Kageyama, P.Y. 1989. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii*. **Revista do Instituto Florestal** 1: 201-214.
- Danieli-Silva, A.; Souza, J.M.T.; Donatti, A.J.; Campos, R.P.; Vicente-Silva, J.; Freitas, L. & Varassin, I.G. 2012. Do pollination syndromes cause modularity and predict interactions in a pollination network in tropical high-altitude grasslands? **Oikos** 121: 35-43.
- Darrault, R.O. & Schlindwein, C. 2005. Limited fruit production in *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) and pollination by nocturnal and diurnal insects with long mouth parts. **Biotropica** 37: 381-388.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1979. **The principles of pollination ecology**. Oxford, Pergamon Press.
- Feil, J.P. 1992. Reproductive ecology of dioecious *Siparuna* (Monimiaceae) in Ecuador, a cane of gall midge polinattion. **Botanical Journal of the Linnean Society** 110: 171-203.

- Forni-Martins, E.R.; Marques, M.C.M. & Lemes, M.R. 1998. Biologia Floral e Reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 21: 117-124.
- Fracasso, C.M. & Sazima, M. 2004. Polinização de *Cambessedesia hilariana* (Kunth) DC. (Melastomataceae): sucesso reprodutivo versus diversidade, comportamento e frequência de visitas de abelhas. **Revista Brasileira de Botânica** 27: 797-804.
- Frankie, G.W. 1975. Tropical forest phenology and pollinator plant coevolution. Pp. 192-209. In: Gilbert, L.E. & Raven, P.H. (Eds.). **Coevolution of animals and plants**. Austin, University of Texas Press.
- Frankie, G.W.; Haber, W.W.; Opler, P.A. & Bawa, K.S. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rica dry forest. In: Jones, C.E. & Little, R.J. (Eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York, Scientific and Academic Editions.
- Freitas, C.V. & Oliveira, P.E. 2002. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Botânica** 25: 311-321.
- Fuzeto, A.P.; Barbosa, A.A.A. & Lomónaco, C. 2001. *Cabranea canjerana* subsp. *polytricha* (Adri. Juss.) Penn. (Meliaceae), uma espécie dióica. **Acta Botanica Brasílica** 15: 167-175.
- Gaglianone, M.C. 2001. Nidificação e forrageamento de *Centris* (Ptilotopus) *scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 18: 107-117.
- Gaglianone, M.C. 2003. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luís Antonio, SP): Composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. Pp. 279-284. In: Melo, G.A.R. & Alves-dos-Santos, I. (Eds.). **Apoidea Neotropical: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma, Editora UNESC.
- Gentry, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica** 6: 64-68.
- Gentry, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean Orogeny? **Annals of the Missouri Botanical Garden** 69:557-593.
- Gibbs, P.E. & Bianchi, M. 1993. Post-pollination events in species of *Chorisia* (Bombacaceae) and *Tabebuia* (Bignoniaceae) with late-acting self-incompatibility. **Botanica Acta** 106: 64-71.
- Gibbs, P.E. 1990. Self-incompatibility in flowering plants: a neotropical perspective. **Revista Brasileira de Botânica** 13: 125-136.
- Gibbs, P.E.; Oliveira, P.E. & Bianchi, M. 1999. Post-zygotic control of selfing in *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinoideae), a bat-pollinated tree of the Brazilian cerrados. **International Journal of Plant Science** 160: 72-78.
- Gobatto-Rodrigues, A.A. & Stort, M.N.S. 1992. Biologia floral e reprodução de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl) Miers (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 15: 37-41.
- Goldenberg, R. & Shepherd, G.J. 1998. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in cerrado vegetation. **Plant Systematics and Evolution** 211: 13-29.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. 2006. **Life in cerrado: a South American tropical seasonal vegetation**. Ulm, Reta Verlag.
- Gottsberger, G. 1986. Some pollination strategies in Neotropical savannas and forests. **Plant Systematics and Evolution** 152: 29-45.
- Gottsberger, G. 1989a. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. **Plant Systematics and Evolution** 167: 165-187.
- Gottsberger, G. 1989b. Comments on flower evolution and beetle pollination in the genera *Annona* y *Rollinia* (Annonaceae). **Plant Systematics and Evolution** 167: 189-194.
- Gottsberger, G. 1994. As anonáceas do cerrado e a sua polinização. **Revista Brasileira de Biologia** 54: 391-402.
- Gottsberger, G. 1999. Pollination and evolution in Neotropical Annonaceae. **Plant Species Biology** 14: 143-152.
- Gressler, E.; Pizo, M.A. & Morelato, L.P.C. 2006. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 29: 509-530.
- Gribel, R. & Hay, J.D. 1993. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. **Journal of Tropical Ecology** 9: 199-211.
- Grombone-Guaratini, M.T., Solferini, V.N. & Semir, J. 2004. Reproductive biology in species of *Bidens* l. (Asteraceae). **Scientia Agricola** 61: 185-189.
- Henriques, R.P.B. 1999. Ecologia da polinização de *Oureatea hexasperma* (St.Hil.) Bail (Ochanaceae) em cerrado no Brasil Central. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer** 4: 46-64.
- Jardim, M.A.G. & Mota, C.G. 2007. Biologia floral de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae). **Revista Árvore** 31: 1155-1162.
- Kill, L.H.P.; Haji, F.N.P. & Lima, P.C.F. 2000. Visitantes florais de plantas invasoras de áreas com fruteiras irrigadas. **Scientia Agricola** 57: 575-580.
- Kinoshita, L.S.; Torres, R.B.; Forni-Martins, E.R.; Spinelli, T.; Ahn, Y.J. & Constância, S.S. 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 20: 313-327.
- Kress, W.J. & Beach, J.H. 1994. Flowering plant reproductive systems. Pp. 161-182. In: McDade, L.A.; Bawa, K.S.; Hespenheide, H.A. & Hartshorn, G.S. (Eds.). **La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rainforest**. Chicago, University of Chicago Press.
- Lenza, E. & Oliveira, P.E. 2005. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anarcadiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 28: 180-190.
- Lenza, E. & Oliveira, P.E. 2006. Biologia reprodutiva e fenologia de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) em mata mesofítica de Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 29: 443-451.
- Machado, I.C. & Lopes, A.V. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. **Annals of Botany** 94: 365-376.
- Martins, F.Q. & Batalha, M.A. 2006. Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the upper Taquari region (central Brazil). **Brazilian Journal of Biology** 66: 543-552.
- Martins, F.Q. & Batalha, M.A. 2007. Vertical and horizontal distribution of pollination systems in Cerrado fragments of Central Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 50: 503-514.
- Martins, R.L. & Gribel, R. 2007. Polinização de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae) uma árvore emergente da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 37-45.
- Maruyama, P.K.; Custódio, L.N. & Oliveira, P.E. 2012. When hummingbirds are the thieves: visitation effect on the reproduction of Neotropical snowbell *Styrax ferrugineus* Nees & Mart (Styracaceae). **Acta Botanica Brasílica** 26: 74-81.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S.; Nogueira, P.E. & Fagg, C.W. 2008. Flora vascular do Bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. Pp. 423-1279. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. v. 2. Brasília, Embrapa Cerrados.
- Nascimento, E.A. & Del-Claro, K. 2007. Floral visitors of *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby (Fabaceae-Caesalpinoideae) at Cerrado de Estação Ecológica de Jataí, São Paulo State, Brazil. **Neotropical Entomology** 36: 619-624.
- Noronha, M.P. & Silberbauer-Gottsberger, I. 1980. Polinização mista em *Bowdichia virgilioides* H.B.K (Fabaceae) **Anais da SBPC**. 816.
- Noronha, M.R. & Gottsberger, G. 1980. A polinização de *Aspilia floribunda* (Asteraceae) e *Coclospermum regium* (Coclospermaceae) e a relação das abelhas visitantes com outras plantas do cerrado de Botucatu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 3: 67-77.
- Oliveira Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. Pp.91-120. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (Eds.). **The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a Neotropical savanna**. New York, Columbia University Press.
- Oliveira, M.I.B.; Polido, C.A.; Costa, L.C. & Fava, W.S. 2007. Sistema reprodutivo e polinização de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 756-758.
- Oliveira, P.E. & Gibbs, P.E. 1994. Pollination and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 10: 509-522.
- Oliveira, P.E. & Gibbs, P.E. 2002. Pollination and reproductive biology in cerrado plant communities. Pp. 329-347. In: Oliveira, P.E. & Marquis, R.J. (Eds.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**. New York, Columbia University.
- Oliveira, P.E. & Gibbs, P.E. 2000. Reproductive biology of woody plants in a Cerrado community Central Brazil. **Flora** 95: 311-329.

- Oliveira, P.E. & Paula, F.R. 2001. Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de Matas de galeria. Pp. 303-331. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Souza-Silva, J.C. (Eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Embrapa, Planaltina.
- Oliveira, P.E. & Sazima, M. 1990. Pollination biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) from Brazilian cerrado vegetation. **Plant Systematics and Evolution** 172: 35-49.
- Oliveira, P.E. 1991. **The pollination and reproductive biology of a cerrado woody community in Brasil**. St Andrews: University of St Andrews. PhD Thesis.
- Oliveira, P.E. 1996. Dioecy in the cerrado vegetation of Central Brazil. **Flora** 191: 235-243.
- Oliveira, P.E. 1998. Reproductive biology, evolution and taxonomy of the Vochysiaceae in Central Brazil. Pp. 381-393. In: Owens, S. & Rudall, P. (Eds.). **Reproductive Biology in Systematics, Conservation and Economic Botany**. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Oliveira, P.E. 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. Pp. 274-290. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (Eds.). **Cerrado Ecologia e Flora**. Brasília, Embrapa Cerrados.
- Oliveira, P.E.; Gibbs, P.E.; Barbosa, A.A. & Talavera, E.S. 1992. Contrasting breeding systems in two *Eriotheca* (Bombacaceae) species of the Brazilian cerrados. **Plant Systematics and Evolution** 179: 207-219.
- Oliveira-Filho, A.T. & Oliveira, L.C.A. 1988. Biologia floral de uma população de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae) em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 11: 23-32.
- Ortiz, P.L.B.; Arista, M.; Oliveira, P.E.A.M. & Talavera, S. 2003. Patterns of flower and fruit production in *Stryphnodendron adstringens*, an andromonoecious legume tree of Central Brazil. **Plant Biology** 5: 592-599.
- Paula, J.E.; Imaña-Encinas, J. & Santana, O.A. 2007. Levantamento florístico e dendrométrico de um hectare de Cerrado *sensu stricto* em Planaltina, Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 2: 292-296.
- Paulino-Neto, H.F. & Oliveira, P.E.A.M. 2006. As Anonáceas e os besouros. **Ciência Hoje** 38: 59-61.
- Paulino-Neto, H.F. 2007. Pollination and breeding system of *Couepia uiti* (Mart. & Zucc.) Benth (Chrysobalanaceae) in the Pantanal da Nhecolândia. **Brazilian Journal of Biology** 67: 715-719.
- Pedro, S.R.M. 1992. **Sobre as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado (Cajuru, NE do Estado de São Paulo): composição fenologia e visita às flores**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- Pinheiro, M. & Sazima, M. 2007. Visitantes florais e polinizadores de seis espécies arbóreas de Leguminosae melitófilas na Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 447-449.
- Pronça, C.E.B. & Gibbs, P.E. 1994. Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. **New Phytologist** 126: 343-354.
- Raw, A.; Freitas, R.I.P.; Freitas, G.S. & Boaventura, M.C. 1998. As abelhas silvestres do Distrito Federal. <http://www.unb.br/ib/zoo/publicacoes/raw2.htm>.
- Rego, M.M.C. & Albuquerque, P.M.C. 1989. Comportamento das abelhas visitantes de Murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, Malpighiaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia** 5: 179-193.
- Rêgo, M.M.C.; Albuquerque, P.M.C.; Ramos, M.C. & Carreira, L.M. 2006. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris lavifrons* (Fries) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. **Neotropical Entomology** 35: 579-587.
- Rizzini, C.T. & Rizzini, C.M. 1983. **Dicionário botânico clássico latino-português abonado**. Rio de Janeiro, IBDF - Jardim Botânico.
- Rizzini, C.T. 1965. Experimental studies on seedling development of cerrado woody plants. **Annals of the Missouri Botanical Gardens** 52: 410-426.
- Rocha-Filho, L.C.; Silva, C.I.; Gaglianone, M.C. & Augusto, S.C. 2008. Nesting behavior and natural enemies of *Epicharis* (*Epicharis*) *bicolor* Smith, 1854 (Hymenoptera: Apidae). **Tropical Zoology** 21: 227-242.
- Santos, M.L.; Afonso, A.P. & Oliveira, P.E. 1997. Biologia floral de *Vochysia cinnamomea* Pohl (Vochysiaceae) em cerrados do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 20: 127-132.
- Saraiva, L.C.; Cesar, O. & Monteiro, R. 1996. Breeding systems of shrubs and trees of a Brazilian savanna. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** 39: 751-763.
- Saraiva, L.C.; Cesar, O. & Monteiro, R. 1988. Biologia da polinização e sistemas de reprodução de *Styrax camporum* Pohl e *S. ferrugineus* Nees et Mart. (Styracaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 11: 71-80.
- Sazima, M. & Sazima, I. 1975. Quiropterofilia em *Lafoensia pacari* St. Hil. (Lythraceae), na Serra do Cipó, Minas Gerais. **Ciência e Cultura** 27: 406-416.
- Sazima, M. & Sazima, I. 1989. Oil-gathering bees visit flowers of eglanular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. **Botanica Acta** 102: 106-111.
- Schiavini, I. & Araújo, G.M. 1989. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). **Sociedade & Natureza** 1: 61-65.
- Sheperd, G.J. 1994. **FITOPAC 1. Manual do usuário**. Campinas, Departamento de Botânica, UNICAMP.
- Silberbauer-Gottsberger, I. & Gottsberger, G. 1988. A polinização das plantas do Cerrado. **Revista Brasileira de Biologia** 48: 651-653.
- Silva, A.L.G. & Pinheiro, M.C. 2007. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica** 21: 235-247.
- Silva, A.P. 1995. **Biologia reprodutiva e polinização de *Palicourea rigida* H.B.K. (Rubiaceae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- Silva, C.I. & Torezan-Silingardi, H.M. 2008. Reproductive biology of tropical plants. In: EOLSS/UNESCO (Org.). **Encyclopedia of Life Support Systems**. Paris, EOLSS.
- Silva, C.I.; Augusto, S.C.; Sofia, S.H. & Moscheta, I.S. 2007. Diversidade de abelhas em *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae): Importância na polinização e produção de frutos. **Neotropical Entomology** 36: 331-340.
- Silva, C.I.; Ballesteros, P.L.O.; Palmero, M.A.; Bauermann, S.G.; Evaldit, A.C. P. & Oliveira, P.E.A.M. 2010. **Catálogo Polínico - Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa***. Uberlândia, UDFU.
- Stevens, A.D. 1994. Reproduktions biologie einiger Bignoniaceen im Cerrado Brasiliens. **Biosystematics and Ecology** Series 5, Österreichische Akademie der Wissenschaften.
- Teixeira, M.I.J.G.; Araújo, A.R.B.; Valeri, S.V. & Rodrigues, R.R. 2004. Florística e fitossociologia de área de cerrado s.s. no município de Patrocínio Paulista, nordeste do Estado de São Paulo. **Bragantia** 63: 1-11.
- Torezan-Silingardi, H.M. & Oliveira, P.E.A.M. 2004. Phenology and reproductive ecology of *Myrcia rostrata* and *M. tomentosa* (Myrtaceae) in Central Brazil. **Phyton** 44: 23-43.
- Torezan-Silingardi, H.M. & K. Del Claro. 1998. Behavior of visitors and reproductive biology of *Campomanesia pubescens* (Myrtaceae) in cerrado vegetation. **Ciência e Cultura** 4: 281-284.
- Viana, B.F.; Kleinert, A.M.P. & Imperatriz-Fonseca, V.L. 1997. Abundance and flower visits of bees in a Cerrado of Bahia, Tropical Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 32: 212-219.
- Williams, N.M.; Minckley, R.L. & Silveira F.A. 2001. Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes. **Conservation Ecology** 1: 7. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art7/>.
- Yamamoto, L.F.; Kinoshita, L.S. & Martins, F.R. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 21: 553-573.
- Yamamoto, M.; Silva, C.I.; Augusto, S.C.; Barbosa, A.A.A. & Oliveira, P.E. 2012. The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. **Apidologie in press**. DOI 10.1007/s13592-012-0120-6.
- Yanagizawa, Y. & Gottsberger, G. 1983. Competição entre *Distictella elongata* (Bignoniaceae) e *Crotalaria anagyroides* (Fabaceae) com relação às abelhas polinizadoras no cerrado de Botucatu, estado de São Paulo, Brasil. **Portugaliae Acta Biology** 18: 149-166.
- Yanagizawa, Y.A.N.P. & Maimoni-Rodella, C.S. 2007. Floral visitors and reproductive strategies in five melittophilous species of Bignoniaceae in Southeastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 50: 1043-1050.