

Biologia da polinização e sistema sexual de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. e de *Pouteria torta* (Mart.) Radlk. (Sapotaceae)

Lucilene Umbelino Gama ^{a*}, Ana Angélica Almeida Barbosa ^b

^a Faculdade Católica de Uberlândia, Rua Padre Pio, n. 300, Bairro Osvaldo Resende, Uberlândia, Brasil. lucilenegama@gmail.com

^b Instituto de Biologia (IB), Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama, Rua Ceará s/n, 38400-902, Uberlândia, Brasil. angelica1953@netsite.com.br

*Autor para correspondência: lucilenegama@gmail.com

Palavras chave: Cerrado, Monoícia, Protoginia, Sapotaceae

Título abreviado: Polinização e sistema sexual de *Pouteria ramiflora* e *Pouteria torta*

ABSTRACT

Pouteria ramiflora and *Pouteria torta* are tree species of Sapotaceae, distributed in the North, Central and Southern regions of Brazil and sympatric in the Cerrado. This work objected to study, in a comparative way, the floral biology, the floral visitors and the sexual system of *P. ramiflora* and *P. torta* in the cerrado of the Natural Reserve of the Clube Caça e Pesca Itororó in Uberlândia, MG. This search was conducted from July 2005 until January 2007. The species floral biology was assessed using the usual methodology; the floral visitors were investigated executing focal observations in the morning and in the afternoon; and the sexual system was studied analyzing the floral morphology and making manual cross pollinations. *P. ramiflora* and *P. torta* have tubular, small and greenish flowers, with high nectar concentration, high pollen viability and sweet odor. Both species are visited by several insect groups, but *P. ramiflora* was mainly visited by butterflies and flies, and *P. torta* by bees. *P. torta* is hermaphrodite, with protogyny flowers while *P. ramiflora* is gynomonocious and functionally monoecious because the hermaphrodite flowers did not produce fruit, being only pollen donators. The studied species have a generalist pollination system, and despite sharing some floral visitors, the difference in the principal visitors group, that includes their potential pollinators, ensures the coexistence of both in a same Cerrado vegetal physiognomy. They do not share the same sexual system and they have different strategies to avoid self pollination.

RESUMO

Pouteria ramiflora e *Pouteria torta* são espécies arbóreas da família Sapotaceae, distribuídas nas regiões norte, central e sul do Brasil e simpátricas no Cerrado. Este trabalho objetivou estudar, de modo comparativo, a biologia floral, os visitantes florais e o sistema sexual destas espécies no cerrado da Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, MG. O estudo foi realizado de julho de 2005 a janeiro de 2007. A biologia floral foi avaliada conforme a metodologia usual; os visitantes florais foram investigados realizando-se observações focais no período da manhã e da tarde; e o sistema sexual foi estudado pela análise da morfologia floral e pela realização de polinizações cruzadas manuais. *P. ramiflora* e *P. torta* possuem flores esverdeadas, pequenas, tubulares, com alta concentração de néctar, alta viabilidade polínica e odor adocicado. São visitadas por vários grupos de insetos, sendo que *P. ramiflora* foi visitada principalmente por borboletas e moscas, e *P. torta* por abelhas. *P. torta* é hermafrodita, com flores protogínicas

enquanto *P. ramiflora* é morfológicamente ginomonóica e funcionalmente monóica, uma vez que suas flores hermafroditas não produziram frutos, sendo apenas doadoras de pólen. As espécies estudadas possuem sistema de polinização generalista, e apesar de compartilharem alguns visitantes florais, a diferença no grupo principal de visitantes, que incluem os seus polinizadores potenciais, garante a coexistência de ambas em uma mesma fisionomia vegetal de Cerrado. Além disso, não compartilham o mesmo sistema sexual e têm estratégias distintas para evitar a autopolinização.

INTRODUÇÃO

As espécies da família Sapotaceae são de porte arbóreo ou arbustivo e se caracterizam pela presença de látex geralmente branco em todas as partes da planta (Souza & Lorenzi, 2005), folhas agrupadas no ápice dos ramos e flores pequenas de cor creme, amarela ou esverdeada (Pennington, 1990). Esta família é formada por 11 gêneros neotropicais e cerca de 450 espécies (Ribeiro 1999). Seus representantes ocorrem principalmente em florestas úmidas, embora alguns gêneros estejam presentes em savanas e em zonas semi-áridas (Pennington 1990). No Cerrado, foi registrada a ocorrência de sete gêneros e aproximadamente 20 espécies, sete delas pertencentes ao gênero *Pouteria* (Mendonça et al., 1998).

Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) é uma árvore que mede cerca de 10 m de altura e que está distribuída no centro e no sul do Brasil, estendendo-se ao norte para a Amazônia e à oeste para a Bolívia, com um pequeno registro no Paraguai (Pennington, 1990). Ocorre nas fisionomias de cerradão, cerrado sentido restrito, cerrado ralo, borda de vereda, mata mesofítica (Almeida et al., 1998) e floresta estacional semidecidual (Durigan et al., 2004). É popularmente conhecida como abú-do-cerrado, bacupari liso, curriola, fruta-de-veado, grão-de-galo, massaranduba, gunjara, mandapuca e pitomba-de-leite (Almeida et al., 1998). Tem diversas aplicações econômicas na construção civil e também é indicada para plantio em áreas de preservação permanente por apresentar crescimento moderado e adaptação a lugares abertos (Lorenzi, 1992).

Pouteria torta (Mart.) Radlk. (Sapotaceae) tem porte arbóreo, podendo medir de 8 a 14 m de altura (Lorenzi, 1992) e tem distribuição desde Veracruz, México, América Central e América do Sul até o Paraguai (Pennington, 1990). No Brasil, pode ser encontrada em florestas semidecíduas e sua transição para o cerrado e em florestas pluviais, desde a região amazônica até Goiás, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Paraná. É conhecida popularmente como abiu-piloso, curriola, grão-de-galo, pêssego-do-mato, guapeba, guapeva e acá (Lorenzi, 1992). Sua madeira pode ser utilizada para tabuado e acabamento interno, possuindo também algumas aplicações na construção civil (Almeida et al., 1988). Por apresentar características ornamentais úteis para arborização (Almeida et al., 1988; Lorenzi, 1992) e produzir muitos frutos anualmente, que servem de alimento para as espécies da fauna, é considerada importante em plantios para recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente (Lorenzi, 1992).

Embora existam estudos sobre fenologia, sistemas de polinização e sistemas reprodutivos envolvendo comunidades em algumas fisionomias de Cerrado, como campo (Oliveira & Gibbs, 2000; Barbosa & Sazima, 2007) e cerrado sentido restrito (Borges, 2000; Oliveira & Gibbs, 2000), tais dados ainda são pouco expressivos quando se considera a riqueza da flora e a diversidade de fisionomias da região. O conhecimento sobre o sistema de polinização e o sistema sexual das espécies tem grande relevância, pois contribui para o entendimento da rede de interações entre os componentes do bioma e de outros fatores determinantes na vegetação. Neste contexto, estudo da biologia da polinização e do sistema sexual de *Pouteria ramiflora* e de *P. torta* é essencial para enriquecer as informações sobre a família Sapotaceae no Cerrado brasileiro e entender como espécies simpátricas conseguem coexistir em um mesmo ambiente.

Este trabalho teve como objetivo estudar, de modo comparativo, a biologia floral, os

visitantes florais e o sistema sexual de *Pouteria ramiflora* e de *Pouteria torta*, espécies simpátricas que ocorrem no cerrado sentido restrito da Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, MG.

METODOLOGIA

Período e local de estudo

Os dados de campo foram coletados de julho de 2005 a dezembro de 2006, no cerrado sentido restrito da Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), que se situa a oeste do município de Uberlândia, MG, a 8 km do perímetro urbano e nas coordenadas geográficas 18°57'S e 48°12'W. As análises de laboratório foram feitas de setembro de 2005 a janeiro de 2007, no Laboratório de Morfologia Vegetal Microscopia e Imagem (LAMOVI) da Universidade Federal de Uberlândia.

Biologia Floral

Todos os dados da biologia floral foram obtidos pela análise das flores de pelo menos cinco indivíduos de cada uma das espécies.

A descrição morfológica das flores de *Pouteria torta* e de *P. ramiflora* foi feita a partir da análise das flores no campo e no laboratório (material fresco ou fixado em álcool 70%).

O horário da antese foi verificado pela marcação de flores em pré-antese (n = 40 em *P. ramiflora*; n = 30 em *P. torta*), acompanhando-as no período da manhã e da tarde.

A receptividade estigmática das flores das espécies foi avaliada no campo, com uso lupa manual, e no laboratório, sob estereomicroscópio de luz, aplicando-se água oxigenada 3% (dez volumes) nos estigmas, conforme Kearns & Inouye (1993). Foram analisados botões (n = 10), flores em pré-antese (n = 10) e flores abertas (n = 10).

A fase em que ocorre a liberação de pólen das flores de *P. torta* e de *P. ramiflora* foi verificada, no campo, em flores em pré-antese (n = 5) e flores abertas (n = 5), previamente ensacadas. No laboratório, foram analisados botões (n = 5) sob estereomicroscópio de luz. A proporção de grãos de pólen viáveis foi obtida com uso de microscopia óptica e contador manual em botões (n = 15). Para cada botão, as anteras foram retiradas, maceradas e coradas com carmin acético (10%) em uma lâmina, onde foram analisados os 300 primeiros grãos de pólen viáveis e não viáveis no campo de visão, com objetiva de aumento 40 X (Kearns & Inouye, 1993).

O volume de néctar produzido pelas flores foi obtido no período da manhã e da tarde, com uso de microcapilar de vidro de 1 µl em *P. ramiflora* e de 10 µl em *P. torta*, em flores previamente ensacadas (n = 9). A concentração do néctar destas flores foi medida em equivalentes de açúcares, utilizando-se um refratômetro manual (Kearns & Inouye, 1993).

A presença de odor nas flores foi avaliada colocando-se vários ramos com flores recém abertas em frascos de vidro, os quais foram tampados por 20 minutos e, posteriormente, abertos.

Sistema de polinização

Os visitantes florais das espécies foram definidos a partir de observações em diferentes indivíduos (n = 5), durante vários dias e com um mínimo de 30 minutos e um máximo de uma hora e meia de observação diária. As observações em *P. ramiflora* foram realizadas em 2005 e 2006 e em *P. torta* em 2006. Os períodos das observações foram aleatórios, entre 8 h e 17 h e 30 min, totalizando 15 h de observação em *P. ramiflora* e cinco horas em *P. torta*. Em *P. ramiflora* também foi feita uma observação noturna em 2005, entre 18 h e 21 h.

Foram registrados todos os visitantes que forrageavam nas flores da planta em observação, o horário da visita e o recurso floral utilizado. Sempre que possível, os insetos foram capturados com rede entomológica e sacrificados em câmara mortífera contendo algodão embebido em acetato de etila. Sob estereomicroscópio de luz, foram analisados quanto à presença e local da deposição de grãos de pólen no corpo e montados a seco para identificação e inclusão na Coleção Entomológica do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia. Para analisar o pólen aderido ao corpo dos visitantes florais, foi preparada uma lâmina semipermanente do pólen da flor de *Pouteria torta* e de *P. ramiflora* para servir de referência.

Sistema sexual

Em 2005, o sistema sexual de *P. ramiflora* foi investigado no laboratório, analisando-se, sob estereomicroscópio de luz, a presença de anteras e de óvulos nas flores coletadas em um mínimo de cinco inflorescências espalhadas na copa de 22 indivíduos área de estudo. Em 2006, para verificar a funcionalidade das estruturas reprodutivas das flores, foram realizadas autopolinizações (n = 80) e polinizações cruzadas manuais (n = 100) nos dois tipos florais, em flores em pré-antese previamente ensacadas (n = 5 indivíduos).

Em 2006, o sistema sexual de *P. torta* foi determinado pela avaliação da morfologia das flores (n = 20) de diferentes indivíduos da área de estudo (n = 10) e pela realização de polinizações cruzadas nestes indivíduos, buscando-se verificar a existência de separação espacial e/ou temporal na função masculina e feminina das flores. As polinizações cruzadas foram realizadas em flores em pré-antese (n = 5) e em flores abertas (n = 12), todas previamente ensacadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pouteria ramiflora possui flores pequenas, tubulares, com corola esverdeada contendo quatro lobos e quatro apêndices alternipétalos glabros. O ovário, o estilete, o cálice e o pedicelo são externamente pilosos. As flores formam inflorescências racemosas, dispostas nas axilas das folhas e ao longo dos galhos (Figura 1a). Na área de estudo, os espécimes investigados apresentaram flores hermafroditas e pistiladas, semelhantes quanto à cor e à forma, porém, as estas últimas são menores e possuem pequenos filetes sem anteras (Figuras 1b e 1c). A perda das anteras com permanência dos filetes, como verificado em *Pouteria ramiflora* e registrado em *P. ucuqui* (Pennington, 1990), é a forma mais simples de dimorfismo existente nas flores deste gênero. Dimorfismos mais marcantes ocorreram em *P. nudipetala*, que perdeu totalmente os estames, e em *P. durlandii* que teve perda total das anteras, redução do tamanho dos estaminódios e grande redução do tamanho das flores pistiladas (Pennington, 1990). A flor hermafrodita de *P. ramiflora* tem androceu com quatro estames e anteras próximas à altura do estigma e em posição alternada com os apêndices das pétalas (Figura 1b). A deiscência das anteras é longitudinal e o pólen é de cor alva. Os dois morfos florais possuem estigma inteiro, puntiforme e úmido, e ovário súpero.

P. torta também possui flores pequenas, esverdeadas, mas com pedicelo bem curto e posicionadas (isoladas ou agrupadas) ao longo dos galhos, caracterizando a cauliflora (Figuras 1d e 1e). A corola é tubular, com quatro lobos, quatro apêndices alternipétalos dispostos mais ou menos na altura das anteras. O ovário e o cálice são revestidos por tricomas. O androceu é composto por quatro estames insertos e anteras com deiscência longitudinal e pólen de cor clara. O gineceu possui estigma tetra-lobado, que é exposto antes da abertura da flor (Figura 1f).

A antese das flores de *P. ramiflora* é irregular, ocorrendo ao longo do dia e não há sincronia na abertura das flores nas inflorescências, enquanto em *P. torta*, a antese ocorre no início da manhã.

A superfície estigmática da flor recém aberta de *P. ramiflora* apresenta uma secreção úmida de consistência viscosa, aspecto colante e coloração clara (Figura 1c), estando receptivo nesta fase. Nas flores de *P. torta*, a receptividade estigmática inicia-se na fase de botão e o estigma pode permanecer receptivo na flor recentemente aberta.

INSERIR Figura 1



Figura 1. *Pouteria ramiflora*: inflorescências racemosas (a); flor hermafrodita (b); flor pistilada (seta indicando o estigma úmido com presença de substância colante (c). *P. torta*: cauliflora (d); flor aberta (e); botão com estigma exposto antes antese (f). Escalas: (b) = 0,75 mm; (c) = 0,5 mm.

O pólen das flores de *Pouteria ramiflora* começa a ser liberado na fase de botão e encontra-se viável nas flores recém abertas, com uma viabilidade média de 93,5% ($\pm 4,0$).

Em *P. torta*, o pólen é liberado das anteras durante antese e tem viabilidade média de 99%

($\pm 1,3$). A viabilidade polínica alta, verificada neste estudo em *P. ramiflora* e em *P. torta*, é essencial para garantir a fecundação dos óvulos (Borges, 2000).

O volume médio de néctar da flor hermafrodita de *P. ramiflora* é de $0,16 \mu\text{l}$ ($\pm 0,03$) e da flor de *P. torta* é de $7 \mu\text{l}$ ($\pm 3,0$). O pequeno volume de néctar produzido pelas flores destas espécies se deve ao tamanho das flores, porém, uma pequena quantidade de néctar por flor pode favorecer o movimento dos insetos polinizadores para outras flores e para outras plantas (Navarro, 1999). O volume e a concentração de néctar das flores pistiladas não foram avaliados devido à pequena quantidade de néctar presente nestas flores. A concentração média de néctar da flor hermafrodita de *Pouteria ramiflora* é de $30,0\%$ ($\pm 3,16$) e da flor de *P. torta* é de 20% ($\pm 2,5$). A concentração do néctar das flores de *P. ramiflora* e de *P. torta* é consideravelmente alta e semelhante à concentração das flores de outras espécies de cerrado visitadas por abelhas (Barbosa & Sazima 2007) e moscas (Machado & Oliveira 2000), o que torna este recurso uma fonte de energia bastante atrativa para os seus visitantes.

As flores de *P. ramiflora* e de *P. torta* apresentam odor doce, agradável, bastante característico e possível de ser detectado a cerca de 1 m de distância das árvores floridas, sendo importante para a atração de visitantes florais como mariposas e dípteros.

Sistema de polinização

As flores de *P. ramiflora* são visitadas por borboletas, mariposas, moscas, dípteros noturnos (Limoniidae), abelhas, vespas (Tabela 1), heterópteros e trips. Uma espécie de besouro foi vista uma única vez, coletando pólen. A frequência de visita dos trips não foi avaliada. Os lepidópteros foram responsáveis por 48% das visitas, os dípteros 28%, os himenópteros 20% (abelhas 12% e vespas 8%), os heterópteros 3,5% e o coleóptero 0,5%.

As observações realizadas permitiram verificar que as borboletas e as moscas foram os insetos que mais visitaram as flores de *P. ramiflora*. *P. torta* também é visitada por abelhas (*Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) e *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758)), borboletas, moscas e vespas. No entanto, dentre os visitantes de *P. torta*, verificou-se que as abelhas realizaram um maior número de visitas. As flores pequenas e de cor clara exibidas por *P. torta* e *P. ramiflora* não são especializadas, sendo visitadas por insetos de grupos diversificados, de modo similar ao que acontece em outras espécies do cerrado com características associadas a sistemas de polinização generalistas (Oliveira & Gibbs 2000).

Os visitantes de *P. ramiflora* e de *P. torta* utilizaram principalmente o néctar como recurso para o forrageamento. No caso de *P. ramiflora*, a Halictinae foi a única abelha observada coletando pólen. As vespas raramente foram vistas pousando nas flores, ficando, principalmente, sobre as folhas. A utilização de néctar pelos visitantes florais como principal recurso de forrageamento nestas espécies deve ser favorecida pela alta concentração. Além de ser a recompensa floral mais importante oferecida aos vetores bióticos de pólen (Kevan & Baker, 1983), o néctar é facilmente metabolizado por todas as classes de visitantes florais e não exige muitos gastos energéticos da planta para a sua produção (Simpson & Neff, 1983).

INSERIR Tabela 1

Ordem/Família	Espécie	Pólen no corpo	Recurso explorado
LEPIDOPTERA			
Lycaenidae	<i>Emesis</i> sp. 1	sim	néctar
Lycaenidae	<i>Emesis</i> sp. 2	sim	néctar
Lycaenidae	<i>Panthiades</i> sp.	sim	néctar
Lycaenidae	<i>Sofrasta</i> sp.	sim	néctar
Lycaenidae	<i>Thecla</i> sp.	sim	néctar

Nymphalidae	<i>Temenis</i> sp.	sim	néctar
Pyrilidae	si	sim	néctar
DIPTERA			
Calliphoridae	<i>Phaenicia eximia</i> (Wiedemann, 1819)	sim	néctar
Chloropidae	si	sim	néctar
Limoniidae	<i>Limonia</i> sp.	não	néctar
Limoniidae	<i>Toxorhina</i> sp.	não	néctar
Syrphidae	si	não	néctar
Sarcophagidae	<i>Blaesoxipha (Acanthodotheca)</i> sp.*	sim	néctar
Tachinidae	si	sim	néctar
HYMENOPTERA			
Apoidea	Halictinae sp. 1	não	néctar
Apoidea	Halictinae sp. 2	sim	pólen
Apidae	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	não	néctar
Vespidae	<i>Polybia paulista</i> (Ihering, 1890)	não	--
Vespidae	<i>Polybia</i> sp.	não	--
Vespidae	<i>Mischocyttarus cerberus styx</i> (Richards, 1940)	não	--

* provavelmente é uma espécie nova (Cátia Mello, comunicação pessoal, 2007).

Tabela 1. Lista dos visitantes florais de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. em 2005 e em 2006, no cerrado sentido restrito da Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó, Uberlândia-MG. (s/i = sem identificação; -- = não observado).

Sistema sexual

As observações das flores na copa das plantas e as análises feitas em laboratório permitiram verificar que, na área de estudo, *Pouteria ramiflora* possui flores pistiladas e hermafroditas em um mesmo indivíduo, caracterizando a ginomonoiccia (Proctor et al., 1996), um sistema sexual presente em apenas cerca 3% das angiospermas (Richards, 1997).

No campo, é difícil perceber a existência das flores pistiladas nas plantas, pois, elas são semelhantes às flores hermafroditas, e estas são muito mais numerosas. Nas inflorescências, as flores pistiladas freqüentemente não ocorrem ao lado das flores hermafroditas, podendo ser uma estratégia para evitar a autopolinização por geitonogamia. A separação espacial das funções sexuais das flores é muito comum nas espécies em que as flores são pequenas, agregadas em inflorescências e a polinização ocorre de forma

imprecisa, com o pólen da flor interferindo na deposição de pólen das plantas co-específicas (Bawa & Beach, 1981).

As flores hermafroditas possuem pólen viável, e frequentemente apresentam ovário com dois óvulos, como as flores pistiladas. No entanto, os experimentos de polinização mostraram que somente as flores pistiladas podem produzir frutos, e que, portanto, os óvulos das flores hermafroditas não são funcionais. Devido às flores hermafroditas não produzirem frutos, atuando apenas como doadoras de pólen, a espécie pode ser considerada funcionalmente monóica.

A manutenção de flores pistiladas e hermafroditas na mesma planta pode ser uma estratégia associada à reprodução e importante para a polinização. Considerando-se que as flores pistiladas estão presentes em menor quantidade e que somente elas produzem frutos, a sua semelhança com as flores hermafroditas é necessária para que também sejam visitadas. Segundo Charlesworth (1993), em alguns casos, possuir flores femininas envolve custos relacionados a menores quantidades de visitas pelos polinizadores, pois elas podem ser evitadas mesmo por aqueles que não consomem o pólen, mas que utilizam as anteras como um guia para a orientação visual.

A análise morfológica das flores de *Pouteria torta* permitiu constatar que ela é hermafrodita, possuindo o tipo de sistema sexual mais comum entre as angiospermas (Proctor et al., 1996). A polinização cruzada experimental resultou na formação de frutos em quatro das cinco flores em pré-antese e em apenas uma das 12 flores abertas, mostrando que o estigma está receptivo antes da liberação do pólen e que, portanto, há diferença temporal na funcionalidade das estruturas sexuais das flores. A antecipação da receptividade estigmática em relação à liberação polínica é uma estratégia que evita que o pólen da flor seja depositado sobre o próprio estigma, contribuindo para impedir a

autopolinização (Lloyd & Webb 1986). A autopolinização pode ser desfavorável ao impedir a germinação, o crescimento e a fertilização de grãos de pólen plantas co-específicas; reduzir o número de óvulos disponíveis para a fertilização cruzada; além de diminuir a quantidade de pólen da flor para outros indivíduos da espécie (Harder et al., 2001; Proctor et al., 1996).

O fruto formado a partir da polinização da flor aberta indica que o estigma pode permanecer receptivo depois de iniciada a liberação do pólen e, se assim for, a protoginia em *Pouteria torta* é incompleta.

CONCLUSÕES

As espécies estudadas são visitadas por vários grupos de insetos, possuindo sistema de polinização generalista. Apesar de compartilharem alguns visitantes florais, o fato de utilizar grupos diferentes como visitantes principais, que incluem os seus polinizadores potenciais, permite a coexistência de ambas em uma mesma fitofisionomia de Cerrado. Além disso, possuem sistema sexual diferente, cada uma com estratégias distintas para evitar a autopolinização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida SP, Proença CEB, Sano SM & Ribeiro JF. 1998. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Embrapa Cerrados, Distrito Federal, Brasil: 464p
- Barbosa AAA & Sazima M. 2007. Biologia reprodutiva de plantas herbáceo-arbustivas de uma área de Campo Sujo de Cerrado. In: SM Sano, SP Almeida & JF Ribeiro (ed) *Cerrado: Ecologia e Flora*. Embrapa Cerrados, Brasília, Brasil: 291-307
- Bawa KS & Beach JH. 1981. Evolution of sexual systems in flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 68: 254-274
- Borges HBN. 2000. Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do Cerrado. Tese de doutorado em Biologia Vegetal na Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Brasil: 158p

- Charlesworth D. 1993. Why are unisexual flowers associated with wind pollination and unspecialized pollinators? *The American Naturalist*, 141: 481-490
- Durigan G, Baitello JB, Franco GADC & Siqueira MF. 2004. *Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada*. Páginas & Letras, São Paulo, Brasil: 475
- Harder LD, Williams NM, Jordan CY & Nelson WA. 2001. The effects of floral design and display on pollinator economics and pollen dispersal. In: L Chittka & JD Thomson (ed) *Cognitive ecology of pollination: animal behavior and floral evolution*. University Press, Cambridge, United Kingdom: 297-317
- Lorenzi H. 1992. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Plantarum, Nova Odessa, Brasil: 252
- Kearns CA & Inouye DW. 1993. *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado, Niwot, United States: 583p
- Kevan PG & Baker HG. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology*, 28: 407-453.
- Machado AO & Oliveira PE. 2000. Biologia floral de *Casearia grandiflora* Camb. (Flacourtiaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 23: 283-290
- Mendonça RC, Felfili JM & Walter BMT. 1998. Cerrado. In: SM Sano & SP Almeida (ed) *Cerrado: Ambiente e Flora*. Embrapa Cerrados, Brasília, Brasil: 289-556
- Navarro L. 1999. Pollination ecology and effect of néctar removal in *Macleania bullata* (Ericaceae). *Biotropica*, 4: 618-625
- Oliveira PE & Gibbs PE. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora*, 195: 311-329
- Pennington TD. 1990. *Flora Neotropica: Sapotaceae*. The New York Botanical Garden, New York, United States: 770p
- Proctor M, Yéo P & Lack A. 1996. *The natural history of pollination*. The Bath Press, London, United Kingdom: 479p
- Ribeiro JEL da S. 1999. Sapotaceae. In: JEL da S Ribeiro, MJG Hopkins, A Sothers, MAS Costa, JM Brito, MAD Souza, LHP Martins, LG Lohmann, PA CL Assunção, EC Pereira, CF Silva, MR Mesquita & LC Procópio (org) *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus, Brasil: 312
- Richards AJ. 1997. *Plant breeding systems*. Chapman and Hall, 2ed, London, United Kingdom: 529p

Simpson BB & Neff JL. 1983. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Annual Missouri Botanical Garden*, 68: 301-322

Souza VC & Lorenzi H. 2005. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Instituto Plantarum, Nova Odessa, Brasil: 640p

AGRADECIMENTOS

Agradeço o apoio financeiro ao CNPq/UFU.