

FENOLOGIA E SÍNDROMES DE POLINIZAÇÃO E DISPERSÃO DE ESPÉCIES DE SUB-BOSQUE EM UM REMANESCENTE FLORESTAL URBANO NO BRASIL CENTRAL

PHENOLOGY AND POLLINATION AND DISPERSAL SYNDROMES OF UNDERSTORY SPECIES IN AN URBAN FOREST REMNANT IN CENTRAL BRAZIL

Maxmiller Cardoso FERREIRA^{1,2}; Hélder CONSOLARO¹

1. Universidade Federal de Goiás, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório Integrado de Zoologia, Ecologia e Botânica - LIZEB, Catalão, GO, Brasil. helderconsolaro@gmail.com; 2. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, Brasília, DF, Brasil.

RESUMO: O objetivo foi avaliar a fenologia reprodutiva e as síndromes de polinização e dispersão de um sub-bosque de Mata Seca Semidecídua. O estudo foi realizado na cidade de Catalão-GO, de maio de 2010 a maio de 2011, no Parque Municipal do Setor Santa Cruz, um fragmento de 29 hectares. A coleta dos dados fenológicos foi semanal utilizando um transecto de 1000 m. Para as síndromes, foi observado a morfologia de flores e frutos, e estes dados foram relacionados aos de fenologia. A floração teve maior índice (43,13%) em dezembro de 2010 (chuva) e a frutificação manteve índices de 25 a 30% na maior parte do ano. Acanthaceae apresentou o maior índice de floração em maio de 2010 e fevereiro de 2011; Piperaceae em outubro de 2010 e Rubiaceae em dezembro 2010. A frutificação em Acanthaceae ocorreu durante a seca e início das chuvas, com maior índice em outubro de 2010, Piperaceae na estação das chuvas e início da seca, com pico em maio de 2011, e em Rubiaceae ocorreu durante 11 meses, com pico em março de 2011. Duas espécies de Acanthaceae e uma de Piperaceae não apresentaram frutificação, já a fenofase de floração foi observada nessas espécies. Foram identificadas três síndromes de polinização, sendo estas melitofilia (pico de intensidade em outubro de 2010), psicofilia (janeiro de 2011) e ornitofilia (maio de 2010). As síndromes de dispersão foram ornitocoria (dois picos, um em julho de 2010 e outro em maio de 2011) e anemocoria (pico em outubro de 2010). A presença de espécies em floração e/ou frutificação ao longo do ano pode contribuir para a dinâmica e permanência da comunidade estudada, pois essas espécies auxiliam na manutenção de abelhas e aves no fragmento, importantes vetores de polinização e dispersão. Levando em consideração que o Cerrado vem sofrendo um intenso impacto ambiental e a área de estudo ser um fragmento localizado dentro de um perímetro urbano, a sua conservação torna-se de grande importância, apesar de sua pequena área, devido os importantes processos ecológicos que ali existem.

PALAVRAS-CHAVE: Reprodução Vegetal. Entomofilia. Zoocoria. Sudeste Goiano. Fenologia Reprodutiva. Savana Brasileira.

INTRODUÇÃO

Estratégias reprodutivas parecem ter um papel essencial na dinâmica e na estruturação das comunidades, de modo que estudos fenológicos no Cerrado apontam diferenças entre o comportamento do estrato herbáceo e arbóreo (BATALHA; MANTOVANI, 2000). É comum tentar compreender o comportamento fenológico das espécies do Cerrado baseado apenas em uma das características mais marcantes do bioma, a sazonalidade climática. Diferenças entre o comportamento do estrato lenhoso e herbáceo existem (herbáceo ligado as chuvas e lenhoso não), contudo alguns estudos discutem que essas diferenças podem estar mais relacionadas a formas de potencializar estratégias de sobrevivência, como período ótimo de dispersão de suas sementes, as suas relações filogenéticas e à disponibilidade de polinizadores, do que propriamente as condições climáticas que se encontram (SARMIENTO;

MONASTERIO, 1983; MANTOVANI; MARTINS, 1988; OLIVEIRA, 2008). Eventos ecológicos ligados à floração e/ou frutificação, como a polinização e a dispersão de sementes, envolvem um sistema de componentes morfo-fisiológicos e populacionais que, comumente, estão relacionados a diferentes visitantes florais e agentes dispersores (BULLOCK, 1985). A morfologia floral e a oferta de recursos podem delimitar as síndromes de polinização, baseadas na cor e forma das flores, presença de recompensas e odores, podendo restringir ou orientar a acessibilidade do visitante aos recursos florais (SAKAI et al., 1998). Por outro lado, as características dos diásporos, como consistência e cor do fruto, presença de estruturas aerodinâmicas e deiscência, delimitam as síndromes de dispersão indicando seu possível dispersor (PIJL, 1982). Diásporos dispersos por animais (zoocoria) estão mais vinculados a sub-bosques de formações florestais onde a vida animal é mais intensa, ao passo que as estratégias de dispersão espontânea

(autocoria) e intermediada pelo vento (anemocoria) estão mais relacionados as condições ambientais favoráveis, sendo mais comuns nos estratos superiores de uma floresta e em ambientes abertos (FRANKIE et al., 1974). A polinização e a dispersão são processos ecológicos importantes que interferem, substancialmente, na reprodução das plantas, podendo em alguns casos levar até à extinção de espécies vegetais (MACHADO; LOPES, 2004).

Muitas flores são visitadas por espécies de polinizadores generalistas, sendo o conceito de síndrome de polinização questionado por alguns autores (WASER et al., 1996; OLLERTON et al., 2009). Estudos recentes de redes de interação ecológica discutem que o grau de especialização planta-polinizador pode ser um forte indicador da eficiência do serviço de polinização, ao passo que interações muito generalistas permitem que os visitantes colem o recurso, por exemplo néctar e/ou pólen, possivelmente, sem exercer o processo de polinização (EBELING et al., 2011). Levando em consideração que as síndromes de polinização convergem para a atração de grupos específicos de visitantes florais e, conseqüentemente, podem indicar a comunidade de polinizadores, o uso do termo constitui uma importante ferramenta para os estudos da biologia reprodutiva. Contudo, vale ressaltar que a determinação do polinizador tem que ser tratada com parcimônia, pois as síndromes florais não são norteadores precisos e infalíveis.

A fragmentação e o desmatamento da área original do Cerrado em decorrência de processos como a urbanização, expansão agrícola e industrial, fazem com que o referido bioma configure-se como um grande mosaico de remanescentes de vegetação naturais envolvidas por uma matriz alterada (AQUINO; MIRANDA, 2008), sendo a área do presente estudo um exemplo típico de fragmento que sobrevive em meio as pressões urbanas. Cerca de 50% das áreas do Cerrado, atualmente, estão ocupadas com atividades ligadas à agropecuária, como criação de gado, pastagens cultivadas, urbanização e culturas anuais e perenes (KLINK; MACHADO, 2005). Calcula-se que futuramente o uso agrícola ocupará uma área potencial de 89 milhões de hectares, compreendendo 66% de todo o Cerrado (MACEDO, 1995). Estimativas recentes apontam que o bioma deva estar totalmente destruído no ano de 2030 caso as tendências de ocupação atuais sejam mantidas (MACHADO et al., 2004). Trabalhos ligados ao sistema reprodutivo de espécies vegetais lidam com diversos pontos relacionados ao ciclo de vida, podendo destacar aspectos vinculados a fenologia, interação planta-

polinizador-dispersor, a morfologia e biologia floral, aos sistemas de reprodução, dentre outros (BAWA, 1990). Estudos com enfoque reprodutivo no Brasil têm sido realizados com maior frequência nas últimas décadas (SAZIMA, 1977; SAZIMA; SAZIMA, 1988, OLIVEIRA; SAZIMA, 1990; OLIVEIRA, 1995; OLIVEIRA; SILVA, 1993; OLIVEIRA; GIBBS, 2000; CASTRO et al. 2004; CONSOLARO et al. 2011), tendo eles grande importância na medida que auxiliam na explicação dos padrões gerais de diversidade, na estrutura de comunidades e também por ajudarem a identificar gargalos desenvolvidos durante a devastação de habitats naturais (BAWA, 1990). Estes trabalhos estão mais concentrados em florestais tropicais, como a Mata Atlântica (PASSOS; SAZIMA, 1995; CASTRO; OLIVEIRA, 2002; MARTINGAJARDO; MORELLATO, 2003; CASTRO et al., 2004; CASTRO; ARAÚJO, 2004; LOPES; BUZATO, 2005; ROSSI et al., 2005; PEREIRA et al., 2006), do que em savanas neotropicais, como o Cerrado (OLIVEIRA; SAZIMA, 1990; OLIVEIRA, 1995; OLIVEIRA; SILVA, 1993; OLIVEIRA; GIBBS, 2000).

Uma vez que o trabalho foi desenvolvido em um fragmento florestal urbano, ele apresenta um caráter importante para a conservação da vegetação local, uma vez que o remanescente vem sofrendo grandes pressões antrópicas. No fragmento, praticamente, não há coleta de dados referentes ao sistema reprodutivo de suas espécies vegetais, sendo o presente trabalho o primeiro passo para começar a compreender os fatores que regem a biologia reprodutiva das plantas lá existentes. Algumas perguntas direcionaram o estudo: 1) Quais são as estratégias fenológicas das espécies do sub-bosque na comunidade estudada? 2) Quais são as síndromes de polinização e dispersão presentes na comunidade estudada? Qual o comportamento dessas síndromes ao longo do ano? Assim, o estudo teve como objetivo avaliar os aspectos fenológicos reprodutivos, conjuntamente com as síndromes de polinização e dispersão de espécies presentes no sub-bosque em um remanescente florestal urbano do Brasil Central.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no “Parque Municipal do Setor Santa Cruz” (47°55'O e 18°9'S, altitude 880 metros) de maio de 2010 a maio de 2011. O parque é um remanescente de Mata Seca Semidecídua (RIBEIRO; WALTER, 2008) cercada por uma matriz urbana (município de Catalão-GO). A área possui um histórico de pressões ambientais e

políticas, tendo, inicialmente, 179 hectares sob responsabilidade do Ministério da Agricultura na década de 50. Somente a partir da década de 80 que a área passou para administração municipal, porém perdeu espaço para assentamentos, instalação de setores públicos e exploração irregular de recursos, restando hoje apenas 29 hectares (STACCIARINI, 1991). O clima da região é do tipo AW pela classificação de Köppen com duas estações bem definidas, uma seca ocorrendo entre maio e setembro e uma úmida ocorrendo entre outubro a abril.

Fizeram parte da amostragem as espécies vegetais que se encontravam em floração e/ou frutificação ao longo de uma linha amostral de 1000 m de comprimento com uma faixa lateral de 5 metros para esquerda e de 5 metros para direita, totalizando 10.000 m². Para cada espécie, foram marcados, ao acaso, no mínimo três e no máximo 15 indivíduos com distância mínima de seis metros quando estes pertenciam à mesma espécie. As espécies que não apresentaram eventos reprodutivos, não foram amostradas no ano do estudo. O material vegetal de cada espécie foi coletado para identificação e, posteriormente depositado no Laboratório Integrado de Zoologia, Ecologia e Botânica (Universidade Federal de Goiás, Campus Catalão).

As visitas a campo foram semanais e as fenofases observadas foram floração e frutificação. Como floração, considerou-se tanto botões florais quanto as flores abertas e como frutificação os frutos verdes e frutos maduros. O método de estudo

consiste em uma análise semiquantitativa dos dados, de modo que cada evento fenológico foi classificado na faixa de zero a quatro, no qual cada faixa corresponde a intervalos de 25% (FOURNIER, 1974). Assim, 0= ausência da fenofase; 1= equivale de 1 a 25%; 2= 26 a 50%; 3= 51 a 75% e 4= 76 a 100%. Considerando a intensidade de cada fenofase, foi calculada a porcentagem de Fournier: % Fournier = $\sum \text{Fournier} / 4N * 100$, onde $\sum \text{Fournier}$ é a somatória das categorias de Fournier, dividido pelo máximo de Fournier de todos os indivíduos na amostra (N), multiplicado por 100 para equivalência de porcentagem (FOURNIER, 1974). As síndromes de polinização e dispersão foram classificadas pela análise morfológica das flores e frutos segundo Faegri e Pijl (1976) e Pijl (1982), um protocolo comumente adotado em estudos desse tipo. A ocorrência das síndromes foi analisada a partir dos dados fenológicos, sendo os valores de Fournier alocados a intensidade das síndromes ao longo do tempo.

RESULTADOS

Espécies amostradas e acompanhamento fenológico

Durante o período de estudo, tanto para fenologia quanto para síndromes, foram amostradas 11 espécies pertencentes a três famílias botânicas, sendo essas Acanthaceae com três espécies, Rubiaceae com seis e Piperaceae com duas (Tabela 1).

Tabela 1. Famílias, espécies e síndromes de polinização e dispersão no Parque Municipal do Setor Santa Cruz, Catalão- GO. Melit. = melitofilia; Ornit. = ornitofilia; Psico. = psicofilia; Anemo. = anemocoria; Ornit. = ornitocoria; * = Ausência da fenofase.

Família Espécie	Síndrome	
	Polinização	Dispersão
Acanthaceae		
<i>Dicliptera pohliana</i> Nees	Ornit.	*
<i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl) C.	Ornit.	*
<i>Geissomeria pubescens</i> Nees	Ornit.	Anemo.
Rubiaceae		
<i>Faramea multiflora</i> A. Rich. in DC.	Psico.	Ornit.
<i>Psychotria capitata</i> Ruiz & Pav.	Melit.	Ornit.
<i>Psychotria deflexa</i> DC.	Melit.	Ornit.
<i>Psychotria goyazensis</i> Mull. Arg.	Melit.	Ornit.
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i> (Roem. & Schult.) Muell. Arg.	Melit.	Ornit.
<i>Psychotria prunifolia</i> (Kunth) Steyerf.	Melit.	Ornit.
Piperaceae		
<i>Piper</i> sp. 1	Melit.	Ornit.
<i>Piper</i> sp. 2	Melit.	*

A comunidade de espécies do sub-bosque estudada apresentou floração e frutificação durante todo período de estudo (Figura 1). A fenofase de floração teve menor índice mensal no mês de setembro de 2010 (1,51%), onde se encontra o final da seca, e pico de intensidade em dezembro de 2010 (48,13%) durante a estação chuvosa. A frutificação teve seu menor índice em dezembro de 2010

(4,08%) e permaneceu com índices de 25 a 30% na maioria dos meses amostrados, com exceção do período de outubro a dezembro. Vale destacar que o maior índice da floração coincidiu com o menor índice de frutificação e o maior índice da frutificação coincidiu com o menor índice da floração (Figura 1).

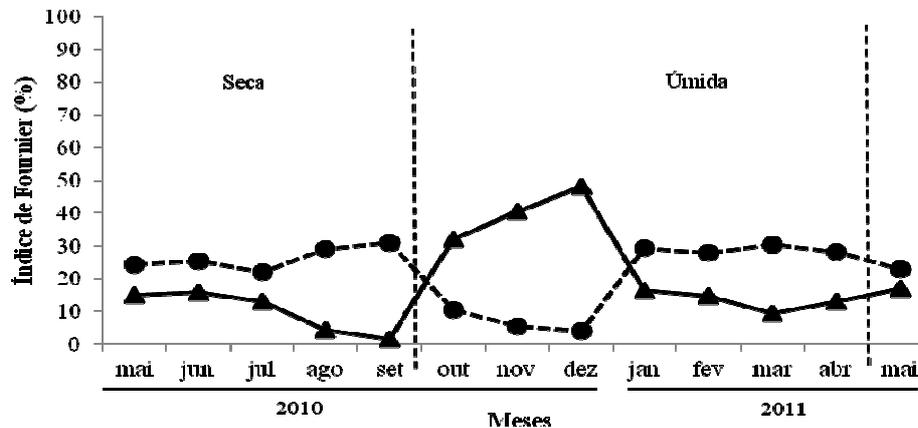


Figura 1. Fenologia reprodutiva do sub-bosque ao longo do ano no Parque Municipal do Setor Santa Cruz, Catalão, GO, Brasil. Porcentagem de Fournier mostrando a floração (▲) e frutificação (●).

A floração nas três famílias apresentou comportamento distinto no decorrer do estudo, porém foi possível observar uma concentração da fenofase no período chuvoso (Figura 2). Em Acanthaceae, as espécies floresceram conjuntamente de maio a agosto de 2010 (período seco) e de janeiro a maio de 2011 (estação úmida e início da estação seca) (Figura 2). Em Piperaceae, o pico da floração ocorreu em outubro de 2010

(51,32%) com a fenofase prolongando-se até maio de 2011 durante todo período úmido e início da estação seca (Figura 2). A ausência da fenofase aconteceu nos meses de maio a setembro de 2010 durante a estação seca (Figura 2). A família Rubiaceae teve sua floração concentrada na estação chuvosa, novembro de 2010 a janeiro de 2011, com o pico em dezembro (54,81%) (Figura 2).

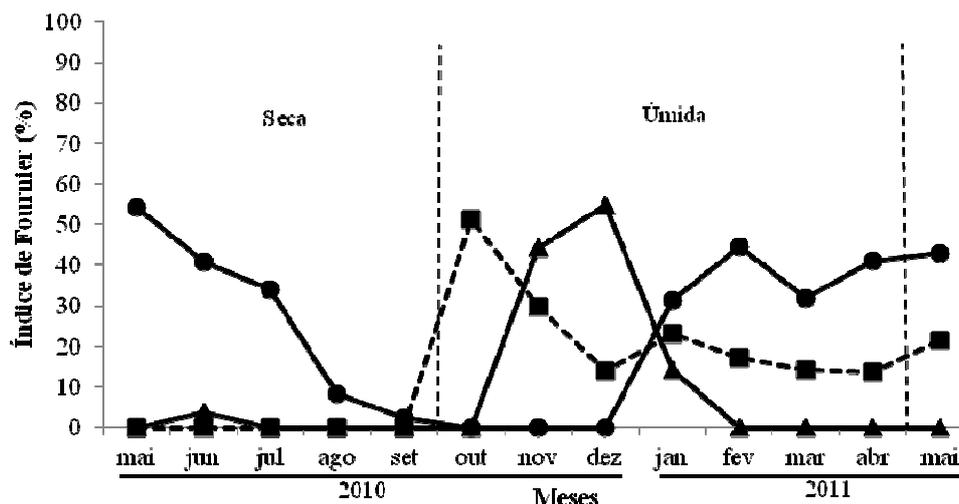


Figura 2. Floração das famílias do sub-bosque ao longo do ano no Parque Municipal do Setor Santa Cruz, Catalão, GO, Brasil. Porcentagem de Fournier para Acanthaceae (●), Piperaceae (■) e Rubiaceae (▲).

A frutificação também se manifestou de forma distinta nas três famílias, contudo, diferentemente da floração, foram observadas

espécies frutificando tanto na estação seca quanto na chuvosa (Figura 3). Em Acanthaceae, a frutificação ocorreu de junho a outubro de 2010 correspondendo

ao período seco e início da estação úmida do ano, com maiores intensidades nos meses de setembro (33,24%) e outubro de 2010 (36,66%) (Figura 3). Piperaceae frutificou de novembro de 2010 a maio de 2011 correspondendo a estação das chuvas e início da estação seca, com pico em maio de 2011

(35,71%) (Figura 3). Já em Rubiaceae, a frutificação ocorreu durante 11 meses, apresentando alta intensidade de frutificação durante todo o período da fenofase. A fenofase não foi observada apenas nos meses novembro e dezembro de 2010 (estação úmida) (Figura 3).

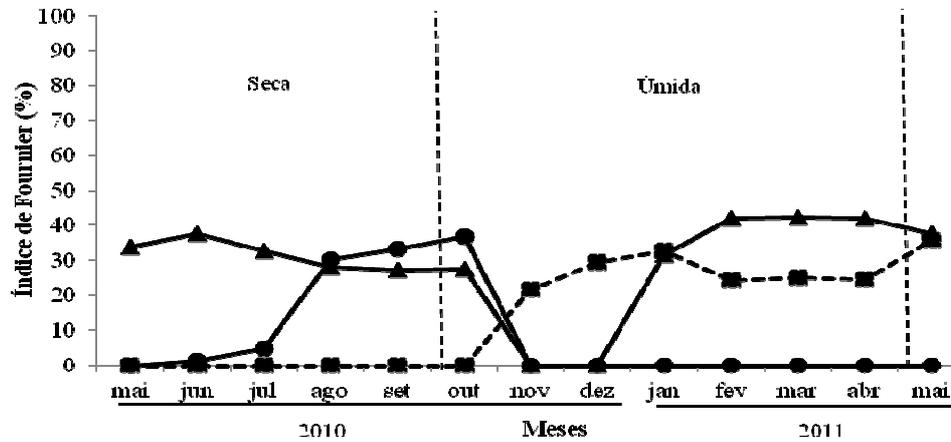


Figura 3. Frutificação das famílias do sub-bosque ao longo do ano no Parque Municipal do Setor Santa Cruz, Catalão, GO, Brasil. Porcentagem de Fournier para Acanthaceae (●), Piperaceae (■) e Rubiaceae (▲).

Síndromes de polinização e dispersão

Foram identificadas três síndromes de polinização dentre as espécies estudadas, sendo estas melitofilia (polinização por abelhas) vinculada às famílias Rubiaceae e Piperaceae, psicofilia (borboleta) presente em uma espécie de Rubiaceae e a ornitofilia (aves). A polinização por beija-flores foi, exclusivamente, encontrada na família Acanthaceae (Tabela 1).

As síndromes de dispersão encontradas foram ornitocoria (aves) ligada a todas as espécies de Rubiaceae e a uma espécie de Piperaceae, e

anemocoria (vento) ligada a uma espécie de Acanthaceae (Tabela 1). Em três espécies não foram classificadas as síndromes de dispersão pela ausência da fase de frutificação nos indivíduos observados (Tabela 1).

As síndromes de polinização se manifestaram de forma heterogênea ao longo do ano (Figura 4). A ornitofilia foi presente em 10 meses, com maior intensidade nos meses de maio de 2010 (63,88%) e 2011 (62,03%), meses esses referentes à época seca. Esta síndrome foi ausente em parte do período úmido (outubro a dezembro de 2010) (Figura 4).

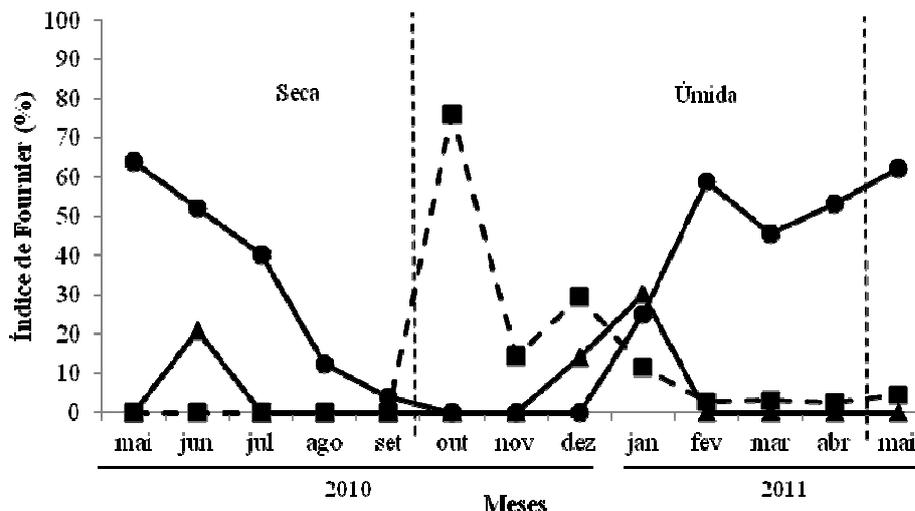


Figura 4. Porcentagem de Fournier para as síndromes de polinização ao longo do ano no Parque Municipal do Setor Santa Cruz, Catalão, GO, Brasil. Ornitofilia (●), Melitofilia (■) e Psicofilia (▲).

A melitofilia teve como pico de intensidade o mês de outubro de 2010 (76,06%) e continuou presente durante toda a estação úmida e início da estação seca até maio de 2011. A ausência dessa síndrome ocorreu no período seco, maio a setembro de 2010 (Figura 4). A psicofilia foi presente apenas em três meses do período amostral, em junho de 2010 (20,83%), dezembro de 2010 (14,16%) e janeiro de 2011 (30%) (Figura 4).

As síndromes de dispersão manifestaram de forma heterogênea ao longo do ano de estudo

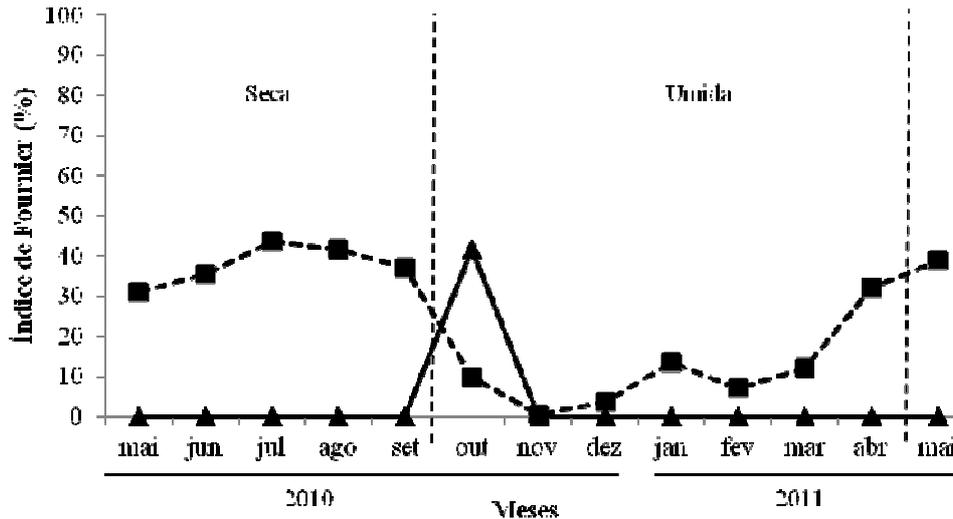


Figura 5. Porcentagem de Fournier para as síndromes de dispersão ao longo do ano no Parque Municipal do Setor Santa Cruz, Catalão, GO, Brasil. Anemocoria (▲) e Ornitocoria (■).

DISCUSSÃO

A riqueza de 11 espécies pertencentes às famílias Acanthaceae, Piperaceae e Rubiaceae, mostrou-se baixa. Arantes (2002) desenvolveu um trabalho na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia- MG, onde foram amostradas 281 espécies distribuídas em 196 gêneros e 104 famílias, sendo Rubiaceae também bem representada, com a segunda maior riqueza de espécies e Piperaceae a 13^a. Neste mesmo estudo, Acanthaceae também apresentou apenas três espécies, entre elas *R. brevifolia*, sendo considerada de pouca importância em número de espécies (ARANTES, 2002). Naturalmente, é necessário levar em consideração a localização geográfica, o esforço amostral e a diferença no tamanho das duas áreas estudadas, contudo a presente comparação seria apenas uma forma de destacar a importância da preservação de áreas de grande porte em relação a pequenos remanescentes vegetacionais. Pequenos fragmentos isolados, desconectados de outros fragmentos pela ausência de corredores ecológicos, como a área estudada, são mais vulneráveis ao processo de não recolonização pelas mesmas ou por outras espécies

(Figura 5). A anemocoria foi presente no mês de outubro de 2010 com 41,66%, sendo o mês presente no início da estação úmida (Figura 5). A ornitocoria foi presente em todos os meses do ano com a ocorrência de dois picos de intensidade, um de maio a setembro de 2010, sendo julho o mês de maior intensidade com 43,58% (estação seca), e outro de abril a maio de 2011 (38,82%) (fim das chuvas) (Figura 5).

e estão mais propícios aos efeitos de borda, tais como aumento nos níveis de luz, temperatura, umidade e vento (COLLINGE, 1996; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

A baixa riqueza do presente estudo, provavelmente, está relacionada aos fatores mencionados acima e também ao seu histórico de perturbações ambientais, sobretudo exploração madeireira e redução de área provocada pela expansão urbana (STACCIARINI, 1991). Espécies vegetais exóticas, indícios de extração madeireira, depósitos de resíduos e trilhas antrópicas já foram encontrados no ambiente estudado (observação pessoal), o que indica algum grau de distúrbio ambiental (COLLINGE, 1996; PRIMACK; RODRIGUES, 2001). É comumente conhecido a influência antrópica em fragmentos florestais, uma vez que os efeitos de borda interferem, substancialmente, na dinâmica ecológica, na riqueza de espécies, nos tipos de espécies e no comportamento fenológico (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A conservação de remanescentes maiores em meio ao ambiente urbano, a manutenção de corredores ecológicos que interconectam as áreas verdes dentro dos municípios

e a distribuição dessas áreas próximas a ambientes naturais, são algumas das formas de reduzir as pressões sobre fragmentos urbanos (COLLINGE, 1996; PRIMACK; RODRIGUES, 2001; VERBOVEN et al., 2012).

A floração na comunidade estudada parece também sofrer influência da sazonalidade climática, uma vez que a fenofase apresentou maior intensidade na estação das chuvas e menor no final do período seco. Alguns trabalhos mostram que de fato a floração do estrato herbáceo-arbustivo das matas secas e semidecíduais está vinculada a estação mais úmida, sobretudo por esse tipo de fitofisionomia não estar vinculado a cursos d'água e pela fauna de polinizadores possuem maior atividade nas chuvas (SARMIENTO; MONASTERIO, 1983; OLIVEIRA; GIBBS, 2002; RIBEIRO; WALTER, 2008). A frutificação no final do período chuvoso e durante a estação seca garante com que estes diásporos amadureçam e sejam dispersos no começo das chuvas, que seria o ponto ideal de germinação (OLIVEIRA, 2008). O baixo índice de frutificação no período inicial das chuvas pode estar relacionado à maior intensidade de floração nessa mesma estação, uma vez que a emissão e a manutenção de flores juntamente com a frutificação implicariam em sobrecarga de recursos energéticos entre essas duas fenofases (TAIZ; ZEIGER, 2004). De acordo com Bullock (1985), o período e duração da floração pode também diferir entre grupos vegetais em função do tipo de polinizador. A família Acanthaceae é tipicamente ornitófila, tendo à maioria de suas espécies a corola tubular de cores vermelha, rosa e roxo, e a oferta de néctar como uma importante fonte de recurso (BRAZ et al., 2000). A floração das espécies de Acanthaceae durante 10 meses, incluindo as que florescem no período seco e úmido, demonstram que esta família é uma importante fonte alimentar para a fauna local de beija-flores, já que todas as espécies amostradas são claramente ornitófilas.

A floração presente em um longo período do ano em Piperaceae parece ser uma característica comum, pois um trabalho com 15 espécies encontrou que a floração também foi presente durante o ano amostrado (FIGUEIREDO, 1997). A floração durante oito meses, um período considerável do ano, vai ao encontro do comportamento da família, mesmo ela sendo representada por apenas duas espécies. Essas espécies apresentaram um pico de floração no início da estação úmida, demonstrando possíveis relações entre a floração e a chegada das chuvas. Porém, algumas famílias botânicas mostram que a floração nem sempre possui relação com o fator hídrico.

Trabalhos com espécies de Rubiaceae na Mata Atlântica mostram que a floração na família não é regulada pela disponibilidade de água, pois existem espécies florescendo ao longo de todo o ano (WRIGHT, 1991; SAN MARTIN-GAJARDO; MORELLATO, 2003). Entretanto, vale ressaltar que naquele tipo de formação vegetacional a umidade é constante e alguns trabalhos com fenologia de Rubiaceae no Cerrado demonstram notável ligação da floração com a chegada das chuvas (CONSOLARO, 2008), como visto no presente estudo.

A frutificação em Acanthaceae foi restrita ao período seco e início da estação chuvosa, sendo este comportamento decorrente, exclusivamente, da frutificação de *G. pubescens*. A não frutificação das outras espécies da família é um ponto que merece atenção e que precisa ser melhor estudado. A baixa densidade de indivíduos de *D. pohliana* e a floração sequencial logo após a intensa floração de *G. pubescens* (SILVA, R. M.; CONSOLARO, H., dados não publicados¹), provavelmente, interferiu na frequência de visitas às suas flores, uma vez que a não frutificação pode ter ocorrido em função da não atração dos beija-flores. Para *R. brevifolia*, estudos mais detalhados são importantes em virtude da espécie ser autocompatível e poder sofrer autopolinização espontânea (SIGRIST; SAZIMA, 2002), não sendo compreensível a ausência de frutificação.

Como em Acanthaceae (*G. pubescens*), a frutificação em Piperaceae foi registrada em função de apenas uma espécie com grande abundância na área, sendo uma importante fonte de recurso para fauna local de dispersores (*Piper* sp.). Fragmentos de pequeno porte que estão localizados dentro do perímetro urbano e submetidos a perturbação ambiental, favorecem as espécies que se destacam perante as limitações ecológicas e reprodutivas impostas pelos efeitos da fragmentação (COLLINGE, 1996; NEIL; WU, 2006; VERBOVEN et al., 2012). *G. pubescens* e *Piper* sp. são espécies que parecem ter se destacado nesse cenário, uma vez que a primeira espécie tem registros de polinizadores eficientes (SILVA, R. M.; CONSOLARO, H., dados não publicados¹), seus indivíduos estão distribuídos em grandes manchas e sua dispersão é realizada por vetores abióticos, e a segunda possui registro de polinizadores (abelhas) e

¹ SILVA, R. M.; CONSOLARO, H. Ecologia da polinização de *Geissomeria pubescens* Nees (Acanthaceae) em uma Mata Seca Semidecídua do Cerrado do Brasil Central, Goiás, Brasil. Trabalho submetido a Acta Botanica Brasilica em 20/08/2012. 2012.

potenciais dispersores na área, como aves da família Pipridae, Turdidae, Tyrannidae e Thraupidae.

A família Rubiaceae apresentou frutificação durante 11 meses, representando grande importância aos animais dispersores de sub-bosque na área estudada, entre eles as aves acima mencionadas. Dentre as seis espécies de Rubiaceae, duas que pertencem ao gênero *Psychotria* frutificaram durante cinco meses, duas em sete meses e uma em 10 meses, enquanto que em *F. multiflora* a fenofase se estendeu por 11 meses. Situações como esta, onde são encontradas diferentes estratégias fenológicas na mesma família e até em espécies do mesmo gênero, demonstram que nem sempre as proximidades filogenéticas garantem respostas parecidas, e que condições ecológicas locais podem exercer pressões seletivas diferenciadas no ajustamento fenológico (SAN MARTIN-GAJARDO; MORELLATO, 2003; LOPES; BUZATO, 2005).

As síndromes melitofilia e psicofilia são mais comuns em vegetação fechada, como a área de estudo, entretanto a ornitofilia está mais relacionada a áreas abertas onde às aves voam com maior facilidade (YAMAMOTO et al., 2007). Negrelle (2002) estudou síndromes de polinização em Mata Atlântica e mencionou que 94,8% das espécies são entomófilas (sem especificar o grupo de insetos polinizador), 3,2% são ornitófilas, 1% quiropterófilas e 1% anemófilas. A frequência da síndrome ornitofilia em todos os meses amostrados ocorreu em função da fenologia de floração da família Acanthaceae, a única a apresentar características como corola tubular de cor avermelhada e néctar em abundância (RESENDE, 2012). Visto que as Acanthaceae do sub-bosque não apresentaram floração durante três meses, possivelmente, os beija-flores que visitam suas flores buscaram recursos em espécies vegetais do estrato arbóreo, em outros fragmentos do perímetro urbano, ou mesmo na flora urbana (COLLINGE, 1996). A presença de outras áreas verdes no município, de corredores ecológicos que conectem o fragmento estudado a essas outras áreas e um plano de herborização efetivo podem auxiliar na manutenção e sobrevivência de grupos de polinizadores que se encontram em período de escassez de recursos.

Existe, atualmente, cerca de 257 mil espécies de Angiospermas das quais dois terços dependem de insetos para sua polinização, podendo destacar vespas, borboletas, mariposas, moscas e, principalmente, as abelhas (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 1994; JUDD et al., 2009). Acredita-se que a aparição evolutiva e a proliferação

das abelhas na superfície terrestre aconteceram, juntamente com o surgimento das Angiospermas a cerca de 50 milhões de anos atrás e que desde então o grupo depende dos recursos florais para obtenção de alimento e as plantas do benefício da polinização (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 1994). A presença da melitofilia por vários meses e em maior número dentre as outras síndromes registradas pode estar ligada a estreita relação abelha-planta que vem ocorrendo no decorrer do tempo evolutivo, por ser uma síndrome mais generalista no sentido de permitir que os outros polinizadores atuem como vetores ocasionais (diferentemente da ornitofilia) e pela presença de famílias comumente melitófilas, como Rubiaceae e Piperaceae. Estudo com abelhas em área urbana encontrou que elas são importantes vetores de fluxo de pólen e que a sua diversidade aumenta em relação abundância de flores presentes em fragmentos inseridos dentro de uma matriz urbana (HENNIG; GHAZOUL, 2012).

O fato da psicofilia ter sido apresentada por um curto período do estudo está relacionado à sua atribuição apenas em *F. multiflora*, sendo o seu registro uma manifestação fiel da floração da espécie. As espécies melitófilas e psicófilas do sub-bosque estudado não apresentaram floração durante todo o período, forçando, possivelmente que as abelhas e borboletas também, busquem, como os beija-flores, recursos em espécies vegetais do estrato arbóreo e/ou das espécies do perímetro urbano. Estudos de repartição de recurso e polinizadores em ambiente urbano e entre estratos verticais da vegetação (arbóreo e sub-bosque), realmente demonstram o deslocamento dos grupos de polinizadores para essas outras fontes de recurso (COLLINGE, 1996).

Em vegetações tropicais, a zoocoria é mais frequente que a anemocoria (PIJL, 1982). A zoocoria predomina nas florestas com climas úmidos ou com fraca estacionalidade pluvial (GENTRY, 1974), entretanto a anemocoria predomina em vegetações abertas de climas seco como forma de potencializar sua capacidade de dispersão em função do menor número de barreiras físicas (FRANKIE et al., 1974; HOWE; SMALLWOOD, 1982). A área de estudo caracteriza-se como uma formação vegetacional fechada, possuindo apenas uma espécie anemocórica dentre as 11 estudadas, sendo a propagação vegetativa e limitação física de dispersão a possível explicação por esta espécie possuir distribuição em manchas (agrupamentos). *G. pubescens* frutificou no final da seca e começo da estação úmida (setembro e outubro), sendo este fato uma característica esperada para as espécies

anemocóricas do Cerrado em função delas, em sua maioria, não apresentarem sementes dormentes (OLIVEIRA, 2008). Quando a dispersão apresenta sincronia com ponto ideal de germinação (início das chuvas), o sucesso na emergência de plântulas se torna maior (OLIVEIRA, 2008).

Em floresta tropical semidecídua, tem-se observado que 50 a 90% das espécies vegetais têm dispersão primária por animais e que elas predominam nos sub-bosques (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1992). A morfologia dos diásporos da maioria das espécies amostradas tem características que as classificam como ornitocóricas (PIJL, 1982), com esta síndrome permanecendo por todos os meses amostrados em virtude de duas famílias, Rubiaceae com seis espécies e Piperaceae com uma espécie. A presença de espécies com sementes dispersas por vetores ativos como as aves pode ser uma vantagem em ambientes desconectados como a área de estudo, pois tais vetores podem movimentar-se facilmente entre os fragmentos (COLLINGE, 1996, PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Considerando que a área configura-se como uma das poucas paisagens de vegetação na matriz urbana da cidade, as espécies vegetais ornitocóricas contribuem para a diversidade local e para a manutenção e conservação das aves dispersoras (TAYLOR et al., 2012).

Paisagens de vegetação inseridas no perímetro urbano, incluindo remanescentes de floresta, praças, parques e aglomerados de vegetação próximos às residências, mostram que a riqueza de polinizadores, como também, abundância

de visitas e diversidade local, estão relacionadas com o tamanho das áreas (HENNIG; GHAZOU, 2012; TAYLOR et al., 2012). A área do Parque Municipal do Setor Santa Cruz é considerada de pequeno porte, porém configura-se como um dos principais pontos de vegetação encontrados no perímetro urbano de Catalão. Mesmo com a baixa riqueza de espécies apresentando floração e frutificação no sub-bosque, elas podem parcialmente, manter algumas espécies animais na comunidade, as que, por sua vez, podem promover os processos de polinização e dispersão, essenciais para dinâmica ecológica local. Entretanto, a não frutificação de duas espécies de Acanthaceae e de uma espécie Piperaceae já pode indicar falhas na interação planta-polinizador em função dos efeitos negativos da fragmentação. Estudos específicos de biologia reprodutiva, ecologia da polinização e dispersão podem ser conduzidos para entender a influência do perímetro urbano na dinâmica ecológica da comunidade, os processos ecológicos que já se encontram enfraquecidos e, principalmente, destacar a importância da preservação de áreas verdes dentro de um município.

AGRADECIMENTOS

Ao Setor de Assuntos da Comunidade Universitária (UFG, *Campus Catalão*) pela Bolsa Permanência referente ao primeiro autor e ao Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC-UFG) também referente ao primeiro autor.

ABSTRACT: The objective was to identify the reproductive phenology and the pollination and dispersal syndromes of understory species of Semi-deciduous Dry Forest. The work was carried out from May 2010 to May 2011 in a forest fragment, about 29 hectares, localized in Catalão city, Goiás State, Brazil. The phenological phases were observed weekly along a transect at 1000m. Pollination and dispersal syndromes were determined through literature data, and these data were linked to phenology. The flowering proportion reached the peak (43,13%) in December 2010 (rainy) and fruiting (30%) in September 2010 (dry). Acanthaceae flowering peak in May 2010 and February 2011; Piperaceae peaked in October 2010 and Rubiaceae in December 2010. Fruiting in the Acanthaceae occurred during the dry period and the beginning of the rainy season, with the highest incidence in October 2010, Piperaceae reached their peak in May 2011, while in the Rubiaceae, it went on for 11 months, with the highest incidence being in March 2011. Two Acanthaceae and one Piperaceae species not fruited, but all species presented flowering. Pollination syndromes found were Ornithophily, peaking in May 2010, Melittophily, in October 2010, and Psycophily, in January 2011. Dispersal syndromes found were Anemochoric, with a higher incidence in October 2010, and Ornithocoric with two peaks, one in July 2010 and other in May 2011. The year-long presence of flowering and/or fruiting species contributes to the survival and dynamics of the community studied, because these species play an important role maintaining bees and birds in the fragment, which are important vectors of pollination and dispersal, respectively. Considering the rapid loss of the Cerrado vegetation in recent times and the study site to be a fragment localized inside the urban environment, the conservation of the green area becomes important, regardless of its small size, due to the important ecological processes that lie therein, as portrayed in this study.

KEYWORDS: Plant Reproductive. Entomophily. Zoocoric. Southeast of Goiás. Reproductive Phenology. Brazilian Savanna.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Adriana Assis. **Florística, Fitosociologia e Fenologia do estrato Herbáceo-Arbustivo de uma gradiente florestal no Triângulo Mineiro**. 2002. 213 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”, Rio Claro, 2002.

AQUINO, F. G.; MIRANDA, G. H. B. Consequências Ambientais da Fragmentação de Habitats no Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA Informação tecnológica, 2008. p. 383-398.

BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and wood florae. **Revista Brasileira Biologia**, São Carlos, v. 60, p. 129-145, fev. 2000.

BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 21, p. 399-422, 1990.

BRAZ, D. M.; VIEIRA, M. F.; CARVALHO-OKANO, R. M. Aspectos reprodutivos de espécies de Acanthaceae Juss. de um fragmento florestal do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 270, p. 229-239, 2000.

BULLOCK, S. H. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica**, Malden, v. 17, p. 287-301, set. 1985.

CASTRO, C. C.; OLIVEIRA, P. E. Pollination Biology of Distylous Rubiaceae in the Atlantic Rain Forest, SE Brazil. **Plant Biology**, Alemanha, v. 4, p. 640-646, 2002.

CASTRO, C. C.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; ALVES, M. C. Breeding System and Floral Morphometry of Distylous Psychotria L. Species in the Atlantic Rain Forest, SE Brazil. **Plant Biology**, New York, v. 6, p. 1-6, set. 2004.

COLLINGE, S. K. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. **Landscape and Urban Planning**, Cambridge, v. 36, p. 59-77, jul. 1996.

CONSOLARO, Hélder. **A Distília em Espécies de Rubiaceae do Bioma Cerrado**. 2008. 96 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

CONSOLARO, H.; SILVA, S. C. S.; OLIVEIRA, P. E. Breakdown of distyly and pin-monomorphism in *Psychotria carthagenensis* Jacq. (Rubiaceae). **Plant Species Biology**, Japan, v. 26, p. 24-32, 2011.

EBELING, A.; KLEIN, A. M.; TSCHARNTKE, T. Plant-flower visitor interaction webs: Temporal stability and pollinator specialization increases along an experimental plant diversity gradient. **Basic and Applied Ecology**, Kusterdingen, v. 12, n. 4, p. 300-309, jun. 2011.

FIGUEIREDO, Rodolfo Antônio. **Fenologia e Ecologia da Polinização de Espécies de Piperaceae em Mata Semidecídua do sudeste Brasileiro**. 1997. 145 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowland of Costa Rica. **Journal of Ecology**, London, v. 62, p. 881-919, nov. 1974.

FAEGRI, Knut.; PIJL, Leendert Van Der. **The principles of pollination ecology**. 3. ed. London: Oxford Pergamon Press, 1976. 242p.

FOURNIER, L. A. Um método quantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. **Turrialba**, Turrialba, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica**, Malden, v. 6, n. 1, p. 64-69, 1974.

HENNIG, E. I.; GHAZOUL, J. Pollinating animals in the urban environment. **Urban Ecosyst**, Zürich, v. 15, p. 149-166, ago. 2012.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Iowa, v. 13, p. 201-228, 1982.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; RAMALHO, M.; KLEIMERT-GIOVANNINI, A. Abelhas sociais e flores: análise polínica como método de estudo. In: PIRANI, J. R.; LAURINO, M. C. (Ed.). **Flores e abelhas em São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 1994. p. 18-20.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal - um enfoque filogenético**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632p. KLINK C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Malden, v. 19, p. 707-713, jun. 2005.

LOPES, L. E.; BUZATO, S. Biologia reprodutiva de *Psychotria suterella* Muell. Arg. (Rubiaceae) e a abordagem de escalas ecológicas para a fenologia de floração e frutificação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 785-795, dez. 2005.

MACEDO, J. Os cerrados brasileiros: alternativa para a produção de alimentos no limiar do século XXI. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 2, p. 11-18, abr-jun. 1995.

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. **Annals of Botany**, Exeter, v. 94, p. 365-376, mar. 2004.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico da Conservação Internacional, Brasília, DF, 2004.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva biológica de Mogi-Guaçu, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 11, p. 101-112, 1988.

MARTIN-GAJARDO, I. S.; MORELLATO, P. C. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, 26: 299-309, 2003.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. L. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. (Ed.). **História natural da Serra do Japi - preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: Editora da Unicamp, 1992. p. 112-141.

NEGRELLE, R. R. B. The Atlantic forest in the Volta Velha Reserve: a tropical rain forest site outside the tropics. **Biodiversity and Conservation**, Curitiba, v. 11, p. 887-919, mai. 2002.

NEIL, K.; WU, J. Effects of urbanization on plant flowering phenology: A review. **Urban Ecosyst**, Tempe, v. 9, p. 243-257, jul. 2006.

OLLERTON, J.; ALARCNÓ, R.; WASER, N. M.; PRICE, M. V.; WATTS, S.; CRANMER, L.; HINGSTON, A.; PETER, C. I.; ROTENBERRY, J. A global test of the pollination syndrome hypothesis. **Annals of Botany**, v.103, p. 1471–1480, fev. 2009.

OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva de espécies do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA Informação tecnológica, 2008. p. 273-290.

OLIVEIRA, P. E.; SAZIMA, M. Pollination biology of two *Kielmeyera* (Guttiferae) species from Brazilian cerrado vegetation. **Plant Systematics and Evolution**, Austria, v. 172, p. 35-49, 1990.

OLIVEIRA, P. E.; SILVA, J. C. S. Reproductive biology of two species of *Kielmeyera* (Guttiferae) in the Cerrados of Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, London, v. 9, p. 67-79, 1993.

OLIVEIRA, P. E. Dioecy in Cerrado Vegetation of Central Brazil. **Flora (Jena)**, Alemanha, v. 192, n. 1, p. 235-243, 1995.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a Cerrado community of Central Brazil. **Flora (Jena)**, Alemanha, v. 195, n. 4, p. 311-329, 2000.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Pollination and Reproductive Biology in Cerrado Plant Communities. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil – ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 329-347.

PASSOS, L. C.; SAZIMA, M. Reproductive biology of the distylous *Manettia luteo-rubra* (Rubiaceae). **Botanica Acta**, Alemanha, v. 108, p. 309-313, 1995.

PIJL, Leendert Van Der. **Principles of dispersal in higher plants**. 1. ed. New York: Springer-Verlag, 1982. 215p.

PEREIRA, Z. V.; VIEIRA, M. F.; CARVALHO-OKANO, R. M. Fenologia da floração, morfologia floral e sistema de incompatibilidade em espécies distílicas de Rubiaceae em fragmento florestal do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 471-480, set. 2006.

PRIMACK, Richard; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da Conservação**. 1. ed. Londrina: Efraim Rodrigues. 2001. 328p.

RESENDE, Gustavo Mariano. **Padrão de secreção e efeito de remoção de néctar em *Aphelandra longiflora* (Lindl.) Profice (Acanthaceae) em um remanescente de mata mesofítica do município de Catalão, Goiás, Brasil**. 2012. 15 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2012.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA Informação tecnológica, 2008. 151-212.

ROSSI, A. A. B.; OLIVEIRA, L. O.; VIEIRA, M. F. Distyly and variation in floral traits in natural populations of *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28: 285-294. 2005.

SAKAI, Y.; KOLLER, A.; RANGELL, L. K.; KELLER, G. A.; SUBRAMANI, S. Peroxisome degradation by microautophagy in *Pichia pastoris*: identification of specific steps and morphological intermediates. **Journal of Cell Biology**, New York, v. 141, p. 625-636, mai. 1998.

- SAN MARTIN-GAJARDO, I.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 299-309, set. 2003.
- SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. Life forms and phenology. In: BOULIERE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p. 79-108.
- SAZIMA, M. Hummingbird pollination of *Barbacenia flava* (Velloziaceae) in the Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. **Flora (Jena)**, Alemanha, v. 166, p. 239-247, 1977.
- SAZIMA, M.; SAZIMA, I. *Helicteres ovata* (Sterculiaceae), pollinated by bats in southeastern Brazil. **Botanica Acta**, Alemanha, v. 101, n. 3, p. 269-271, 1988.
- SIGRIST, M. R.; SAZIMA, M. *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcurrea (Acanthaceae): fenologia da floração, biologia da polinização e reprodução. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 35-42, mar. 2002.
- STACCIARINI, J. H. R. Interação Sociedade Natureza – Luta Ecológica – Um caso Catalano: Mata do Setor Universitário. **Boletim Goiano de Geografia**, Catalão, v. 11, n. 1, p. 90-103, dez. 1991.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TAYLOR, L.; TAYLOR, C.; DAVIS, A. The impact of urbanisation on avian species: The inextricable link between people and birds. **Urban Ecosyst**, Sydney, dez. 2012.
- VERBOVEN, H. A. F.; BRYNS, R.; HERMY, M. Sex in the city: Reproductive success of *Digitalis purpurea* in a gradient from urban to rural sites. **Landscape and Urban Planning**, Leuven, v. 106, p. 158-164, mar. 2012.
- WASER, N. M.; CHITTKA, L.; PRICE, M. V.; WILLIAMS, N. M.; OLLERTON, J. Generalization in pollination systems, and why it matters. **Ecology**, California, v. 77, n. 4, p.1043-1060, set. 1996.
- WRIGHT, S. J. Seasonal drought and the phenology of understory shrubs in a tropical moist forest. **Ecology**, Balboa, v. 72, n.5, p. 1643-1657, out. 1991.
- YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S.; MARTINS, F. R. Síndromes de polinização e da dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 553-573, nov. 2007.