
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Bruno Petruz de Souza

**Fenologia de espécies anemocóricas em um
cerrado sensu stricto no interior de São Paulo**

A large, abstract geometric pattern in shades of blue and white, resembling a stylized globe or a complex network of lines, occupies the bottom half of the page.

Rio Claro
2014

Bruno Petruz de Souza

FENOLOGIA DE ESPÉCIES ANEMOCÓRICAS EM UM CERRADO
SENSU STRICTO NO INTERIOR DE SÃO PAULO.

Orientador: Profa. Dra. Leonor Patrícia Cerdeira Morellato

Co-orientadora: MS Maria Gabriela Gutierrez de Camargo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de
Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas.

Rio Claro
2014

581.5 Souza, Bruno Petruz de
S729f Fenologia de espécies anemocóricas em um cerrado sensu stricto no interior de São Paulo / Bruno Petruz de Souza. - Rio Claro, 2014
27 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Leonor Patrícia Cerdeira Morelatto
Coorientador: Gabriela Gutierrez de Camargo

1. Ecologia vegetal. 2. Anemocoria. 3. Diásporo. 4. Dispersão por vento. I. Título.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi entender os padrões de frutificação de espécies anemocóricas em uma área de Cerrado *sensu stricto*, de acordo com a morfologia dos diásporos e a deciduidade das espécies, e verificar se esse padrão difere entre borda e interior do cerrado estudado. Um total de 377 indivíduos foram amostrados, distribuídos em 26 espécies, pertencentes a 10 famílias. Foi notada significativa sazonalidade para toda a comunidade, e uma sincronia entre os indivíduos principalmente no ambiente de borda. Os picos de atividade de queda foliar e frutificação ocorreram simultaneamente para as espécies decíduas e perenes, enquanto que para as espécies semidecíduas a época de maior índice de queda antecedeu um pouco o de maturação dos frutos. Entretanto esses eventos ocorreram durante a época de menores índices pluviométricos, maiores índices de queda foliar e anterior ao desenvolvimento de folhas novas, de forma que os diásporos secam e são dispersos pelo vento mais facilmente.

Palavras-chave: ecologia vegetal, anemocoria, diásporo, dispersão por vento.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. OBJETIVOS.....	6
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
4. RESULTADOS.....	9
5. DISCUSSÃO.....	18
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
7. BIBLIOGRAFIA.....	20

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado apresenta como área mais de 2 milhões de km², com cerca de 92.566 espécies de animais e 7.000 espécies de plantas, muitas sendo endêmicas e consideradas ameaçadas de extinção (KLINK & MACHADO, 2005), sendo considerado o segundo maior bioma do Brasil (RATTER *ET AL* 1997, OLIVEIRA FILHO & RATTER 2002, AB' SABER 2003, COUTINHO 2006). Ocorre latitudinalmente desde o Amapá e Roraima, localizados acima da linha do Equador, até o Paraná, abaixo do Trópico de Capricórnio, e em escala longitudinal desde Pernambuco, Alagoas, Sergipe, até Pará e Amazonas (COUTINHO 2005).

Essa formação vegetal apresenta desde formas campestres bem abertas, como os campos limpos, até formas mais densas, florestais, como os cerradões, passando também por formas intermediárias, representadas pelas fisionomias de savana, como os campos sujos, campos cerrados e o cerrado *sensu stricto* (COUTINHO, 2002). O Cerrado *sensu stricto* é a fisionomia de Cerrado mais típica e encontrada em maior proporção, caracterizado pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas e geralmente com evidências de queimadas (RIBEIRO & WALTER, 1998).

A vegetação do Cerrado está sujeita ao clima tropical sazonal, caracterizado pela ocorrência de estação seca bem definida durante o inverno e verão chuvoso (RIBEIRO & WALTER, 1998; DURIGAN *ET. AL.*, 2007, LENZA & KLINK, 2006). Estudos dos padrões fenológicos em nível de comunidade mostram a influência desta sazonalidade no comportamento das plantas do cerrado, tanto para as fenofases reprodutivas quanto para as vegetativas (BATALHA *ET. AL.*, 1997; BULHÃO & FIGUEIREDO, 2002; KANEGAE *et. al.*, 2000). A renovação foliar geralmente está associada ao período seco, tanto para espécies sempre verdes quanto para brevidecíduas e decíduas. A floração se concentra no período seco ou na transição período seco-chuvoso e a frutificação na época úmida para espécies zoocóricas, e na época seca para espécies anemocóricas. Segundo SILBERBAUER-GOTTSBERGER (2001) a sazonalidade climática tem forte influência nos padrões de frutificação e dispersão de sementes das plantas do cerrado, podendo a floração ser mais condicionada pelas mudanças estacionais do que a frutificação.

A fenologia pode ser definida como estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos, e das causas de sua ocorrência relacionados aos fatores bióticos e abióticos, numa mesma ou em diferentes espécies (LIETH 1974), e reconhecida como uma importante linha de pesquisa ecológica e um dos melhores parâmetros para caracterizar ecossistemas (LIETH

1974, MORELLATO *ET AL* 2013). O estudo do comportamento fenológico contribui para o entendimento da regeneração e reprodução das plantas, bem como as interações planta-animal, além do comportamento dos animais que dependem das plantas para alimentação (CARMO & MORELLATO 2000, MORELLATO *ET AL* 2000, 2013).

A dispersão de propágulos é um dos processos mais importantes na manutenção das comunidades vegetais, influenciando diretamente em sua estrutura e dinâmica (HOWE e SMALLWOOD, 1982; WUNDERLE-Jr., 1997). Existem três principais estratégias de dispersão: a anemocoria, quando o propágulo é dotado de estruturas que facilitam o transporte pelo vento, a autocoria, quando apresenta mecanismos próprios para o lançamento dos frutos ou sementes, e a zoocoria, quando a dispersão é realizada por animais (VAN DER PIJL, 1982).

A proporção das diferentes estratégias de dispersão em uma comunidade de plantas pode variar de acordo com o tipo de vegetação e seu estágio de sucessão (MORELLATO & LEITÃO FILHO 1992, VIEIRA E SCARIOT, 2006; CHAZDON *ET AL.*, 2007). No cerrado, apesar da elevada ocorrência de espécies zoocóricas, a proporção das síndromes pode variar conforme a fisionomia e o estrato, sendo observado uma diminuição no número de espécies anemocóricas das fisionomias mais abertas para as mais fechadas (OLIVEIRA & MOREIRA 1992; PINHEIRO & RIBEIRO 2001; GOTTSBERGER & SILBERBAUER GOTTSBERGER 1983), assim como no estrato herbáceo-subarbustivo em relação ao arbustivo-arbóreo, onde predominam espécies zoocóricas (BATALHA & MARTINS 2004, TANNUS *ET AL.* 2006; GOTTSBERGER & SILBERBAUER GOTTSBERGER 1983).

A dispersão e a distribuição de frutos e sementes de espécies anemocóricas são intermediadas por diversos fatores relacionados à grande variabilidade na direção e velocidade do vento, bem como a topografia e vegetação formada na região, além das características morfológicas particulares dos diásporos (AUGSPURGER & FRANSON 1987; OLIVEIRA & MOREIRA 1992). A grande variedade morfológica desses diásporos aparece em diversas espécies e apresenta um papel fundamental na diminuição da velocidade na rota de descida dos diásporos, proporcionando maiores chances de dispersão horizontal por ventos com diferentes direções e maiores áreas de distribuição (AUGSPURGER 1986).

As espécies que têm seus propágulos dispersos por vento geralmente são caracterizadas por algumas adaptações morfológicas (RIDLEY 1930, BURROWS 1975, PIJL 1982, OLIVEIRA & MOREIRA 1992), apresentando seus diásporos com diferentes morfologias e padrões de voo, como descrito por Augspurger (1986): flutuante, autogiro,

autogiro rotatória, aquênio, paina. Além disso, vários fatores, como alas e plumas estão relacionados aos efeitos da dispersão de diásporos pelo vento, bem como a distribuição de sementes (GOTTSBERGER & SILBERBAUER GOTTSBERGER 1983; AUGSPURGER & FRANSON 1987).

2. OBJETIVOS

Esta pesquisa teve como o objetivo (i) descrever a fenologia das espécies anemocóricas da comunidade arbustivo-arbórea de uma área de cerrado *sensu stricto* e sua relação com o clima, analisando ainda os padrões de frutificação conforme os diferentes tipos de morfologia do diásporo; (ii) verificar se há variação na fenologia dos indivíduos anemocóricos do interior e da borda de um fragmento de cerrado; e ainda (iii) qual a relação entre a deciduidade e o padrão de frutificação das espécies anemocóricas.

Esperamos um padrão sazonal de troca de folhas, floração e das espécies anemocóricas estudadas, com picos de queda foliar e dispersão de sementes na estação seca (BATALHA & MARTINS 2004, TANNUS *ET AL.* 2006). Devido à maior e mais constante disponibilidade de luz nas bordas de fragmentos (KAPOS *ET AL* 1997, CAMARGO *ET AL* 2011), esperamos uma maior atividade fenológica dos indivíduos da borda em relação aos do interior. Considerando o maior sucesso da dispersão de diásporos anemocóricos na ausência de barreiras, como as folhas das árvores, esperamos encontrar uma relação entre as diferentes estratégias de trocas de folhas e os padrões de frutificação das espécies anemocóricas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo, de 260 hectares, está localizada na Fazenda São José da Conquista, a 770 m de altitude, no município de Itirapina, São Paulo – Brasil (22° 10' 31.41"S; 47° 52' 26.13"W e 610 m de altitude). Suas bordas foram estabelecidas há aproximadamente 30 anos e a última queimada ocorreu há 20 anos, na face norte (CAMARGO, 2008). A vegetação é um cerrado *sensu stricto* onde predomina o estrato arbustivo-arbóreo, com altura entre 2 e 10 metros e vegetação herbácea ainda em quantidade significativa.

O clima na área de estudo é sazonal conforme o diagrama climático para o período de 1971 a 2002 (Fig. 1), com uma estação quente e úmida de Outubro a Março (com uma média

de 32°C e 78mm de precipitação média total anual) e uma estação seca e fria de Abril a Setembro (com uma média de 18°C e 16mm de precipitação média total anual). A temperatura média é de 20,7°C, e a precipitação média anual de 1524 mm.

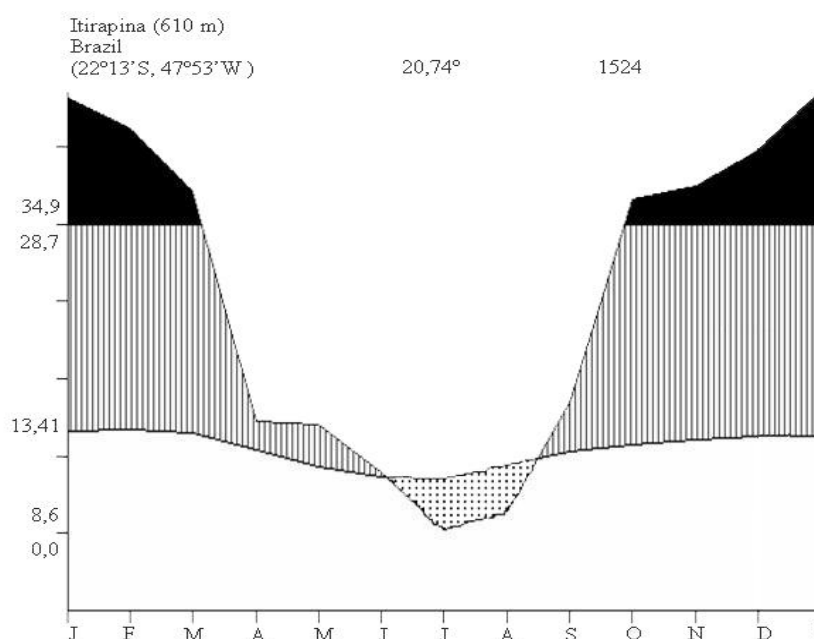


Figura 1. Climadiagrama da região de Itirapina, São Paulo (22° 10' 31.41''S; 47° 52' 26.1 3''W). Dados climáticos cedidos pelo CRHEA (Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada) da Universidade de São Paulo.

Durante o período estudado (Janeiro de 2005 a Dezembro de 2010) o clima foi similar entre os anos e seguiu o padrão descrito para a região (Fig. 2). Em praticamente todos os anos, o pico de pluviosidade ocorreu no mês de Janeiro, com exceção do ano de 2006, em que o pico de pluviosidade ocorreu em Fevereiro. Já os menores valores de pluviosidade ocorreram em meses diferentes ao longo dos anos. Em 2005, o menor valor pluviométrico ocorreu no mês de Julho, em 2006 nos meses de Maio, Junho e Agosto, em 2007 e em 2010, em Agosto, enquanto que em 2008 e 2009, ocorreu em Junho e Maio, respectivamente.

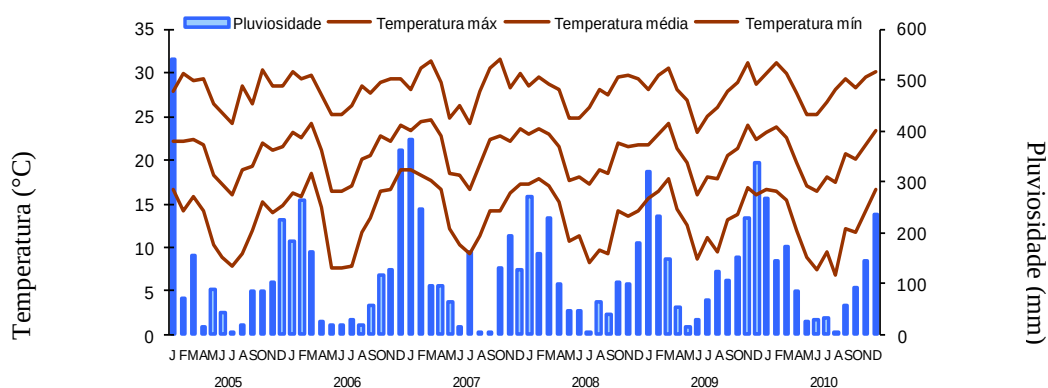


Figura 2. Pluviosidade e temperaturas máxima, média e mínima da no período de Janeiro de 2005 a Dezembro de 2010. Dados climáticos cedidos pelo CRHEA (Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada) da Universidade de São Paulo.

O fragmento de cerrado tem formato retangular estando as faces estudadas orientadas a Leste e Sul. A borda orientada a Leste faz contato parte com pastagem e parte com outro fragmento de cerrado, sendo separado destes por um aceiro de 6 a 8m de largura; a borda orientada a Sul atualmente faz contato com uma matriz de cana-de-açúcar. A face Leste é mais quente e seca em relação a face Sul, que apresenta menores temperaturas médias, maior umidade relativa e menor abertura de dossel (CAMARGO *ET AL* 2011; Fig. 3). A proporção dos modos de dispersão dos indivíduos e espécies é semelhante entre as faces e entre as bordas e interiores (CAMARGO 2008).

Amostragem dos indivíduos e coleta de dados - Para a amostragem dos indivíduos observados, demarcamos 36 transecções de 25 m de comprimento 2 m de largura, com uma distância de 50 m entre si, totalizando de 1800 m². As transecções foram distribuídas no interior e na borda das faces Leste e Sul do fragmento, sendo colocadas no limite do fragmento nas bordas e a 100m a partir deste nos interiores. Amostramos todos os indivíduos anemocóricos inseridos nas transecções com circunferência da base do caule maior ou igual a 3cm, totalizando 377 indivíduos, distribuídos em 27 espécies pertencentes a 10 famílias (Tabela 1).

As espécies foram classificadas em cinco categorias pela morfologia do diásporo e seu padrão de voo, segundo a classificação de Augspurger (1986), sendo elas: autogiro, aquênio, flutuante, paina e autogiro- rotatório. Também agrupamos essas espécies de acordo com sua deciduidade em: decíduas, semidecíduas e perenifólias, com base nos dados de intensidade das fenofases coletados por Reis (2007). Os dados fenológicos foram coletados mensalmente

desde 2005. A cada mês observamos a presença ou ausência das fenofases de botão floral, antese, fruto imaturo, fruto maduro, brotamento e queda foliar (conforme MORELLATO, 1989) e calculamos a porcentagem de atividade de cada fenofase (D' EÇA NEVES & MORELLATO, 2002).

Análise dos dados - Os padrões fenológicos foram descritos a partir das porcentagens de atividade calculadas para cada fenofase, o que nos permitirá também acessar a sincronia dos indivíduos (D'EÇA NEVES & MORELLATO, 2004). Para todas as análises, utilizamos um período de um ano obtido a partir da média dos anos de dados obtidos até 2011, exceto para os grupos morfológicos de diásporos, que utilizamos a soma de todos os anos de dados obtidos até 2011.

Utilizamos correlações de Spearman (ZAR, 1999), para verificar as relações entre as fenofases observadas e os dados de temperatura, pluviosidade, velocidade do vento a 0,5m e a 2m do nível do solo. Para compararmos a fenologia das espécies presentes na borda e no interior da área de estudo utilizaremos gráficos dos padrões fenológicos, a sincronia dos indivíduos e o teste de Wilcoxon entre as curvas obtidas para cada fenofase (ZAR 1999).

Verificamos a relação entre os padrões de frutificação e a deciduidade das espécies graficamente.

A hipótese de sazonalidade nas diferentes fenofases foi testada através da estatística circular conforme descrito por Morellato *et. al.* (2010). Para detectar a existência de padrão significativamente sazonal, foi aplicado o teste de Rayleigh (z), que verifica a significância do ângulo médio (ZAR 1999). Foram utilizados os ângulos correspondentes às datas de pico para toda a comunidade anemocórica, separadamente para os indivíduos da borda e do interior, e entre os grupos com diferentes estratégias de deciduidade.

4. RESULTADOS

Foram levantados 377 indivíduos distribuídos em 26 espécies, pertencentes a 10 famílias diferentes, com diásporos dispersos pelo vento.

Apesar da baixa proporção de indivíduos nas fenofases reprodutivas na comunidade anemocórica, flores e frutos foram observados ao longo de todo o ano, com períodos sazonais de maior atividade (Fig. 3). O pico de atividade de antese foi observado no final da estação chuvosa, entre os meses de fevereiro e março, seguido por um outro menor entre os meses de

julho e agosto (Fig. 3A). Para frutos imaturos também percebemos dois picos de atividade, sendo um deles no mês de maio e outro no mês de agosto, na estação seca (Fig. 3 B). A maior atividade de frutos maduros ocorreu entre os meses de agosto e setembro, também no fim da estação seca (Fig. 3C). Essa sazonalidade foi confirmada para fruto imaturo e fruto maduro com os dados obtidos pela estatística circular, com datas médias no mês de julho para as duas fenofases (Tabela 2). Devido ao padrão bimodal observado para a fenofase antese, não foi possível testarmos a sazonalidade desta fenofase através de estatística circular (MORELLATO *ET AL.* 2010), (Tabela 1).

De acordo com os resultados da correlação de Sperman, a proporção de indivíduos com frutos maduros apresentou uma relação inversa com temperaturas máximas, mínimas e médias, além da pluviosidade, em que uma diminuição nos valores das respectivas variáveis climáticas implicam num aumento na produção desses frutos, enquanto o vento a 0,5m e 2m do nível do solo não mostrou nenhuma relação às fenofases apresentadas (Tabela 3).

Quanto aos grupos morfológicos dos diásporos, notamos que as espécies classificadas como autogiro apresentaram um pico na produção de frutos da primeira metade para o meio da estação seca, entre os meses de maio e junho (Figura 4A). No grupo aquênio houve maior atividade de frutificação no final da estação seca, principalmente no mês de setembro (Figura 4B). As espécies com propágulos flutuantes frutificaram no início da estação úmida, entre outubro e novembro (Figura 4C), seguido pelo grupo morfológico paina, com pico de frutificação principalmente no mês de novembro (Figura 4D). Para as espécies autogiro-rotatório não houve um padrão claro na produção de frutos (figura 4E).

As espécies anemocóricas mostraram um padrão semelhante entre os ambientes de borda e interior, com os indivíduos pouco sincrônicos nos dois ambientes, embora um pouco maior na borda (48%) em relação ao interior (52%).

A atividade de antese mostrou um pico no final da estação chuvosa, entre março e abril, e um outro no final da estação seca, entre os meses de julho e agosto, mais marcante no ambiente de borda, , apresentando, assim como observado para a comunidade anemocórica, um padrão bimodal (Figura 5A, 5B,).

Para a fenofase de fruto imaturo, foi observada uma sincronia maior nos indivíduos da borda em relação ao interior (Figura 5C, 5D). Nos dois ambientes observamos maior atividade dos indivíduos para frutos imaturos no início da estação seca e transição para estação chuvosa, entre abril e setembro, mostrando uma sazonalidade significativa apenas para os indivíduos de borda, com data média no mês de maio (Figura 1).

Para a fenofase de fruto maduro, também foi observada uma sincronia maior nos indivíduos da borda em relação ao interior, entretanto nos dois ambientes foi significativamente sazonal, com um pico de atividade no meio da estação seca, com datas médias em agosto na borda e em julho no interior, antecipada mais de um mês antes em relação à borda (Figura 5E, 5F, Tabela 2).

Exceto para frutos maduros, as curvas dos padrões fenológicos reprodutivos diferiram significativamente entre os ambientes de borda e interior (antese: $W=134$, $p<0.01$; fruto imaturo: $W=111$, $p=0.02$; fruto maduro: $W=106$, $p=0.05$).

Quanto aos padrões de frutificação conforme os grupos decíduais, apesar dos padrões para queda serem semelhantes, observamos diferentes padrões de frutificação. As espécies decíduas apresentaram um pico na produção de frutos em sincronia com a queda foliar, no meio da estação seca, mostrando uma sazonalidade bem definida no meio da estação seca, com uma alta concentração de dados em torno da data média para as duas fenofases, no mês de julho (Figura 6A, Tabela 2).

As espécies semidecíduas também apresentaram um padrão significativamente sazonal, com pico de queda foliar no meio da estação seca, no mês de julho, seguido por um aumento na atividade de frutificação no fim da estação seca, com data média no mês de setembro (Figura 6B, Tabela 2).

As espécies perenes, assim como as decíduas, apresentaram sincronia entre as fenofases de queda e frutificação, entretanto com as fenofases mais distribuídas ao longo da estação seca, sem um pico acentuado de queda ou frutificação. O padrão de queda foliar foi significativamente sazonal para queda foliar, com data média no mês de agosto, entretanto essa sazonalidade não foi significativa para a fenofase fruto maduro (Figura 6C, Tabela 2).

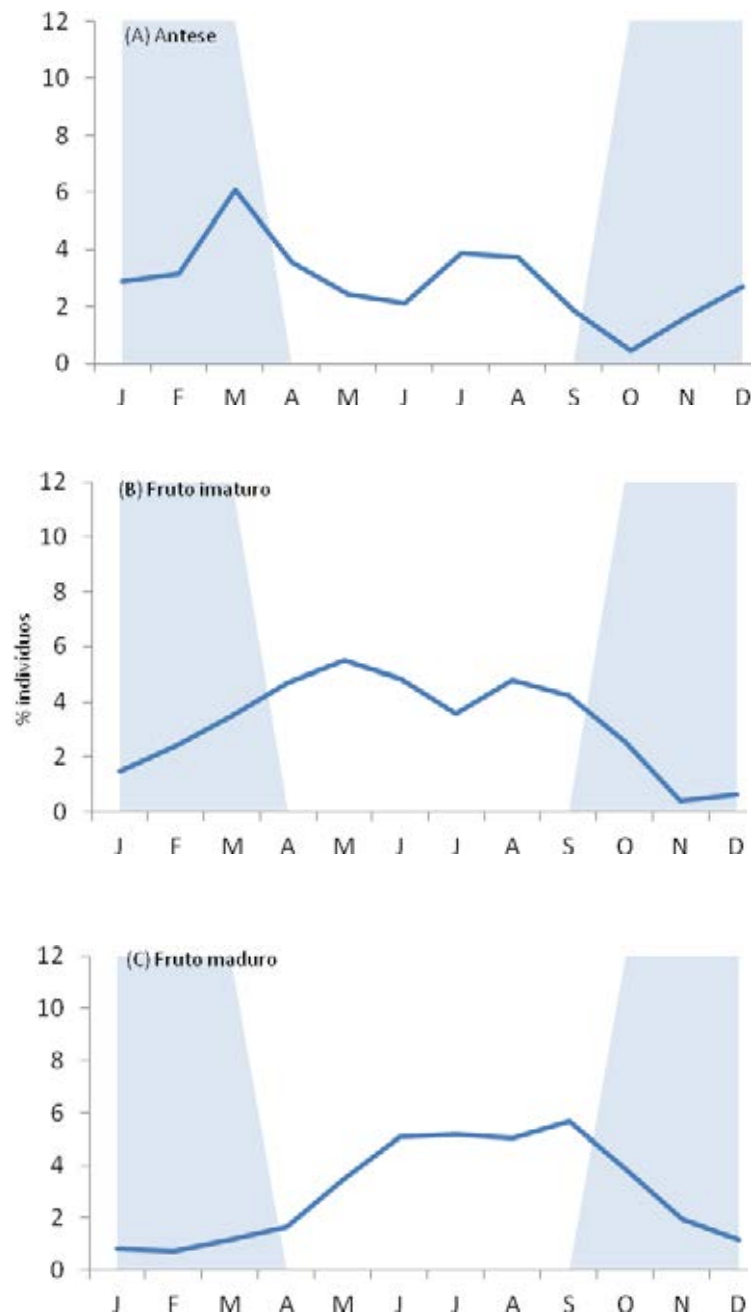


Figura 3. Porcentagem de indivíduos anemocóricos (n= 377) em (A) antese, (B) fruto imaturo e (C) fruto maduro em um cerrado *sensu stricto* no município de Itirapina, SP. A área sombreada corresponde à estação chuvosa.

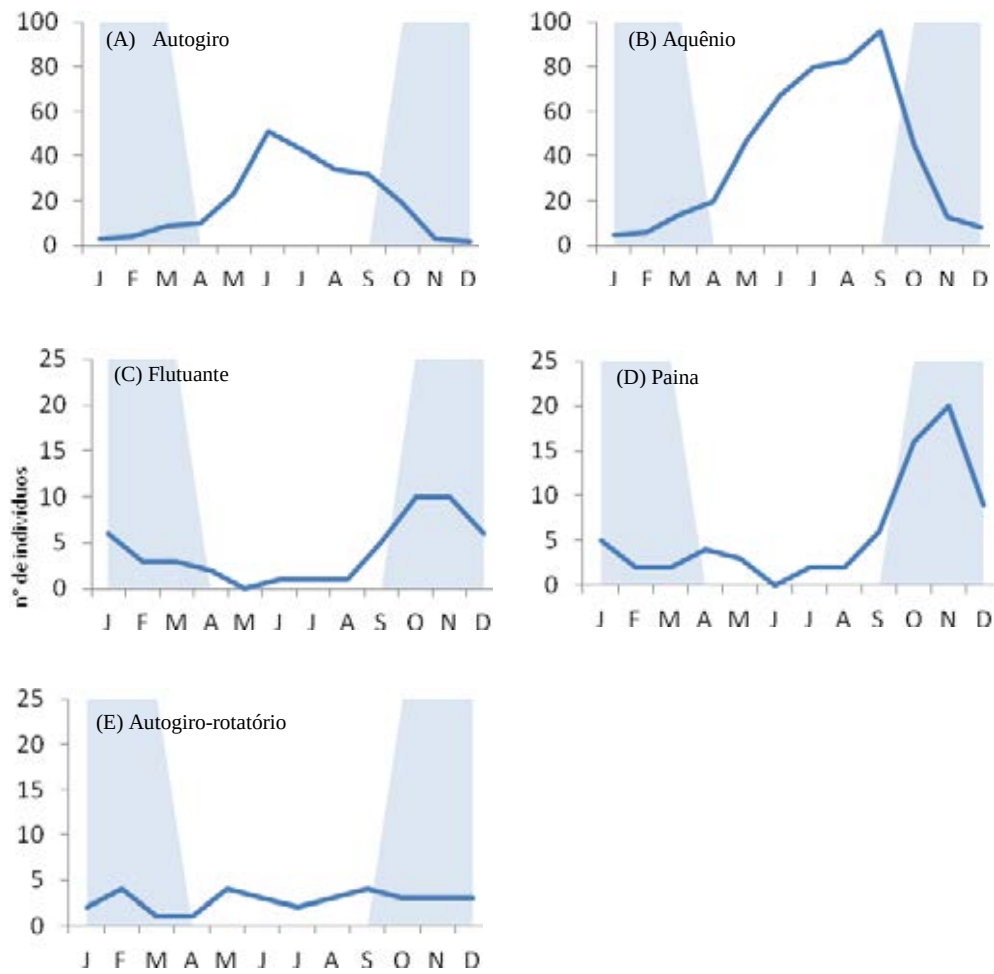


Figura 4. Soma dos indivíduos anemocóricos com fruto maduro segundo a classificação morfológica dos diásporos: (A) Autogiro, (B) Aquênio, (C) Flutuante, (D) Paina e (E) Autogiro-rotatório em um cerrado *sensu stricto* no município de Itirapina, SP. A área sombreada corresponde à estação chuvosa.

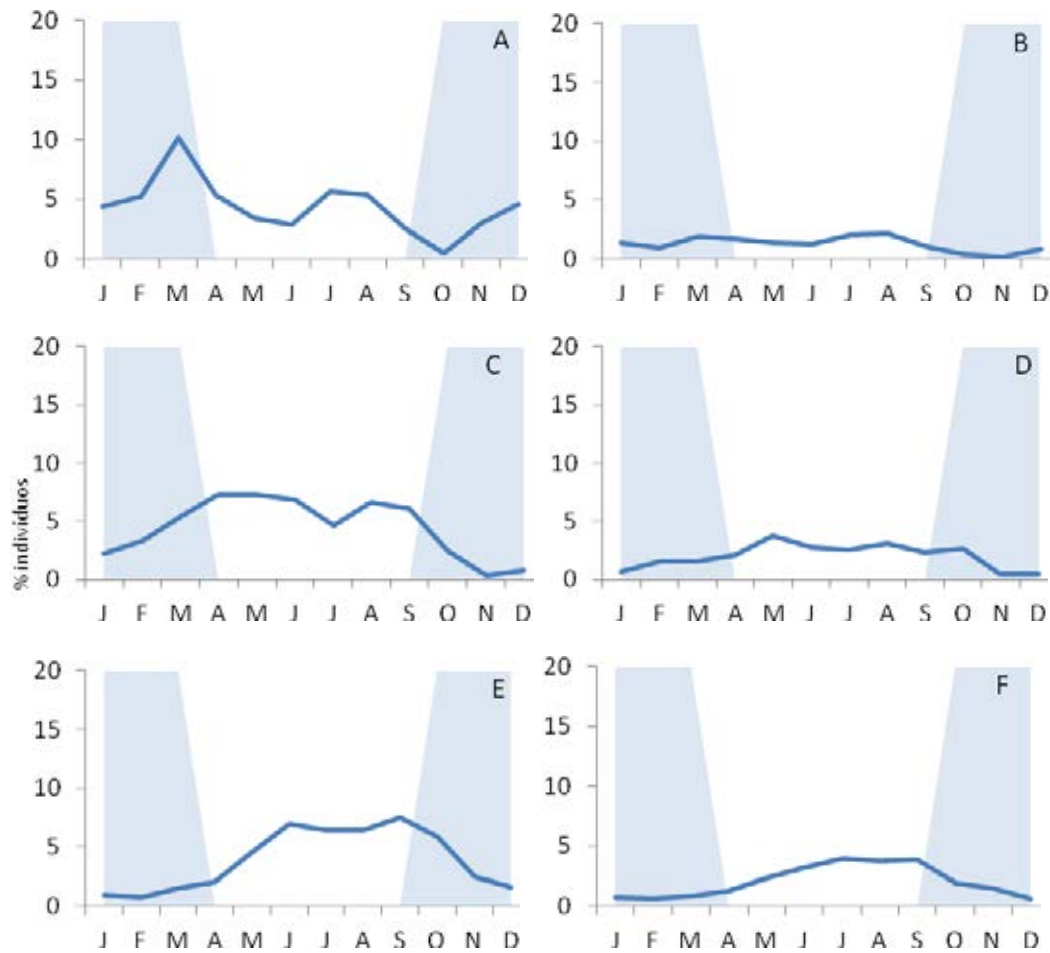


Figura 5. Porcentagem de indivíduos anemocóricos em (A e B) antese, (C e D) fruto imaturo, e (E e F) fruto maduro nos ambientes de borda (esquerda) e interior (direita) no cerrado *sensu stricto* no município de Itirapina, SP. A área sombreada corresponde à estação chuvosa.

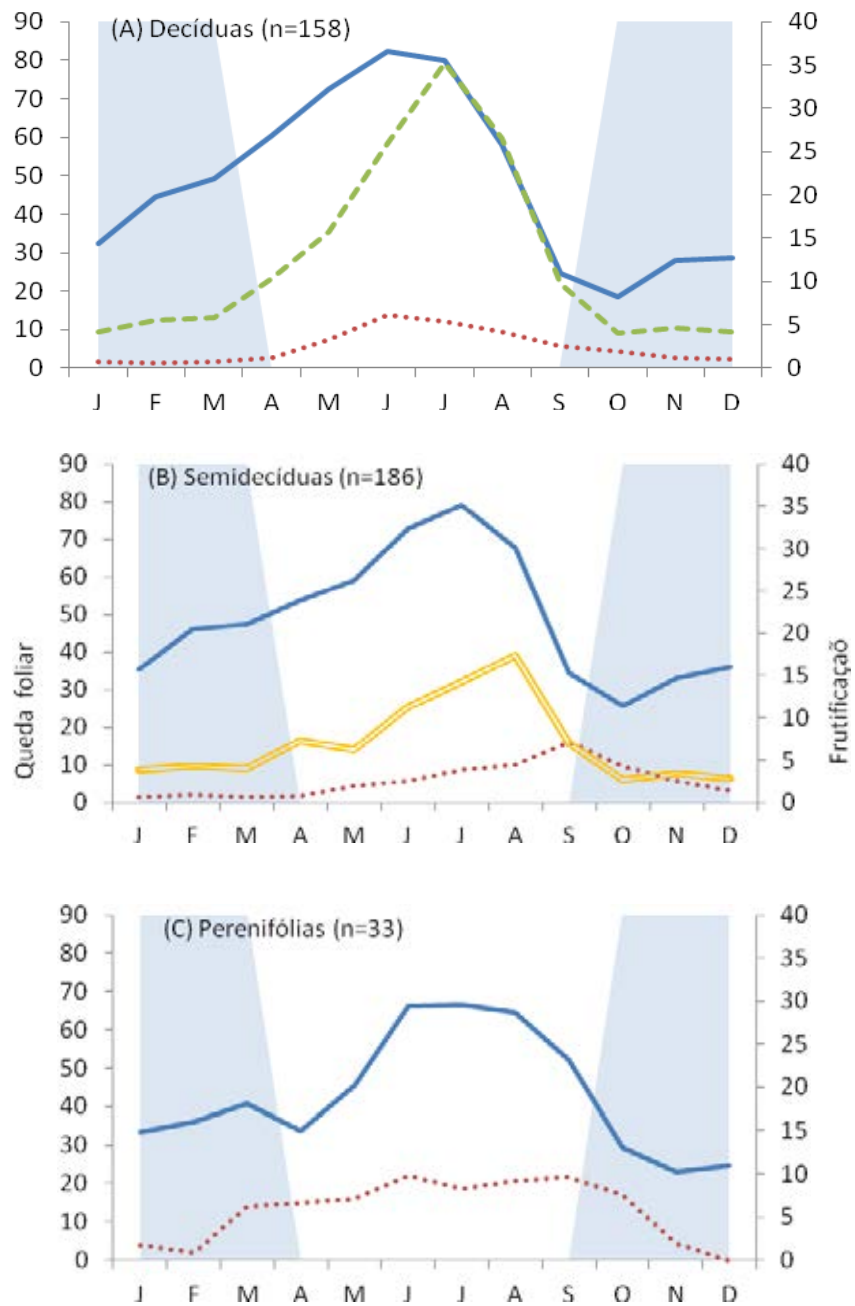


Figura 6. Porcentagem de indivíduos anemocóricos com frutos maduros (linha pontilhada) e queda foliar (linha contínua) entre as espécies (A) decíduas, (B) semidecíduas e (C) perenifólias em um cerrado *sensu stricto*, Itirapina, SP. A linha tracejada corresponde à porcentagem de indivíduos sem folhas, e a linha dupla à porcentagem de indivíduos com 50% ou mais da copa sem folhas. A área sombreada corresponde à estação chuvosa.

Tabela 1. Lista das espécies anemocóricas e a classificação dos propágulos pela unidade dispersa, tipo de propágulo, e deciduidade no cerrado *sensu stricto* de Itirapina – SP. N= número de indivíduos amostrados; FM= frutos maduros

FAMÍLIA	ESPÉCIE	N	N ATIVOS FM	UNIDADE DISPERSA	TIPO DE PROPÁGULO	DECIDUIDADE	PICO FM
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	32	2	semente	flutuante	Decídua	dez
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1	1	semente	aquênio	Decídua	jul
	<i>Chromolaena laevigata</i>	5	5	semente	aquênio	Decídua	jun
	<i>Gochnatia barrosii</i>	13	11	semente	aquênio	Semidecídua	set
	<i>Gochnatia pulchra</i>	9	9	semente	aquênio	Semidecídua	jul
	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	7	7	semente	aquênio	Perenifólia	jun/jul
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	12	9	semente	flutuante	Decídua	nov
	<i>Jacaranda rufa</i>	1	0	semente	flutuante	Decídua	-
	<i>Memora axillaris</i>	31	3	semente	autogiro rotatória	Semidecídua	abr/mai
	<i>Tabebuia aurea</i>	6	0	semente	flutuante	Decídua	-
	<i>Tabebuia ochracea</i>	16	2	semente	flutuante	Decídua	abr/set
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera grandiflora</i>	3	2	semente	autogiro rotatória	Decídua	ago/nov
Combretaceae	<i>Terminalia glabrescens</i>	7	3	semente	autogiro rotatória	Perenifólia	-
Fabaceae	<i>Acosmium dasycarpum</i>	3	2	fruto	autogiro rotatória	Decídua	jun/set
	<i>Bowdichia virgilioides</i>	10	3	semente	autogiro rotatória	Semidecídua	-
	<i>Dalbergia miscolobium</i>	32	7	fruto	autogiro	Semidecídua	ago
	<i>Machaerium acutifolium</i>	27	2	fruto	autogiro	Decídua	mai/jun
	<i>Machaerium brasiliense</i>	2	2	fruto	autogiro	Semidecídua	set
	<i>Pterodon emarginatus</i>	18	4	semente	autogiro	Semidecídua	jun
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	47	30	fruto	autogiro	Decídua	jun
	<i>Banisteriopsis stellaris</i>	3	0	fruto	autogiro	Decídua	-
Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i>	19	12	semente	paina	Semidecídua	out
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	13	1	semente	autogiro	Semidecídua	fev
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	38	9	semente	autogiro	Semidecídua	set
	<i>Qualea multiflora</i>	3	3	semente	autogiro	Decídua	jan/set
	<i>Vochysia tucanorum</i>	19	13	semente	autogiro	Perenifólia	set
TOTAL		377					

Tabela 2. Resultados da estatística circular e os respectivos ângulos médios e datas médias significativas para todos os indivíduos anemocóricos amostrados (Geral) em uma área de cerrado sensu-stricto em Itirapina-SP, e separadamente para indivíduos da borda e interior e indivíduos agrupados conforme o padrão de decíduidade.

	Fenofase	N	Ângulo médio	Data média	Vetor (r)	Rayleigh (Z)	Rayleigh (p)
Geral	Antese*	-	-	-	-	-	-
Geral	Imaturo	107	190,438°	-	0,102	1,10	0,33
Geral	Maduro	37	228,521°	19/jul	0,526	10,26	<0.01
Geral	Queda	288	210,494°	01/jul	0,713	146,44	<0.01
Borda	Antese	-	-	-	-	-	-
Interior	Antese	-	-	-	-	-	-
Borda	Imaturo	55	161,895°	13/mai	0,294	4,755	0,01
Interior	Imaturo	49	306,206°	-	0,049	0,12	0,89
Borda	Maduro	24	239,036°	30/ago	0,475	5,41	0,00
Interior	Maduro	11	190,208°	11/jul	0,698	5,357	0,00
Decíduos	Queda	134	199,569°	21/jul	0,853	97,465	<0.01
Decíduos	Maduro	10	188,794°	10/jul	0,685	4,692	0,01
Semi-decíduos	Queda	127	205,259°	27/jul	0,636	51,444	<0.01
Semi-decíduos	Maduro	18	250,856°	11/set	0,597	6,418	<0.01
Perenifólios	Queda	23	212,374°	03/ago	0,476	5,212	0,00
Perenifólios	Maduro	6	157,631°	-	0,657	2,591	0,07

*Padrão bimodal

Tabela 3. Correlação de Sperman entre variáveis climáticas e as fenofases reprodutivas observadas nos indivíduos anemocóricos da comunidade arbustivo - arbórea de uma área de cerrado *sensu stricto* no município de Itirapina, SP. Em vermelho estão os valores significativos ($P < 0,05$).

VARIÁVEIS CLIMÁTICAS	ANTESE	FRUTO IMATURO	FRUTO MADURO
Temp. máxima	0,10303	-0,32121	-0,63636
Temp. mínima	0,248485	-0,12727	-0,80606
Temp. média	0,212121	-0,18788	-0,7697
Pluviosidade	0,139394	-0,26061	-0,7697
Vento à 0,5m	-0,41818	-0,07879	0,393939
Vento à 2m	-0,23636	0,054545	0,406061

5. DISCUSSÃO

Para as espécies anemocóricas estudadas foi possível notar que a curva de floração apresentou dois picos de atividade, sendo o principal no final da estação chuvosa, entre os meses de março e abril. Houve uma maior presença de frutos maduros no final da estação seca, principalmente no mês de setembro, confirmando a ideia de que essas espécies em geral levam vários meses para amadurecer seus frutos, enquanto que as espécies dispersas por animais que têm frutos carnosos os amadurecem em um período mais curto (MORELLATO & LEITÃO FILHO 1992).

Adicionalmente, o clima sazonal favorece a queda foliar presente na época seca em algumas espécies, o que facilita a dispersão dos diásporos pelo vento (BATALHA, 2004). Junto a isso, as espécies anemocóricas geralmente apresentam frutos secos, e seus pericarpos desidratam na estação seca, liberando suas sementes (BATALHA, 2004), reforçado pelo fato de que a água pode vir a afetar algumas estruturas dos propágulos importantes para o vôo, como alas e plumas, bastante característicos neste tipo de síndrome, ou até mesmo na própria liberação das sementes (AUGSPURGER & FRANSON 1987, SHARPE & FIELDS 1982, SHELDON & BURROWS 1973).

Houve uma relação inversa entre a presença de frutos maduros e a temperatura e pluviosidade, indicando que quando há uma diminuição nos índices pluviométricos ocorreu uma maior produção de frutos maduros, mais uma vez confirmando a maior produção desses frutos na época de estiagem. Acrescentando à literatura consultada, a maioria das espécies

anemocóricas se apresentaram decíduas ou semidecíduas (89%), o que somada à concentração dessas espécies em estratos emergentes têm sua dispersão pelo vento facilitada (MORELLATO & LEITÃO FILHO, 1992).

Os grupos morfológicos de diáporos anemocóricos mostrou maior atividade de frutificação entre o meio e a segunda metade da estação seca, principalmente para os propágulos alados, o que pode estar associado ao fato de que propágulos com alas são mais eficientes que plumas na dispersão pelo vento (AUGSPURGER *ET AL* 1989). Para os grupos flutuante, e principalmente paina, foi observado um pico de produção de frutos maduros no início da estação chuvosa, o que pode ser explicado pela capacidade desses tipos de propágulos manter ar entre suas sementes, aumentando sua capacidade de dispersão em tempestades e aumentar sua flutuabilidade na água, aumentando suas chances de germinação (FISCHER 1997).

Foi notada uma maior atividade na borda em relação ao interior para todas as fenofases, reforçando o fato de que os efeitos de borda podem afetar o comportamento fenológico das plantas (LANDERBERGEN & OSTERGREN 2002). Bordas podem alterar os períodos de frutificação e a produção dos frutos, visto que há alterações no microclima desse ambiente, como aumento de temperatura e incidência de luz, diminuição da umidade relativa do ar e maior influência dos ventos (SAUNDERS ET AL 1999).

Apesar da maior sazonalidade na frutificação dos indivíduos do interior da área de estudo (Tabela 2), a borda mostrou maior atividade e maior sincronia entre os indivíduos. Isso também reforça a ideia de que há uma importância muito maior da anemocoria em regiões com fisionomias mais abertas do que em formações florestais de regiões tropicais (HOWE & SMALLWOOD 1982). Em geral as sementes mais comuns dessas regiões são bem maiores e mais pesadas, relacionadas diretamente ao sucesso reprodutivo de tais espécies, que tem por sua vez tem a dispersão anemocórica dificultada, e fatores bióticos mais previsíveis para sua dispersão (PIJL 1982).

Encontramos uma maior presença de frutos maduros principalmente durante o período de estiagem, entre os diferentes grupos deciduais apresentados. Os picos de queda foliar coincidiram com os de frutificação, principalmente para as espécies decíduas, nos meses de junho e julho, bem como para as espécies perenifólias, confirmando a sazonalidade na produção de frutos anemocóricos encontrada na literatura científica para as espécies de cerrado (SCHAINK *ET AL.*, 1993; BATALHA, M. A., ARAGAKI, S., MANTOVANI, W., 1997). Apesar dos picos de queda foliar e frutificação das espécies semi-decíduas não

coincidirem, a frutificação foi observada ainda na estação seca e antes do desenvolvimento das folhas novas (CAMARGO *ET AL* 2013). As variações nas condições ambientais ocorrentes em formações semidecíduais, junto clima sazonal, influenciam diretamente na fenologia da comunidade, e como consequência, a maioria das espécies arbóreas perdem suas folhas durante a estação mais seca do ano, podendo a frutificação ocorrer durante a segunda metade da estação seca (RUBIM, NASCIMENTO & MORELLATO 2010).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve uma sincronia entre os indivíduos principalmente no ambiente de borda, e que os picos de atividade de queda foliar e frutificação ocorreram simultaneamente para as espécies decíduas e perenes, enquanto que para as espécies semidecíduas a época de maior índice de queda antecedeu um pouco o de maturação dos frutos. Entretanto esses eventos ocorreram principalmente entre os meses de junho e setembro, época de menores índices pluviométricos, maiores índices de queda foliar e anterior ao desenvolvimento de folhas novas, de forma que os diásporos secam e são dispersos pelo vento mais facilmente.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, R., ASHWORTH, L., GALETTO, L. & AIZEN, M.A. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. **Ecology Letters** 9: 968 – 980. 2006.
- AQUINO, F.G.; MIRANDA, G.H.B. Consequências ambientais da fragmentação de habitats no Cerrado. *In*: Sano, S.; Ribeiro, J.P. & Almeida, S.P. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Planaltina, v.1, p.385-388, 2008.
- ALBERTI, L.F.; MORELLATO, L.P.C. Influência da abertura de trilhas antrópicas e clareiras naturais na fenologia reprodutiva de *Gymnanthes concolor* Spreng (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, p. 53-59, 2008.

ANTUNES, N. B.; RIBEIRO, J. F. 1999. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1517-1527.

AOKI, H. & SANTOS, J. R. Estudo da vegetação de cerrado na área do Distrito Federal, a partir de dados orbitais. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 1980.

AUGSPURGER, C.K., SCHUPP, E.W, HOWE, H.F. & LEVEY, D.J. Arrival and survival in tropical treefall gaps. **Ecology**. Vol 70, Nº 3. 1989.

BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, H. RIBOLDP, J. Rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: ii. produção de fitomassa e rendimento de grãos. **Pesq. agrop. gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p. 201-216, 1995

BATALHA, M.A. & MARTINS, F.R. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). **Australian Journal of Botany**. V. 52 p. 149-161. 2004.

BATALHA, M.A., ARAGAKI, S. & MANTOVANI, W. Variações fenológicas das espécies do cerrado de Emas - Pirassununga, SP. **Acta Botanica Brasilica**. v 11 p. 61-78. 1997.

BATALHA, M. AARAGAKI, S., MANTOVANI, W. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas (Pirassununga, SP.). **Acta Bot. Bras.** 11 (1). 1997

BENCKE, C.S.C. & MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, 25: 269-275. 2002.

BENITEZ-MALVIDO, J. Impact of Forest Fragmentation on Seedling Abundance in a Tropical Rain Forest. **Conservation Biology**. Vol 12, p. 380–389. 1998.

BULHÃO, C. F. & FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, 25: 361-369. 2002.

CAMARGO, M.G.G. Influência da borda na frutificação e nas síndromes de dispersão de sementes em uma face de cerrado *sensu stricto*. Tese de mestrado do Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro, Brasil: 138 p. 2008.

CAMARGO, M. G. G., SOUZA, R. M., REYS, P., MORELLATO, L. P. C. . Effects of cardinal orientation and light on the reproductive phenology of the cerrado savanna tree *Xylopia aromatica* (Annonaceae). **Anuais da Academia Brasileira de Ciências** (Impresso), v. 83, p. 1007-1020. 2011.

CAMARGO, M.G.G., CAZETTA, E., SCHAEFER, H.M. & MORELLATO, L.P.C. **Fruit color and contrast in seasonal habitats – a case study from a cerrado savanna**. *Oikos*, 122, 1335- 337 1342. 2013.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar moscato giallo sob cobertura plástica. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal** - SP, v. 31, n. 1, p. 119-126. 2009.

S. CIETTO, S. & HAAG, H.P. nutrição mineral do cafeeiro iii. recrutamento de b, cu, fe, mn e zn pelo cafeeiro (*coffea arabica* l. c v. catuai) com dois, três, quatro e cinco anos de idade; nas fases fenológicas de repouso, granação e maturação vegetando em um latossolo vermelho amarelo, fase cerrado. **An. ESALQ**, Piracicaba, 46(parte2),: 403-43. 1989.

COUTINHO, L.M. O Bioma Cerrado. *In* Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois (A.L. Klein, org.). Editora UNESP, Imprensa Oficial do Estado, São Paulo, p. 77-91. 2002.

D’EÇA NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta bto. Bras.** 18 (1): 99-108. 2004.

DURIGAN, G., BAITELLO, J.B., FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. **Plantas do cerrado paulista**: imagem de uma paisagem ameaçada. Em: Páginas e Letras (ed) Instituto Ambiental e Secretaria do Meio Ambients, São Paulo, Brasil. 2004.

DURIGAN G, SIQUEIRA MF AND FRANCO GADC. Threats to the Cerrado remnants of the State of São Paulo, Brazil. **Sci. Agric.** 64: 366-363. 2007.

FARAWAY, JJ. Linear models with R. Chapman and Hall. United Kingdom. 240pg. 2004.

FELFILI, J.M.; SILVA-JUNIOR, M.C.; DIAS, B.J. & REZENDE, A.V. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica.** 22(1): 83-90. 1999.

FISCHER, E. A. The role of plumes in *Eriotheca pentaphylla* (Bombacaceae) seed survival in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology.** 13: 133-138. 1997.

FORMAN, R.T.T. & GORDON, M. Landscape Ecology. **John Willey and Sons**, New York, NY. 619pp. 1986.

GOUVEIA, G.P. & FELFILI, J.M. Fenologia de comunidades de cerrado e de mata de galeria no Brasil Central. **Revista Árvore.** 22(4): 443-450. 1998.

GRESSLER, E. **Floração e frutificação de Myrtaceae de floresta atlântica:** limitações ecológicas e filogenéticas. Tese de mestrado do Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro, Brasil: 102 p. 2005.

GRESSLER, E.; PIZO, M.A. & MORELLATO, L.P. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, V.29, n.4, p.509-530. 2006.

G GOTTESBERGER, I SILBERBAUER-GOTTESBERGER. Dispersal and distribution in the Cerrado Vegetation of Brazil. Sonderbd. Naturwiss. **Ver. Hamburg. Hamburg**, 1983.

G GOTTESBERGER, I SILBERBAUER-GOTTESBERGER. Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. **Ulm, Reta Verlag.** 2006.

KANEGAE, M.F.; BRAZ, V. DA S. & FRANCO, A.C. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Planalto Central. **Revista Brasileira de Botânica.** 23: 457-466. 2000.

KAPOS, V.; WANDELLI, E; CAMARGO, J.L.; GANADE, G. Edge and aspect effects in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. In: Laurance. W. F. and Bierregaard, R. (eds). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Univ. of Chicago Press, pp. 33–44. 1997.

KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, 19: 707-713. 2005.

LANDENBERGER, R.E. & OSTERGREN, D.A. *Eupatorium rugosum* (Asteraceae) flowering as an indicator of edge effect from clearcutting in mixed-mesophytic forest. **For. Ecol. Manage.** 155, 55-68. 2002.

LENZA, E. & KLINK, C. A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Revista brasileira de botânica**, V.29, n.4, p.627-638. 2006.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Pp.3-19. In: H. Lieth (ed.). **Phenology and seasonality modeling. Ecological Studies 8**. Berlin: Springer-Verag. 1974.

LUCAS, EVE J.; HARRIS, STEPHEN A.; MAZINE, FIORELLA F.; BELSHAM, STEPHEN R.; NIC LUGHADHA, EIMEAR M.; TELFORD, ANNIKA; GASSON, PETER E.; CHASE, MARK W. Suprageneric phylogenetics of Myrteae, the generically richest tribe in Myrtaceae (Myrtales). **Taxon**, v. 56, n. 4, p. 1105-1128 (24). Nov. 2007.

MANDELLI, F. Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na “Serra Gaúcha” 2002. 196 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2002.

MARCHIORETTO, M. S., MAUHS, J., BUDKE, J. C. - Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 1. 2007.

MIRANDA, I. S. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de Alter-do-Chão, PA. **Rev. Brasil. Bot.**, 18(2): 235-240. 1995.

MORELLATO, L.P.C. & LEITÃO FILHO, H.F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil** (L.P.C. Morellato, org.). Editora da UNICAMP- FAPESP, Campinas, p. 112-140. 1992.

MORELLATO, L.P.C.; ROMERA, E.C.; TALORA, D.C.; TAKASHI, A.; BENCKE, C.C., ZIPARRO, V.B. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Kansas, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

MORELLATO LPC, ALBERTI, L.F. & HUDSON IL. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: HUDSON IL AND KEATLEY M (Eds), **Phenological Research: Methods for Environmental and Climate Change Analysis**, Netherlands: Springer, p. 357-371. 2010.

MURCIA C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends Ecol Evol.** 10: 58-62. 1995.

NIESEMBAUM, R.A. Light or pollen – seasonal limitations on female reproductive success in the understory shrub *Lindera brnzoin*. **Journal of Ecology**. n. 81 p. 315-323

PACIÊNCIA, M.L.B. & PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 27 (4), 641-653. 2004.

PIZO, M. A. **The seed dispersers and fruit syndromes of Myrtaceae in the Brazilian Atlantic forest**. In: Levey, D. J., W. R. Silva e M. Galetti (eds), Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, Inglaterra. pp. 129-143. 2002.

PROENÇA, C.E. B & GIBBS, P.E. Reproductive Biology of Eight Sympatric Myrtaceae from Central Brazil. **New Phytologist**, v. 126, n. 2, p. 343-354. 1994.

RATTER, J.A., RIBEIRO, J.F. & BRIDGEWATER, S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of botany**, 80: 223-230. 1997.

REYS, P.A.N. **Estrutura e fenologia da vegetação de borda e interior em um fragmento de cerrado *sensu stricto* no sudeste do Brasil (Itirapina, São Paulo)**. Tese de doutorado do Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro, Brasil: 124 p. 2008.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: Sano SM & Sano SP. (Eds.) Cerrado Ambiente e Flora. Embrapa PAC. Planaltina. P 89-166. 1998.

RUBIM, P., NASCIMENTO, H.E.M., MORELLATO, L.P.C. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Acta bot. Bras.** 24(3): 756-764. 2010.

TALORA, D.C. & MORELLATO, L.P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista brasileira de botânica**, 23: 13-26. 2000.

SAUNDERS, S.C., CHEN, J., DRUMMER, T.D. & CROW, T.R. Modeling temperature gradients across edges over time in a managed landscape. **Forest Ecology and Management**. 117: 17-31. 1999.

SCHAIK, C. P. van; TERBORGH, J. W. & WRIGHT, S. J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology Systematics*. 24: 353-377.

SCHMIDT-NIELSEN, K. 1988. *Fisiologia animal*. Em: Edgard Blücher LTDA (ed) São Paulo, Brasil: 140 p

STAGGEMEIER, V.G.; DINIZ-FILHO, J.A.F.; MORELLATO, L.P.C. The shared influence of phylogeny and ecology on the reproductive patterns of Myrteae (Myrtaceae). **Journal of Ecology**. V 98, Issue 6, pages 1409–1421. 2010.

TALORA, D.C. & MORELLATO, L.P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista brasileira de botânica**, 23: 13-26. 2000.

VAN DER PJIL. Principles of dispersal in higher plants. **Springer – Verlag**, Berlin. 1982.

ZAR, J. Biostatistical analysis. **Prentice**. 1999

