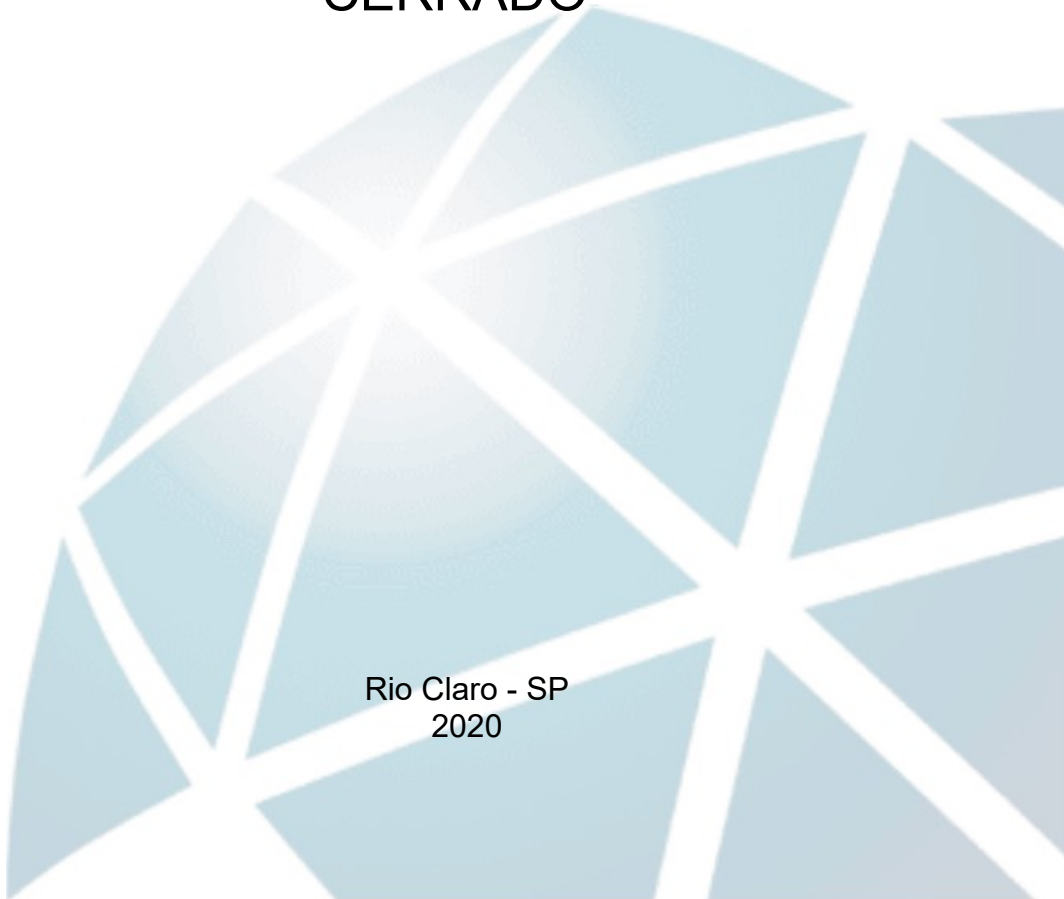

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARCIO DE AMORIM ROCHA JÚNIOR

PADRÕES FENOLÓGICOS DE FLORAÇÃO E
SAZONABILIDADE PARA ESPÉCIES
MELITÓFILAS EM FRAGMENTO DE
CERRADO



Rio Claro - SP
2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - RIO CLARO



MARCIO DE AMORIM ROCHA JÚNIOR

PADRÕES FENOLÓGICOS DE FLORAÇÃO E SAZONABILIDADE
PARA ESPÉCIES MELITÓFILAS EM FRAGMENTO DE CERRADO

Orientador: Prof^ª Dr^ª **Leonor Patricia Cerdeira Morellato**

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 para obtenção do grau de bacharel e licenciado em Ciências Biológicas

Rio Claro
2020

RESUMO

O estudo dos padrões fenológicos, como a floração de plantas ao longo dos anos, é importante para entender a dinâmica das comunidades e como fatores como o clima, sazonalidade e os polinizadores podem influenciar esses padrões. Os recursos florais oferecidos aos polinizadores são importantes para manter suas populações no ambiente e garantir às plantas a formação de frutos e sementes. Polinizadores como as abelhas aprendem melhores maneiras e períodos para se extrair o recurso das flores e apresentam uma constância de visitas a mesma espécie de flor, garantindo a polinização cruzada. Tal constância é facilitada pela maior previsibilidade da floração ocorrer ao longo dos anos e da tendência em ocorrer nas mesmas épocas. Este estudo buscou testar a ocorrência de sazonalidade nos padrões fenológicos de espécies do melitófilas de um fragmento de cerrado. Investigamos também se essa floração ocorria sempre na mesma época ao longo dos anos, contribuindo para a previsibilidade na oferta de recursos florais ao longo dos anos. Para as análises, utilizamos o banco de dados de longa duração do Cerrado, pertencente ao Laboratório de Fenologia, que vem sendo monitorado mensalmente desde 2005. As observações fenológicas são conduzidas em um fragmento de cerrado no município de Itirapina, observando as fenofases: queda foliar, brotamento, botões florais, antese ou flores abertas, fruto verde e fruto maduro. Foram calculadas as porcentagens de atividades de floração através do índice de intensidade de Fournier e a porcentagem de floração para as espécies polinizadas por abelhas. Obtivemos os padrões fenológicos das espécies ao longo dos anos de observação e estimamos a sazonalidade através da estatística circular com o programa Oriana. Os índices de intensidade de Fournier para floração variaram muito conforme a espécie. A comunidade apresentou leve sazonalidade para entre os meses de agosto a setembro, enquanto a nível de espécie apresentaram alto grau de sazonalidade para a floração.

Palavras chave: Fenologia, Floração, Sazonalidade

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVO.....	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1 Área de estudo.....	9
3.2 Observações Fenológicas.....	10
3.3. Análise dos Dados.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4.1. Floração.....	12
4.2 Sazonalidade.....	14
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

As síndromes de polinização são definidas por um conjunto de características das flores que incluem o recurso oferecido, como o pólen, néctar, e a morfologia da flor caracterizada pela sua cor e forma (FAEGRI & VAN DER PILJ, 1979; ROSAS-GUERRERO, 2011). Por exemplo, flores polinizadas por aves (ornitofilia) apresentam cores conspícuas, principalmente vermelho e amarelo, , sem odor, produzem néctar em grande quantidade e geralmente profundamente escondido em uma corola tubular (FAEGRI & VAN DER PILJ, 1979). Essas características são associadas com a biologia e o comportamento de beija-flores, que se orientam predominantemente pela visão sensitiva ao espectro vermelho, não sentem odor, tem alta demanda energética, e bico longo e fino. Portanto, populações de animais polinizadores só podem ocorrer no ambiente que ofereçam recursos necessários. No que concerne à floração, o período e a duração influenciarão na disponibilidade de recursos, que será diferente de acordo com o tipo de polinizador (BULLOCK, 1985). Em espécies de plantas que compartilham o mesmo polinizador, pode haver competição entre ambas por esse recurso. Afim de evitar tal competição e aumentar a taxa de sucesso reprodutivo, essas espécies plantas tendem a não sobrepor seus períodos de floração (MONASTERIO & SARMIENTO, 1976; APPANAH, 1985).

Alguns dos parâmetros usados para definir os padrões de floração são: (i) época de início, (ii) duração e (iii) a frequência dos eventos de floração (BAWA, 1983; BAWA et al, 2003). Como os polinizadores dependem do recurso disponível, tendem a se especializar e se tornarem fiéis a certas flores, evento conhecido como constância floral (WASER, 1986). A constância floral é facilitada quanto mais previsível for a floração ao longo dos anos, e se a espécie tende a florir sempre nas mesmas épocas; podendo assim, o polinizador, contar com esse recurso, ou na sua previsibilidade em determinada época todos os anos. Portanto, é importante entender no estudo fenológico, as relações entre padrões de floração e síndromes de polinização.

Por exemplo, espécies polinizadas por vertebrados, que são mais dependentes energeticamente dos recursos e residem no local o ano todo, devem ter recursos muito previsíveis durante e ao longo dos anos. Um estudo feito por Ferreira (2011), mostrou que, em um fragmento de mata mesofítica em Goiás, espécies ornitófilas da família Acanthaceae polinizadas por beija-flores, floresceram durante um período de 10 meses. O período incluiu estações de seca e de chuva, constituindo uma importante fonte alimentar para os beija-flores polinizadores na região. Em contrapartida, para espécies polinizadas por abelhas, os principais

polinizadores em vegetações tropicais, apesar de serem previsíveis não necessariamente oferecerem flores o ano todo, por conta da natureza sazonal das abelhas.

Finalmente, espécies que tenham polinização abiótica, como as anemófilas, apresentam fenologia de floração mais previsível e sazonal, podendo não ser anuais. Isso se deve ao fato de não competirem por polinizadores ou de não precisarem mantê-los no ambiente, apenas ficando à espera de melhores épocas e condições de clima para a dispersão do pólen.

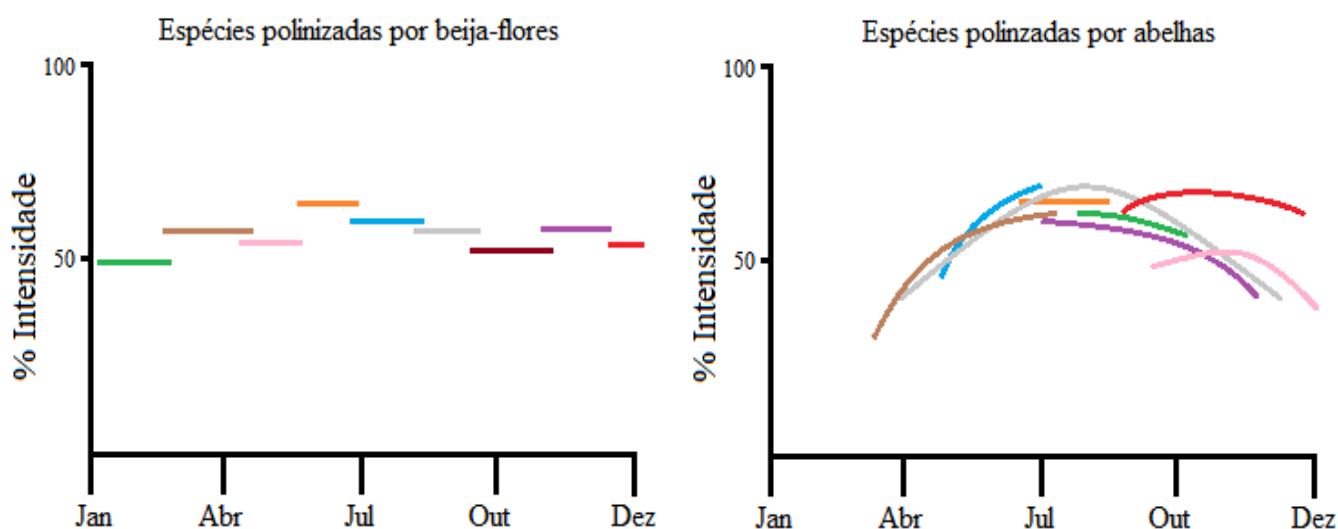


Figura 1: Ilustração da hipótese para diferença de sobreposição floral para espécies com polinizadores diferentes ao longo do ano.

Para esse estudo escolhemos a vegetação savânica neotropical e sazonal do cerrado (COUTINHO, 1978), uma vez que sua fenologia está relacionada a sazonalidade climática (BATALHA & MARTINS.. BATALHA e MANTOVANI , CAMARGO et al. 2018) e alta diversidade de estratégias fenológicas (MONASTERIO & SARMIENTO, 1976). Adicionalmente, temos a disponibilidade do banco de dados de Fenologia de longa duração pertencente ao laboratório de fenologia (UNESP – Rio Claro).

No cerrado lenhoso, flores polinizadas por pássaros e pelo vento são raras (SILBERBAUER-GOTTSBERGER & GOTTSBERGER, 1988). Escolhemos as abelhas, por serem polinizadores abundantes e mais importantes do cerrado (SILBERBAUER-GOTTSBERGER & GOTTSBERGER, 1988). A síndrome de polinização por abelhas é chamada de melitofilia, sendo flores de antese diurna, de cores amarelas e azuis, tendo como recurso o néctar, pólen e óleos (FAEGRI & VAN DER PILJ, 1979). Essas flores refletem a

luz UV, possuindo muitas vezes guias de néctar por qual as abelhas se orientam com mais facilidade.

Por conta da predominância da melitófilia na área de estudo, esperamos que estas espécies apresentem alta sazonalidade de floração individualmente e, na comunidade, apresentem uma tendência a certa sobreposição da floração. Esperamos também que a floração seja previsível quanto à época de ocorrência (constância floral), facilitando o aprendizado e encontro as flores pelas abelhas.

2. OBJETIVO

Esta pesquisa buscou determinar os padrões de floração por espécies polinizadas por abelhas em um fragmento de cerrado através do uso de dados de fenologia de longa duração, e medidas de pico de floração e duração e sua sazonalidade e previsibilidade ao longo dos anos.

Buscamos investigar a hipótese de alta sazonalidade e previsibilidade da floração ao longo dos anos para espécies polinizadas por abelhas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em um fragmento de Cerrado no município de Itirapina, São Paulo, no sudeste do Brasil ($22^{\circ}10'31.41''\text{S}; 47^{\circ}52'26.13''\text{W}$). A área possui uma altitude de 770 metros acima do nível do mar e possui uma área de 260 hectares. O clima é sazonal, caracterizado por uma estação seca de Abril a Setembro e uma estação chuvosa de Outubro a Março (Camargo et al. 2018). A temperatura média anual é de $20,7^{\circ}\text{C}$ e o índice pluviométrico anual médio 1524 mm durante os anos de 1972 a 2011 (CAMARGO et al., 2011). A vegetação é classificada como cerrado sensu stricto (COUTINHO, 1978), com um estrato herbáceo contínuo e estrto lenhoso dominante, com copas descontínuas alcançando de 6 à 8 metros de altura (CAMARGO et al., 2011, 2018).

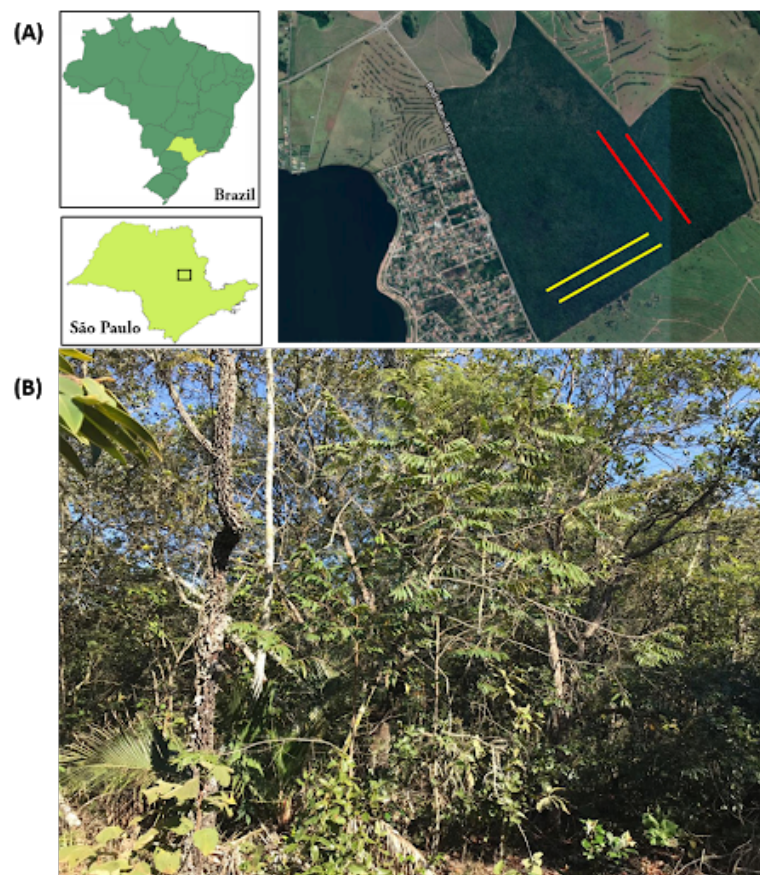


Figura 2: (A) Localização da área de cerrado em Itirapina, estado de São Paulo (esquerda), e foto aérea da área de cerrado sensu stricto (direita), mostrando em vermelho – borda leste e interior leste e em amarelo – borda sul e interior sul, onde ocorrem os transectos onde foram amostradas as espécies do estudo fenológico. (B) Foto da área de Cerrado. Imagens cedidas pelo Phenology Lab localizado no *campus* de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

3.2 Observações Fenológicas

Foram analisados dados do bando de dados fenológicos para o período entre Janeiro de 2005 até Dezembro de 2018 (CAMARGO et al. 2018, Escobar et al. 2018). Durante esse período foram observados mensalmente o brotamento e a queda de folhas, botão floral e flores abertas (floração) e fruto verde e fruto maduro (frutificação) de 2112 indivíduos e 106 espécies (CAMARGO et al. 2018). Para cada indivíduo observado é estimada a intensidade das fenofases usando um índice semiquantitativo com 3 classes: 0 (Ausência), 1 (Intensidade intermediária) e 2 (Pico de intensidade) (MORELLATO et al., 2000, VOGADO et al., 2016). Os 2112 indivíduos marcados e com circunferência maior que 3 cm a partir de 30 cm de altura da base, foram amostrados em 36 transectos de 25m X 2m com uma distância mínima de 50 m por transecto nas faces leste e sul da área de estudo (Figura 1A). Para determinar as espécies polinizadas por abelhas seguimos o estudo de MARTINS (2019).

3.3. Análise dos Dados

Foram selecionadas todas as espécies presentes nas observações que apresentem síndrome de polinização por abelhas e possuam ao menos 5 indivíduos que tenham florido durante os anos de observação.

Para calcular a intensidade da floração, adaptamos o índice de Fournier (FOURNIER, 1974), considerando “2” como a classe de intensidade máxima (VOGADO et al., 2016). Foi escolhido o uso de somente três classes de intensidade em vez de 5 como sugerido por Fournier, para facilitar as mudanças das definições fenológicas em intervalos de meses. Foram calculadas a porcentagem de intensidade de Fournier das espécies utilizando o total da intensidade para todos os indivíduos em atividade por mês em uma dada fenofase em relação ao valor máximo de intensidade possível, multiplicando por 100 para se obter o valor percentual da intensidade da floração. Foram condensados as médias mensais durante os anos de observação em um padrão fenológico de um ano.

Analizamos os padrões fenológicos utilizando o pico de floração, o mês mais frequente para a floração durante os anos de observação.

Para analisar a sazonalidade, testamos toda a comunidade e cada espécie através da estatística circular sugerida por Morellato et al. (2010). Cada data de observação é transformada em um ângulo corresponde na circunferência. Dividindo os 360° por 12, se obtendo uma área de 30° para cada mês. Assim, data de pico de floração de cada indivíduo,

transformada em ângulo, é utilizada para calcular o ângulo médio ou data média de floração correspondente na circunferência. .

Foi aplicado o teste de Rayleigh (Z) para testar a significância do ângulo médio ou o grau de concentração das espécies em torno do ângulo ou data média. Vamos testar a hipótese nula H_0 : As frequências das datas de floração da população são distribuídas de forma uniforme ou aleatória no círculo ou ano; a hipótese alternativa H_A : As frequências das datas de floração da população não são distribuídas de forma uniforme ou aleatória.. Se a hipótese nula é rejeitada podemos inferir que existe um ângulo médio de concentração das frequências de floração e que existe sazonalidade (MORELLATO et al. 2000, 2010). Indica que o padrão é sazonal e o comprimento do vetor r , que determina a medida de concentração dos dados em direção ao ângulo médio, ou o grau de sazonalidade (Morellato et al. 2000, 2010). O valor do vetor r varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, maior a concentração dos dados, mais sazonal a fenofase. As análises circulares foram realizadas no software ORIANA ver. 4 (Kovak ...)., para gerar histogramas circulares para todas as espécies e os resultados do comprimento do vetor r e o teste de Rayleigh.

4. RESULTADOS

4.1. Floração

Foram selecionados todas as espécies observadas que tiveram ao menos cinco indivíduos apresentando floração pelo menos uma vez, totalizando 26 espécies distribuídas em 11 famílias e 915 indivíduos. A porcentagem de indivíduos que floriram foi alta, 82,40%, variando de 50 a 100% entre as espécies, com exceção da *Pterodon pubescens* que teve 26,32% dos indivíduos florindo.

O índice de intensidade de Fornier para a floração variou bastante entre as espécies, com *Byrsonima basiloba* com o maior pico de atividade, 24,26% de atividade e *Eugenia bimarginata* com o menor pico, de 3,06%. Por conta da grande variabilidade entre as espécies, uma comparação direta é mais difícil. Através do índice de fornier de atividade foi construído a tabela 1, indicando média da porcentagem de atividade para a floração ao longo dos anos em cada mês para todas as espécies presentes no estudo.

Tabela 1: Valor médio mensal do índice de Fornier, em porcentagem de intensidade para floração das espécies polinizadas por abelhas no cerrado (Itirapina, SP)

Espécies	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
<i>Anadenanthera falcata</i>	0,30%	0,42%	0,18%	0,06%	0,12%	0,06%	0,30%	7,08%	20,22%	0,79%	0,00%	0,06%
<i>Aegiphila lhotskyana</i>	0,89%	0,60%	0,30%	0,30%	0,00%	0,00%	0,30%	0,00%	2,38%	6,55%	3,27%	0,00%
<i>Stryphnodendron obovatum</i>	6,77%	2,44%	1,88%	0,38%	0,56%	0,38%	0,00%	0,00%	2,07%	0,94%	4,70%	14,54%
<i>Banisteriopsis campestris</i>	5,57%	11,71%	23,29%	10,43%	4,57%	0,57%	0,71%	0,29%	0,14%	0,29%	1,86%	3,71%
<i>Byrsonima basiloba</i>	1,34%	0,60%	1,93%	2,08%	6,55%	10,71%	16,96%	24,26%	20,09%	9,08%	3,72%	0,30%
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	1,24%	0,27%	0,14%	0,00%	0,27%	0,14%	0,14%	0,82%	1,10%	6,18%	7,69%	2,34%
<i>Byrsonima intermedia</i>	0,56%	0,75%	1,22%	0,56%	0,85%	0,38%	0,38%	0,00%	1,32%	6,39%	18,52%	6,77%
<i>Campomanesia pubescens</i>	0,00%	0,06%	0,00%	0,17%	0,06%	0,00%	0,22%	0,95%	9,99%	0,45%	0,11%	0,11%
<i>Eriotheca gracilipes</i>	0,19%	0,00%	0,00%	0,38%	3,95%	13,53%	17,48%	6,02%	0,75%	0,00%	0,38%	0,19%
<i>Eugenia bimarginata</i>	0,91%	1,53%	3,06%	1,62%	2,73%	1,06%	0,91%	1,45%	0,67%	2,23%	3,02%	1,86%
<i>Gochnatia barrosii</i>	0,89%	0,60%	1,19%	1,49%	5,36%	4,76%	15,77%	12,80%	5,36%	0,30%	0,00%	0,30%
<i>Gochnatia pulchra</i>	0,00%	0,00%	2,14%	3,57%	6,79%	4,64%	0,71%	1,43%	0,71%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Jacaranda caroba</i>	0,00%	2,23%	1,11%	0,00%	0,00%	2,23%	10,32%	17,95%	8,98%	2,41%	0,00%	0,00%
<i>Leandra solenifera</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,45%	0,89%	1,79%	6,70%	11,61%	5,36%	1,34%	1,34%
<i>Lippia balansae</i>	15,08%	21,83%	5,16%	1,59%	0,79%	0,40%	0,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,38%
<i>Miconia albicans</i>	0,33%	0,46%	0,13%	0,53%	1,32%	0,86%	1,46%	4,43%	14,15%	4,76%	1,59%	0,79%
<i>Miconia ligustroides</i>	2,14%	0,00%	0,36%	0,71%	0,00%	0,00%	0,00%	1,07%	0,00%	0,00%	7,50%	2,50%
<i>Miconia rubiginosa</i>	1,12%	1,00%	0,56%	0,72%	1,69%	2,13%	1,57%	1,73%	0,80%	4,94%	24,28%	10,55%
<i>Myrcia bella</i>	0,06%	0,06%	0,13%	0,00%	0,06%	0,06%	0,19%	0,50%	6,20%	13,72%	3,63%	0,31%
<i>Myrcia guianensis</i>	0,26%	0,07%	0,07%	0,00%	0,22%	0,15%	0,04%	1,38%	13,96%	8,64%	1,09%	0,11%
<i>Myrcia splendens</i>	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,57%	2,48%	1,92%	0,21%
<i>Ouratea spectabilis</i>	0,04%	0,00%	0,12%	0,04%	0,12%	0,12%	0,70%	2,13%	1,31%	0,29%	0,00%	0,00%
<i>Pterodon pubescens</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,19%	2,82%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Rourea induta</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,17%	0,17%	3,40%	11,56%	4,93%	1,53%	0,00%
<i>Schefflera vinosa</i>	0,22%	1,23%	3,79%	2,12%	9,93%	17,19%	10,83%	5,36%	1,23%	0,45%	0,22%	0,33%
<i>Senna rugosa</i>	0,00%	0,69%	6,35%	2,48%	0,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,30%	0,00%	0,10%	0,00%

O mês com o maior número de espécies no pico da floração foi setembro ($n=6$) seguido de novembro ($n=5$). Observamos um maior número de espécies ($n=17$) apresentando a pico de floração durante os meses de agosto a setembro, período de transição da estação seca para a estação chuvosa. Os meses de abril e janeiro não tiveram espécies no pico, mas todos os meses apresentaram floração.

4.2 Sazonalidade

Apesar de estar presente o ano todo, o padrão de floração da comunidade foi levemente sazonal (vetor $r=0,42$; $Z=1499,975$, $p=<1E-12$; data média: outubro). Através do programa Oriana, se construiu o histograma circular agrupando todas as espécies na figura 3.

Floração comunidade 2005 - 2018

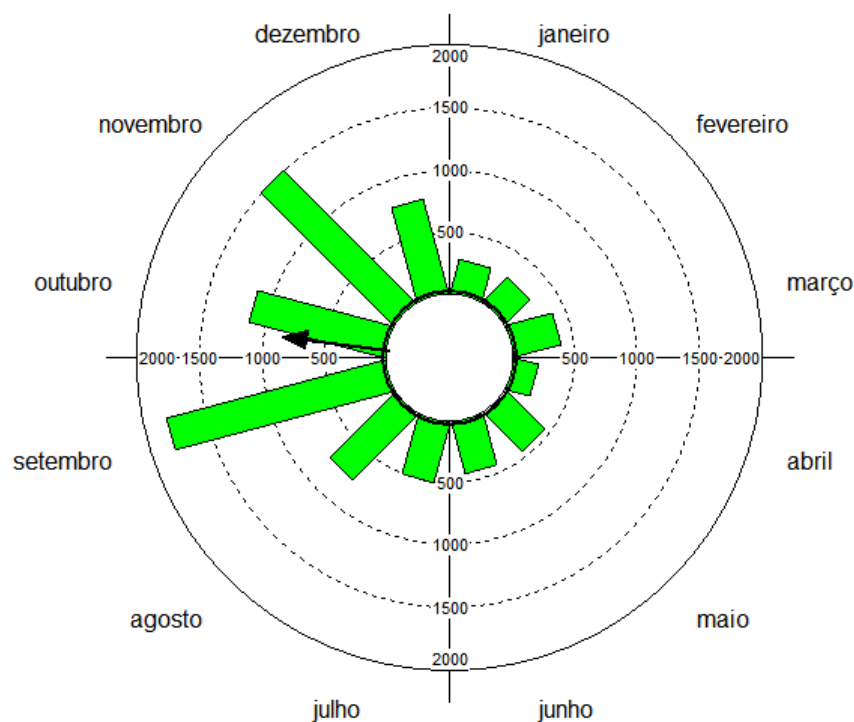


Figura 3: Histograma circular de frequência mensal (média dos anos de observação) de espécies em pico de floração da comunidade. A seta preta representa o comprimento do vetor r e a direção apontando para o ângulo médio da distribuição (data média =).

Para o nível das espécies, o padrão fenológico foi marcadamente sazonal, com os ângulos do vetor r variando entre 0,615 a 0,98. A exceção foi *Eugenia bimarginata* com vetor $r = 0,17$. Foram feitos histogramas para todas as espécies presentes no estudo, presentes nas figuras 4,

5, 6, 7, 8 e 9 permitindo visualização gráfica da floração ao longo dos anos. Através das análises de estatística circulares obtivemos o ângulo médio, comprimento do vetor r , e aplicamos o teste de Rayleigh. A tabela 3 apresenta os resultados das análises.

Tabela 3: Analise estatísticas circulares para floração. **N°** = número de indivíduos analisados.

% floração = porcentagem dos indivíduos que floriram durante os anos de observação.

Grupo médio = mês de maior frequência. **(r)** = comprimento do vetor r .

(Z) = Teste de uniformidade de Rayleigh. **(p)** = valor p para hipótese nula para o teste de Rayleigh

Família	Espécie	N°	% floração	Grupo médio	(r)	(Z)	(p)
Fabaceae	<i>Anadenanthera falcata</i>	59	94,92%	setembro	0,903	446,338	< 1E-12
	<i>Stryphnodendron obovatum</i>	57	56,14%	dezembro	0,75	338,342	< 1E-12
	<i>Pterodon pubescens</i>	19	26,32%	setembro	0,989	17,618	5,47E-08
	<i>Senna rugosa</i>	36	63,89%	março	0,869	78,559	< 1E-12
Verbenaceae	<i>Aegiphila lhotskyana</i>	12	75,00%	julho	0,763	31,426	< 1E-12
	<i>Lippia balansae</i>	9	100,00%	março	0,615	95,776	< 1E-12
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	25	100,00%	março	0,728	235,791	< 1E-12
	<i>Byrsonima basiloba</i>	24	95,83%	agosto	0,64	277,066	< 1E-12
	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	26	96,15%	novembro	0,798	98,074	< 1E-12
	<i>Byrsonima intermedia</i>	38	89,47%	novembro	0,78	265,892	< 1E-12
Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	64	93,75%	setembro	0,933	217,737	< 1E-12
	<i>Eugenia bimarginata</i>	20	60,00%	dezembro	0,17	1,897	0,15
	<i>Myrcia bella</i>	57	94,74%	outubro	0,912	372,484	< 1E-12
	<i>Myrcia guianensis</i>	98	94,90%	setembro	0,906	652,739	< 1E-12
	<i>Myrcia splendens</i>	69	49,28%	outubro	0,928	98,259	< 1E-12
Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	21	95,24%	setembro	0,919	112,42	< 1E-12
Melastomataceae	<i>Leandra solenifera</i>	8	75,00%	setembro	0,837	58,203	< 1E-12
	<i>Miconia albicans</i>	54	90,74%	setembro	0,729	261,754	< 1E-12
	<i>Miconia ligustroides</i>	10	70,00%	dezembro	0,757	25,818	1,44E-11
	<i>Miconia rubiginosa</i>	89	94,38%	novembro	0,7	710,829	< 1E-12
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	12	75,00%	agosto	0,872	89,066	< 1E-12
Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i>	19	84,21%	julho	0,856	168,55	< 1E-12
Asteraceae	<i>Gochnatia barrosii</i>	12	91,67%	julho	0,698	81,765	< 1E-12
	<i>Gochnatia pulchra</i>	8	87,50%	maio	0,72	30,07	< 1E-12
Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i>	37	56,76%	agosto	0,792	77,106	< 1E-12
Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i>	32	93,75%	junho	0,71	239,743	< 1E-12

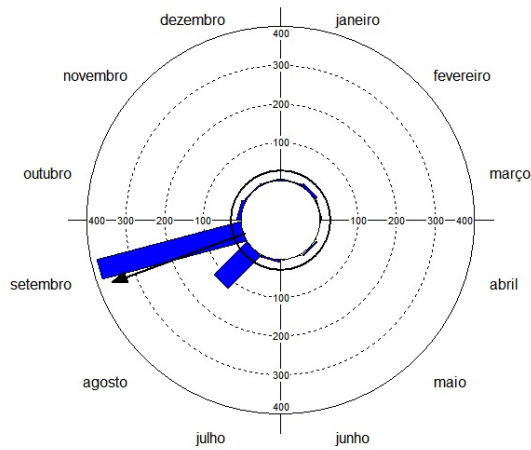
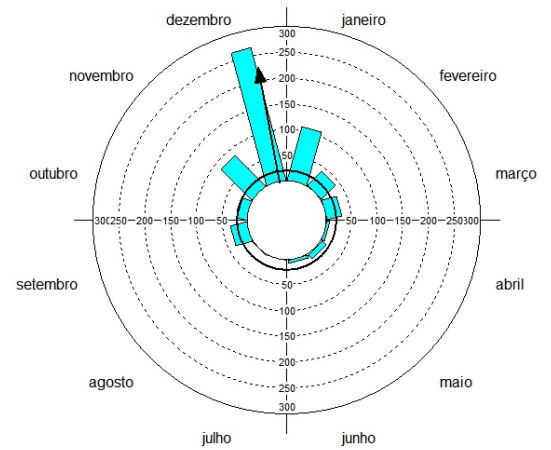
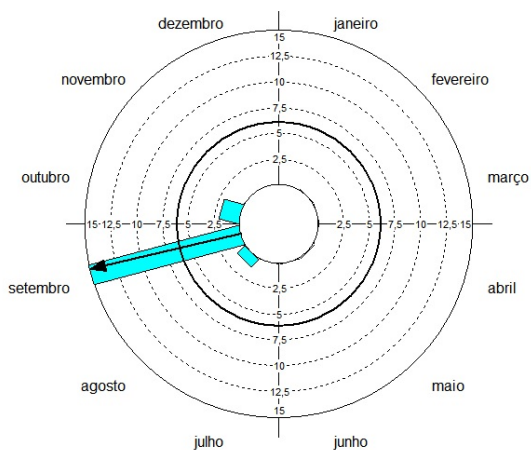
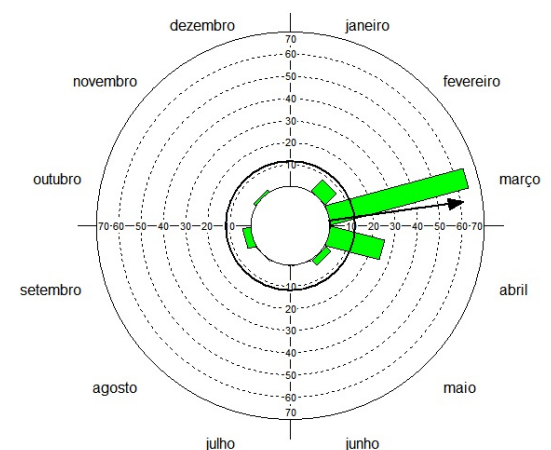
Anadenanthera falcata 2005 - 2018*Stryphnodendron obovatum* 2005 - 2018*Pterodon pubescens* 2005 - 2018*Senna rugosa* 2005 - 2018

Figura 4: Histograma circular de frequência mensal (média dos anos de observação) de floração das espécies da família Fabaceae. A seta preta representa o comprimento do vetor r apontando para o ângulo médio. O círculo preto escuro o valor (p) para o teste de Reyleigh

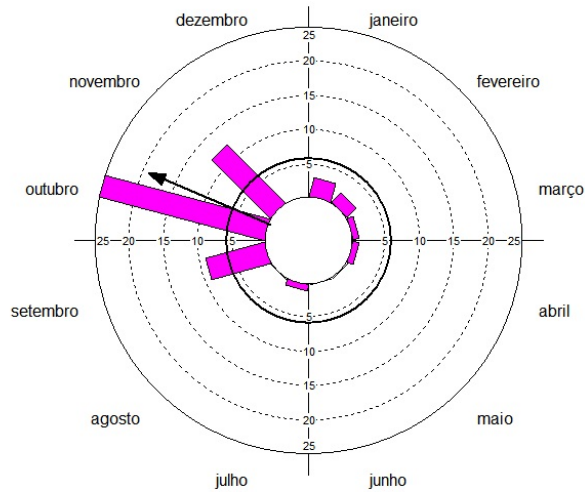
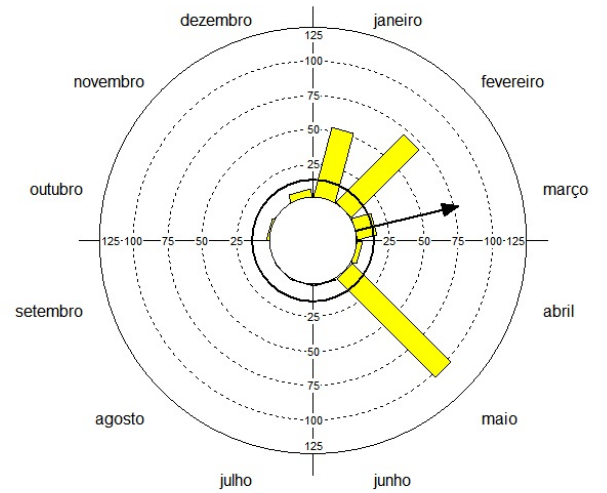
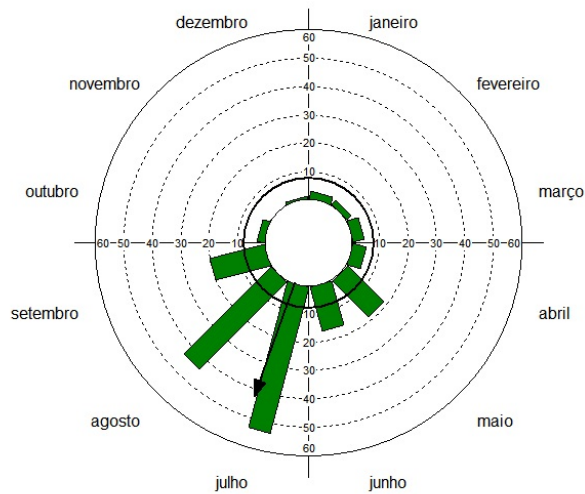
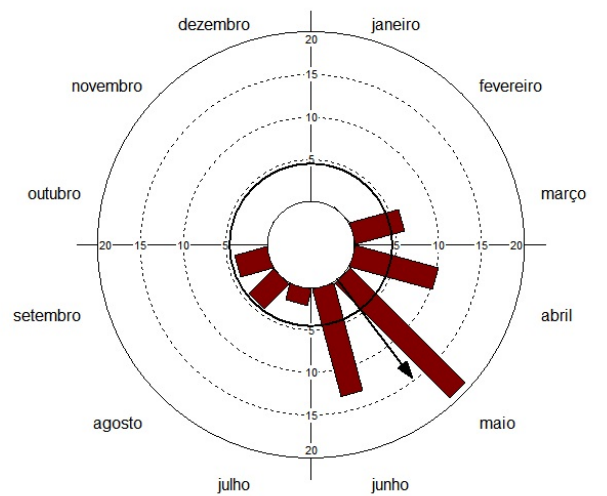
Aegiphila lhotskyana 2005 - 2018*Lippia balansae* 2005 - 2018*Gochnatia barrosii* 2005 - 2018*Gochnatia pulchra* 2008 - 2018

Figura 5: Histograma circular de frequência mensal (média dos anos de observação) de floração das espécies das famílias Verbenaceae e Asteraceae. A seta preta representa o comprimento do vetor r apontando para o ângulo médio. O círculo preto escuro o valor (p) para o teste de Reyleigh

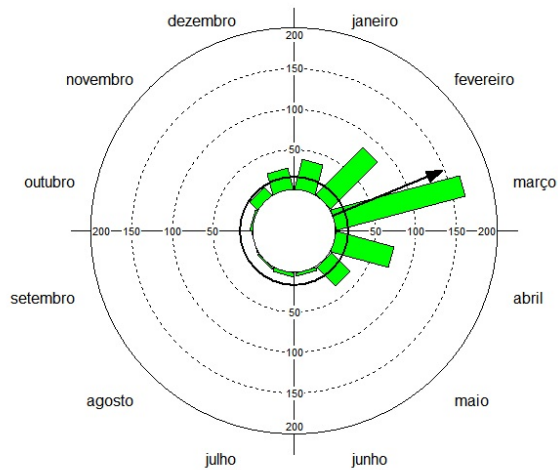
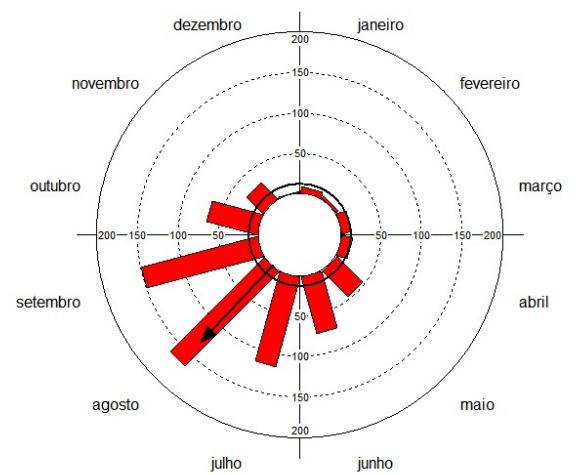
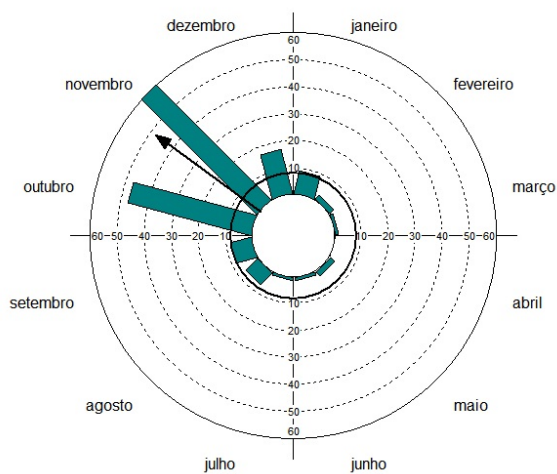
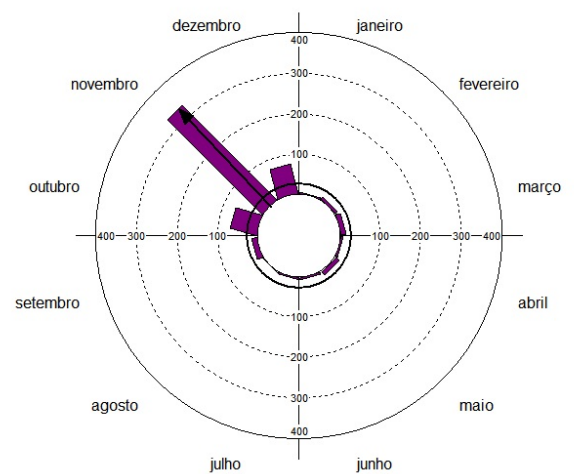
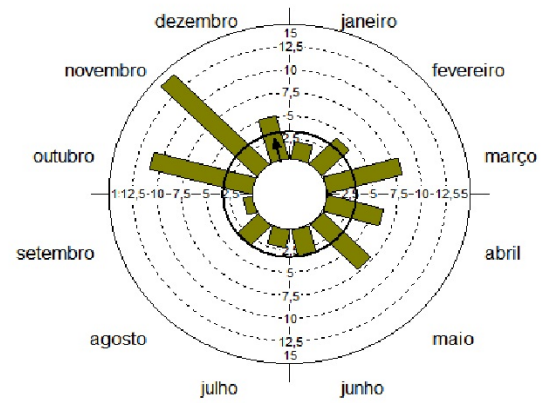
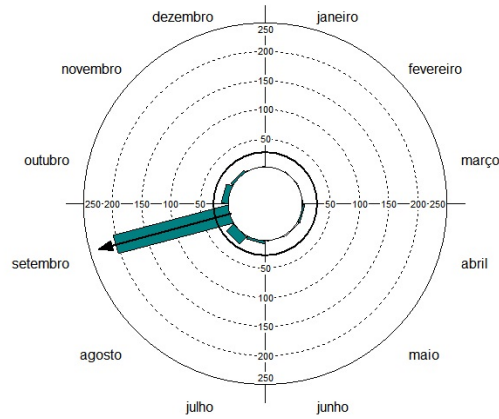
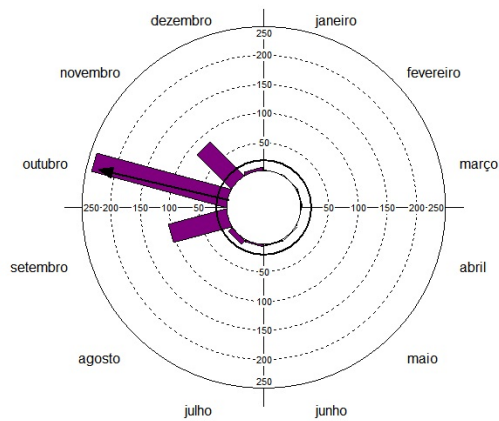
Banisteriopsis campestris 2005 - 2018**Byrsonima basiloba 2005 - 2018****Byrsonima coccolobifolia 2005 - 2018****Byrsonima intermedia 2005 - 2018**

Figura 6: Histograma circular de frequência mensal (média dos anos de observação) de floração das espécies da família Malpighiaceae. A seta preta representa o comprimento do vetor r apontando para o ângulo médio. O círculo preto escuro o valor (p) para o teste de Reyleigh

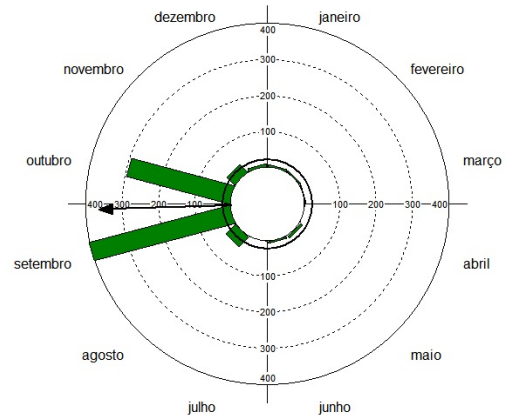
Campomanesia pubescens 2005 - 2018 Eugenia bimarginata 2005 - 2018



Myrcia bella 2005 - 2018



Myrcia guianensis 2005 - 2018



Myrcia splendens 2005 - 2018

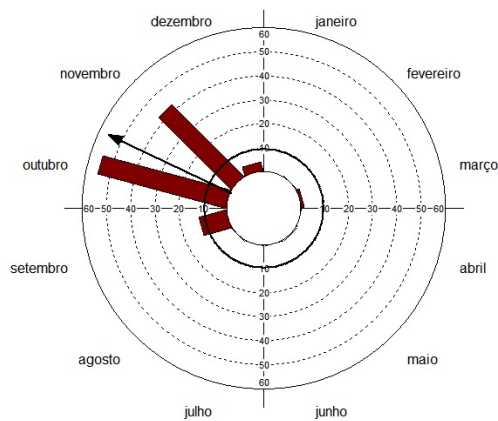
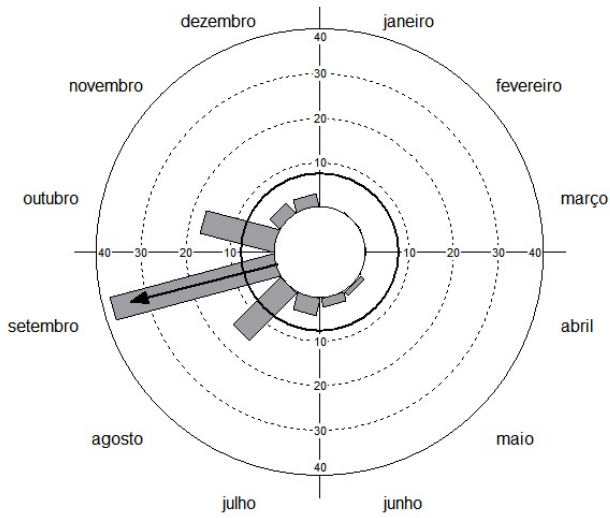
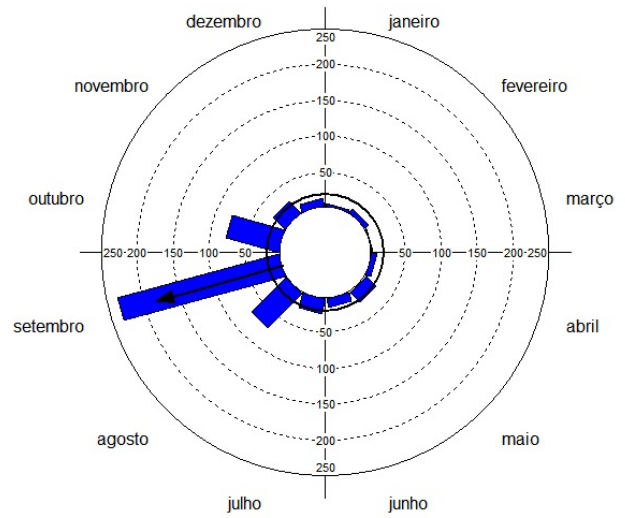


Figura 7: Histograma circular de frequência mensal (média dos anos de observação) de floração das espécies da família Myrtaceae. A seta preta representa o comprimento do vetor r apontando para o ângulo médio. O círculo preto escuro o valor (p) para o teste de Rayleigh

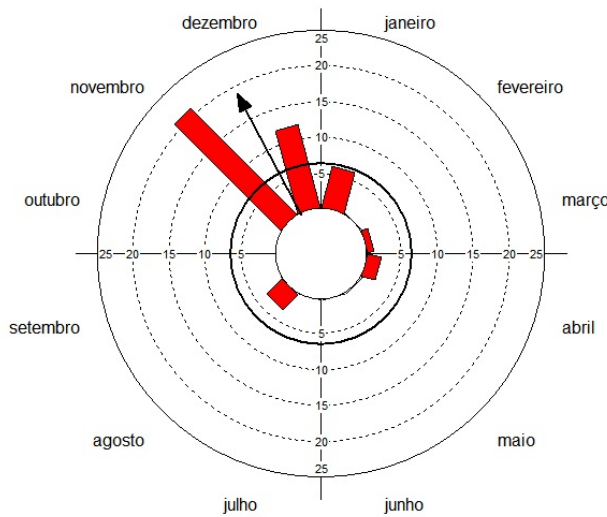
Leandra solenifera 2005 - 2018



Miconia albicans 2005 - 2018



Miconia ligustroides 2005 - 2018



Miconia rubiginosa 2005 - 2018

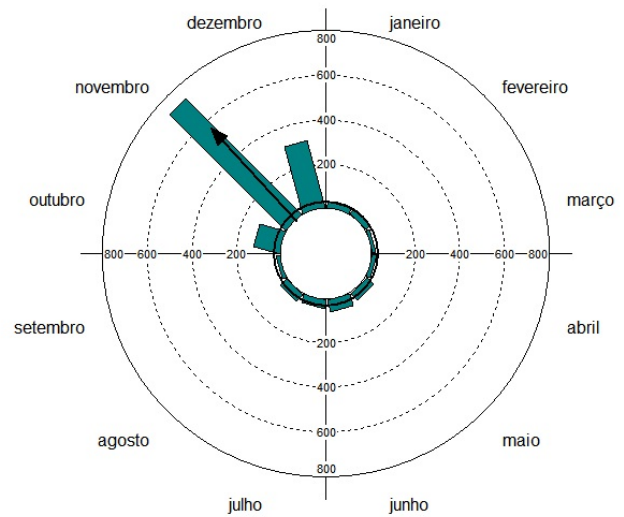
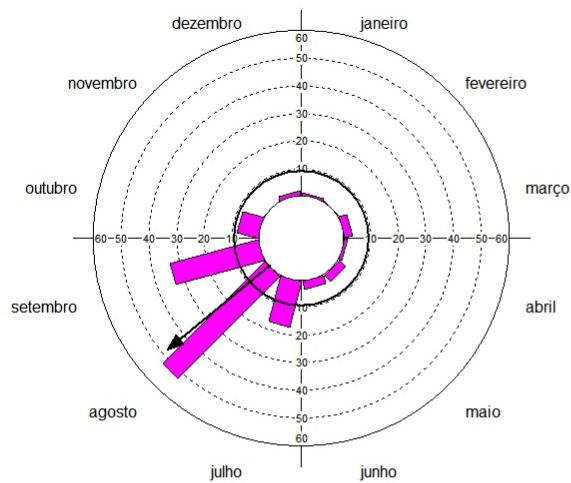
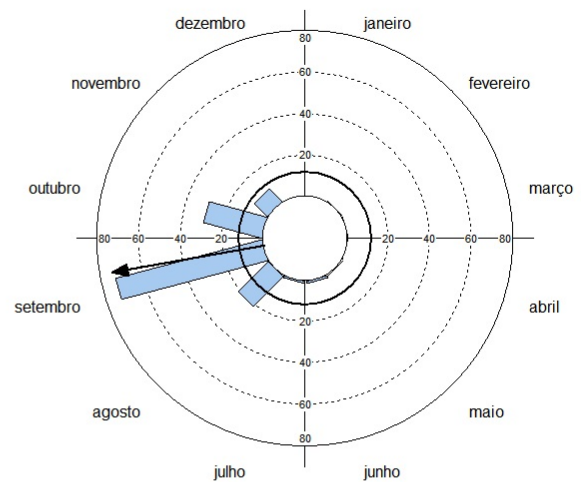


Figura 8: Histograma circular de frequência mensal (média dos anos de observação) de floração das espécies da família Melastomataceae. A seta preta representa o comprimento do vetor r apontando para o ângulo médio. O círculo preto escuro o valor (p) para o teste de Rayleigh

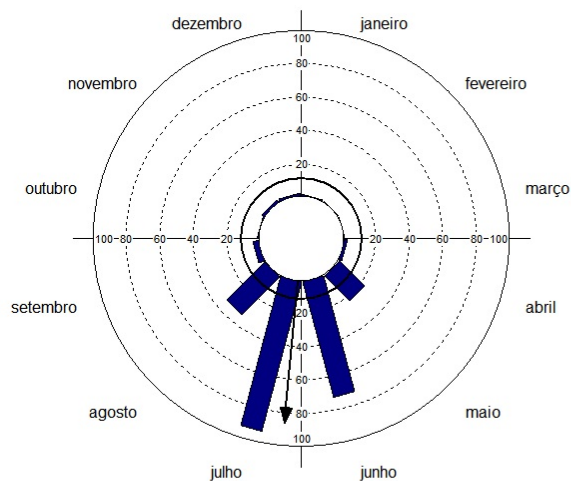
***Ouratea spectabilis* 2005 - 2018**



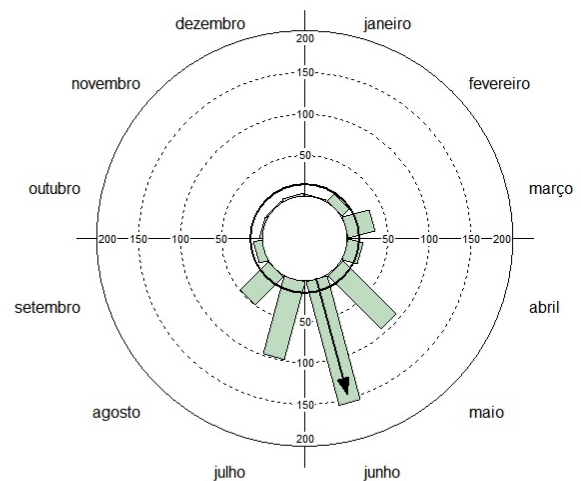
***Rourea induta* 2005 - 2018**



***Eriotheca gracilipes* 2005 - 2018**



***Schefflera vinosa* 2005 - 2018**



***Jacaranda caroba* 2005 - 2018**

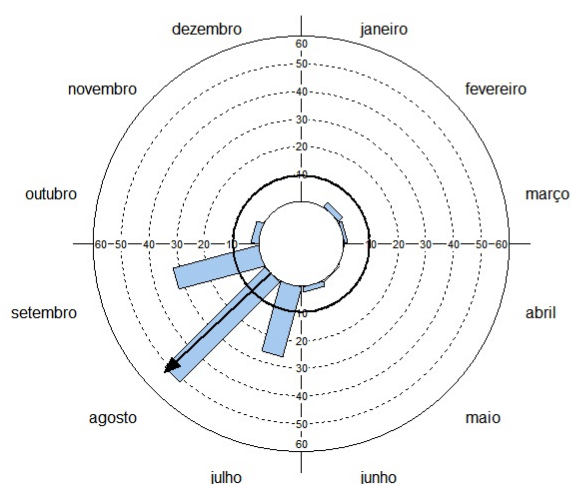


Figura 9: Histograma circular de frequência mensal (média dos anos de observação) de floração das espécies das famílias Connaraceae, Bignoniaceae, Malyaceae e Ochnaceae. A seta preta representa o comprimento do vetor r apontando para o ângulo médio. O círculo preto escuro o valor (p) para o teste de Rayleigh

O teste de Rayleigh foi significativo para todas as espécies, com exceção de *Eugenia bimarginata*. Todas essas espécies apresentaram comprimento do vetor r maior que 0,6, de forma que a hipótese foi rejeitada e as frequências de floração nas populações não são distribuídas de forma uniforme ou aleatória. Sete espécies apresentaram r maior que 0,9, demonstrando altíssima sazonalidade.

5. DISCUSSÃO

Verificamos que a comunidade de Cerrado estudada para espécies melitófilas floriu o ano todo, com a maior diversidade de espécies e sobreposição da floração durante os meses de agosto a novembro, durante a transição da estação seca para a estação chuvosa, resultado também observado em MARTINS (2019). Esse pico de floração com alta proporção de espécies nos meses do final da estação seca foi encontrado em outros trabalhos para espécies de cerrado (BATALHA et al. 1977; BORGES & PRADO, 2014).

Ainda que com certa sazonalidade da comunidade durante o ano, a comunidade floresceu o ano inteiro, de forma que diferentes fatores, não apenas a polinização, estão relacionados com a indução da floração (REF). Por exemplo, algumas espécies floresçam ainda na estação de seca (SARMIENTO & MONASTERIO, 1983).

Individualmente as espécies demonstram alta sazonalidade, mantendo florações constantes ao longo do ano conferindo alta previsibilidade na oferta de recursos para as abelhas no cerrado estudado, favorecendo os polinizadores. É importante destacar a alta previsibilidade do fragmento não pode ser extrapolada para outras regiões, devido a ampla variação de fatores que afetam a floração, como sazonalidade como precipitação, período de seca e de chuva, temperatura e luminosidade para outras regiões do domínio Cerrado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados fenológicos de longa duração podem contribuir para melhor entendimento dos padrões fenológicos tanto das espécies como da comunidade ao todo, fortalecendo a literatura para testes de hipóteses e para melhor manejo e projetos de restaurações ambiental, de forma a auxiliar a flora e a fauna. Com os picos de floração, sazonalidade e duração da floração, é possível prever com mais facilidade a época de reprodução como também os ciclos de crescimento e vida, mesmo em outras áreas, com as suas ressalvas. Os estudos fenológicos em áreas de conservação são essenciais ao fornecer as ferramentas para as análises da atividade da comunidade e os possíveis impactos humanos e das mudanças climáticas.

A hipótese da alta sazonalidade para as espécies melitófilas se provou correta, e mesmo com uma certa sazonalidade da comunidade, a floração está presente durante o ano todo, fornecendo recursos para a comunidade de abelhas polinizadoras. Os resultados obtidos sobre os padrões fenológicos, vem de maneira geral, corroborar com outros resultados já obtidos em áreas de cerrado.

Possíveis próximos estudos seria buscar separar os padrões fenológicos com o recurso oferecido e como eles podem estar relacionados com os padrões de atividades da comunidade de polinizadores da região.

REFERÊNCIAS

- APPANAH, S. General flowering in the climax rain forests of South-east Asia. **Journal of Tropical Ecology**, v. 1, n. 3, p. 225-240, 1985.
- BAWA, K. S. Patterns of flowering in tropical plants. **Handbook of experimental pollination biology**, p. 394-410, 1983.
- BAWA, Kamaljit S.; KANG, Hyesoon; GRAYUM, Michael H. Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest trees. **American Journal of Botany**, v. 90, n. 6, p. 877-887, 2003.
- BORGES, M. P.; DE ASSIS PRADO, C. H. B. Relationships between leaf deciduousness and flowering traits of woody species in the Brazilian neotropical savanna. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 209, n. 1, p. 73-80, 2014.
- BULLOCK, Stephen H. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica**, p. 287-301, 1985.
- CAMARGO, Maria Gabriela G. et al. Effects of environmental conditions associated to the cardinal orientation on the reproductive phenology of the cerrado savanna tree *Xylopia aromatica* (Annonaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 3, p. 1007-1020, 2011.
- CHAMBERS, Lynda E. et al. Phenological changes in the southern hemisphere. **PloS one**, v. 8, n. 10, p. e75514, 2013.
- COUTINHO, Leopoldo Magno. O conceito do cerrado. **Revista brasileira de Botânica**, v. 1, p. 17-23, 1978.
- EBURNEO, A. M. **Padrões de cores de flores e a polinização em vegetações sazonais**, 2019. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Instituto de Biociências (Campus de Rio Claro).
- FAEGRI, K. van der Pijl (1979). The principles of pollination ecology. 81.

FERREIRA, Maxmiller Cardoso. Fenologia Reprodutiva e Síndromes de Polinização e Dispersão do sub-bosque de em um remanescente de Mata Mesofítica do Sudeste Goiano, Catalão, Go.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas de árboles. Turrialba. 24: 422-423 (en línea). Consultado 18 set 2012. 1974.

LIETH, H. 1974. Purpose of a phenology book. In Phenology and seasonality modeling. (H. Lieth, ed.). Springer, Berlin, p.3-19.

MONASTERIO, Maximina; SARMIENTO, Guillermo. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography**, p. 325-355, 1976.

MORELLATO, L. P. C. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí São Paulo. **Revista brasileira de Biologia**, v. 50, p. 149-162, 1990.

MORELLATO, L. P. C.. et al. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 811-823, 2000.

MORELLATO, L. P. C.; ALBERTI, L. F.; HUDSON, I. L. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: **Phenological research**. Springer, Dordrecht, 2010. p. 339-359.

MORELLATO, L. P. C. et al. Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, v. 195, p. 60-72, 2016.

ROSAS-GUERRERO, Víctor et al. Influence of pollination specialization and breeding system on floral integration and phenotypic variation in Ipomoea. **Evolution: International Journal of Organic Evolution**, v. 65, n. 2, p. 350-364, 2011.

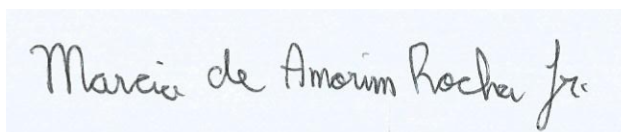
SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. Life forms and phenology. **Ecosystems of the World**, v. 13, p. 79-108, 1983.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. L. S. E.; GOTTSBERGER, GERHARD. A polinização de plantas do cerrado. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, n. 4, p. 651-663, 1988.

VOGADO, Nara Oliveira et al. Edge effects on the phenology of the guamirim, *Myrcia guianensis* (Myrtaceae), a cerrado tree, Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 9, n. 1, p. 291-312, 2016.

WASER, Nickolas M. Flower constancy: definition, cause, and measurement. **The American Naturalist**, v. 127, n. 5, p. 593-603, 1986.

Análise estatística: KOVACH, W.L., 2011. *Oriana – Circular Statistics for Windows*, ver. 4. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K



Marcio de Amorim Rocha Júnior
Aluno



Leonor Patricia Cerdeira Morellato
Orientadora