



UFOP

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**

**Instituto de Ciências Exatas e Biológicas**

**Departamento de Evolução, Biodiversidade e Meio Ambiente**

**Programa de Pós-graduação em Ecologia de Biomas Tropicais**



---

---

**FENOLOGIA E SÍNDROMES DE DISPERSÃO E POLINIZAÇÃO DE ESPÉCIES  
DE PLANTAS DE CAMPOS RUPESTRES QUARTZÍTICOS EM MINAS GERAIS.**

---

---

**Daniela Souza Antunes**

**Orientador:** Hildeberto Caldas de Sousa

Co-orientador: Yasmine Antonini

Colaborador: Amauri Pires Bueno

**Ouro Preto, MG.**

**2013**

**Daniela Souza Antunes**

---

---

**FENOLOGIA E SÍNDROMES DE DISPERSÃO E POLINIZAÇÃO DE ESPÉCIES  
DE PLANTAS DE CAMPOS RUPESTRES QUARTZÍTICOS EM MINAS GERAIS.**

---

---

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia de Biomas Tropicais da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ecologia.

**Ouro Preto, MG.**

**2013**

A636f

Antunes, Daniela Souza

Fenologia e síndromes de dispersão e polinização de espécies de plantas de campos rupestres quartzíticos em minas gerais [manuscrito] / Daniela Souza Antunes. - 2014.

50f.: il., color; graf.; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Hildeberto Caldas de Sousa.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais.

Área de concentração: Ecologia de Biomas Tropicais

1. Polinização - Teses. 2. Fenologia - Teses. 3. Espinhaço, Serra do (MG e BA) - Teses. I. Souza, Hildeberto Caldas de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 581.522.6

Catálogo: [sisbin@sisbin.ufop.br](mailto:sisbin@sisbin.ufop.br)

1 **ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DA CANDIDATA DANIELA SOUZA ANTUNES DO**  
2 **PROGRAMA DE MESTRADO EM ECOLOGIA DE BIOMAS TROPICAIS**

3 Aos vinte e oito dias do mês de junho do ano de dois mil e treze, às 9h, no Auditório do ICEB  
4 Campus/Morro do Cruzeiro/UFOP, em Ouro Preto/MG, foi instalada a sessão de defesa pública da  
5 dissertação “**Fenologia e síndromes de dispersão e polinização de espécies de plantas de**  
6 **campos rupestres quartzíticos em Minas Gerais**”, da candidata *Daniela Souza Antunes*, sendo a  
7 banca examinadora composta pelo Professor Dr. Hildeberto Caldas de Sousa - UFOP (presidente);  
8 Professor. Dr. Carlos Victor Mendonça Filho – UFVJM – Universidade Federal do Vale do  
9 Jequitinhonha e Mucuri (membro) e Professora Dra. Maria Cristina Teixeira Braga Messias - UFOP  
10 (membro). Dando início aos trabalhos, o presidente, com base no regulamento do curso e nas  
11 normas que regem as sessões de defesa de dissertação, concedeu à candidata *Daniela Souza*  
12 *Antunes* 30 (trinta) minutos para apresentação do seu trabalho intitulado “**Fenologia e síndromes**  
13 **de dispersão e polinização de espécies de plantas de campos rupestres quartzíticos em Minas**  
14 **Gerais**”. Terminada a exposição, o presidente da banca examinadora concedeu, a cada membro, um  
15 tempo máximo de 30 (trinta) minutos, para perguntas e respostas à candidata sobre o conteúdo da  
16 dissertação, na seguinte ordem: 1º) Professor. Dr. Carlos Victor Mendonça Filho, 2º) Professora  
17 Dra. Maria Cristina Teixeira Braga Messias, tendo ele próprio realizado sua arguição em último  
18 lugar. Dando continuidade, ainda de acordo com as normas que regem a sessão, o presidente  
19 solicitou aos presentes que se retirassem do recinto para que a banca examinadora procedesse à  
20 análise e decisão. A seguir foi anunciado publicamente que a candidata foi **APROVADA** por  
21 unanimidade, condicionando que a versão definitiva da dissertação deverá incorporar todas as  
22 exigências da banca, devendo o exemplar final ser entregue à Secretaria do Programa,  
23 posteriormente. Para constar foi lavrada a presente ata que, após aprovada, vai assinada pela  
24 mestrande e pelos membros da banca examinadora.

25 Ouro Preto, 28 de junho de 2013.

26  
27 **Mestranda: Daniela Souza Antunes**

28  
29 **Presidente: Professor Dr. Hildeberto Caldas de Sousa**

30  
31 **Membro: Professor. Dr. Carlos Victor Mendonça Filho**

32  
33 **Membro: Professora Dra. Maria Cristina Teixeira Braga Messias**

## Agradecimentos

Agradeço a meus pais, em primeiro lugar, por me darem a vida e me ensinarem a vivê-la, me apoiando, me amando e seguindo meus sonhos junto comigo; às minhas irmãs, a alegria da minha vida, pelo carinho contínuo, pelas palavras de conforto e por aguentarem meu mau humor recorrente.

Tia Lúcia, Tia Beth e Tia Meire, encontrei em vocês o conforto necessário todas as vezes em que obstáculos apareceram. É reconfortante saber que posso sempre contar com vocês! A meus avós, primos queridos, tios e todos os familiares, agradeço pelo carinho, companheirismo e pela distração nos meus momentos de folga!

Amigos de Ouro Preto, Diamantina e Belo Horizonte que me ouviram, deram conselhos e estiveram sempre comigo – obrigada!! Não existe vida sem amigos. Entretanto, a duas pessoas devo agradecimento especial: Bruna, por ser minha companheira de tanto tempo, por me aguentar, ajudar, aconselhar, apoiar e ser uma amiga eterna; e Carol, por tirar as dúvidas em Botânica, por estar sempre disposta a me ajudar, por ser uma grande amiga, por me aconselhar e por me fazer rir sempre.

Aos queridos mestres que durante minha formação foram essenciais para meu aprendizado e para minha formação profissional: Maíra Figueiredo Goulart, Yasmine Antonini, Alessandra Rodrigues Kozovits e Sérgio Pontes Ribeiro. A todos os professores da UFVJM e UFOP com os quais tive o prazer de estudar. Ao professor Hildeberto Caldas de Sousa pelo apoio, orientação e alegria de sempre. Ainda, à curadora do herbário, Viviane Scalon pela ajuda com as plantas e à presteza de sempre; ao Jorjão por se prontificar a identificar minhas espécies; ao Cláudio, pela solicitude em laboratório; e Rubens, pela disponibilidade em todos os momentos.

Aos meus irmãos de laboratório Jonas Brother's (Amauri e Vini Boy) que me ajudaram em campo, me ajudaram em laboratório, em casa e nunca mediram esforços em sanar minhas dúvidas. À Regis pelo companheirismo, pela risada e pelo carinho gratuitos. Jaque, a mais nova FidiHilde, mas sempre amiga, que foi minha primeira companheira de campo, que agora é parte da casa e que me ajudou muito nas discussões sobre fenologia. Aos amigos do mestrado, em especial à Ju, pelas conversas e farras.

À Natureza por me permitir estudá-la, conhecê-la e aproveitá-la! À Vida, tão bela e perfeita em suas minúcias! Juntas formam as duas coisas mais perfeitas que existem e as quais tenho o privilégio e o prazer de estudar.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida durante o mestrado; ao Instituto Estadual de Florestas pelas licenças de pesquisa nas Unidades de Conservação; à UFOP pela logística, espaço físico e auxílios inestimáveis; e a todos do DeBio.

Enfim, ao Gustavo pelo apoio, amor, carinho, paciência e por acreditar sempre em mim.

Sem Deus e suas bênçãos em minha vida, nada do que conquisei seria possível.

'Tudo tem seu apogeu e seu declínio... É natural que seja assim.  
Todavia, quando tudo parece convergir para o que supomos o nada,  
eis que a vida ressurgue, triunfante e bela... novas folhas, novas  
flores, na infinita benção do recomeço!"

(Chico Xavier)

## SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL .....	9
REFERÊNCIAS.....	13
Fenologia e síndromes de dispersão e polinização de espécies de plantas de campos rupestres quartzíticos em Minas Gerais. ....	18
INTRODUÇÃO .....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
Áreas de estudo e clima .....	21
Delineamento experimental .....	23
RESULTADOS .....	27
Índices de Intensidade e Atividade .....	27
Síndromes de dispersão e polinização .....	37
DISCUSSÃO .....	38
REFERÊNCIAS.....	42



**RESUMO:** Fenologia e síndromes de dispersão e polinização de espécies de plantas de campos rupestres quartzíticos em Minas Gerais.

Daniela Souza Antunes<sup>1,3</sup>, Hildeberto Caldas de Sousa<sup>1</sup>, Yasmine Antonini<sup>1</sup> e Amauri Pires Bueno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia de Biomas Tropicais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG. <sup>2</sup>Lehrstuhl für Botanik II - Ökophysiologie und Vegetationsökologie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Bayern, Deutschland.

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

Os eventos fenológicos de plantas e as síndromes de dispersão e polinização são fundamentais para a manutenção dos ecossistemas, permitindo a regeneração e a colonização de áreas por novos indivíduos. Neste trabalho foram caracterizadas e analisadas as diferenças na fenologia e nas síndromes de comunidades vegetais de áreas de campos rupestres quartzíticos. O estudo foi realizado em duas comunidades localizadas ao sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais. Foram amostradas, em cada área, dez populações, contendo dez indivíduos marcados aleatoriamente de dez espécies herbáceo-arbustivas: *Ageratum fastigiatum*, *Baccharis platypoda*, *Byrsonima variabilis*, *Lychnophora ericoides*, *Microlicia crenulata*, *Microlicia viminalis*, *Microlicia sp.*, *Tibouchina heteromalla*, *Trichogonia hirtiflora*, e *Vellozia compacta*. Dados quantitativos e qualitativos levantados quinzenalmente, em campo, durante treze meses, foram ponderados, gerando-se o Índice de Intensidade de Fournier e o Índice de Atividade, a partir dos quais foi estimada a intensidade de cada fenofase por espécie e a existência ou não de sincronia dos eventos fenológicos entre as áreas e as estações. As espécies que apresentaram diferenças significativas entre as variáveis testadas exibiram padrão perenifólio, com brotamento e senescência foliares durante todo o período estudado. Quanto às fenofases reprodutivas, notou-se que *T. hirtiflora*, *T. heteromalla* e *B. variabilis* tiveram floração anual, com picos de intensidade durante a estação chuvosa. Já *L. ericoides* e *M. viminalis* apresentaram floração apenas durante a época das chuvas. A frutificação foi contínua ao longo do ano, também apresentando picos durante a estação chuvosa, à exceção de *B. variabilis* que teve pico de produção de frutos na estação seca. As espécies se mostraram predominantemente melitofílicas e zoocóricas. Os padrões vegetativos e reprodutivos encontrados nesse trabalho se assemelham àqueles compreendidos para áreas de cerrado. As duas áreas amostradas estão isoladas por barreiras geográficas e possuem características próprias e diferenciadas de microclima, o que as torna distintas devido à assincronia observada entre as espécies em ambas as áreas. Assim, a resposta das plantas ao ambiente foi diferente nesses campos rupestres.

**Palavras-chave:** espécies herbáceo-arbustivas, índice de atividade, intensidade de Fournier.

**ABSTRACT:** Phenology and dispersal and pollination syndromes of plant species from “Campos Rupestres” in Minas Gerais.

Daniela Souza Antunes<sup>1,3</sup>, Hildeberto Caldas de Sousa<sup>1</sup>, Yasmine Antonini<sup>1</sup> e  
Amauri Pires Bueno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia de Biomas Tropicais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG. <sup>2</sup>Lehrstuhl für Botanik II - Ökophysiologie und Vegetationsökologie, Julius-Maximilian-Universität Würzburg, Bayern, Deutschland.

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

The phenology plants and pollinators and dispersal syndromes are critical to maintaining the ecosystem, enabling the regeneration and colonization of new areas by individuals. In this study were characterized and analyzed differences in phenology and the syndromes of plant areas in “Campos Rupestres” (field rocky). The study was realized in, two communities localized in “Cadeia do Espinhaço” (Espinhaço Range), Minas Gerais, being sampled, in each area, ten populations, with ten individuals randomly assigned from ten herbaceous-shrub species: *Baccharis platypoda*, *Lychnophora ericoides*, *Microlicia crenulata*, *Microlicia viminalis*, *Microlicia sp.*, *Tibouchina heteromalla*, *Trichogonia hirtiflora*, *Byrsonima variabilis*, *Vellozia compacta* e *Ageratum fastigiatum*. In field were analyzed biweekly qualitative and quantitative data for thirteen months. After they have been weighted, was generated the “Índice de Intensidade de Fournier” (percentage Fournier) and the “Índice de Atividade” (activity index), from which was estimated the intensity of each phenophase per specie and the existence or not of synchrony between areas and seasons. The species that showed significant differences between the tested variables exhibited deciduous pattern, with budding and senescence leaf during all the study period. Regarding the reproductive phenophases, observed that *T. hirtiflora*, *T. heteromalla* and *B. variabilis* had annual flowering, with intensity peaks during the wet season. *L. ericoides* and *M. viminalis* were flowering during the same season. The fruiting was continuous throughout the year, also featuring peaks during the rainy season, excepted for *B. variabilis* that had peak on fruiting in the dry season. The species were predominantly zoochoric and melitophilic. The vegetative and reproductive patterns found in this study are similar to those included for savanna areas. Both sampled areas are isolated by geographical barriers and offer unique characteristics and differentiated microclimates, which make them distinct from each other due your observed asynchrony between the species of the areas. Thus, the answer of plants to the ambient was different in these fields rocky.

**Key-words:** herbaceous-shrub species, activity index, Fournier percentage.

## CONTEXTUALIZAÇÃO GERAL

A Cadeia do Espinhaço, historicamente, foi o berço das riquezas minerais de nosso país no período colonial. Durante o ciclo do ouro, várias cidades se estabeleceram na abrangência dessas serras. A economia brasileira girava em torno dessas cidades e do lucro obtido a partir dos minerais, sendo também a base de naturalistas que vinham estudar a região. Atraídos pelas belezas locais, descobriram a alta diversidade apresentada nesses ambientes, atraindo outros pesquisadores para estudar sua vegetação desde então (RAPINI et al., 2008).

Esse complexo montanhoso foi tombado como Reserva da Biosfera (UNESCO, 2005) e consiste em uma cadeia montanhosa com cerca de 1200 km de extensão que abrange desde o centro de Minas Gerais, na região de Ouro Branco, até o norte da Bahia, na Serra da Jacobina (LOMBARDI e VIANA, 2007). Apresenta zonas de contato entre o Cerrado, a oeste, a Mata Atlântica, a leste e a caatinga, ao norte.

A vegetação nos campos rupestres, fitofisionomia predominante da Cadeia do Espinhaço, é basicamente xeromórfica, com plantas bem adaptadas a solos oligotróficos e ácidos, sujeitas à intensa radiação, exposição ao vento e estresse hídrico (GIULIETTI et al., 1997). Essas adaptações variam desde plantas com metabolismo CAM até a formação de tanques de água em bromélias (RAPINI et al., 2008).

Os campos rupestres podem ser divididos em dois grandes grupos: os campos, em que predominam espécies herbáceas que crescem sobre um solo arenoso; e os afloramentos rochosos, onde crescem arbustos e subarbustos nas fendas das rochas, em que pode haver deposição de areia e sedimentos (ALMEIDA, 2008).

Dentre as famílias que apresentam maior riqueza de espécies, podemos citar Melastomataceae, Eriocaulaceae, Poaceae, Xyridaceae, Rubiaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Velloziaceae, Orchidaceae e Myrtaceae (GIULIETTI e PIRANI, 1988; COSTA et al., 2010) e, devido a estudos fitossociológicos já desenvolvidos com essas famílias, torna-se importante ampliar os conhecimentos acerca de outros aspectos das mesmas, como suas estratégias de reprodução e dispersão.

A heterogeneidade de topografia, microclima e substrato refletem na composição florística dos campos rupestres e na estrutura de comunidades, reunindo vários microambientes em espaços restritos (VITTA, 2002; CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005; CONCEIÇÃO et al., 2005). Nos solos arenosos, denominados muitas vezes de platôs

(LEMES, 2009), há dominância da família Poaceae – representada pelas gramíneas, enquanto nos afloramentos rochosos, que apresentam solos mais rasos do que aqueles de platô, são dominados pela família Velloziaceae – canelas-de-ema. Nesses afloramentos há maior presença de espécies arbustivas, tais como Cactaceae, Melastomataceae, Malpighiaceae, Rubiaceae e Ericaceae, entre outras (COSTA et al., 2008; RAPINI et al., 2008). Entretanto, é notável a baixa similaridade florística entre as áreas da Cadeia do Espinhaço, o que pode ser atribuída a barreiras geográficas, que impedem a migração de plantas e a diferenciação genética (RIBEIRO et al., 2007; MESSIAS et al., 2012).

A história de vida de espécies vegetais é determinada pelo sucesso de reprodução e do potencial de dispersão, e ambos afetam a abundância, distribuição e especificidade de habitat (GASTON, 1994; RANIERI et al., 2012). Assim, estratégias adaptativas de espécies de campos rupestres, que possuem alta heterogeneidade sazonal e espacial, favorecem o sucesso reprodutivo e o estabelecimento de plântulas (KACHI e HIROSE, 1990). Deste modo, o comportamento fenológico pode atuar como um importante fator que limita a abundância e a amplitude da distribuição geográfica das populações (MADEIRA e FERNANDES, 1999; VALVERDE et al., 2004).

De acordo com a definição de Lieth (1974), a fenologia aborda estudos sobre os acontecimentos biológicos repetitivos baseados em eventos bióticos e abióticos, permitindo a compreensão da interação entre animais e plantas, como por exemplo, na polinização e na dispersão de sementes. Cada população pode, entretanto, se adaptar às mudanças ambientais que estão relacionadas a essas interações (SOUZA, 2000; PEDRONI et al., 2002).

A fenologia aborda características de desenvolvimento vegetal, tais como floração, frutificação, brotação e senescência foliar, as quais estão adaptadas à sua área de dispersão (ANDREIS et al., 2005). Os eventos repetitivos apresentados pelas plantas podem fornecer informações sobre a distribuição e manutenção da fauna local, o que interferirá diretamente na dispersão e na polinização de espécies vegetais (RATHCKE e LACEY, 1985).

Embora fosse considerada há muito tempo uma importante ferramenta para a agricultura e a economia, somente após a implantação do US-IBP (International Biological Program) em 1972, os estudos fenológicos começaram a ser tratados como essenciais para o entendimento dos ecossistemas (LIETH, 1974).

O interesse pelas variações fenológicas em plantas tropicais, está relacionado a necessidade de se tentar interligar as diferentes fases do ciclo de vida e o processo reprodutivo das plantas nestas comunidades, objetivando obter uma visão integrada dos determinantes destes processos (FRANKIE et al., 1974). Assim, o conceito de estratégia fenológica proposto

por Monasterio e Sarmiento (1976) permite entender a diversidade dos eventos fenológicos como formas alternativas de aperfeiçoar a reprodução e a sobrevivência de espécies. Segundo este conceito, a fenologia poderia ser considerada como fruto de um processo ativo de seleção, em que estratégias diferentes de alocação de recursos para diferentes fases da vida forneceram diferentes taxas de sucesso reprodutivo, e não um ajustamento das plantas às mudanças ambientais.

Entre os aspectos mais marcantes da história natural se encontram os padrões de floração, frutificação e queda e produção de folhas que ocorrem em ciclos anuais na maior parte das formações vegetacionais do mundo (PRIMACK, 1985). Dentre estes, o ritmo sazonal de floração e frutificação pode ser crítico para a sobrevivência e reprodução das plantas (RATHCKE & LACEY, 1985).

A partir das fenofases é possível prever a época da reprodução das plantas, da produção de folhas e frutos, o que pode ser fundamental para outras áreas, como a agricultura, e para planos de manejo (FOURNIER, 1974; MANTOVANI et al., 2003, REYS et al., 2005). Através da fenologia também é possível compreender como os organismos respondem ao meio em que estão inseridos, pois segundo van Schaik et al. (1993) as funcionalidades ecossistêmicas são bem definidas com o aumento do conhecimento das fenofases, o que garante o entendimento das estratégias adotadas pelas plantas e de quando seus recursos são oferecidos no ecossistema.

Dentro da avaliação e quantificação das fenofases, a floração assume grande importância, uma vez que a partir dela é possível observar-se a adaptação apresentada pela espécie e que o sincronismo desta fase pode minimizar o efeito da predação (VAN SCHAIK et al., 1993; FENNER, 1998).

A fenologia é uma ferramenta útil para melhorar nosso conhecimento acerca do funcionamento de ecossistemas. E ainda, pouco é conhecido nesse sentido. Sendo assim, faz-se necessário o estudo da fenologia das plantas (RAGUSA-NETTO e SILVA, 2007). Além do mais, ela permite o entendimento sobre as manchas de dispersão e a relação fruta-frugívoros (GENTRY, 1983).

Há grande contribuição por parte dos estudos em dispersão e polinização para o entendimento do processo de sucessão vegetal e da distribuição espacial dos indivíduos no ambiente. Isso pode oferecer subsídios para a definição de estratégias de conservação e recuperação destas áreas (MONTEIRO et al., 2006). Assim, a perda de polinizadores, dispersores e predadores, em fragmentos de habitats isolados há bastante tempo podem ocasionar seu desaparecimento, gerando um desequilíbrio na biodiversidade local

(MACHADO et al., 2006).

Tanto vegetações de canga quanto de campo rupestre vêm sendo consideradas áreas críticas e ameaçadas dentro do bioma do Cerrado (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1999). Impactos consideráveis ocorrem há algum tempo nessas áreas, tais como extração de madeiras e flores, ação do fogo, loteamentos, ação antrópica e monoculturas, o que torna necessário o aumento no número de estudos sobre a biologia básica das espécies vegetais dessas áreas (GIULIETTI et al., 1997; MENDONÇA e LINS, 2000). Essa ação desenfreada pode atuar diretamente sobre populações pequenas de determinadas espécies, o que reduz grandemente a variabilidade genética dessas populações (CAVALLARI et al., 2006).

Síndromes de dispersão de sementes podem ser entendidas como estratégias utilizadas pelas plantas para obtenção do sucesso reprodutivo, fato que envolve a dispersão de frutos e sementes. As síndromes de polinização, por sua vez, são o conjunto de características morfológicas da flor que se relacionam com a forma e o comportamento do polinizador (VAN DER PIJL, 1982).

Agentes polinizadores vertebrados são importantes para várias espécies de plantas e, normalmente, essa interação associa-se a certas especializações (STILES, 1981) através da mútua correspondência entre a morfofisiologia floral e a morfologia e comportamento dos animais (VAN DER PIJL, 1982). Um exemplo são os beija-flores, que podem ser responsáveis pela polinização por até 15% das espécies de plantas da Região Neotropical (FEINSINGER, 1983). Entre as estratégias reprodutivas das plantas e a disponibilidade de recursos alimentares aos frugívoros, é possível esperar-se uma relação entre as mesmas nos ecossistemas (SOAVE, 1996).

De acordo com o trabalho de Oliveira e Moreira (1982), em um cerrado do Brasil Central, a ausência de dossel favorece a anemocoria em fisionomias abertas. No entanto, a zoocoria foi predominante, assim como observado no trabalho de Batalha e Mantovani (2000), em cerrado *sensu stricto*.

Devido aos poucos estudos realizados em complexos rupestres (RAPINI et al., 2008; ALMEIDA, 2008; COSTA et al., 2010; GIULIETTI e PIRANI, 1988) fica patente a necessidade de se implementar estudos de fenologia e síndromes de comunidades vegetais de campos rupestres quartzíticos, para se entender como ocorre a dinâmica entre as espécies, a intensidade e sincronia das fenofases e a relação com dispersores e polinizadores.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. S. S. **Asteraceae Dumort. nos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil.** 2008. 365p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2008.

ANDREIS, C.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; WOJCIECHOWSKI, J. C.; MACHADO, A. A.; VACCARO, S. e CASSAL, C. Z. Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. **Revista Árvore** v. 29, n. 1, p. 55-63. 2005.

BATALHA, M. A. e MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia** v. 60, n. 1, p. 129-145. 2000.

CAVALLARI, M. M.; FORZZA, R. C.; VEASEY, E. A.; ZUCCHI, M. I. e OLIVEIRA, G. C. X. Genetic variation in three endangered species of *Encholirium* (Bromeliaceae) from Cadeia do Espinhaço, Brazil, detected using RAPD markers. **Biodiversity and Conservation**, v. 15, p. 4357-4373.2006.

CONCEIÇÃO, A. A. e PIRANI, J. R. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: Substrato, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 23, p. 85-111. 2005.

CONCEIÇÃO, A. A.; RAPINI, A.; PIRANI, J. R., GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; SILVA, T. R. S.; SANTOS, A. K. A.; COSME, C.; ANDRADE, I. M.; COSTA, J. A. S.; SOUZA, L. R. S.; ANDRADE, M. J. G.; FUNCH, R. R.; FREITAS, T. A.; FREITAS, A. M. M. e OLIVEIRA, A. A. Campos Rupestres. In: JUNCÁ, F. A.; FUNCH, L. e ROCHA, W. (Org.). **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 153-180.

COSTA, F. N.; TROVÓ, M. e SANO, P. T. Eriocaulaceae na Cadeia do Espinhaço: riqueza,

endemismo e ameaças. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 89-97. 2008.

COSTA, M. L. M. N.; PEREIRA, T. S. e ANDRADE, A. C. S. Fenologia de algumas espécies de Mata Atlântica, Reserva Ecológica de Macaé de Cima (estudo preliminar). **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, p. 226-232. 1992.

FEINSINGER, P. Coevolution and pollination. In: D. FUTUYMA e M. SLATKIN (Org.). **Coevolution**. Sunderland: Sinauer Associates Publishers, 1983. p. 283-310.

FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plants. **Perspectives in plant ecology, evolution and systematics**, v. 1, n. 1, p. 78-91. 1998.

FOURNIER, L. A. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas em arboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-423. 1974.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. e OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 3, p. 881-919. 1974.

GASTON, K. J. **Rarity**. London: Chapman & Hall. 1994.

GENTRY, A. H. Neotropical floristic diversity. **Ann. Mo. Botanical Garden**, v. 69, p. 557-593. 1983.

GIULIETTI, A. M. e PIRANI, J. R. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: VANZOLINI, P.E. e HEYER, W.R. (Org.). **Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 1988. p. 39-69.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. e HARLEY, R. M. Espinhaço range region, eastern Brazil. In: DAVIS, S. D.; HEYWOOD, V. H.; HERRERA-MACBRYDE, O.; VILLA-LOBOS, L. E HAMILTON, A. C. (Org.). **Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation, 3. The Americas**. Cambridge: IUCN Publications Unit. 1997. p. 397-404.



KACHI, N. e HIROSE, T. Optimal time of seedling emergence in a dune population of *Oenothera glazioviana*. **Ecological research**, v. 5, p. 143-152. 1990.

LEMES, F. O. A. **Relações florísticas, fitossociológicas e aspectos edáficos de comunidades de campos rupestres da Serra do Itacolomi e Serra de Ouro Branco, Minas Gerais**. 2009. 107 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. 2009.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. Phenology and seasonality modeling. Pp. 3-19. H. LIETH (Org.). **Ecological Studies 8**. Berlin: SpringerVerlag, 1974.

LOMBARDI, J. A. e VIANA, P. L. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 159-177. 2007.

MADEIRA, J. A. e FERNANDES, G. W. Reproductive phenology of sympatric species of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. **Journal of tropical ecology**, v. 15, p. 463-479. 1999.

MANTOVANI, A.; RUSCHEL, A. R.; REIS, M. S.; PUSHALSKI, A. e NODARI, R. O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 451-458. 2003.

MENDONÇA, M. P.; LINS, D. A. **Lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 2000.

MESSIAS, M. C. T. B.; LEITE, M. G. P.; MEIRA-NETO, J. A. A. e KOZOVITS, A. R. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 230-242. 2012.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do cerrado e pantanal**. Ministério do Meio Ambiente, Funatura, Conservation International, Fundação Biodiversitas e Universidade de Brasília, Brasília. 1999.

MONASTERIO, M.; SARMIENTO, G. Phenological strategies of plant species in tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan llanos. **Journal of Biogeography**, v. 3, p. 325-356. 1976.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; LINS NETO, E. M. F. ARAÚJO, E. L. e AMORIM, E. L. C. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, p. 173-186.

OLIVEIRA, P. E. A. M.; MOREIRA, A. G. Anemocoria em espécies do cerrado e mata de galeria de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 15, p. 163-174. 1992.

OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. In: S. M. SANO e S. P. ALMEIDA (Org.) **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília: Embrapa/CPAC. 1998.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M. e SANTOS, F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffi* Desf. – Leguminosae, Cesalpiniodeae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 183-194. 2002.

PRIMACK, R. B. Patterns of flowering phenology in communities, populations, individual, and single flowers. In: WHITE, J. (Org.) **The population structure of vegetation**. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers 1985. p. 571-593.

RAGUSA-NETTO, J. e SILVA, R. R. Canopy phenology of a dry forest in western Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 569-575. 2007.

RANIERI, B. D.; NEGREIROS, D.; LANA, T. C.; PEZZINI, F. F. e FERNANDES, G. W. Fenologia reprodutiva, sazonalidade e germinação de *Kielmeyera regalis* Saggi (Clusiaceae), espécie endêmica dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 3, p. 632-641. 2012.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P. L.; LAMBERT, S. e PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 16-24. 2008.

RATHCKE, B. e LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 16, p. 179-214. 1985.

REYS, P.; GALLETI, M.; MORELLATO, L. P. C. e SABINO, J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 1-10. 2005.

RIBEIRO, P. L.; BORBA, E. L.; SMIDT, E. C.; LAMBERT, S. M.; SELBACH-SCHNADELBACH, A. e BERG, C. Genetic and morphological variation in the *Bulbophyllum exaltatum* (Orchidaceae) complex occurring in the Brazilian “campos rupestres”: implications for taxonomy and biogeography. **Lankesteriana**, v. 7, p. 97-101. 2007.

SOAVE, R. C. F. **Aspectos ambientais de mineração de calcário no município de Rio Claro, Estado de São Paulo: avaliação da recuperação natural do solo e da vegetação.** 1996. Tese de Doutorado – UNESP – Campus Rio Claro, Rio Claro, São Paulo. 1996.

SOUZA, F. M. 2000. **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas.** Dissertação – ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo. 2000.

STILES, F. G. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. **Annals of Missouri Botanical Garden**, v. 68, p. 323-351. 1981.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants.** 3<sup>rd</sup> ed. New York: Springer Verlag, 1982.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W. e WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual review of ecology, evolution and systematics**, v. 24, p. 353-377. 1993.

VITTA, F. A. Diversidade e conservação da flora nos campos rupestres da cadeia do espinhaço em minas gerais. In: ARAÚJO, E. L.; MOURA, A. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GESTINÁRI, L. M. S. e CARNEIRO, J. M. T. (Org.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil.** Recife: Imprensa universitária, 2002. p. 90-94.

## **Fenologia e síndromes de dispersão e polinização de espécies de plantas de campos rupestres quartzíticos em Minas Gerais.**

Daniela Souza Antunes<sup>1,3</sup>, Hildeberto Caldas de Sousa<sup>1</sup>, Yasmine Antonini<sup>1</sup> e Amauri Pires Bueno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia de Biomas Tropicais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG. <sup>2</sup>Lehrstuhl für Botanik II - Ökophysiologie und Vegetationsökologie, Julius-Maximilian-Universität Würzburg, Bayern, Deutschland.

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

### **INTRODUÇÃO**

Na Cadeia do Espinhaço, intercalados com o Cerrado, estão os campos rupestres, que são formações vegetais predominantes nessa região. Caracterizam-se por estar em altitudes acima de novecentos metros e por possuírem grande número de afloramentos rochosos, o que resulta na baixa profundidade do solo (MENEZES e GIULIETTI, 1986; GIULIETTI et al., 2000). A formação do solo está associada à degradação de quartzitos e arenitos (GIULIETTI e MENEZES, 2000), tornando os solos pedregosos, pobres em nutrientes e com aproximadamente 71% de areia em sua constituição (RIZZINI, 1997).

Nessa antiga formação montanhosa há alto número de endemismos, inclusive em nível de família (GIULIETTI et al., 1987; GIULIETTI e PIRANI, 1988). A abundância de endemismos torna a flora dos campos rupestres insubstituível, de modo que essas áreas são ricas em espécies vulneráveis, que necessitam de proteção especial (BURMAN, 1991; RAPINI et al., 1998). Adaptações específicas apresentadas pelas plantas do Espinhaço, podem ser resultado de barreiras nutricionais e geoquímicas, que aliadas ao isolamento geográfico, resultam nos endemismos (BUENO e SOUSA, 2012).

A ocorrência de microhabitats adjacentes caracteriza os campos rupestres como mosaicos vegetacionais, e o conceito de “refúgio vegetacional” (VELOSO et al, 1991) pode ser aplicado também às singularidades da fauna, dos solos e da geomorfologia. De acordo com Semir (1991), as características particulares propiciam condições ecológicas favoráveis para especiação intensa, o que é sustentado pelo alto grau de endemismo nestes ambientes. Há baixa similaridade florística entre afloramentos quartzíticos, devido à existência de barreiras geográficas entre os topos de montanhas onde os mesmos se localizam (JACOBI et al., 2007;

MESSIAS et al., 2012).

O estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos e de suas causas em relação às forças seletivas bióticas e abióticas e da sua inter-relação entre as fases caracterizadas por estes eventos, dentro de uma mesma ou de várias espécies, é denominado fenologia (LIETH, 1974). Assim, a fenologia contribui para o entendimento da regeneração e reprodução das plantas, das interações planta-animal, da organização temporal dos recursos dentro da comunidade e da evolução da história de vida dos animais que dependem das plantas para alimentação, como polinizadores, herbívoros e dispersores (MORELLATO, 1991; MORELLATO e LEITÃO-FILHO, 1992). Essa compreensão, aliada à distribuição espacial dos indivíduos no ambiente, fornece subsídios para a definição de estratégias de conservação destas áreas (MONTEIRO et al., 2006). Assim, para a conservação dos campos rupestres torna-se necessário conhecer e entender as espécies neles inseridas, bem como sua distribuição (RAPINI et al., 2008).

Além disso, estudos como o de Batalha e Mantovani (2000), têm mostrado que a fenologia permite o conhecimento de fatores importantes em relação ao funcionamento dos ecossistemas, tais como magnitude da deciduidade, grau de sincronia entre as principais fenofases e causas proximais e finais dos eventos fenológicos (WILLIAMS et al., 1997). Também deve ser ressaltada a importância ecológica da fenologia, uma vez que permite estabelecer a época em que os recursos (folhas, flores, frutos e sementes) estão disponíveis aos animais na comunidade (MORELLATO et al., 2000).

As fenofases (estádios de desenvolvimento externamente visíveis) mostram como os gastos com recursos podem afetar a aptidão individual e da população ou a sobrevivência da espécie. Face a isso, torna-se ainda mais importante estudar o comportamento das fases das plantas e o que o mesmo pode ocasionar. A análise de uma fenofase pode ser importante por permitir a compreensão do comportamento fenológico da espécie (BENCKE e MORELLATO, 2002).

Tem havido interesse pelas variações fenológicas em plantas tropicais, fato relacionado à necessidade de se tentar interligar as diferentes fases do ciclo de vida ao processo reprodutivo das plantas nestas comunidades, objetivando obter uma visão integrada dos determinantes destes processos (FRANKIE et al., 1974). Assim, o conceito de estratégia fenológica proposto por Monasterio e Sarmiento (1976) permite entender a diversidade dos eventos fenológicos como formas alternativas de aperfeiçoar a reprodução e a sobrevivência de espécies. Segundo este conceito, a fenologia poderia ser considerada como fruto de um processo ativo de seleção, em que diferentes estratégias de alocação de recursos para

diferentes fases da vida forneceram diferentes taxas de sucesso reprodutivo, e não um ajustamento das plantas às mudanças ambientais.

A sazonalidade climática pode influenciar padrões temporais de crescimento e reprodução das plantas tropicais (WILLIAMS et al., 1997). Entretanto, no presente estudo a relação entre fenologia e a variação climática não poderá ser feita, uma vez que há a ocorrência de microclimas nos locais de estudo, o que impede generalizações. Até mesmo, ao se analisar os dados disponíveis sobre a fenologia de espécies do cerrado, por exemplo, o que se destaca, basicamente, é que a sazonalidade não limita estritamente a fenologia (SARMIENTO e MONASTERIO, 1983).

A abundância de dispersores, de predadores e de polinizadores pode ser associado à sazonalidade dos eventos vegetativos e reprodutivos das plantas, tanto em nível específico quanto de comunidade (SNOW, 1965). Além disso, um dos fatores que influencia grandemente na colonização de novas áreas é a dispersão das espécies através desses agentes (VAN DER PIJL, 1982). Além disso, vantagens ecológicas para as plantas também são obtidas a partir desse processo, tais como a redução da competição e da chance de cruzamento entre plantas geneticamente próximas (DIRZO e DOMINGUEZ, 1986).

Há grande contribuição por parte dos estudos em dispersão e polinização para o entendimento do processo de sucessão vegetal e da distribuição espacial dos indivíduos no ambiente. Isso pode oferecer subsídios para a definição de estratégias de conservação e recuperação destas áreas (MONTEIRO et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a fenologia de comunidades vegetais, assim como as síndromes de dispersão e polinização, de dez espécies arbustivas de alto valor de importância, em áreas de campo rupestre situadas no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) e no Parque Estadual da Serra de Ouro Branco (PESOB). As hipóteses do trabalho são que a fenologia de plantas de áreas geograficamente próximas, sob condições microclimáticas diferentes, será distinta, ou seja, assíncrona e que também responderão de forma diferente quanto à estação climática (seca ou chuvosa). Assim, procura-se responder às seguintes questões: as espécies respondem de forma diferente às estações climáticas quanto a sua fenologia? Há diferenças na sincronia das espécies entre as áreas? As síndromes são semelhantes àquelas descritas pela literatura? Pressupõe-se que a fenologia de plantas de áreas geograficamente próximas, sob condições microclimáticas diferentes, será distinta, ou seja, assíncrona e que também responderão de forma diferente quanto à estação climática (seca ou chuvosa), sendo as síndromes corroboradas pela literatura especializada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Áreas de estudo e clima*

O estudo foi realizado entre dezembro de 2011 e dezembro de 2012 em duas áreas de campo rupestre (Figura 1) situadas na Serra do Ouro Branco (PESOB – Figura 2), município de Ouro Branco (coordenadas 20°29'02''S 43°42'44''O), e no Parque Estadual do Itacolomi (PEIT – Figura 3), entre os municípios de Ouro Preto e Mariana (coordenadas 20°25'52''S 43°29'33''O), Minas Gerais, Brasil. As duas áreas estão distantes cerca de 25 km entre si e ambas se encontram no sul da Cadeia do Espinhaço, cujo clima é denominado Cwb (úmido-mesotérmico, ou seja, inverno seco com verão temperado), segundo a classificação de Köppen, para o PEIT (NIMER, 1989). A precipitação média anual no PEIT é de 1250 mm e a temperatura média é de 17°C (KOZOVITS et al., 2013) (Figura 4) e no PESOB a precipitação média anual é 1188,2mm e a temperatura média 19,5°C (INMET, 2013) (Figura 5).

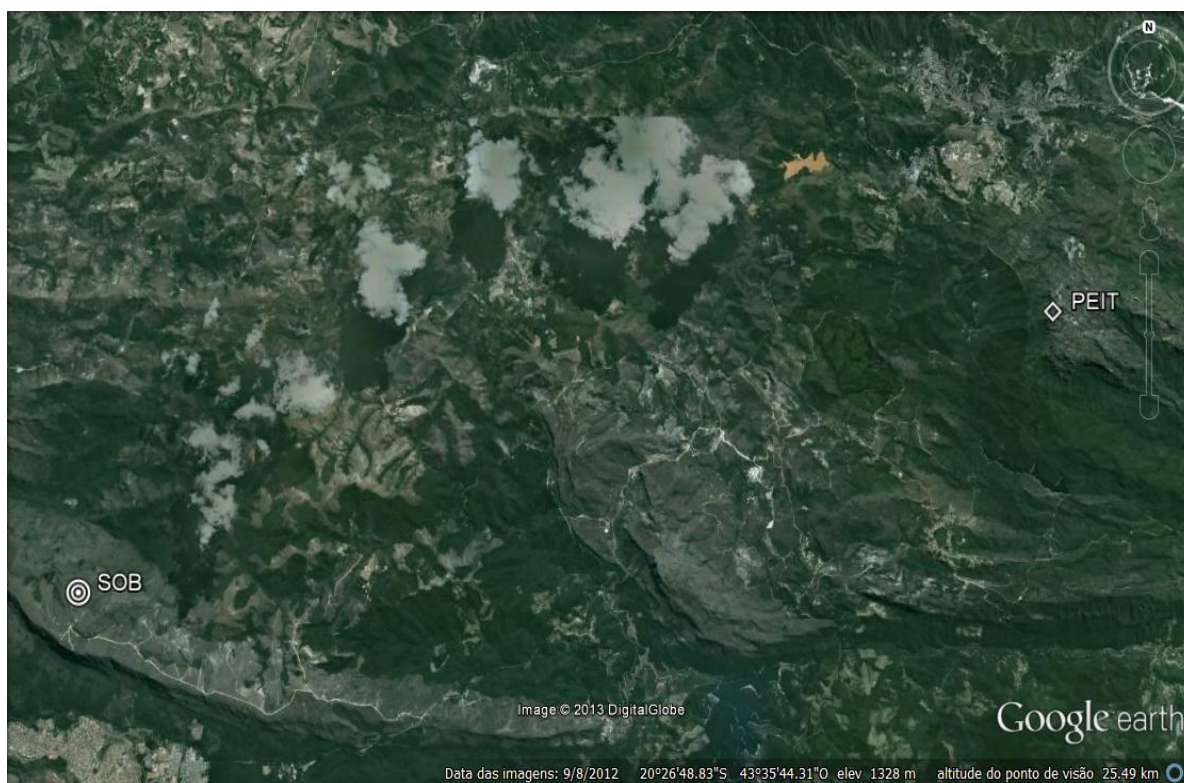


Figura 1 – Áreas de estudo das comunidades vegetais. PEIT: Parque Estadual do Itacolomi; SOB: Serra do Ouro Branco.





Figura 2 – Área de estudo no Parque Estadual da Serra do Ouro Branco, apresentando afloramentos rochosos.



Figura 3 – Área de estudo na Lagoa Seca, Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, MG.



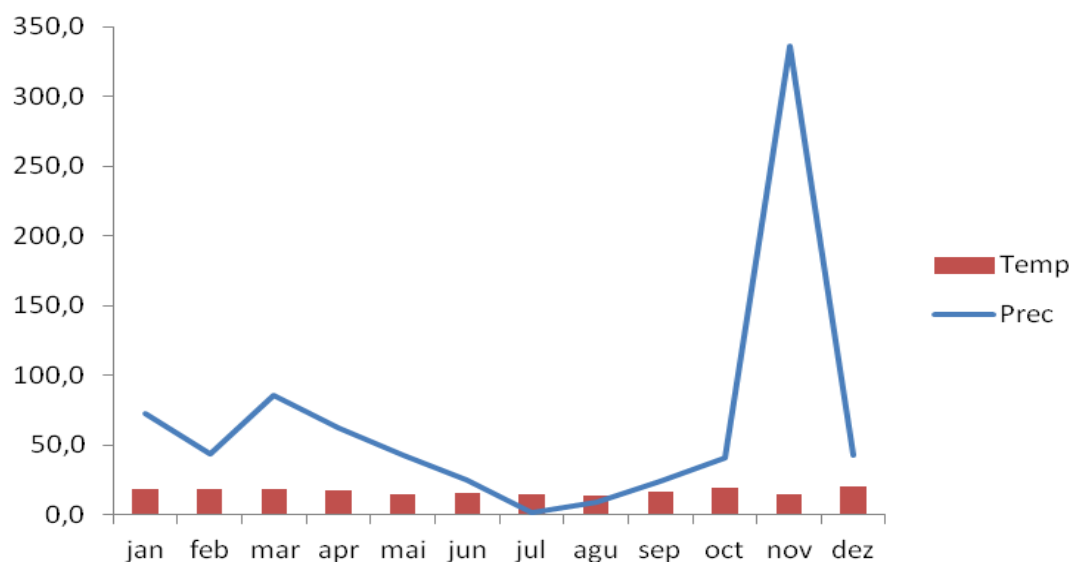


Figura 4 – Precipitação (linha azul – mm) e temperatura (barra vermelha - °C) médias de Ouro Preto no ano de 2012.

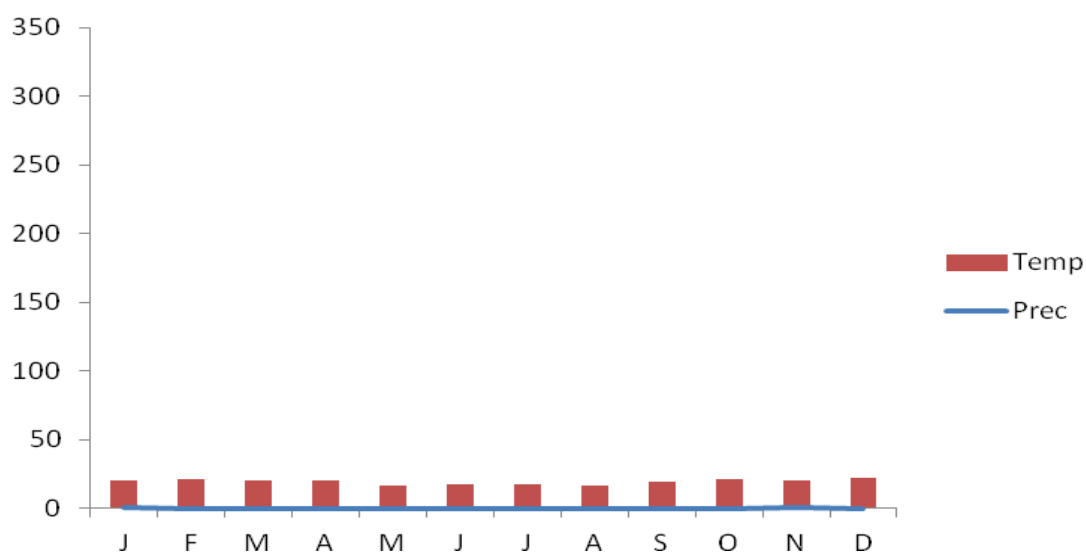


Figura 4 – Precipitação (linha azul – mm) e temperatura (barra vermelha - °C) médias de Ouro Branco no ano de 2012.

### *Delineamento experimental*

Para escolha dos locais de estudos foram percorridas trilhas nas áreas de PEIT e PESOB, com a finalidade de escolher e delimitar as áreas de estudo. Assim, foram selecionadas nessas áreas 10 espécies de plantas herbáceo-arbustivas (Figura 1), com 10 indivíduos por espécie, distribuídas aleatoriamente, conforme sua presença tanto em habitat

platô quanto afloramento rochoso. Os indivíduos estavam distantes entre si a, no mínimo, cerca de 1m, a fim de se evitar a marcação de clones.

Nas duas áreas, já havia sido realizado um estudo florístico e fitossociológico (LEMES, 2009), o qual foi utilizado para se realizar a escolha de plantas que ocorriam nas áreas e a serem investigadas no presente trabalho. Os critérios de seleção das espécies de estudo foram: forma de vida (herbáceas e arbustivas que não gramíneas e ciperáceas), espécies comuns às duas áreas e maiores valores de importância (LEMES, 2009).

Assim, as espécies escolhidas para estudo, e seus respectivos valores de importância foram: *Ageratum fastigiatum* (0,18%), *Baccharis platypoda* (1,16%), *Byrsonima variabilis* (0,41%), *Lychnophora ericoides* (0,19%), *Microlicia crenulata* (0,41%), *M. viminalis* (0,41%), *Microlicia sp.*(0,41%), *Tibouchina heteromalla* (2,58%), *Trichogonia hirtiflora* (0,34%) e *Vellozia compacta* (1,24%) (LEMES, 2009).

Após a marcação das plantas, baseada na presença de estruturas reprodutivas que indicavam plantas adultas, foram feitas visitas quinzenais ao campo, durante um período contínuo de treze meses (dezembro de 2011 a dezembro de 2012). Em campo, as fenofases foram descritas de acordo com Morellato et al. (1989), indicando como floração – período em que os indivíduos apresentam flores em antese; frutificação – período em que os frutos estão imaturos ou maduros e prontos para dispersão; brotamento e queda foliar – classificadas em decídua e perenifólia. Assim, realizou-se a análise semi-quantitativa (FOURNIER, 1974) da presença flores e frutos imaturos (fase reprodutiva), e a análise qualitativa – método de presença ou ausência – para brotamento foliar e senescência foliar (fase vegetativa). Todas as espécies foram coletadas, herborizadas e incorporadas ao Herbário Professor José Badini (OUPR) da Universidade Federal de Ouro Preto.

Foram calculados o Índice de Atividade (IA) e o Índice de Intensidade de Fournier (II), segundo Bencke e Morellato (2002). O IA é calculado através da porcentagem de indivíduos de determinada espécie que está manifestando determinada fenofase, estimando a sincronia. Evento assincrônico ou não sincrônico possui valores <20%; evento pouco sincrônico >20% <60%; e evento altamente sincrônico valores maiores que 60%. O II é obtido a partir de uma escala semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4) que variam de 0 a 100%, através do qual realiza-se a porcentagem de intensidade de cada fenofase.

As espécies foram classificadas quanto à ocorrência da floração seguindo os critérios de Newstrom *et al.* (1994): contínua (ocorrência eventual ao longo do ano), sub-anual (ocorre mais de uma vez por ano), anual (um evento a cada ano) e supra-anual (a cada dois anos ou mais). O padrão de fenologia vegetativa foi considerado como sempre-verde (quando durante

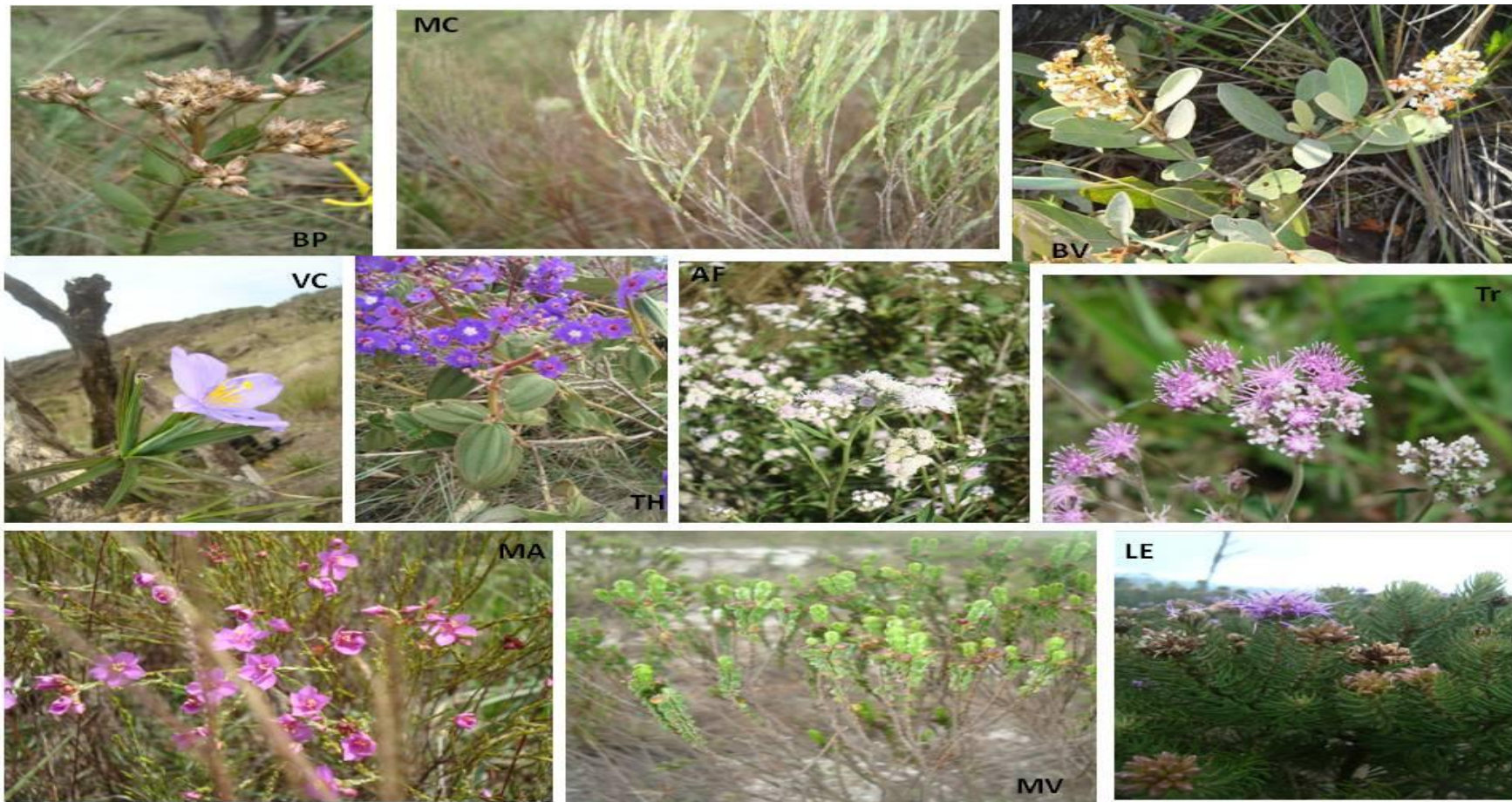
o período de estudo apresentaram concomitantemente folhas em queda, brotamento foliar e folhas maduras) e decídua (quando a queda foliar foi mais pronunciada do que as outras fases num ciclo anual), de acordo com Lenza e Klink (2006) e Pirani *et al.* (2009).

As síndromes de dispersão e polinização foram determinadas segundo van der Pijl (1982). Portanto, para dispersão de sementes, obedeceu-se às seguintes classificações: anemocoria – dispersão pelo vento; autocoria – auto dispersão das sementes, que pode ocorrer por pressão ou explosão do fruto e zoocoria – dispersão feita por animais. Para a polinização, as classificações foram: melitofilia – polinização realizada por abelhas e vespas; psicofilia – por lepidópteros; anemofilia – pelo vento; zoofilia – por animais diversos, incluindo beija-flores. Assim, de acordo com a literatura e observações em campo foram possíveis obter as síndromes apresentadas por essas plantas e sua frequência.

Para determinação das síndromes, ainda, foi realizada uma tabela (Tabela 5), em que foram caracterizados o tamanho do fruto (pequeno, médio ou grande) e a deiscência do fruto (indeiscente ou deiscente), quanto às síndromes de dispersão; e a cor da flor (branca, lilás ou rosa) e a presença ou ausência de néctar, quanto às síndromes de polinização.

Para comparação da fenologia entre as áreas (PEIT e PESOB) e entre as estações (seca ou chuvosa), a partir dos dados de II e IA, foi realizado o teste NPMANOVA no programa PAST, a fim de verificar se as espécies diferem entre si quanto a esses parâmetros. Na confecção dos gráficos foram utilizados os valores das médias das variáveis, para melhor visualização gráfica.

Figura 4: Espécies de estudo nas duas comunidades vegetais (Parque Estadual do Itacolomi e Parque Estadual da Serra do Ouro Branco). Na ordem em que aparecem: (BP) *Baccharis platypoda*; (LE) *Lychnophora ericoides*; (MV) *Microlicia viminalis*; (Tr) *Trichogonia hirtiflora*; (TH) *Tibouchina heteromalla*; (MS) *Microlicia sp.*; (AF) *Ageratum fastigiatum*; (MC) *Microlicia crenulata*; (BV) *Byrsonima variabilis*; (VC) *Vellozia compacta*.



## RESULTADOS

### *Índices de Intensidade e Atividade*

A partir dos dados coletados em campo foram calculados dois índices: o Índice de Intensidade de Fournier (II) e o Índice de Atividade (IA), para todas as fenofases por espécie. Foram realizados gráficos por espécie para as duas áreas, quanto ao II e gráficos por comunidade para cada área de estudo, para o segundo índice. Para os mesmos foram usados apenas os dados de brotamento e queda foliar, e flores e frutos imaturos (Figura 5).

A partir do Índice de Atividade (IA) foi possível obter a porcentagem de indivíduos expressando determinada fenofase por espécie para as duas áreas de estudo. Ou seja, esse índice também permitiu estimar a sincronia interespecífica dos eventos fenológicos através dos seguintes valores: <20% assincrônico, entre 20 e 60% pouco sincrônico, >60% altamente sincrônico. As análises mostraram (Tabela 3; Tabela 4) indicam uma sincronia nas fenofases entre as áreas. Porém, foram calculados os IA apenas para populações que alcançaram no mínimo 20% de atividade. Ao se analisar estatisticamente os dados observou-se o contrário: houve assincronia entre algumas espécies, como esperado (Tabela 2).

Brotamento foliar (Figura 5) – Para *Baccharis platypoda* e *Lychnophora ericoides* foi observado, em ambas as áreas, que durante todo o período de observação essa fenofase se manteve estável em ambas as populações. Essa estabilidade também foi notada em *Byrsonima variabilis* em Ouro Branco. No entanto, em Ouro Preto, notou-se que *B. platypoda* apresentou intensidade mais baixa de brotamento nos meses de setembro e outubro, quando a precipitação começa a aumentar. As espécies *Tibouchina heteromalla* e *Ageratum fastigiatum* também apresentaram padrão semelhante entre as duas áreas. Houve semelhança na intensidade ao longo do ano, mas a concentração ocorreu durante o período da seca, fato também encontrado em *B. variabilis* em Ouro Preto. *Microlicia sp.* e *Microlicia viminalis* tiveram, em Ouro Branco, um pico em dezembro de 2011 e depois maior intensidade entre abril e setembro. Nessa área, no entanto, a precipitação se manteve constante ao longo do ano. Em Ouro Preto, para essas duas espécies, houve aumento na intensidade durante os primeiros meses do ano, que se manteve estável a partir de maio. Durante os meses de junho a agosto, nas espécies *Trichogonia hirtiflora* e *Microlicia crenulata*, houve uma inversão na produção de folhas, que não foi vista nos outros meses: Ouro Branco apresentou intensidade menor dessa fenofase do que Ouro Preto. Em *Vellozia compacta*, assim como para *Microlicia sp.* e

*M. viminalis*, houve padrão semelhante a partir de maio em ambas as áreas, mas antes disso, em *V. compacta*, Ouro Branco apresenta intensidade maior do que Ouro Preto.

Na comunidade do Ouro Branco, mais de 67,5% de indivíduos apresentaram brotamento foliar. O maior período de atividade encontrado foi de dezembro a abril no conjunto de espécies estudadas, que ainda apresentou média de surgimento de folhas novas de 77%, com máximo de 95%. No Itacolomi, a atividade foi mais baixa para essa fenofase, com mais de 50% manifestando o aparecimento de folhas. O período de atividade foi de dezembro de 2011 a fevereiro de 2012, com média de 61% e máximo observado de 83% para o máximo de atividade na comunidade.

Queda Foliar (Figura 5) – Três espécies tiveram senescência foliar pronunciada durante o período da seca – de abril a setembro, nas duas áreas: *B. platypoda*, *L. ericoides* e *Microlicia* sp. Em contraste, durante o período de transição seca-chuva e chuva, compreendidos entre os meses de agosto e dezembro, *M. crenulata* e *B. variabilis* apresentaram maior intensidade nessa fenofase. *T. hirtiflora*, em Ouro Preto, apresentou aumento na queda foliar a partir de fevereiro, fato que durou até maio, quando a intensidade diminuiu. O aumento ocorreu novamente em outubro, com o aumento da precipitação. Nessa espécie, em Ouro Branco, o pico de queda foliar aconteceu em fevereiro, se mantendo constante e em baixos valores durante o restante do período de observação. A espécie *A. fastigiatum*, em Ouro Preto, começou a apresentar queda foliar a partir de fevereiro, enquanto em Ouro Branco isso só tenha ocorrido em abril. Após esse início, a fenofase se mantém ininterrupta até dezembro em Ouro Branco. *T. heteromalla* apresentou queda mais acentuada em Ouro Preto do que Ouro Branco, semelhante ao que foi observado para *B. variabilis* e *M. viminalis*. No entanto, a concentração da fenofase em *T. heteromalla* ocorreu na estação chuvosa em ambas as áreas ( a partir de outubro) e na estação seca em *M. viminalis* (de abril a agosto). Mais uma vez, *V. compacta* apresentou padrão diferenciado das outras populações: padrão homogêneo durante todo o período de estudo, indicando seu hábito sempre-verde.

Em Ouro Branco, 47% dos indivíduos estudados na comunidade apresentaram senescência foliar e o período de maior atividade da fenofase foi de julho a setembro, correspondendo ao período seco. A média de indivíduos que manifestaram queda foliar foi de 66%, enquanto o máximo observado na comunidade foi de 80%. Já no Itacolomi, o período de maior atividade correspondeu de março a junho, com 40% dos indivíduos da comunidade tendo perda foliar. A média foi de 71% de atividade e o máximo foi de 83%, valores maiores do que os apresentados para Ouro Branco.

Flores (Figura 5) – A reprodução em *L. ericoides* e *M. viminalis* em Ouro Branco foi

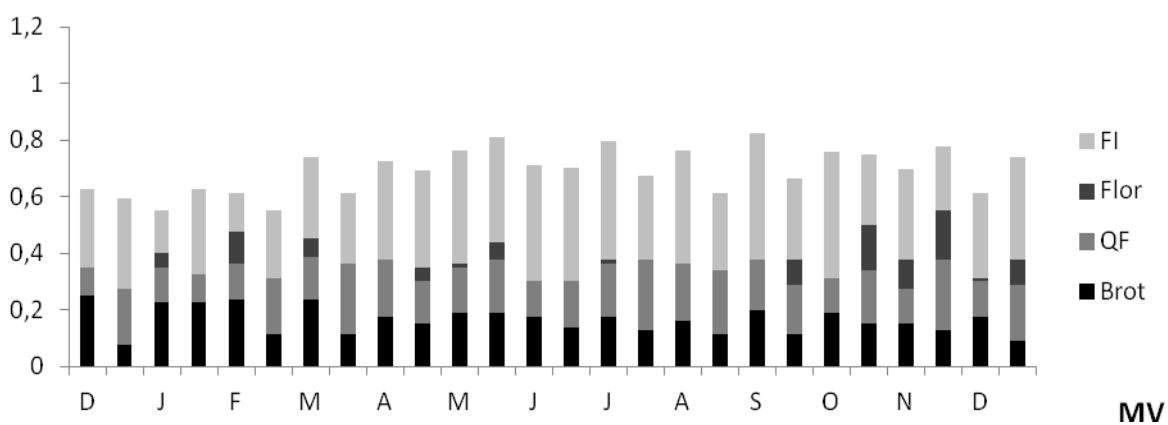
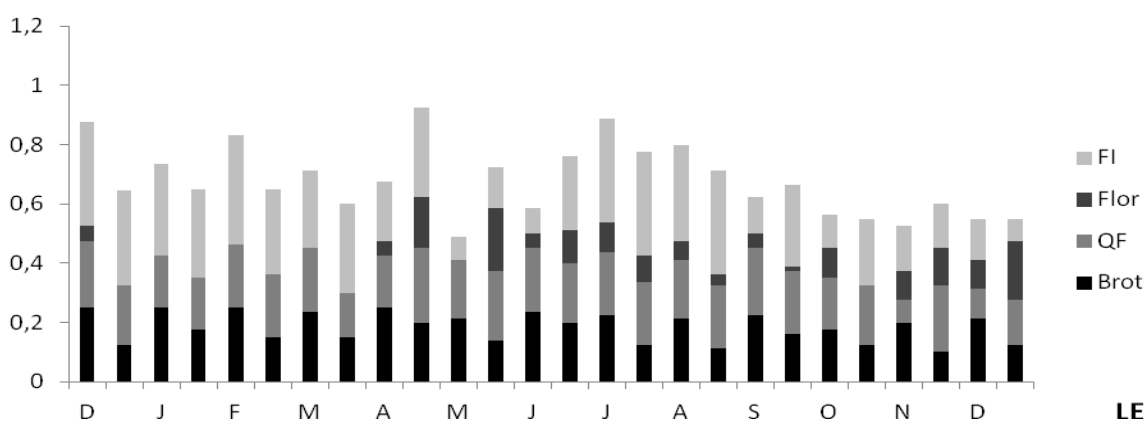
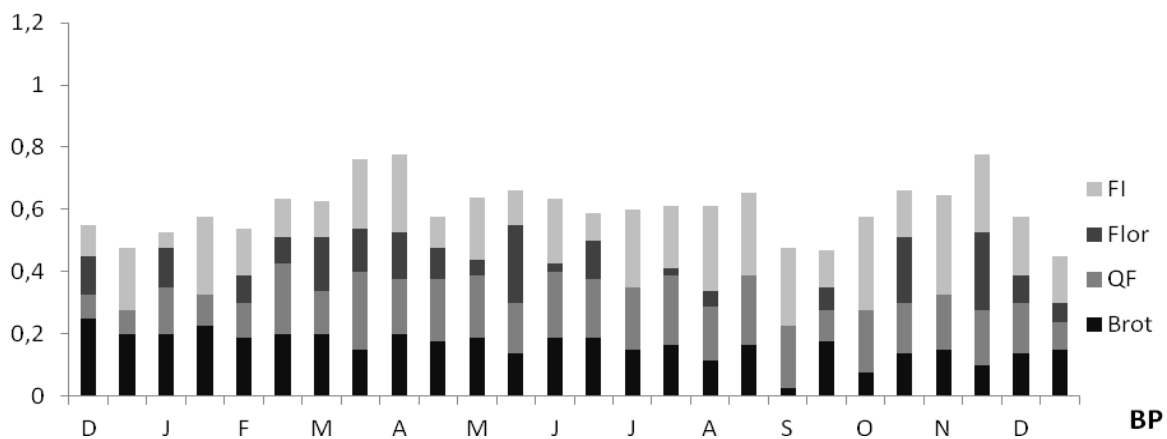
semelhante, pois a concentração dessa fenofase ocorreu durante a estação chuvosa. Nessas duas espécies, no entanto, em Ouro Preto houve padrões inversos: *L. ericoides* teve intensidade de floração maior na seca do que na chuva e *M. viminalis* maior na chuva do que na seca. *T. hirtiflora* e *T. heteromalla* apresentaram floração anual, com intensidade na estação chuvosa nas duas áreas. *Microlicia sp.*, *A. fastigiatum* e *M. crenulata* também tiveram floração anual, entretanto a intensidade de floração dessas espécies foi maior durante o período de seca. Ouro Branco apresenta valores maiores de intensidade do que Ouro Preto na espécie *B. variabilis*, que apesar de possuir um padrão bastante homogêneo entre as áreas ao longo do ano, tem maior concentração na chuva. A intensidade de floração em *V. compacta* foi relativamente baixa, se comparada as outras espécies, e seu ápice ocorreu durante a estação seca.

A reprodução (produção de flores) foi baixa nas duas comunidades. Ouro Branco teve apenas 8% de seus indivíduos florindo, com período de maior atividade entre março e maio. A média de atividade da comunidade foi de 15% e a máxima atividade não passou de 22,5%. No Itacolomi, houve 6% de indivíduos apresentando essa fenofase, com maior período de fevereiro a maio. A média também foi de 15%, mas a máxima foi ligeiramente mais alta, chegando a 25%.

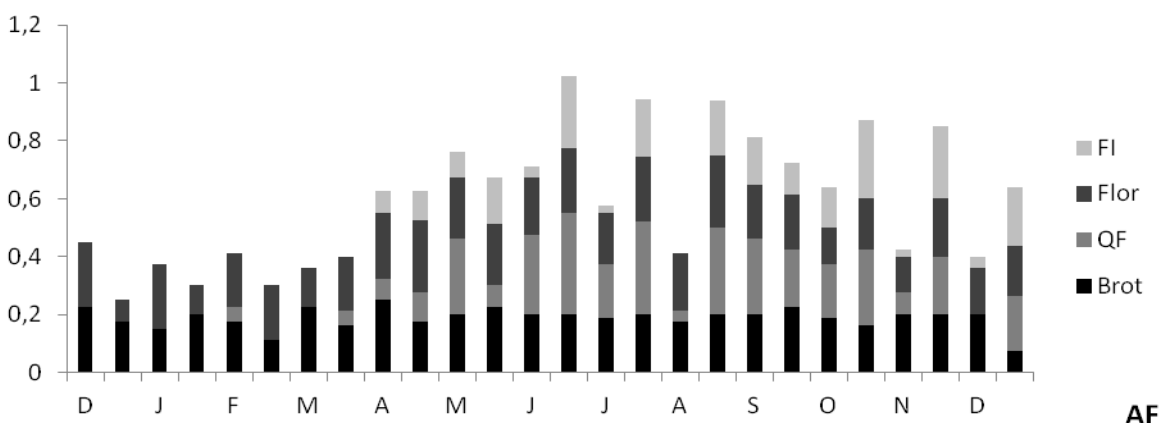
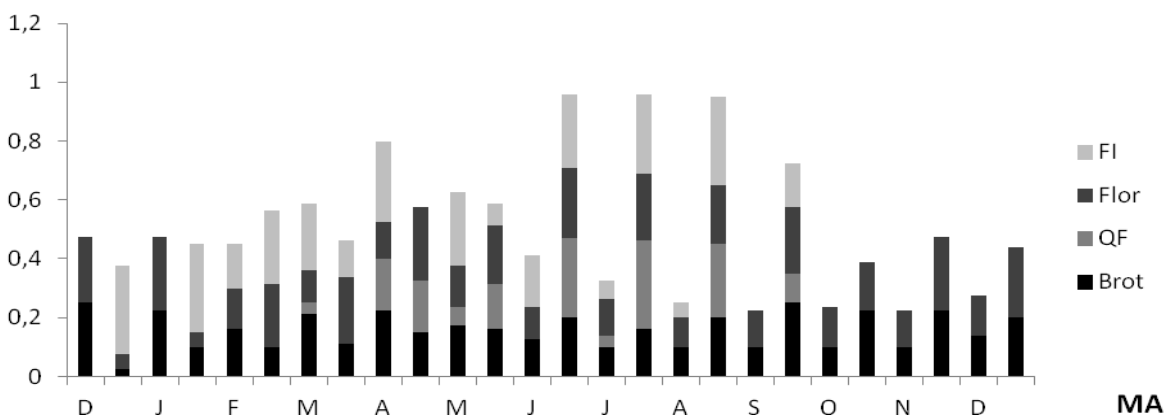
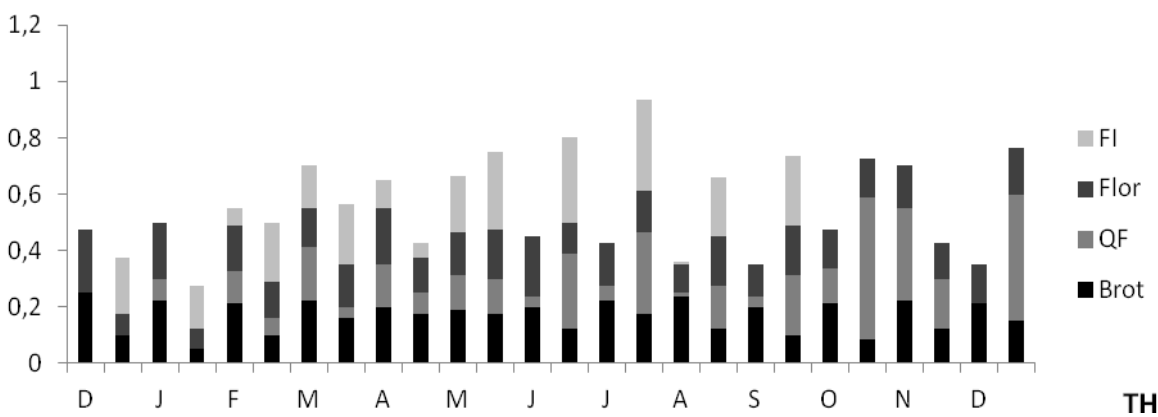
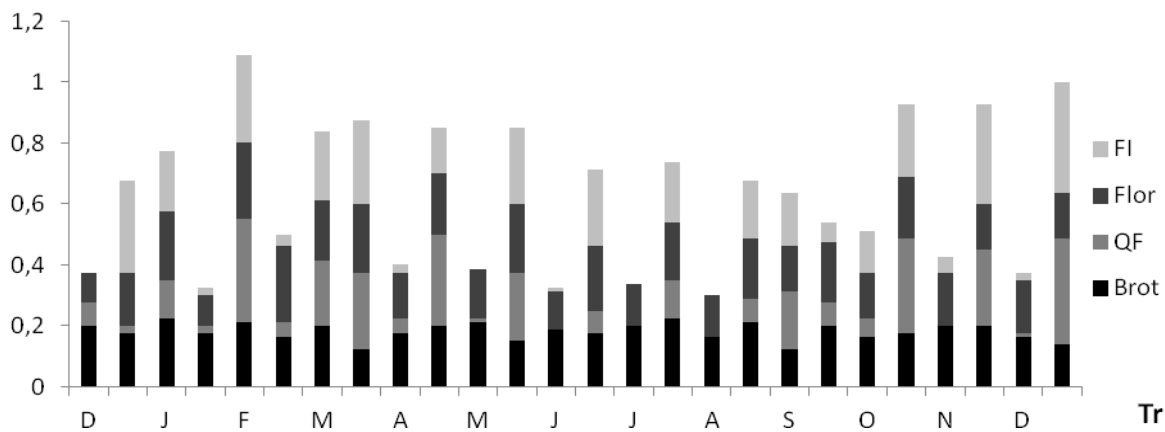
Presença de frutos (Figura 5) – A produção de frutos em *M. viminalis* aumentou a partir de março, permanecendo alta até o fim do ano. Assim, outro fator além de temperatura e precipitação deve ter influenciado essa fenofase. Tanto *B. platypoda* quanto *T. hirtiflora* apresentaram maior intensidade de frutos imaturos na estação chuvosa, porém em *B. platypoda* a produção foi igual nas duas áreas, enquanto *T. hirtiflora* teve maior intensidade em Ouro Preto do que em Ouro Branco. *T. heteromalla* e *Microlicia sp.* possuíram padrões bastante semelhantes nas duas áreas, com a produção de frutos ocorrendo até setembro e com picos durante a estação seca. *M. crenulata* também teve o padrão interior, com a diferença que os picos ocorreram na estação chuvosa. As espécies *L. ericoides* e *B. variabilis* tiveram produção de frutos durante todo o ano, mas essa foi muito reduzida a partir de setembro. *A. fastigiatum* apresentou frutificação diversificada das outras espécies, com aparecimento de frutos apenas a partir de abril. *V. compacta* também foi atípica, uma vez que a produção foi alta durante todo o período de estudo.

Em Ouro Branco 17% dos indivíduos tiveram produção de frutos, quase o dobro de flores produzidas nessa comunidade. O período de atividade correspondeu ao final da seca e início da chuva, entre os meses de julho a outubro, com média de 31% de atividade e máxima de 44,5%. Em Ouro Preto, 22% apresentaram frutificação, mas o maior período de atividade

ocorreu antes, entre dezembro de 2011 e março de 2012. A média foi maior, correspondendo a 33% e a máxima menor, sendo 37%.







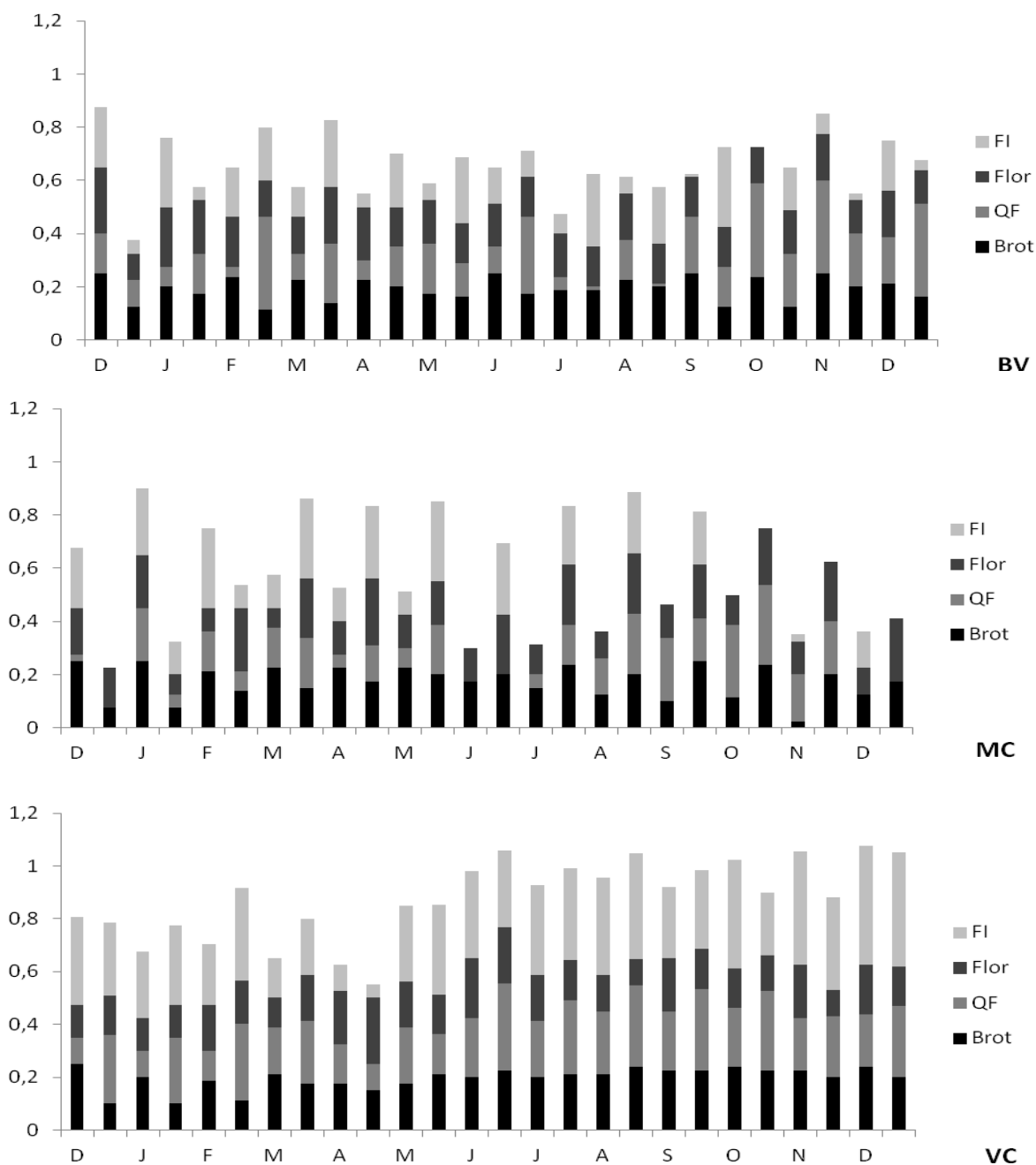


Figura 5: Índices de intensidade das fenofases nas duas áreas ao longo do período de coleta de dados, sendo cada gráfico correspondente a uma espécie. Brot: Brotamento foliar; QF: Queda Foliar; FI: Fruto Imaturo. (BP) *Baccharis platypoda*; (LE) *Lychnophora ericoides*; (MV) *Microlicia viminalis*; (Tr) *Trichogonia hirtiflora*; (TH) *Tibouchina heteromalla*; (MS) *Microlicia sp.*; (AF) *Ageratum fastigiatum*; (MC) *Microlicia crenulata*; (BV) *Byrsonima variabilis*; (VC) *Vellozia compacta*. A primeira sequência de barras indica valores do Parque Estadual Serra do Ouro Branco e a segunda do Parque Estadual do Itacolomi, em todos os meses.

Dentre as espécies estudadas, quanto à área, apenas *L. ericoides*, *M. viminalis*, *T. hirtiflora*, *T. heteromalla* e *B. variabilis* apresentaram diferenças significativas (Tabela 1). Ou seja, as espécies citadas possuem diferenças na fenologia entre as duas áreas estudadas. Quanto à estação, as espécies *M. viminalis*, *T. hirtiflora* e *A. fastigiatum* foram as únicas a exibir diferenças significativas. As espécies *M. viminalis* e *T. hirtiflora* são as únicas que apresentaram diferenças quando consideradas as duas variáveis (área e estação).

Tabela 1: Análise de NPMANOVA realizado com os Índices de Intensidade das espécies, indicando a diferença entre as áreas (Parque Estadual do Itacolomi e Parque Estadual da Serra do Ouro Branco) e entre as estações (seca e chuvosa).

Espécies	Área		Estação	
	F	p	F	p
<i>Ageratum fastigiatum</i>	1,568	0,154	6,4734	0,0007
<i>Baccharis platypoda</i>	2,408	0,0555	1,0391	0,331
<i>Byrsonima variabilis</i>	2,8901	0,0367	1,6634	0,145
<i>Lychnophora ericoides</i>	2,6106	0,036	-0,01584	0,984
<i>Microlicia sp.</i>	2,4688	0,0514	2,118	0,0843
<i>Microlicia crenulata</i>	2,0369	0,0716	0,32777	0,8264
<i>Microlicia viminalis</i>	6,3179	0,0004	9,6075	0,0001
<i>Tibouchina heteromalla</i>	9,1817	0,0001	1,02	0,352
<i>Trichogonia hirtiflora</i>	3,3729	0,021	9,6075	0,0001
<i>Vellozia compacta</i>	1,7135	0,1263	1,1303	0,3089

Foram encontradas diferenças significativas no IA entre as áreas (Tabela 2), para as espécies *L. ericoides*, *M. viminalis*, *T. heteromalla*, *B. variabilis* e *V. compacta*. Comparando as estações, *B. platypoda*, *T. hirtiflora*, *T. heteromalla*, *Microlicia sp.* e *A. fastigiatum* diferiram significativamente quanto ao IA. Apenas duas espécies apresentaram diferenças quanto às duas variáveis (área e estação): *M. viminalis* e *T. heteromalla*.

Tabela 2: Análise de NPMANOVA realizado com os Índices de Atividade das espécies, indicando a diferença entre as áreas (Parque Estadual do Itacolomi e Parque Estadual da Serra do Ouro Branco) e entre as estações (seca e chuvosa).

Espécies	Área		Estação	
	F	p	F	p
<i>Ageratum fastigiatum</i>	0,92318	0,3913	8,0779	0,0002
<i>Baccharis platypoda</i>	0,62079	0,6016	3,3155	0,0138
<i>Byrsonima variabilis</i>	2,9758	0,032	0,73194	0,5016
<i>Lychnophora ericoides</i>	4,4879	0,0037	1,596	0,1781
<i>Microlicia sp.</i>	2,1185	0,0957	3,4285	0,0287
<i>Microlicia crenulata</i>	1,8721	0,131	2,8117	0,0516
<i>Microlicia viminialis</i>	7,1494	0,0006	1,7249	0,0064
<i>Tibouchina heteromalla</i>	4,6663	0,0031	3,9358	0,0076
<i>Trichogonia hirtiflora</i>	1,0805	0,3181	6,1777	0,0019
<i>Vellozia compacta</i>	2,4054	0,0446	1,5583	0,1869

Figura 6: Índices de atividade para as comunidades do Parque Estadual do Itacolomi e do Parque Estadual da Serra do Ouro Branco, indicando fenofases por espécie para as duas áreas. Brot: Brotamento foliar; QF: Queda Foliar; FI: Fruto Imaturo. (BP) *Baccharis platypoda*; (LE) *Lychnophora ericoides*; (MV) *Microlicia viminialis*; (Tr) *Trichogonia hirtiflora*; (TH) *Tibouchina heteromalla*; (MA) *Microlicia sp.*; (AF) *Ageratum fastigiatum*; (MC) *Microlicia crenulata*; (BV) *Byrsonima variabilis*; (VC) *Vellozia compacta*.

Tabela 3: Espécies herbáceo-arbustivas da comunidade de campo rupestre do Parque Estadual da Serra do Ouro Branco estudadas quanto a fenologia. SD: Síndromes de Dispersão; A: Anemocoria; Z: Zoocoria; AU: Autocoria. SP: Síndromes de Polinização; M: Melitofilia; P: Psicofilia. Decid.: Deciduidade; SV: Sempre-Verdes; SD: Semi-Decíduas. PF: Padrão Fenológico. Meses Brot: Meses de Brotamento. Meses QF: Meses de Queda Foliar; Ja: Janeiro; F: Fevereiro; Ma: Março; Ab: Abril; M: Maio; Ju: Junho; Jl: Julho; A: Agosto; S: Setembro; O: Outubro; N: Novembro; D: Dezembro. Meses FI: Meses de Fruto Imaturo. IA Máx. Veg.: Índice de Atividade Máxima Vegetativa. IA Máx. Rep.: Índice de Atividade Máxima Reprodutiva.

Família/Espécie	SD	SP	Floração	Decid.	Meses Brot.	Meses QF	Meses Flor	Meses FI	IA Máx. Veg.	IA Máx. Rep.
Asteraceae										
<i>Baccharis platypoda</i>	A	M/P	SA	SV	Todos	Todos	(Jl, S, O, N)	Todos	100	90
<i>Lychnophora ericoides</i>	A	M/P	SA	SV	Todos	Todos	(Já, F, Ma, M)	Todos	100	60
<i>Ageratum fastigiatum</i>	A	M/P	An	SD	Todos	(D, Ja, M, D)	Todos	Ab-A/S-D	100	65
<i>Trichogonia hirtiflora</i>	A	M/P	An	SD	Todos	(Ju-A, N)	Todos	(D, M, Ju, A)	100	70
Malpighiaceae										
<i>Byrsonima variabilis</i>	Z	M	An	SV	Todos	Todos	Todos	(O)	100	70
Melastomataceae										
<i>Microlicia sp.</i>	A	M	An	SD	Todos	Ma-M, Jl	Todos	(D, Ja, S-D)	100	50
<i>Microlicia crenulata</i>	A	M	An	SD	Todos	(Ju, D)	Todos	(Ju-O)	100	60
<i>Microlicia viminalis</i>	A	M	SA	SV	Todos	Todos	(D, Ab, Ju, A-O)	Todos	100	90
<i>Tibouchina heteromalla</i>	A	M	An	SD	Todos	(D, D)	Todos	F, Ma-M, A	100	65
Velloziaceae										
<i>Vellozia compacta</i>	AU	M	An	SV	Todos	Todos	Todos	Todos	100	40

Tabela 4: Espécies herbáceo-arbustivas da comunidade de campo rupestre do Parque Estadual do Itacolomi estudadas quanto a fenologia. SD: Síndromes de Dispersão; A: Anemocoria; Z: Zoocoria; AU: Autocoria. SP: Síndromes de Polinização; M: Melitofilia; P: Psicofilia. Decid.: Deciduidade; SV: Sempre-Verdes; SD: Semi-Decíduas. PF: Padrão Fenológico. Meses Brot: Meses de Brotamento. Meses QF: Meses de Queda Foliar; Ja: Janeiro; F: Fevereiro; Ma: Março; Ab: Abril; M: Maio; Ju: Junho; Jl: Julho; A: Agosto; S: Setembro; O: Outubro; N: Novembro; D: Dezembro. Meses FI: Meses de Fruto Imaturo. IA Máx. Veg.: Índice de Atividade Máxima Vegetativa. IA Máx. Rep.: Índice de Atividade Máxima Reprodutiva.

Família/Espécie	SD	SP	Floração	Decid.	Meses Brot.	Meses QF	Meses Flor	Meses FI	IA Máx. Veg.	IA Máx. Rep.
Asteraceae										
<i>Baccharis platypoda</i>	A	M/P	SA	SV	Todos	Todos	(D, Ja, A)	Todos	100	50
<i>Lychnophora ericoides</i>	A	M/P	SA	SV	Todos	Todos	(D-Ma, O)	Todos	100	50
<i>Ageratum fastigiatum</i>	A	M/P	An	SD	Todos	(D-F)	Todos	(D-Ma)	100	45
<i>Trichogonia hirtiflora</i>	A	M/P	An	SD	Todos	Todos	Todos	Todos	100	70
Malpighiaceae										
<i>Byrsonima variabilis</i>	Z	M	An	SV	Todos	Todos	Todos	Todos	100	65
Melastomataceae										
<i>Microlicia sp.</i>	A	M	An	SD	Todos	Ab-S	Todos	(Ab, O-D)	100	60
<i>Microlicia crenulata</i>	A	M	An	SD	Todos	(D, Ju, D)	Todos	(O-D)	100	50
<i>Microlicia viminalis</i>	A	M	SA	SV	Todos	Todos	(Ab, M, S-D)	Todos	100	60
<i>Tibouchina heteromalla</i>	A	M	An	SD	Todos	(D, Ja)	Todos	(O-D)	100	40
Velloziaceae										
<i>Vellozia compacta</i>	AU	M	An	SV	Todos	Todos	Todos	Todos	100	50

### Síndromes de dispersão e polinização

A partir de consulta a literatura especializada, classificamos as síndromes de dispersão das espécies estudadas em: anemocoria, autocoria e zoocoria, correspondendo a 80%, 10%, 10% das espécies, respectivamente. Assim, observa-se maior influência do vento na dispersão de sementes nas comunidades. Quanto à polinização, todas as espécies podem ser classificadas como melitofílicas (polinização por abelhas e vespas), entretanto, 40% pode apresentar polinização por abelhas e borboletas – psicofílica (Tabela 5).

Para a atração de polinizadores a cor parece não ser determinante na escolha dos agentes, já que houve variação de incolor a rosa e os animais foram os mesmos. As características morfológicas dos frutos também não diferiram entre as espécies e não indicam relação aparente com o tipo de agente dispersor (Tabela 5).

Houve relação aparente entre a deiscência do fruto e o tipo de síndrome de dispersão apresentada. Para frutos indeiscentes a espécie é tida como anemocórica; por sua vez, frutos deiscentes foram considerados como zoocóricos.

Tabela 5: Síndromes de polinização e dispersão das espécies das comunidades vegetais do Parque Estadual do Itacolomi e Parque Estadual da Serra do Ouro Branco, Minas Gerais. TF: Tamanho do Fruto; P: Polpa; DF: Deiscência do Fruto; SD: Síndromes de Dispersão; CF: Cor da Flor; N: Néctar; SP: Síndromes de Polinização; P: Pequeno/M: Médio; AU: Ausente/AB: Abundante; I: Indeiscente/D: Deiscente; ANEM: Anemocórica/ZOO: Zoocórica; B: Branca/L: Lilás/R: Rosa; N: Não/S: Sim; M: Melitofílica/P: Psicofília.

<b>Família/Espécie</b>	<b>TF</b>	<b>P</b>	<b>DF</b>	<b>SD</b>	<b>CF</b>	<b>N</b>	<b>SP</b>
<b>Asteraceae</b>							
<i>Baccharis platypoda</i>	P	AU	I	ANEM	B	N	M/P
<i>Lychnophora ericoides</i>	P	AU	I	ANEM	L	N	M/P
<i>Ageratum fastigiatum</i>	P	AU	I	ANEM	B	N	M/P
<i>Trichogonia hirtiflora</i>	P	AU	I	ANEM	R	N	M/P
<b>Malpighiaceae</b>							
<i>Byrsonima variabilis</i>	P	AB	I	ZOO	B	S	M
<b>Melastomataceae</b>							
<i>Microlicia sp.</i>	P	AU	D	ANEM	R	S	M
<i>Microlicia crenulata</i>	P	AU	D	ANEM	R	S	M
<i>Microlicia viminalis</i>	P	AU	D	ANEM	R	S	M
<i>Tibouchina heteromalla</i>	P	AU	D	ANEM	L	S	M
<b>Velloziaceae</b>							

## DISCUSSÃO

As comunidades vegetais estudadas, no Parque Estadual do Itacolomi e no Parque Estadual da Serra do Ouro Branco não apresentaram, na sua totalidade, sincronia nos eventos fenológicos. Para cinco espécies (*Lychnophora ericoides*, *Microlicia viminalis*, *Trichogonia hirtiflora*, *Tibouchina heteromalla* e *Byrsonima variabilis*) encontramos diferenças significativas entre as localidades, corroborando a hipótese de que o comportamento fenológico das espécies nas duas áreas seria diferente. A assincronia também foi observada quando as espécies (*M. viminalis*, *T. hirtiflora* e *Ageratum fastigiatum*) foram comparadas quanto à estação, confirmando a segunda hipótese. Estes resultados correspondem aos índices de intensidade.

Ao se analisar a existência de divergentes respostas quanto à estação (seca ou chuvosa), seis espécies foram significativas: *M. viminalis*, *T. hirtiflora*, *Microlicia sp.*, *T. heteromalla*, *Baccharis platypoda* e *A. fastigiatum*. Observando-se a resposta à variável localidade, quatro espécies também apresentaram assincronia: *L. ericoides*, *M. viminalis*, *T. heteromalla* e *B. variabilis*. Essas análises obedecem aos cálculos para os índices de atividade.

Esses resultados legitimam estudos de Holbrook et al. (1995) em árvores decíduas, as quais tem suas diferenças na sincronia de queda de folhas, florescimento e expansão de raízes atribuídas ao conteúdo hídrico do solo, às diferenças inter-anuais de pluviosidade e tamanho da planta. Dessa forma, o padrão assincrônico pode indicar que fatores exógenos seriam os responsáveis pelas respostas fenológicas (BORCHERT, 1980).

Fenologia vegetativa – As variáveis abióticas explicam as diferenças das espécies estudadas nas duas áreas, influenciando na expressão das fenofases senescência e brotamento foliar (PEREIRA e GOULART, 2012), como por exemplo, a água disponível para as plantas a partir das chuvas, o que foi caracterizado pelas estações (seca ou chuvosa). Algumas espécies como *L. ericoides*, *M. viminalis* e *B. variabilis* foram consideradas como sempre-verdes, por apresentarem queda foliar, folhas maduras e brotamento ao longo de todo o período estudado (FRANCO et al., 2005; LENZA e KLINK, 2006; PIRANI et al., 2009). Esse fato é semelhante ao encontrado para uma área de cerrado no Brasil central (GOUVEIA e FELFILI, 1998), savanas dos Lhanos na América do Sul (SARMIENTO et al., 1985) e para floresta Atlântica no sudeste do Brasil (MARTIN-GAJARDO e MORELLATO, 2003) onde as espécies também foram consideradas predominantemente sempre-verdes. A emissão contínua de folhas vista nessas espécies sugere que essas plantas são capazes de manter um balanço hídrico positivo e que são pouco afetadas pelas variações na disponibilidade de água durante o ano (MIRANDA et al., 2011).



Assim, vários autores estabeleceram que a turgidez da célula deve ser mantida para que haja crescimento e expansão (BORCHERT, 1994; FITTER e HAY, 2002), sugerindo que essas espécies se mantiveram hidratadas ao longo de todo o período estudado.

As espécies *T. hirtiflora* e *T. heteromalla* apresentaram sazonalidade no brotamento e senescência foliar, característica considerada como sempre-verde com crescimento sazonal. O pico da queda de folhas ocorreu na época chuvosa, para ambas as espécies e ambas as áreas, enquanto o brotamento ocorreu ao longo de todo o período estudado, o que pode ser uma estratégia adotada para lidar com as restrições ambientais (LENZA e KLINK, 2006; PIRANI et al., 2009), como visto para outras espécies. A sazonalidade encontrada para a perda de folhas durante a estação chuvosa (em *T. hirtiflora* e *T. heteromalla*) não é usual, por exemplo, em florestas tropicais (FRANKIE et al., 1974; MORELLATO et al., 1989). É possível que essas duas espécies estejam retendo suas folhas ao máximo, retardando a abscisão que só ocorrerá na época das chuvas, padrão semelhante ao encontrado nas espécies de floresta de restinga da Ilha do Mel (MARQUES e OLIVEIRA, 2004). Em cerrados e planícies litorâneas, onde os solos também são distróficos, a economia de nutrientes poderia ser obtida a partir da retenção da folha por mais tempo na planta, garantindo que as folhas novas recebam diretamente os nutrientes (WRIGHT et al., 2001; JORDAN, 1985).

Em *Ageratum fastigiatum*, foi notória a senescência foliar durante o período de seca nas duas áreas. Dessa maneira, a abscisão foliar pode ser vista como uma adaptação vegetativa contra a perda d'água (RIZZINI, 1979) e de C (KIKUZAWA, 1995). A queda foliar pode ser estimulada ainda por vários fatores, entre eles a idade (OOSTING, 1956), e os já citados fatores ambientais, principalmente a seca e a deficiência de N (SALISBURY e ROSS, 1992). Os campos rupestres, devido a ocorrência de solos rasos, podem apresentar problemas na retenção de água. Contudo, a presença de neblina frequente pode garantir um aporte de água, que minimiza o problema, mesmo na época da seca, quando a precipitação é muito baixa (BAÊTA e KOZOVITS, 2012).

Como observado nesse trabalho, algumas espécies estudadas exibiram diferenças entre as estações climáticas, definidas por seca e chuva. É importante ressaltar, então, que a precipitação, por exemplo, pode influenciar na fenologia de plantas (BATALHA et al., 1997; BULHÃO e FIGUEIREDO, 2002; PIRANI et al., 2009). Entretanto, para aquelas espécies em que a precipitação pode não ser o fator determinante na sazonalidade fenológica, outros aspectos podem atuar como sinalizadores de condições propícias aos eventos fenológicos (GOULART et al., 2005; STEVENSON et al., 2008; CALLE et al., 2010). Esses fatores podem ser o fotoperíodo (MORELLATO et al., 2000), umidade e fertilidade do solo (SEGHIERI et al., 1995), CO<sub>2</sub> (REICH, 1995), incidência de ventos (DEVINEAU, 1999) e a interação com animais polinizadores, dispersores de sementes, herbívoros e predadores (VAN SCHAIK et al., 1993).

Fenologia reprodutiva – Dentre as cinco espécies que apresentaram diferenças significativas entre

as áreas, três tiveram floração anual (durante todo o período estudado) com maior intensidade na estação chuvosa (*B. variabilis*, *T. heteromalla* e *T. hirtiflora*). Esse padrão anual é usualmente descrito para espécies lenhosas de cerrado (BATALHA et al., 1997; FELFILI et al., 1999; LENZA e KLINK, 2006; PIRANI et al., 2009) e também foi encontrado para uma Floresta Estacional Decidual na Índia (MURALI e SUKUMAR, 1994). Por outro lado, as primeiras pesquisas de fenologia de comunidades realizadas em florestas tropicais mostraram picos de floração e frutificação na estação seca (FOURNIER, 1976; CROAT, 1975; OPLER et al., 1980; BULLOCK e SOLÍS-MAGALHANES, 1990).

De acordo com Bullock (1982) e Newstrom et al. (1994), os padrões de floração que se apresentam de forma contínua, ou seja, anual, podem ser apresentados por populações assíncronas, como foi o caso das espécies que diferiram significativamente, corroborando nossa primeira hipótese.

Contrastando com os resultados obtidos para *B. variabilis*, *T. heteromalla* e *T. hirtiflora*, a maioria das espécies tropicais não apresenta padrões anuais de floração, sendo que a seca seria ativadora da antese das flores, gerando processos metabólicos que dariam início a essa fenofase através da diminuição da umidade do ar e do solo (CROAT, 1975). Segundo Oliveira (2008), os padrões fenológicos reprodutivos das plantas do Cerrado, por exemplo, não são condicionados pelas restrições sazonais impostas pelo clima. Em várias espécies é possível observar a presença de flores todos os anos, mas há muita variação entre os anos na quantidade de flores produzidas (NEWSTROM et al., 1994).

As espécies *L. ericoides* e *M. viminalis* floriram durante a estação chuvosa, o que foi observado também para espécies de três matas brasileiras: uma na Bahia (MORI et al., 1982), outra no Rio de Janeiro (COSTA et al., 1992) e mais uma em São Paulo (TALORA e MORELLATO, 2000). De acordo com Morellato (1992) e Mantovani e Martins (1988), este padrão pode ser entendido como uma adaptação ao aumento da temperatura, da precipitação e do comprimento do dia, fatores que podem influenciar as espécies que florescem nessa época. Durante a década de 1980, ecologistas que desenvolveram seu trabalhos nos trópicos consideraram o padrão temporal de floração o resultado da coevolução de plantas com polinizadores e predadores de sementes (BORCHERT, 1983).

As espécies estudadas que apresentaram sincronia (*M. crenulata* e *V. compacta*), podem exibir floração sincronizada, como a descrita por Thompson (1982), fato que poderia facilitar a polinização, ou até mesmo o modo de dispersão do fruto, e garantir a densidade do recurso e a atração do polinizador local. Fatores como o tempo de sobrevivência das sementes dormentes, das sementes frescas e da transição de semente para plântula são processos importantes da história de vida que podem ser influenciados por dispersores animais e predadores de sementes (HORVITZ e SCHEMSKE, 1995).

As espécies *B. platypoda*, *L. ericoides*, *A. fastigiatum* e *T. hirtiflora*, apresentaram sistemas de polinização diversificados (psicofilia e melitofilia), o que é refletido pelas florações diferentes exibidas por essas espécies. Portanto, o ajustamento da fenologia de floração é menos marcante e definido do que o encontrado para frutificação e dispersão, o que parece estar relacionado à disponibilidade de diferentes

grupos de polinizadores (OLIVEIRA, 1998). Deste modo, os ciclos fenológicos podem ser ajustados pela competição entre polinizadores e dispersores de sementes que dependem dos recursos que são oferecidos pelas plantas. Por outro lado, os padrões de frutificação de espécies anemocóricas estão mais relacionados às condições ambientais favoráveis para a dispersão dos diásporos (FRANKIE et al., 1974; MORELLATO et al., 1989).

Dentre as espécies discutidas, três apresentaram maior produção de frutos durante a estação seca: *M. viminalis*, *T. heteromalla* e *B. variabilis*, das quais a última apresentou dispersão zoocórica. Esse fato também foi observado para uma espécie de *Kielmeyera* do Cerrado (RANIERI et al., 2012). De acordo com Talora e Morellato (2000), a produção de frutos que são dispersos por animais pode estar associada a uma estratégia para a manutenção de recursos aos animais que dispersam sementes (SNOW, 1965; HILTY, 1980). A continuidade de frutificação, com picos de algumas espécies na estação seca, momento de menor atividade de patógenos e predadores, pode indicar uma seleção atuante no sentido de diminuir a predação de sementes, favorecendo-as (RATHCKE e LACEY, 1985; TALORA e MORELLATO, 2000).

No entanto, as espécies *L. ericoides*, *M. viminalis* e *B. variabilis* tiveram padrão contínuo de frutificação, o que desencadeia a diminuição na competição por dispersores, como discutido por Snow (1965). Esse padrão contínuo indica que as espécies são independentes de fatores abióticos (PIRANI et al., 2009). Em estudos de florestas tropicais no sudeste do Brasil (MORELLATO et al., 2000) e em espécies de Rubiaceae no interior de São Paulo (MARTIN-GAJARDO e MORELLATO, 2003), a fenologia de frutos não foi sazonal, corroborando a ideia da independência dos fatores climáticos.

As espécies da família Asteraceae (*A. fastigiatum*, *B. platypoda*, *L. ericoides* e *T. hirtiflora*) e as da família Melastomataceae (*M. crenulata*, *M. viminalis*, *Microlicia* sp. e *T. heteromalla*) apresentaram dispersão anemocórica, confirmando o trabalho de Oliveira e Moreira (1982), em um cerrado do Brasil Central, em que a ausência de dossel favoreceu a anemocoria em fisionomias abertas. Houve predominância de espécies anemocóricas nas áreas de estudo. Morellato (1991) verificou a existência de correlação positiva entre precipitação, sazonalidade climática e porcentagem de espécies dispersas pelo vento em várias florestas neotropicais: quanto menor for a precipitação anual e maior a sazonalidade climática, maior será a porcentagem de espécies dispersas pelo vento.

Assim, de acordo com o que foi estudado por Howe e Smallwood (1982) a ausência de dossel contínuo possibilita a incidência de ventos. Essa é uma vantagem adaptativa para os frutos leves, como os que são produzidos pelas espécies observadas nessas áreas.

Conforme discutido, houve variação nos padrões de floração (sazonal e contínuo) das espécies estudadas. Isso representa duas estratégias adaptativas que são exibidas pelas espécies zoofílicas, em função da importância da polinização cruzada e da distância entre as plantas: (a) floração sazonal, em que ocorre produção abundante de flores por curtos períodos, atraindo insetos não especializados; (b) floração contínua, em que o contrário ocorre: produção de poucas flores continuamente por longos períodos,

atraindo polinizadores especializados (JANZEN, 1980).

Por apresentarem alta sazonalidade, as comunidades do Parque Estadual da Serra do Ouro Branco e do Parque Estadual do Itacolomi, podem ter fatores abióticos influenciando a fenologia das plantas. Há grande heterogeneidade de padrões individuais em uma população, o que pode estar relacionado a diferenças de micro-habitat (NEWSTROM et al., 1994). Bencke e Morellato (2002) evidenciaram que as espécies vegetais podem exibir variações em seus padrões fenológicos, relacionados à variação na composição específica entre áreas próximas e às diferentes condições ambientais, característicos de cada local. Em contra partida, trabalhos realizados por Frankie et al. (1974), Hilty (1980) e Morellato e Leitão-Filho (1990) sugerem que ambientes pouco sazonais tem menor influência sobre as fenofases.

Segundo o exposto, as espécies são semelhantes à áreas de cerrado e campos rupestres propriamente ditos. Entretanto, as diferenças encontradas entre as áreas podem estar associadas aos microclimas encontrados nas localidades estudadas, uma vez que as barreira geográficas que as isolam as tornam diferentes umas das outras e de outras áreas semelhantes que as circundam. Além do mais, a assincronia pode ser considerada como uma vantagem adaptativa, uma vez que os recursos estarão disponíveis no ambiente em épocas diferentes, garantindo a manutenção ecossistêmica.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. F. e HARIDASAN, M. Relação entre deciduidade e concentrações foliares de nutrientes em espécies lenhosas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 533-542. 2007.

BAETA, H. E. e KOZOVITS, A. R. **Contribuição da deposição úmida (chuva e neblina) nas relações hídricas e nutricionais de fisionomias de campos ferruginosos na Serra da Brígida, Ouro Preto, MG.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. 2012.

BATALHA, M. A.; ARAGAKI, S. e MANTOVANI, W. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas, Pirassununga, São Paulo. **Acta Botanica Brasilica**, v. 11, n. 1, p. 61-78. 1997.

BATALHA, M. A. e MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 1, p. 129-145. 2000.

BENCKE, C. S. C. e MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p.

237-248. 2002.

BORCHERT, R. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, n. 61, p. 1065-1074. 1980.

\_\_\_\_\_. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. **Trees**, v. 8, p. 115-125. 1994.

BUENO, A. P. e SOUSA, H. C. **Arquitetura aérea de *Lychnophora ericoides* Mart. (Asteraceae) em complexos rupestres de quartzito e canga do Quadrilátero Ferrífero, sudeste do Brasil.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. 2012.

BULLOCK, S. H. Population structure and reproduction in the neotropical dioecious tree *Compsonera spruce*. **Oecologia**, v. 55, p. 238-242.

BULLOCK, S. H. e SOLÍS-MAGALHANES, J. A. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica**, v. 22, n. 1, p. 22-35. 1990.

BULHÃO, F. C. e FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 361-369. 2002.

BURMAN, A. Saving Brazil's savannas. **New Scientist**, v. 1758, p. 30-34. 1991.

CALLE, Z.; SCHLUMBERGER, B. O.; PIEDRAHITA, L.; LEFTIN, A.; HAMMER, S. A.; TYE, A. e BORCHERT, R. Seasonal variation in daily insolation induces synchronous bud break and flowering in the tropics. **Trees**, v. 24, p. 865-877. 2010.

COSTA, M. L. M. N.; PEREIRA, T. S. e ANDRADE, A. C. S. Fenologia de algumas espécies de Mata Atlântica, Reserva Ecológica de Macaé de Cima (estudo preliminar). **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, p. 226-232. 1992.

CROAT, T. B. Phenological behavior of habit and habitat classes on Barro Colorado Island (Panama Canal Zone). **Biotropica**, v. 7, p. 270-277. 1975.

DEVINEAU, J. Seasonal rhythms and phenological plasticity of savanna wood species in a fallow farming system (south-west Burkina Faso). **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, p. 497-513. 1999.

- DIRZO, R. e DOMINGUEZ, C. A. Seed shadows, seed predation and the advantages of dispersal. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Org.). **Frugivores and seed dispersal**. Dr. W. Junk Publishers, 1986. p. 237-249.
- DUTRA, V. F.; MESSIAS, M. C. T. B. e GARCIA, F. C. Papilionoideae (Leguminosae) nos campos ferruginosos do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: florística e fenologia. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 493-504. 2005.
- FEINSINGER, P. Coevolution and pollination. In: FUTUYMA, D. e SLATKIN, M. (Org.). **Coevolution**. Sunderland: Sinauer Associates Publishers, 1983. p. 283-310.
- FITTER, A. H. e HAY, R. K. M. **Environmental physiology of plants**. San Diego: Academic Press, 2002.
- FOURNIER, L. A. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas em arboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-423. 1974.
- FRANCO, A. C.; BUSTAMANTE, M.; CALDAS, L. S.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C.; KOZOVITS, A. R.; RUNDEL, P. e CORADIN, V. R. T. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. **Trees**, v. 19, p. 326-335. 2005.
- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. e OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 3, p. 881-919. 1974.
- GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. G. L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 9, p. 1-152. 1987.
- GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L. e PIRANI, J. R. Caracterização e Endemismos nos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: **Tópicos Atuais em Botânica**. Brasília: CNBOT, 2000.
- GIULIETTI, A. M. e MENEZES, N. L. Campos rupestres. In: MENDONÇA, M. P. e LINS, L. V. (Org.). **Lista Vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zoobotânica, 2000.

GIULIETTI, A. M. e PIRANI, J. R. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: VANZOLINI, P. E. e HEYER, W. R. (Org.). **Proceedings of a workshop on Neotropical Distribution Patterns**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 1988.

GOULART, M. F.; LEMOS-FILHO, J. P. e LOVATO, M. B. Phenological variation within and among populations of *Plathyenia reticulata* in Brazilian Cerrado, the Atlantic Forest and transitional sites. **Annals of Botany**, v. 96, p. 445-455. 2005.

GOUVEIA, G. P. e FELFILI, J. M. Fenologia de comunidades de cerrado e de mata de galeria no Brasil Central. **Revista Árvore**, v. 22, n. 4, p. 443-450. 1998.

HILTY, S. L. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in pacific Colombia. **Biotropica**, v. 12, p. 292-306. 1980.

HOLBROOK, N. M.; WHITBECK, J. L. e MOONEY, H. A. Drought responses of neotropical dry forest trees. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A. e MEDINA, E. (Org.). **Seasonality dry tropical forests**. New York: Cambridge University Press, p. 243-270. 1995.

HORVITZ, C. C. e SCHEMSKE, D. W. Spatiotemporal variation in demographic transitions of a tropical understory herb: projection matrix analysis. **Ecological Monographs**, v. 65, p. 155-192. 1995.

INSTITUTO TERRA BRASILIS. **Proposta para Criação de Unidades de Conservação na Região de Ouro Branco, MG**. Belo Horizonte. 2006.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENTE, R. C. e STEHMANN, J. R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, p. 2185-2200. 2007.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. Life-forms, pollination and seed dispersal syndromes in plant communities on ironstone outcrops, SE Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 395-412. 2011.

JANZEN, D. H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: EPU e EDUSP, 1980.

JORDAN, C. F. **Nutrient cycling in tropical ecosystems**. New York: Wiley & Sons, 1985.

KIKUZAWA, K. The basis for variation in leaf longevity of plants. **Vegetation**, v. 121, p. 89-100. 1995.

LEMES, F. O. A. **Relações florísticas, fitossociológicas e aspectos edáficos de comunidades de campos rupestres da Serra do Itacolomi e Serra de Ouro Branco, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. 2009.

LENZA, E. 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. Phenology and seasonality modeling. In: LIETH, H. (Org.). **Ecological Studies 8**. Berlin: SpringerVerlag, 1974. p. 3-19.

MANTOVANI, W. e MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p. 101-112. 1988.

MARQUES, M. C. M. e OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 713-723. 2004.

MARTIN-GAJARDO, I. S. e MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 299-309. 2003.

MENEZES, N. L.; GIULIETTI, A. M. Campos Rupestres. **Revista Ciência Hoje**, v. 5, n. 25, p. 38-44. 1986.

MESSIAS, M. C. T. B.; LEITE, M. G. P.; MEIRA-NETO, J. A. A. e KOZOVITS, A. R. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 230-242. 2012.

MIRANDA, L. A. P.; VITÓRIA, A. P. e FUNCH, L. S. Leaf phenology and water potential of five arboreal species in gallery and montane forests in the Chapada Diamantina; Bahia; Brazil. **Environmental and Experimental Botany**, v. 70, p. 143-150. 2011.



MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; LINS NETO, E. M. F. ARAÚJO, E. L. e AMORIM, E. L. C. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, p. 173-186.2006.

MONASTERIO, M. e SARMIENTO, G. Phenological strategies of plant species in tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan llanos. **Journal of Biogeography**, v. 3, p. 325-356. 1976.

MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. e JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, n. 1, p. 85-98. 1989.

MORELLATO, L. P. C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado – Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo, 1991.

\_\_\_\_\_. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). **História natural da Serra do Japi. Ecologia e preservação de uma área de floresta no sudeste do Brasil**. Campinas: Unicamp/Fapesp, 1992. p. 98-110.

MORELLATO, L. P. C. e LEITÃO-FILHO, H. F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, p. 163-173. 1990.

MORELLATO, L. P. C. e LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: Unicamp/Fapesp, 1992. p. 112-140.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C. e ZIPARRO, V. B. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, p. 811-823. 2000.

MORI, S. A.; LISBOA, G. e KALLUNKI, J. A. Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. **Revista Theobroma**, v. 12, p. 217-230. 1982.

MURALI, K. S. e SUKUMAR, R. Reproductive phenology of a Tropical Dry Forest in Mudumalai, Southern India. **The Journal of Ecology**, v. 82, p. 759-767. 1994.

- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W. e BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, v. 26, n. 2, p. 141-159. 1994.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Secretaria de Planejamento da Presidência da República, IBGE. 1989.
- OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. In: SANO, S. M. e ALMEIDA, S. P. (Org.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília: Embrapa/CPAC, 1998.
- OOSTING, H. J. **The study of plant communities**. San Francisco: Freeman. 1956.
- OPLER, P. A.; BAKER, H. G. e FRANKIE, G. W. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 68, p. 167-188. 1980.
- PEREIRA, J. A. e GOULART, M. F. 2012. **Fenologia da flora arbustiva em campo rupestre**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Ciências Biológicas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.
- PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M. e PEDRONI, F. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT. **Acta Botânica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1096-1109. 2009.
- RANIERI, B. D.; NEGREIROS, D.; LANA, T. C.; PEZZINI, F. F. e FERNANDES, G. W. Fenologia reprodutiva, sazonalidade e germinação de *Kielmeyera regalis* Saddi (Clusiaceae), espécie endêmica dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 3, p. 632-641. 2012.
- RAPINI, A.; RIBEIRO, P. L.; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 16-24. 2008.
- RATHCKE, B.; LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 16, p. 179-214. 1985.
- REICH, P. B. Phenology of tropical forests: patterns, causes and consequences. **Canadian Journal of Botany**, v. 73, p. 164-174. 1995.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos**. São Paulo: HUCITEC e EDUSP, 1979.

\_\_\_\_\_. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Âmbito Cultural, 1997.

SALISBURY, F. B. e ROSS, C. W. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth. 1992.

SARMIENTO, G. e MONASTERIO, M. Life forms and phenology. In: BOULIERE, F. (Org.). **Ecosystems of the world: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p. 79-108.

SARMIENTO, G.; GOLDSTEIN, G. e MEINZER, F. M. Adaptative strategies of woody species in neotropical savannas. **Biological Reviews**, v. 60, n. 3, p. 315-355. 1985.

SEMIR, J. **Revisão taxonômica de *Lychnophora* Mart. (Vernoniaceae: Compositae)**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1991.

SEGHERI, J.; FLORET, C. e PONTANIER, R. Plant phenology in relation to water availability: herbaceous and wood species in the savannas of northern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 237-254. 1995.

SNOW, D. W. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. **Oikos**, v. 15, p. 274-281. 1965.

SOAVE, R. C. F. **Aspectos ambientais de mineração de calcário no município de Rio Claro, Estado de São Paulo: avaliação da recuperação natural do solo e da vegetação**. Tese de Doutorado – UNESP – Campus Rio Claro, Rio Claro, São Paulo. 1996.

STEVENSON, P. R.; CASTELLANOS, M. C.; CORTÉS, A. I. e LINK, A. Flowering patterns in a seasonal tropical lowland forest in western Amazonia. **Biotropica**, v. 40, p. 559-567. 2008.

STILES, F. G. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. **Annals of Missouri Botanical Garden**, v. 68, p. 323-351. 1981.

TALORA, D. C. e MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 1, p. 13-26. 2000.

THOMPSON, J. D. Patterns of visitation by animal pollinators. **Oikos**, v. 39, p. 241-250. 1982.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed. New York: Springer Verlag. 1982.

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

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. e LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

WILLIAMS, R. J.; MYERS, B. A.; MULLER, W. J.; DUFF, G. A. e EAMUS, D. Leaf phenology of woody species in a north Australian tropical savanna. **Ecology**, v. 78, n. 8, p. 2542-2558. 1997.

WRIGHT, I. J.; REICH, P. B. e WESTOBY, M. Strategy shifts in leaf physiology, structure and nutrient content between species of high-and-low-rainfall and high and low-nutrient habitats. **Functional Ecology**, v. 15, p. 423-434. 2001.