

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E  
MUCURI**

**DARLIANA DA COSTA FONSECA**

**AUTOECOLOGIA DE *Baccharis platypoda* DC. (ASTERACEAE):  
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, FENOLOGIA E HERBIVORIA**

**Diamantina  
2012**

**DARLIANA DA COSTA FONSECA**

**AUTOECOLOGIA DE *Baccharis platypoda* DC. (ASTERACEAE):  
distribuição espacial, fenologia e herbivoria**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, nível mestrado, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Luiz Mendonça Machado

Co-orientador: Prof. Dr. Israel Marinho Pereira - UFVJM

Co-orientador: Prof. Dr. Márcio Leles Romarco de Oliveira - UFVJM

**Diamantina  
2012**

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecária Nathália Machado Laponez Maia  
CRB6-3002

F676a	<p>Fonseca, Darliana da Costa. Autoecologia de <i>Baccharis platypoda</i> DC. (Asteraceae) : distribuição espacial, fenologia e herbivoria / Darliana da Costa Fonseca. – Diamantina : UFVJM, 2012. 92 p.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Evandro Luiz Mendonça Machado. Coorientadores: Prof. Dr. Márcio Leles Romarco de Oliveira, Prof. Dr. Israel Marinho Pereira.</p> <p>Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2012.</p> <p>1. Asteraceae. 2. Diocia. 3. Fenologia. 4. Padrão espacial. 5. Insetos endófagos. 6. Interação inseto-planta. I. Machado, Evandro Luiz Mendonça. II. Oliveira, Márcio Leles Romarco de. III. Pereira, Israel Marinho. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;"><b>CDD 577.8</b></p>
-------	--

Elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**AUTOECOLOGIA DE *Baccharis platypoda* DC. (ASTERACEAE): DISTRIBUIÇÃO  
ESPACIAL, FENOLOGIA E HERBIVORIA**

**Darlina da Costa Fonseca**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, nível de Mestrado, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

APROVADA EM 27/ 07 / 2012

Prof.<sup>a</sup> Yule Roberta Ferreira Nunes – UNIMONTES

Prof. Israel Marinho Pereira – UFVJM

Prof.<sup>a</sup> Anne Priscila Dias Gonzaga – UFVJM

Prof. Evandro Luiz Mendonça Machado – UFVJM  
Presidente

DIAMANTINA  
2012

Às minhas princesinhas, Valentina e Lavínia,  
que iluminaram meu caminho ao longo da  
jornada. E à Dayvit, que amei, amo e amarei  
eternamente.

## AGRADECIMENTOS

Sempre quando imaginava este momento, a ocasião em que deveria listar aqueles que tiveram participação especial na realização do meu projeto de dissertação, jamais imaginei que a primeira pessoa que iria aparecer na minha lista, eu ainda nem conhecia. Então, agradeço à Valentina, minha menininha, por ter surgido na minha vida quando realizava um dos meus grandes desejos e me permitiu alegrias e emoções jamais sonhadas. A ela, o meu mais amoroso agradecimento.

Àquele que me deu este presente mais que especial e que juntos construímos uma jovem família linda, e que suportou bravamente todos os meus momentos de ansiedade, nervosismo e cansaço. Assim, amor, obrigada por tudo.

À minha família: minha mãe Terezinha, minha irmã Danielle e minha sobrinha adorada, Lavínia, pelo apoio, incentivo e pelas palavras atenciosas quando, na dúvida, me diziam que daria tudo certo. Amo todos vocês.

Ao meu irmão Danilo, agradeço pelo exemplo, quando sei que todos os sacrifícios que passei para chegar aqui valeram a pena e que o contrário não importa agora.

Agradeço de coração à minha amiga e comadre Michelle, minha irmã de coração que juntas começamos esta jornada e juntas estamos terminando. Obrigada por me incluir em seus planos e projetos e me dizer que eu podia, deveria e seria capaz de fazer um mestrado. Te adoro.

Chego àquele que, em um breve momento de insanidade, atendeu a uma inexperiente candidata de mestrado e deu a ela a oportunidade de mostrar seu potencial e que com paciência e confiança, conseguiu transmitir o seu conhecimento, me conduzindo até aqui e se tornando uma pessoa querida e importante. Então professor Evandro L. M. Machado, agradeço de coração por todas as demonstrações de confiança e empolgação por meu trabalho, pela compreensão nos meus momentos de mãe e esposa. Muito obrigada.

Aos meus professores queridos e temidos, Israel e Márcio Leles, por me ensinarem o caminho das pedras e me apoiarem ao final da jornada. Ao professor Lourenço, pela atenção e disposição em identificar meus insetos (apesar da dor de cabeça). Aos meus colegas de mestrado, e àqueles que me receberam com respeito e me incluíram no grupo.

Aos professores do Laboratório de Zoologia, pela compreensão quanto às fugidinhas do serviço e pela paciência por conviver com uma mestranda em jornada de trabalho e com excesso de material de coleta para pouco espaço. Obrigada por tudo.

Agradeço aos professores do Laboratório de Botânica pelo auxílio nas dúvidas, pelas risadas nos poucos momentos de descontração e por aceitar minha presença no laboratório (muitas vezes incômoda) para fofocar com Michelle.

Assim, jamais poderia esquecer-me de agradecer aos meus meninos que, no campo, me deram suporte e me fizeram dar muitas gargalhadas. Nunca imaginei que um trabalho de campo fosse tão prazeroso e que aqueles que buscaram novos rumos iriam fazer tanta falta. Muito obrigada a Ísis, Víctor, Sara e principalmente, Cristiane, que cuidou de mim durante as coletas de campo no período da minha gravidez. Muito obrigada a todos vocês.

Agradeço àquela turminha, que em algum momento me ajudou com uma palavra de apoio, por um incentivo, uma ajuda técnica e suporte permitindo que este trabalho fosse concluído. Muito obrigada a todos.

Finalmente agradeço à vida por me permitir sentir esta felicidade e por me dar tantas alegrias ao longo do tempo em que este trabalho foi realizado. E ao meu pai querido (*in memoriam*), jamais me esqueci do senhor e lembrei-me de sua presença em vários momentos. Saudades...

*“Desejo que você plante uma semente, por mais minúscula que seja, e acompanhe o seu crescimento, para que você saiba de quantas muitas vidas é feita uma árvore.”*

Victor Hugo

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo compreender alguns parâmetros acerca da história natural da espécie *Baccharis platypoda*, um arbusto dioico pertencente à família Asteraceae, com indivíduos masculinos e femininos que apresentam dimorfismo sexual e habitam áreas de campo rupestre, campos e bordas de matas ciliares. Para compreender alguns pontos sobre sua autoecologia, foram analisadas a distribuição espacial, a fenologia e as interações ecológicas entre a espécie e insetos endófagos. O estudo foi realizado em três áreas pertencentes à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, localizados no Campus JK, próximo ao Córrego do Soberbo. A área é composta por mosaicos de vegetação, onde há predomínio de afloramentos rochosos e campos úmidos. Em cada área, foram selecionados dez indivíduos de *B. platypoda*, sendo cinco indivíduos de cada sexo, onde, por um período de um ano (set./2010 a set/2011) foram feitas visitas quinzenais para a observação dos estágios fenológicos. Nesse período, foram coletados capítulos quinzenalmente para criação de insetos endófagos em recipientes vedados com algodão e que, após a eclosão, foram conservados em álcool 70%; os capítulos foram dissecados para análise dos danos às estruturas florais. Para o estudo da distribuição espacial, todos os indivíduos foram localizados por meio das coordenadas x e y de cada planta, com altura  $\geq 30$  cm através das distâncias, obtidas com uma trena, e identificados quanto ao sexo ou como jovem, pela ausência de estruturas reprodutoras. O padrão de distribuição espacial foi determinado através da Função K de Ripley univariada e bivariada, enquanto que os padrões fenológicos foram determinados através da análise de intensidade de Fournier, correlação de Spearman e análise circular. O padrão de herbivoria foi analisado através da análise de regressão linear, teste de Kruskal-Wallis e análise de agrupamento pelo método de Two-Way-joining. Foi aplicado o teste de qui-quadrado para o estudo de distribuição espacial e para o padrão de herbivoria. *Baccharis. platypoda* apresentou padrão agregado com variações em escalas diferentes para jovens e adultos e semelhança espacial entre indivíduos de ambos os sexos. No entanto, a independência espacial entre os indivíduos da espécie se mostrou uma constante. A fenologia reprodutiva da espécie esteve associada a algumas variáveis ambientais (precipitação e temperatura), enquanto que a fenologia vegetativa, de modo geral, apresentou-se relacionada à fenologia reprodutiva das espécies. Insetos endófagos apresentaram preferências quanto ao sexo e estágio fenológico dos capítulos, havendo maior predação em capítulos masculinos e em estágios mais desenvolvidos. Assim, a espécie apresentou correlação entre a sua

distribuição espacial, os estágios fenológicos (principalmente a fenologia reprodutiva) e os padrões de ataque de insetos endófagos, sugerindo a utilização deste conhecimento na elaboração de possíveis estratégias de preservação e manejo.

## ABSTRACT

This study has as its main goal the understanding of some parameters on the natural history of the *Baccharis platypoda* species, a unisexual bush belonging to the Asteraceae subdivision, in which both male and female single organisms present sexual dimorphism inhabiting in rupestrian field areas, fields and woodland ciliary edges. In order to have a better understanding on some issues of its auto ecology, spatial, phenology, and ecological interactions between the species, endophage insects have been analyzed. This study took place in three areas belonging to UFVJM - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, situated at the JK Campus, by the Soberbo Stream. The area is composed of a miscellany vegetation with the prevalence of protruding rocks and wet fields. Ten *B. platypoda* organisms were selected from each one of these areas, five from each gender. During one year from september, 2010 to september, 2011 biweekly inspections for the watch of phenological stages were made. During this period of time, biweekly chapters for the production of endophage insects were gathered in cotton sealed containers preserved in alcohol after emergence. The chapters were dissected for the analysis of possible floral composition damages. For the spatial distribution study all the organisms were found through the use of X and Y reference point of each plant with height of 30 cm or over, tape measured, identified as to gender or youth due to absence of reproductive compositions. The spatial distribution pattern was established through the use of Ripley's K Function univariate and bivariate, whereas the phenological patterns were determined through the analysis of Fournier intensity, Spearman's correlation and circular analysis. The herbivory pattern was analyzed through the linear regression analysis, Kruskal-Wallis's test, and the Two-Way-joining method. The chi-square test was used for the study of spatial distribution and for the herbivory pattern. *Baccharis. platypoda* showed aggregate pattern with variations in different ranges both for young and adults, and also spatial likeness with organisms of both genders. However, there was a steady spatial independence among the organisms of the species. The species reproductive phenology was associated to some environmental variations (precipitation and temperature), whereas the vegetative phenology as a whole was related to the reproductive species phenology. Endophage insects showed preferences as to gender and phenological chapter stages; there was more predation in male chapters in more developed stages. Thus, the species presented correlation among its spatial distribution, phenological stages (mainly the reproductive phenology) and the patterns of phenological insects,

suggesting the use of this knowledge in the elaboration of possible strategies for preservation and management.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I - INFLUÊNCIA DO SEXO E IDADE NA DETERMINAÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DE *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae).

**Figura 1.** Mapa da localização das áreas de estudo onde foram amostradas populações de *Baccharis platypoda*. (a) Região da Serra do Espinhaço, nos Estados de Minas Gerais e Bahia, mostrando as áreas acima de 1.000 m e posição das áreas de estudo. (b) Localização do Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e das três áreas de estudo (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, e A<sub>3</sub>) próximas à margem do Córrego do Soberbo.....27

**Figura 2.** Análise univariada do padrão espacial de três populações de *Baccharis platypoda* DC. localizadas às margens do Córrego Soberbo, em Diamantina (MG), determinado pela Função K de Ripley (L estimado). As linhas pontilhadas representam o envelope de confiança que limita a área determinante do padrão aleatório e as linhas contínuas acima do envelope representam padrão espacial agregado e abaixo representam o padrão uniforme para as populações das áreas A<sub>1</sub> (a), A<sub>2</sub> (b) e A<sub>3</sub> (c) .....32

**Figura 3.** Análise univariada do padrão espacial de indivíduos de *Baccharis platypoda* localizadas às margens do Córrego Soberbo, em Diamantina (MG), determinado pela Função K de Ripley (L estimado). As linhas pontilhadas representam o envelope de confiança que limita a área determinante do padrão aleatório e as linhas contínuas acima do envelope representam padrão espacial agregado e abaixo o padrão uniforme para indivíduos adultos femininos e masculinos das áreas A<sub>1</sub> (a-b), A<sub>2</sub> (c-d) e A<sub>3</sub> (e-f), respectivamente.....33

**Figura 4.** Análise univariada do padrão espacial de indivíduos jovens de *Baccharis platypoda* localizadas às margens do Córrego Soberbo, em Diamantina (MG), determinado pela Função K de Ripley (L estimado). As linhas pontilhadas representam o envelope de confiança que limita a área determinante do padrão aleatório e as linhas contínuas acima do envelope representam padrão espacial agregado e abaixo o padrão uniforme para indivíduos das áreas A<sub>1</sub> (a), A<sub>2</sub> (b) e A<sub>3</sub> (c), respectivamente.....34

**Figura 5.** Análise bivariada para associação espacial entre indivíduos jovens, adultos masculinos e femininos de *Baccharis platypoda* localizados às margens do Córrego do Soberbo em Diamantina (MG). As linhas pontilhadas indicam o envelope de confiança que determina a completa independência espacial, de ind. (a, b, g) adultos masculinos x adultos femininos das áreas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> respectivamente. (c, d, h) adultos femininos x jovens das áreas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> respectivamente. (e, f, i) adultos masculinos x jovens das áreas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> respectivamente .....35

## CAPÍTULO II - ESTRATÉGIAS FENOLÓGICAS COMO RESPOSTA AO SISTEMA SEXUAL DIOICO DE *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae).

**Figura 1.** Valores para precipitação (barras verticais) e temperaturas máxima (—•—) e mínima (—°—) para o período de setembro/2010 a setembro/2011, em que foi observada a fenologia de populações de *Baccharis platypoda* DC. localizadas próximas ao Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais .....46

**Figura 2.** Intensidades dos eventos fenológicos de floração de indivíduos masculinos (—•—) e femininos (---°-- ) de *Baccharis platypoda* com localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais. Foi empregado o método de intensidade de Fournier, para as fenofases de botão floral (a), flores imaturas (b), flores maduras (c) e floração concluída (d). O período de observação da fenologia foi de setembro/2010 a setembro/2011 .....50

**Figura 3.** Intensidades dos eventos fenológicos de frutificação de indivíduos femininos (---°-- ) de *Baccharis platypoda* com localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais. Foi empregado o método de intensidade de Fournier, para as fenofases de frutos imaturos (a), frutos maduros (b), frutos em dispersão (c). O período de observação da fenologia foi de setembro/2010 a setembro/2011 .....51

**Figura 4.** Intensidades dos eventos fenológicos vegetativos de indivíduos femininos (---°-- ) de *Baccharis platypoda* com localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais. Foi empregado o método de intensidade de Fournier, para as fenofases de brotamento (a), folhas maduras (b) e queda de folhas (c). O período de observação da fenologia foi de setembro/2010 a setembro/2011 .....54

## CAPÍTULO III - PADRÃO DE ATAQUE DE INSETOS ENDÓFAGOS ASSOCIADOS A CAPÍTULOS DE *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae)

**Figura 1.** Abundância de insetos em função do número de capítulos predados por sexo dos indivíduos de *Baccharis platypoda*, que foram amostrados por um período de um ano (setembro/2010 a setembro/2011). (a) modelo de regressão apresentado para abundância de insetos endófagos em capítulos femininos; (b) modelo de regressão apresentado para abundância de insetos endófagos em capítulos masculinos .....74

**Figura 2.** Padrão de ataque de insetos endófagos em capítulos de *Baccharis platypoda* determinado pelo método de Two-way joining, considerando o estágio fenológico dos capítulos e as ordens de insetos. Os capítulos foram coletados de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011 .....76

**Figura 3.** Padrão de ataque de insetos endófagos em capítulos de *Baccharis platypoda* determinado pelo método de Two-way joining. Os capítulos foram coletados de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011. Foram avaliadas as relações entre as ordens de insetos e os diferentes tipos de danos às estruturas florais dos capítulos onde: (CR) casulo no receptáculo, (CM) casulo por maceração das estruturas florais, (CI) casulos indefinidos, (CE) casulos esbranquiçados, (CP) consumo do pedúnculo, (CB) consumo das brácteas, (CEF) consumo de estruturas florais .....78

**Figura 4.** Padrão de ataque de insetos endófagos em capítulos de *Baccharis platypoda* determinado pelo método de Two-way joining. Os capítulos foram coletados de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011. Foram avaliadas as relações entre os diferentes estágios fenológicos e os diferentes tipos de danos às estruturas florais dos capítulos onde: (CR) casulo no receptáculo, (CM) casulo por maceração das estruturas florais, (CI) casulos indefinidos, (CE) casulos esbranquiçados, (CP) consumo do pedúnculo, (CB) consumo das brácteas, (CEF) consumo de estruturas florais.....79

## ANEXOS

**Figura 1.** Fitofisionomias das áreas pertencentes ao Campus JK (UFVJM) onde ocorre a espécie *Baccharis platypoda*. (a) Margem do Córrego do Soberbo, formando uma pequena mata ciliar; (b) formação rupestre com presença de afloramentos rochosos com solos rasos .....88

**Figura 2.** Mapas da distribuição espacial de *Baccharis platypoda* nas áreas A<sub>1</sub> (a), A<sub>2</sub> (b) e A<sub>3</sub> (c), localizadas próximas à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. A amostragem foi realizada no mês de abril de 2011. As três áreas apresentam a localização de indivíduos masculinos (▲), indivíduos femininos (■) e jovens (●) e a presença de cursos d'água e afloramentos rochosos.....89

**Figura 3.** Inflorescências de indivíduos de *Baccharis platypoda*, coletadas à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. (a) Inflorescência feminina, (b) Inflorescência masculina, (c) botões florais femininos, (d) flores imaturas femininas, (e) flores maduras femininas, (f) botões florais masculinos, (g) flores imaturas masculinas e (h) flores maduras masculinas.....90

**Figura 4.** Fenofases vegetativas para indivíduos de *Baccharis platypoda* localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. (a) Folhas velhas e queda de folhas, (b) folhas novas e (c) brotamento. Observa-se que o brotamento da espécie ocorre a partir das inflorescências que surgem no ápice dos ramos.....91

**Figura 5.** Insetos endófagos coletados em capítulos de inflorescências de *Baccharis platypoda* coletadas à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011. Os morfotipos pertencem às ordens Coleoptera (a-c), Diptera (d-f), Hemiptera (g-h), Lepidoptera (i) e Hymenoptera (j-m)) .....92

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I - INFLUÊNCIA DO SEXO E IDADE NA DETERMINAÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DE *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae).

**Tabela 1.** Tabelas de contingência com as frequências observadas e esperadas (entre parênteses) de indivíduos de *Baccharis platypoda* amostrados em três áreas próximas ao Córrego do Soberbo, Diamantina (MG), em abril de 2011. Os resultados dos testes de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e teste de significância ( $p \leq 0,05$ ) são fornecidos para área (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub>) e por sexo e idade .....30

### CAPÍTULO II - ESTRATÉGIAS FENOLÓGICAS COMO RESPOSTA AO SISTEMA SEXUAL DIÓICO DE *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae).

**Tabela 1.** Resultados da análise circular do grau de sazonalidade da fenologia reprodutiva de indivíduos masculinos (♂) e femininos (♀) de *Baccharis platypoda*, localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais e amostrados no período de set/2010 a set/2011. A análise determinou o ângulo médio e a data média de ocorrência dos eventos fenológicos onde r: coeficiente de concentração, Z: teste de Rayleigh, com  $p \leq 0,05$  .....50

**Tabela 2.** Coeficientes de Correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as fenofases reprodutivas para *Baccharis platypoda* e as variáveis ambientais de precipitação (PP), umidade (UM), insolação (IN), temperaturas máxima (T<sub>MAX</sub>), mínima (T<sub>MIN</sub>) e média (T<sub>MED</sub>) e amplitude da temperatura (AT), para o período de set/2010 a set/2011. Os valores foram estimados para indivíduos masculinos (♂) e femininos (♀) separadamente, amostrados próximo à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais.....51

**Tabela 3.** Resultados da análise circular do grau de sazonalidade da fenologia vegetativa de indivíduos masculinos (♂) e femininos (♀) de *Baccharis platypoda*, localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais e amostrados no período de set/2010 a set/2011. A análise determinou o ângulo médio e a data média de ocorrência dos eventos fenológicos onde r: coeficiente de concentração, Z: teste de Rayleigh, com  $p \leq 0,05$  .....53

**Tabela 4.** Coeficientes de Correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as fenofases vegetativas de *Baccharis platypoda* e as variáveis ambientais de precipitação (PP), umidade (UM), insolação (IN), temperaturas máxima (T<sub>MAX</sub>), mínima (T<sub>MIN</sub>) e média (T<sub>MED</sub>) e amplitude da temperatura (AT), para o período de set/2010 a set/2011. Os valores foram estimados para indivíduos masculinos (♂) e femininos (♀) separadamente, amostrados próximo à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais.....54

### **CAPÍTULO III - PADRÃO DE ATAQUE DE INSETOS ENDÓFAGOS ASSOCIADOS A CAPÍTULOS DE *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae)**

**Tabela 1.** Número de insetos endófagos observados (N) por táxon, fenofase do capítulo e tipos de danos às estruturas florais de indivíduos femininos e masculinos de *Baccharis platypoda*, localizados às margens do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011. Os valores totais observados para ordem dos insetos e fenofase dos capítulos são referentes ao número de insetos amostrados, enquanto que o total dos danos são referentes ao número de observações de danos aos capítulos .....70

**Tabela 2.** Relação entre o número de insetos endófagos observados por tipos de danos, ordens de insetos e fenofases dos capítulos. Os insetos foram amostrados em inflorescências de *Baccharis platypoda* amostradas por um período de um ano (setembro/2010 a setembro/2011) às margens do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais.....71

**Tabela 3.** Valores observados para indivíduos masculinos e femininos de *Baccharis platypoda* amostrados no período entre setembro/2010 a setembro/2011, às margens do Córrego do Soberbo, em Diamantina, Minas Gerais. (N) número de plantas amostradas; (n) número de plantas que apresentou danos às estruturas florais; (CAP) número de capítulos coletados; (CP) número de capítulos danificados e (NI) número de insetos observados .....71

**Tabela 4.** Tabela de contingência com as frequências observadas e esperadas (entre parênteses) de insetos endófagos em capítulos de *Baccharis platypoda*, coletados a partir de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. O período de coleta foi de setembro/2010 a setembro/2011. Os resultados do teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e teste de significância ( $p$ ) são fornecidos por ordem de insetos e fenofases dos capítulos.....73

**Tabela 5.** Tabela de contingência com as frequências observadas e esperadas (entre parênteses) de insetos endófagos em capítulos de *Baccharis platypoda*, coletados a partir de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. O período de coleta foi de setembro/2010 a setembro/2011. Os resultados do teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e teste de significância ( $p$ ) são fornecidos por ordem de insetos e tipos de danos em capítulos. Nota-se que: (CR) casulo no receptáculo, (CM) casulo por maceração das estruturas florais, (CI) casulos indefinidos, (CE) casulos esbranquiçados, (CP) consumo do pedúnculo, (CB) consumo das brácteas, (CEF) consumo de estruturas florais e (IN) indeterminado .....75

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

UFVJM - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

HDJF - Herbário Dendrológico Jeanine Felfili

CAE - Completa Aleatoriedade Espacial

CIE - Completa Independência Espacial

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

ANOVA - Análise de Variância

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>18</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO I: INFLUÊNCIA DO SEXO E IDADE NA DETERMINAÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DE <i>Baccharis platypoda</i> DC. (Asteraceae).</b>	
Resumo.....	23
Abstract .....	24
Introdução.....	25
Materiais e Métodos.....	26
Resultados .....	30
Discussão.....	36
Referências Bibliográficas .....	39
<b>CAPÍTULO II: ESTRATÉGIAS FENOLÓGICAS COMO RESPOSTA AO SISTEMA SEXUAL DIOICO DE <i>Baccharis platypoda</i> DC. (Asteraceae).</b>	
Resumo.....	42
Abstract .....	43
Introdução.....	44
Materiais e Métodos.....	45
Resultados .....	49
Discussão.....	56
Agradecimentos .....	59
Referências Bibliográficas .....	60
<b>CAPÍTULO III - PADRÃO DE ATAQUE DE INSETOS ENDÓFAGOS ASSOCIADOS A CAPÍTULOS DE <i>Baccharis platypoda</i> DC. (Asteraceae).</b>	
Resumo.....	64
Abstract .....	65
Introdução.....	66
Materiais e Métodos.....	68
Resultados .....	72
Discussão.....	79
Referências Bibliográficas .....	83
<b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Em Ecologia, o estudo das relações biológicas de determinada espécie com o ambiente e a situação dessas relações na caracterização de processos ecológicos dentro da população é definido como autoecologia e pode ser descrito por sua história natural (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

A compreensão da autoecologia de uma espécie vegetal permite criar conhecimento que auxilia na elaboração de estratégias de conservação ao nível da população (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Os questionamentos acerca da distribuição espacial, as associações intra e interespecíficas e o ciclo de vida de uma espécie auxiliam na compreensão da história natural, abordando questões referentes à Biologia e à Ecologia de sua população.

A distribuição espacial de populações vegetais é um parâmetro importante para o entendimento da ecologia de uma espécie. No entanto, o modo como indivíduos de diferentes fases e sexos se distribuem torna-se fator relevante para o conhecimento sobre a sua autoecologia, definindo estratégias de conservação, tanto para a espécie estudada, quanto para o bioma a que pertence.

A fenologia das espécies vegetais tem a capacidade de revelar padrões onde os ciclos vegetativos e reprodutivos demonstram dependência dos fatores ambientais. Isso ocorre principalmente em áreas de clima com as estações seca e úmida bem definidas (TANNUS & MORELLATO, 2006), como forma adaptativa de relacionar o ciclo de vida e sucesso reprodutivo à disponibilidade de recursos no tempo e espaço, evitando a competição e proporcionando o uso de recursos de forma mais eficiente (OLIVEIRA, 2008).

Por outro lado, as interações entre herbívoros e suas plantas hospedeiras são dependentes da presença ou ausência de ambos, o que determina a ocorrência dessas relações ecológicas no tempo e no espaço (PRADO & LEWINSOHN, 2000). No entanto, os períodos de floração e frutificação são fatores importantes na determinação da intensidade e qualidade dessas interações, sendo que a oferta de recursos pode influenciar a riqueza e abundância de herbívoros (ROMERO & VASCONCELOS NETO, 2005).

Inflorescências são bastante eficientes e atraentes quanto ao processo de polinização, e muitas possuem aspecto de uma flor simples, como os capítulos de Asteraceae, que apresentam adaptações morfológicas nas quais o processo de polinização

mais comum é a entomofilia (BARROSO, 1986). Considerados ecossistemas em pequena escala pela grande riqueza de espécies encontrados em seu interior, os capítulos apresentam um fluxo energético considerável, com estruturas e composições variadas proporcionando um ambiente protegido do meio externo e de fatores bióticos e abióticos (ALMEIDA, 1997). Desse modo, mostra-se como um compartimento para formas distintas de interações entre vários níveis tróficos (FONSECA *et al.*, 2005; DIAS *et al.*, 2010), compondo cadeias alimentares definidas e bem estruturadas (ALMEIDA, 1997).

Dentre as dicotiledôneas, a família Asteraceae se apresenta como um grupo de grande eficiência na conquista de ambientes (ALMEIDA, 2008). Várias espécies dessa família ocupam regiões tropicais, subtropicais e temperadas, sendo, contudo, mais abundantes em regiões de clima árido do que em áreas de florestas tropicais úmidas (BARROSO, 1986).

Considerada cosmopolita e com muitos gêneros de ocorrência nos campos altos da Cadeia do Espinhaço (BARROSO, 1986), a família Asteraceae apresenta-se como um grupo vegetal que possui relevância nos levantamentos botânicos, uma vez que, em grande parte dos estudos florísticos realizados no Brasil, aproximadamente 10% das espécies descritas são representantes dessa família (HEIDEN *et al.*, 2007) e apresentam elevada riqueza e abundância, o que facilita estudos comparativos de diversidade em diferentes escalas geográficas (FONSECA *et al.*, 2005).

No Brasil, a família Asteraceae é representada por aproximadamente 180 gêneros (BARROSO, 1986), dos quais se destaca o gênero *Baccharis*, que apresenta importância ecológica e econômica, sendo muito útil no combate à erosão e à recuperação de áreas degradadas (FERNANDES *et al.*, 2007). Além disso, apresenta potencial para indústria farmacêutica e alimentícia, sendo utilizado na produção de derivados para vários produtos químicos e na produção de mel de excelente qualidade (BUDEL, DUARTE & SANTOS, 2005; VERDI, BRIGHENTE & PIZZOLATTI, 2005).

O gênero *Baccharis* é representado por plantas dióicas, com alturas variando entre 0,4m a 4m e, portanto, apresenta-se com porte subarbóreo a arbóreo, com alguns representantes herbáceos (NAKAJIMA, 2000; ALMEIDA, 2008; BORGES & FORZZA, 2008). Dentre as espécies do gênero, destaca-se *Baccharis platypoda* DC., que é considerado um arbusto com ocorrência em alguns países da América do Sul. No Brasil, é encontrado entre os estados da Bahia e São Paulo, sendo facilmente observado em afloramentos rochosos, campos e bordas de matas ciliares. A espécie possui dimorfismo

entre plantas masculinas e femininas quanto ao tamanho e organização da inflorescência, sendo observado apenas no seu período reprodutivo (BORGES & FORZZA, 2008).

Assim, torna-se necessário compreender aspectos restritos sobre a autoecologia do arbusto *B. platypoda* a partir de estudos sobre o modo como a espécie ocupa seu espaço, o ciclo de vida e formas de ataque de herbívoros às inflorescências da espécie.

Este estudo objetivou, portanto, fornecer dados básicos sobre a autoecologia de populações de *B. platypoda* localizada à margem do Córrego do Soberbo, no Campus JK, pertencente à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, a fim de compreender o papel da espécie na dinâmica de processos ecológicos como distribuição espacial, fenologia e herbivoria.

O presente trabalho compreendeu três capítulos estruturados como artigos científicos e formatados segundo o manual de normalização da instituição para apresentação de trabalhos científicos. O primeiro capítulo – “Influência do sexo e idade na determinação do padrão espacial de *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae)”, objetivou avaliar o padrão espacial de uma população quanto à idade e ao sexo dos indivíduos. O segundo capítulo, denominado “Estratégias fenológicas como resposta ao sistema sexual dióico de *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae)”, buscou compreender a fenologia reprodutiva e vegetativa da espécie, associando as estratégias reprodutivas ao sistema sexual dióico e às variações sazonais características do ambiente. E por último, o terceiro capítulo, “Padrão de ataque de insetos endófagos associados a capítulos de *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae)” teve como objetivo a descrição dos padrões de ataque de insetos endófagos sobre inflorescências de diferentes estágios fenológicos e sexo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. **Padrões de co-ocorrência em insetos endófagos associados a capítulos de *Trichogoniopsis adenantha* (DC) (Asteraceae)**. Campinas: UNICAMP, 1997. 449 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas/Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 1997.

ALMEIDA, G. S. S. **Asteraceae Dumont. nos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil**. Viçosa: UFV, 2008. 125 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Botânica, Universidade de Viçosa, 2008.

- BARROSO, G. M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil, vol. 3**. Viçosa: UFV, 1986.
- BORGES, R. A. X.; FORZZA, R. C. A tribo Astereae (Asteraceae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica**, v. 26, n. 2, p. 131-154, 2008.
- BUDEL, J. M.; DUARTE, M. R.; SANTOS, C. A. M. Caracteres morfo-anatômicos de *Baccharis gaudichaudiana* DC., Asteraceae. **Acta Farmacéutica Bonaerense**, v. 22, n. 4, p. 313-320, 2003.
- DIAS, A. T.; TRIGO, J. R.; LEWINSOHN, T. M. Bottom-up effects on a plant-endophage-parasitoid system: the role of flower-head size and chemistry. **Austral Ecology**, v. 35, p. 104-115, 2010.
- FONSECA, C. R.; PRADO, P. I.; ALMEIDA-NETO, M.; KUBOTA, U.; LEWINSOHN, T. M. Flower-heads, herbivores, and their parasitoids: food web structure along a fertility gradient. **Ecological Entomology**, v. 30, p. 36-46, 2005.
- HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; WASUM, R. A.; SCUR, L.; SARTORI, M. A família Asteraceae em São Mateus do Sul, Paraná. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 249-251, 2007.
- NAKAJIMA, J. N. **A família Asteraceae no Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil – volume I**. Campinas: UNICAMP, 2000. 449 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2000.
- OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. E RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora – volume 1**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2008. cap. 9, p. 273-290.
- PRADO, P. I. K. L.; LEWINSOHN, T. M. Associações inseto-planta no nível local e regional: Tephritidae e Vernoniae na Serra do Espinhaço. In: MARTINS, R. P.; LEWINSOHN, T. M.; BARBEITOS, M. S. (Org.). **Ecologia e comportamento de insetos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. 8**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. 2000. p. 405-422.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E.. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328 p.
- ROMERO, G. Q.; VASCONCELOS NETO, J. Flowering phenology, seed set and arthropod guilds in *Trichogoniopsis adenantha* (DC) (Asteraceae) in south-east Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 1, p. 171-178, 2005.

TANNUS, J. L. S.; ASSIS, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina – SP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 3, 2006. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>.

VERDI, L. G.; BRIGHENTE, I. M.; PIZZOLATTI, M. G. Gênero *Baccharis* (Asteraceae): aspectos químicos, econômicos e biológicos. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 85-94, 2005.

## 2 CAPÍTULOS

### **CAPÍTULO I - INFLUÊNCIA DO SEXO E IDADE NA DETERMINAÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DE *Baccharis platypoda* DC. (ASTERACEAE).**

**RESUMO:** A distribuição espacial de populações vegetais é um parâmetro importante para o entendimento da ecologia da espécie e o modo como indivíduos de diferentes fases de desenvolvimento e sexos se distribuem torna-se fator relevante para o conhecimento acerca de sua história natural, definindo estratégias de conservação tanto para a espécie estudada como para o bioma a que pertence. O estudo objetivou a avaliação do padrão espacial de populações de *Baccharis platypoda* DC., procurando observar se indivíduos jovens e adultos apresentam o mesmo padrão espacial e se indivíduos masculinos e femininos possuem padrões semelhantes, além de verificar se há interação espacial entre os indivíduos jovens e adultos.

A amostragem foi realizada em três áreas próximas ao Córrego do Soberbo, no Campus JK, pertencente à UFVJM, onde todos os indivíduos da espécie estudada com altura  $\geq 30$  cm foram mapeados por meio das coordenadas x e y e identificados quanto ao sexo. O padrão espacial foi determinado por meio da Função K de Ripley univariada e bivariada e a distribuição das frequências de indivíduos de cada sexo foram verificadas pelo teste de qui-quadrado. Para verificar se havia diferenças de umidade do solo entre os indivíduos de diferentes sexos, foram medidos os teores de umidade do solo ao redor de indivíduos da espécie e realizadas ANOVA e teste *t*. As populações das áreas A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> apresentaram um padrão espacial agregado, tendendo ao aleatório ou uniforme de acordo com a escala de observação. A população da área A<sub>3</sub> apresentou padrão agregado em escala de 20 m, tornando-se aleatório em escalas maiores. Adultos femininos e masculinos apresentaram padrão agregado em escalas menores (entre 15 m e 20 m), tornando-se aleatório e/ou uniforme a partir de 20 m; jovens apresentaram padrão agregado em todas as áreas. As interações entre os indivíduos de ambos os sexos e jovens apresentou independência espacial em relação à distribuição espacial. *B. platypoda* apresentou padrão agregado, tendendo ao aleatório e jovens demonstraram o padrão agregado em escalas diferentes que o apresentado para adultos; indivíduos femininos e masculinos apresentaram padrões semelhantes dentro dos ambientes aonde ocorrem e a independência espacial ocorreu entre todos os indivíduos da população.

**Palavras-chaves:** Asteraceae, dioiccia, umidade do solo, função K de Ripley.

**ABSTRACT:** The vegetal populations spatial distribution is an important parameter to understand the species ecology and the way organisms of different development, and gender phases is distributed becomes a relevant factor for the knowledge about its natural history, defining conservation strategies for the studied species and also for the biome it is part of. The study objectified the analysis of the *Baccharis platypoda* DC. populations spatial pattern for watching whether young and adult organisms present the same spatial pattern and whether or not male and female organisms have similar patterns, besides verifying a real spatial interaction between young and adult organisms. The sampling took place in three areas by the Soberbo Stream at UFVJM JK Campus, where all the species organisms with 30 cm height and over were mapped through the X and Y reference point and identified according to gender. The spatial pattern was determined by means of Ripley's K function univariate and bivariate besides having each organism gender frequency distribution verified through chi-square test. In order to verify different soil moisture among organisms of different genders, soil moisture proportions around the species organisms were measured and ANOVA and test were carried out. The populations on the A<sub>1</sub> and A<sub>2</sub> areas presented aggregate spatial pattern, tending to random or regular according to observation scale. The A<sub>3</sub> area population presented aggregate pattern in a scale of 20 m, turning out to random in bigger scales. Both male and female adults presented aggregate pattern on smaller scales, between 15 and 20 m, turning out to random and/or regular from 20 m on. The young ones presented aggregate pattern on all of the areas. The interactions among organisms of both genders presented spatial independence in relation to spatial distribution. *B. platypoda* presented aggregate pattern, tending to random, and the young ones presented aggregate scales different from the pattern showed by the adults organisms. Male and female organisms presented similar patterns in the environments where they occurred and spatial independence occurred among all the population organisms.

**KEY WORDS:** Asteraceae, dioecy, soil moisture, Ripley's K function.

## INTRODUÇÃO

A compreensão da origem e dos fatores condicionantes dos padrões de distribuição espacial de uma espécie vegetal fornece importantes contribuições no entendimento dos processos de dispersão, herbivoria, reprodução e o modo pelo qual os indivíduos competem por recursos ofertados pelo ambiente (BAROT, GIGNOUX & MENAUT, 1999; CONDIT *et al.*, 2000; FORTIN, DALE & HOEF, 2002). Assim, processos ecológicos podem apresentar diferentes amplitudes de acordo com a escala espacial de atuação (FORTIN, DALE & HOEF, 2002).

O modo como os indivíduos de uma espécie estão distribuídos no espaço demonstra comportamentos e habilidades das espécies em colonizar ambientes propícios ao seu desenvolvimento, podendo apresentar uma distribuição agregada, aleatória ou uniforme (BAROT, GIGNOUX & MENAUT, 1999; NASCIMENTO, CARVALHO & LEÃO, 2002; LIMA-RIBEIRO & PRADO, 2007). Uma população pode apresentar sempre o mesmo padrão espacial como resposta à sua adaptação morfológica ou nutricional (SÜHS & BUDKE, 2011), ou mostrar-se dependente do habitat (LIMA-RIBEIRO & PRADO, 2007), variando o padrão de acordo com os recursos disponíveis.

Uma espécie pode apresentar padrão aleatório pela eliminação de outras espécies que estejam próximas por competição (RODE *et al.*, 2010) ou acompanhar ambientes regulares (HAY *et al.*, 2000), sendo que um indivíduo apresenta distribuição disjunta em relação aos demais da população (WARD, PARKER & FERRANDINO, 1996). O contrário ocorre no padrão agregado, em que os indivíduos de uma população se fixam em manchas favoráveis ao seu desenvolvimento (WARD, PARKER & FERRANDINO, 1996; BAROT, GIGNOUX & MENAUT, 1999; HAY *et al.*, 2000). O padrão uniforme indica alguma forma de interação na qual há uma relação negativa como forma de competição por luz e nutrientes entre as espécies envolvidas (WARD, PARKER & FERRANDINO, 1996; HAY *et al.*, 2000).

A distribuição agregada é frequentemente observada para áreas florestais e savânicas (CONDIT *et al.*, 2000, HAY *et al.*, 2000; LIMA-RIBEIRO & PRADO, 2007). No entanto, quando são analisadas as diferentes fases da vida das espécies vegetais, tal padrão pode apresentar variação no grau de intensidade ou padrões diferentes do esperado (BAROT, GIGNOUX & MENAUT, 1999; CONDIT *et al.*, 2000; HIGUCHI *et al.*, 2010), indicando interações entre as espécies que coabitam um mesmo ambiente. Assim, o padrão agregado

diminui de intensidade ou desaparece à medida que os indivíduos se tornam adultos (NASCIMENTO, CARVALHO & LEÃO, 2002).

A distribuição espacial de populações vegetais é um parâmetro importante para o entendimento da ecologia da espécie e o modo como indivíduos de diferentes fases e sexos se distribuem torna-se fator relevante para o conhecimento acerca de sua história natural, definindo estratégias de conservação tanto para a espécie estudada como para o bioma a que pertence. Para estudo de áreas degradadas, a distribuição espacial se mostra útil na identificação de processos de regeneração (ANJOS *et al.*, 2004), ou na determinação de áreas que apresentam alguma evidência de manejo recente ou remoto (RODE *et al.*, 2010).

Assim, o estudo objetivou a avaliação do padrão espacial de uma população procurando observar: i) se indivíduos jovens e adultos apresentam o mesmo padrão espacial; ii) se indivíduos masculinos e femininos possuem padrões semelhantes; e iii) se há interação entre os indivíduos jovens e adultos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Área de estudo*

Os dados foram coletados próximo ao Córrego do Soberbo, entre os limites de 18° 11' 50,4'' S e 18° 12' 10,8'' S de latitude e 43° 33' 53,8'' W e 43° 34' 4,9'' W de longitude. A área pertence à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), localizada no município de Diamantina, Minas Gerais, sendo pertencente à porção meridional da Serra do Espinhaço (Figura 1). A vegetação se apresenta como um mosaico de formações rupestres (com vegetação arbustiva esparsa e predomínio de afloramento rochoso), rodeado por uma área de campo úmido. A vegetação sobre campo rupestre (fitofisionomia a que pertencem as áreas estudadas) aparece em manchas, onde o solo é raso e arenoso e com pouco teor de matéria orgânica (MENDONÇA FILHO, 2005; COSTA, 2005; RIBEIRO & WALTER, 2008). No período chuvoso, há formação de cursos d'água temporários que cortam a área de estudo ou acúmulo de água em pequenos reservatórios entre as rochas, formando algumas lagoas naturais temporárias.

A amostragem foi realizada em três áreas que totalizaram 11.290 m<sup>2</sup> (A<sub>1</sub>: 2.795 m<sup>2</sup>, A<sub>2</sub>: 6.251 m<sup>2</sup> e A<sub>3</sub>: 2.244 m<sup>2</sup>), sendo que sua delimitação foi realizada com base na ocorrência da espécie estudada. A área A<sub>1</sub> apresenta um ambiente predominantemente rupestre, com presença de afloramento rochoso até a margem do Córrego do Soberbo, onde ocorrem

espécies arbustivas e herbáceas fixadas sobre a rocha ou entre fendas. As poucas árvores estão localizadas à margem do córrego, formando uma pequena mata ciliar. A área A<sub>2</sub> está localizada onde há o predomínio de campos úmidos, sendo rica em espécies arbustivas e herbáceas. As espécies arbustivas encontram-se próximas à margem do córrego ou onde há acúmulo de água e matéria orgânica. A área A<sub>3</sub> é representada por um grupo de afloramentos rochosos margeado por campos úmidos. Nos afloramentos, há a presença de pequenas árvores e arbustos e nos campos úmidos há a presença de espécies herbáceas.

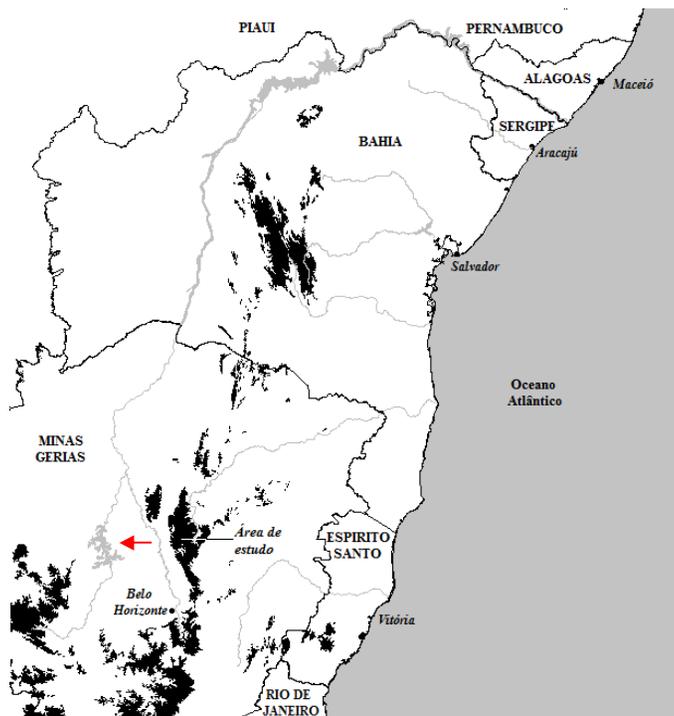
O clima na região é do tipo Cwb, de acordo com a classificação climática de Köppen, de clima temperado com inverno seco, que vai de junho a agosto, e com verão chuvoso, de novembro a março, ocorrendo períodos de transição entre abril e outubro. As temperaturas médias variam entre 18°C e 20°C, sendo registrados valores mais altos nos meses de dezembro e janeiro e mais baixos em junho e julho. No período chuvoso, a média de precipitação é de 223 mm, sendo a média anual de 1.351,22 mm (NEVES, ABREU & FRAGA, 2005).

### ***Planta estudada***

*Baccharis platypoda* DC é um arbusto dioico, pertencente à família Asteraceae, com ambos os sexos apresentando numerosos capítulos (BORGES & FORZZA, 2008), sendo que as plantas femininas possuem capítulos apicais glomerulares; as masculinas apresentam capítulos corimbiformes (BORGES & FORZZA, 2008), caracterizando um dimorfismo sexual observado no período reprodutivo.

A espécie é encontrada em fitofisionomias de campos rupestres e campos de altitude em afloramentos rochosos, ou em campos hidromórficos com solo fértil (BORGES & FORZZA, 2008). No cerrado está presente em campos abertos onde ocorrem em áreas brejosas, em solos arenosos acumulados entre rochas ou em áreas de matas ciliares (BORGES & FORZZA, 2008). O material botânico dos indivíduos masculinos e femininos foram coletados e depositados no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili (HDJF), da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

(a)



(b)



**Figura 1.** Mapa da localização das áreas de estudo onde foram amostradas populações de *Baccharis platypoda*. (a) Região da Serra do Espinhaço, nos Estados de Minas Gerais e Bahia, mostrando as áreas acima de 1.000 m e posição das áreas de estudo. (b) Localização do Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e das três áreas de estudo (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, e A<sub>3</sub>), próximas à margem do Córrego do Soberbo.

### ***Coleta de dados***

Para a análise da distribuição espacial da *B. platypoda*, todos os indivíduos com altura  $\geq 30$  cm foram mapeados por meio de coordenadas x e y através das distâncias obtidas com auxílio de uma trena. O estudo foi realizado no mês de abril de 2011, período em que as plantas estavam em fase reprodutiva, permitindo a identificação da planta quanto ao sexo, sendo classificadas como adultos masculinos ou adultos femininos e como indivíduos jovens as plantas com ausência de estruturas reprodutivas.

O padrão de distribuição espacial dos indivíduos de *B. platypoda* foi determinado por meio da Função K de Ripley univariada, sendo calculada a variância das distâncias de indivíduos ocorridos dentro de um raio determinado (BAROT, GIGNOUX & MENAUT, 1999; FORTIN, DALE & HOEF, 2002; FORTIN & DALE, 2005). Para definir o padrão espacial, foram construídos envelopes de confiança a partir de quinhentas simulações de aleatorização para a Completa Aleatoriedade Espacial (CAE= $H_0$ ). A Função K de Ripley bivariada foi testada para caracterizar as interações entre os indivíduos, determinando interações positivas ou negativas entre adultos masculinos, adultos femininos e jovens. Os envelopes de confiança de Completa Independência Espacial (CIE =  $H_0$ ) foram construídos a partir de quinhentas simulações de aleatorização.

Os dados foram analisados por meio de gráficos, nos quais o envelope de confiança representa a hipótese nula (CAE para análise univariada e CIE para a análise bivariada) (BAROT, GIGNOUX & MENAUT, 1999), indicando padrão aleatório quando a curva se encontrou entre os limites superior e inferior do envelope. Valores acima ou abaixo dos envelopes indicaram hipóteses alternativas. Para a análise univariada, valores acima do limite do envelope indicaram padrão agregado, e valores abaixo padrão uniforme para a CAE (MARQUE *et al.*, 2002; FORTIN, DALE & HOEF, 2002; FORTIN & DALE, 2005). Na análise bivariada, valores acima do envelope de confiança para a CIE indicaram atração ou associação positiva; já valores abaixo dele, repulsão ou associação negativa (ECCLES, ESLER & COWLING, 1999; FORTIN, DALE & HOEF, 2002). Foi utilizado o programa R versão 2.11.1, pacote Splancs, para as análises univariada e bivariada da Função K de Ripley (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2004; ROWLINGSON & DIGGLE, 2004).

Para verificar se a distribuição das frequências de indivíduos nas classes adultos masculinos, adultos femininos e juvenis era independente da área, foi aplicado o teste de qui-quadrado para tabelas de contingência (ZAR, 2010). Essa análise permitiu verificar se o padrão representou uma característica do ambiente ou um padrão para a espécie.

A fim de verificar a relação entre a distribuição espacial com variáveis ambientais, foram coletados dados de umidade do solo na camada superficial (0-10 cm) em torno de indivíduos masculinos e femininos de *B. platypoda*, distribuídos nas três áreas de estudo, totalizando sessenta pontos amostrados. Em cada ponto, foram anotadas as seguintes informações: sexo do indivíduo e o valor de umidade do solo. Para medição do teor de água foi utilizado o sensor de capacitância modelo ML2x Theta probe (Delta-T Devices Ltd., Cambridge, Reino Unido), sendo que a calibração seguiu as instruções do fabricante de acordo com o tipo de solo (DELTA-T DEVICES, 1999). Essa determinação foi realizada após o encerramento da estação chuvosa na região. As diferenças de umidade do solo entre os indivíduos de sexo diferente foram avaliadas por Análises de Variância e testes *t* de Student para dados independentes (ZAR, 2010). Foi utilizado o programa STATISTICA, versão 10 (STATSOFT, 2012).

## RESULTADOS

Foram amostrados 572 indivíduos de *B. platypoda*, sendo 129 indivíduos adultos femininos, 70 adultos masculinos e 373 jovens. A área A<sub>2</sub> apresentou maior número de indivíduos, com 303 plantas, seguida pelas áreas A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>, com 184 e 85 indivíduos, respectivamente. No entanto, quando se avaliou a densidade populacional, a área A<sub>1</sub> apresentou maior valor (0,0658 ind./ha), seguida pela área A<sub>2</sub> (0,0485 ind./ha) e a A<sub>3</sub> (0,0379 ind./ha).

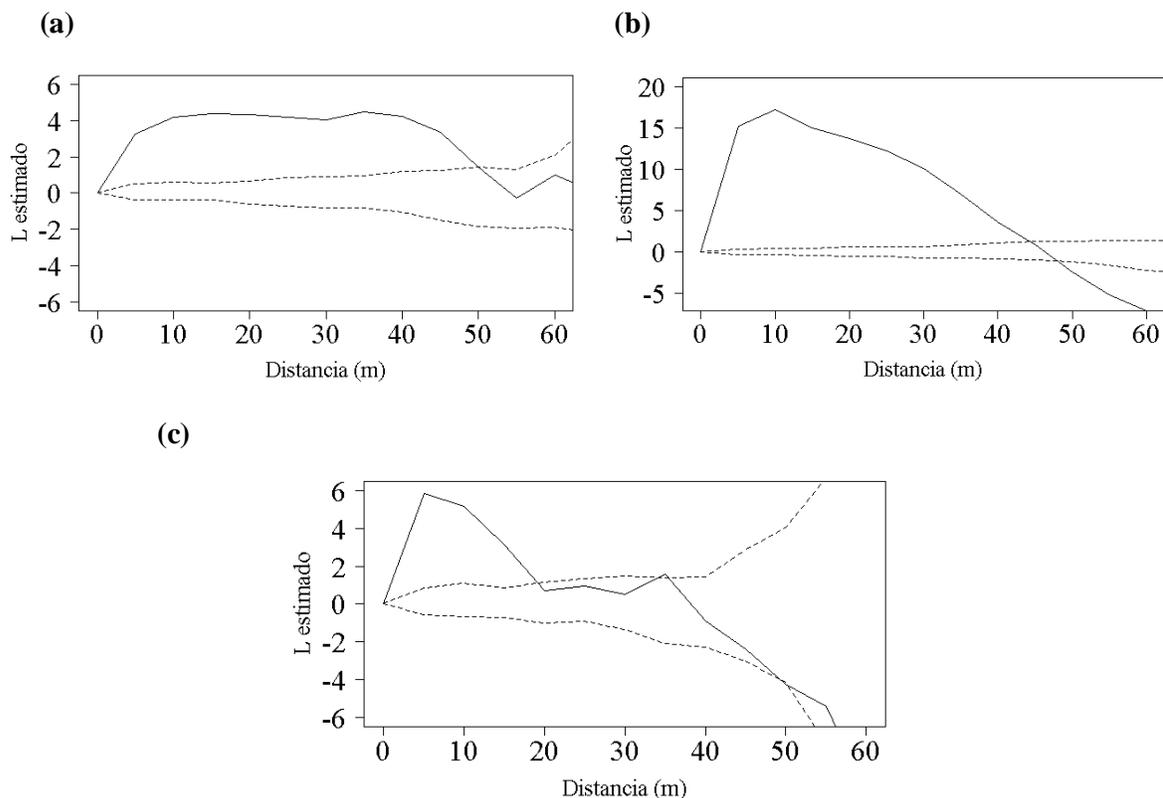
A distribuição da frequência de indivíduos de *B. platypoda* por sexo e fases de desenvolvimento (adulto e juvenil) não foi independente das áreas estudadas (Tabela 1). Adultos femininos apresentaram maior frequência na área A<sub>1</sub> em relação às demais áreas, enquanto que um elevado número de adultos masculinos em relação ao esperado foi observado para a área A<sub>3</sub>. A área A<sub>2</sub> apresentou um grande número de indivíduos jovens em relação aos adultos de ambos os sexos.

**Tabela 1.** Tabelas de contingência com as frequências observadas e esperadas (entre parênteses) de indivíduos de *Baccharis platypoda*, amostrados em três áreas próximas ao Córrego do Soberbo, Diamantina (MG), em abril de 2011. Os resultados dos testes de qui-quadrado ( $x^2$ ) e teste de significância ( $p \leq 0,05$ ) são fornecidos para área (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub>) e por sexo e idade.

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	$x^2$	$p$
Adultos Masculinos	16 (22,52)	27 (37,08)	27 (10,4)	1,612,885	< <b>0,0001</b>
Adultos Femininos	80 (41,5)	26 (68,33)	23 (19,17)	2,497,402	< <b>0,0001</b>
Jovens	88 (119,99)	250 (197,59)	35 (55,43)	874,896	< <b>0,0001</b>
$x^2$	44,675	417,261	32,656		
$p$	< <b>0,0001</b>	< <b>0,0001</b>	< <b>0,0001</b>		

Os valores de umidade do solo diferiram significativamente entre os indivíduos de sexo diferentes ( $t = 2,68$ ,  $p < 0,05$ ), indicando que há diferenças no grau de umidade do solo em que ocorrem indivíduos masculinos e femininos. Os indivíduos masculinos ocorreram preferencialmente nos habitats mais úmidos (18,62% de umidade do solo), enquanto que os femininos, nos mais secos (11,90% de umidade do solo).

As populações de *B. platypoda* das áreas A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> apresentaram um padrão espacial predominantemente agregado, sendo que em A<sub>1</sub> houve tendência ao aleatório (Figura 2a), e em A<sub>2</sub>, um padrão uniforme a partir de uma escala de 50 m (Figuras 2b). Os indivíduos da área A<sub>3</sub> apresentaram um padrão agregado somente até uma escala de 20 m, que tornou-se aleatório em escalas maiores, apesar de estar marginalmente próximo ao agregado entre 20 e 35 m (Figura 2c).

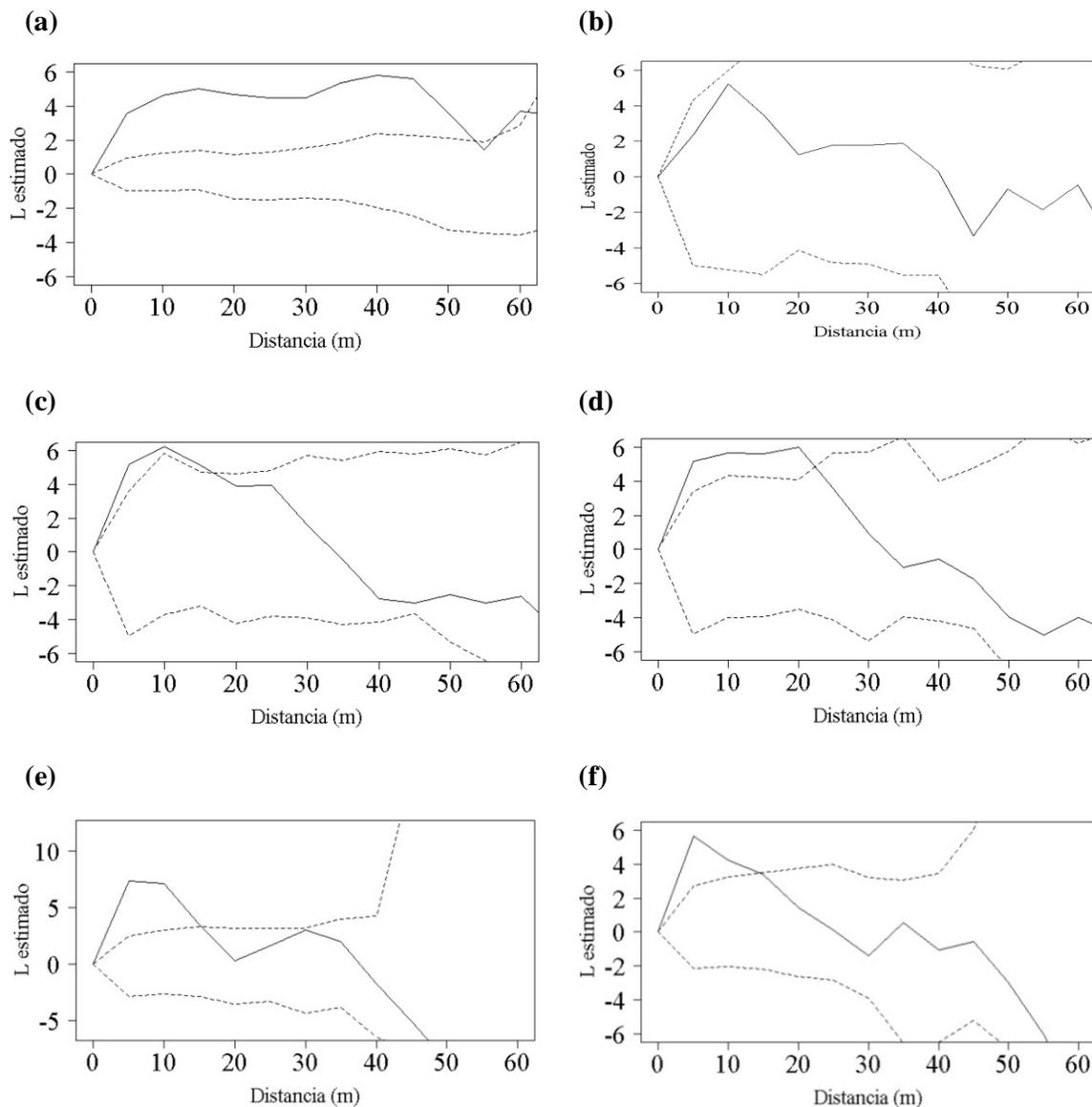


**Figura 2.** Análise univariada do padrão espacial de três populações de *Baccharis platypoda* DC. localizadas às margens do Córrego Soberbo, em Diamantina (MG), determinado pela Função K de Ripley (L estimado). As linhas pontilhadas representam o envelope de confiança que limita a área determinante do padrão aleatório, as linhas contínuas acima do envelope representam padrão espacial agregado e abaixo representam o padrão uniforme para as populações das áreas A<sub>1</sub> (a), A<sub>2</sub> (b) e A<sub>3</sub> (c).

Considerando a distribuição espacial das plantas masculinas e femininas, cada área apresentou padrões e escalas distintas. Na área A<sub>1</sub>, plantas masculinas e femininas apresentaram padrão aleatório (Figura 3a-b), enquanto que na área A<sub>2</sub>, plantas masculinas e femininas apresentaram-se agregadas até uma escala de aproximadamente 20 m e aleatória a partir dessa distância (Figura 3c-d). Para a área A<sub>3</sub>, tanto as plantas masculinas quanto as femininas apresentaram um padrão agregado para uma escala em torno de 15 m, tornando-se aleatória em escalas maiores (Figura 3e-f).

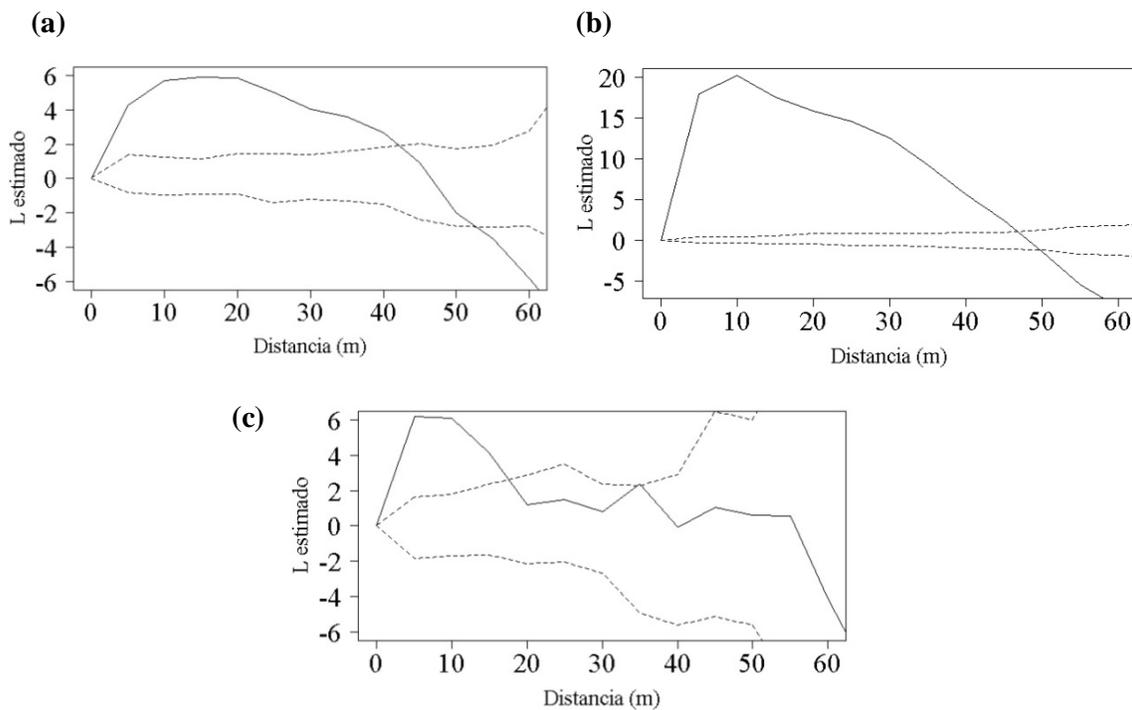
A intensidade do padrão de agregação para indivíduos masculinos e femininos apresentou leves variações nas áreas A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub>. Para a área A<sub>2</sub>, os indivíduos masculinos e femininos apresentaram menor grau de agregação, observado pela proximidade da curva produzida pela Função K de Ripley em relação à margem superior do envelope de confiança

(Figura 3c-d). A área  $A_3$ , no entanto, apresentou agregação mais forte, observada pela presença de picos ocorridos na curva da distribuição espacial (Figura 3e-f).



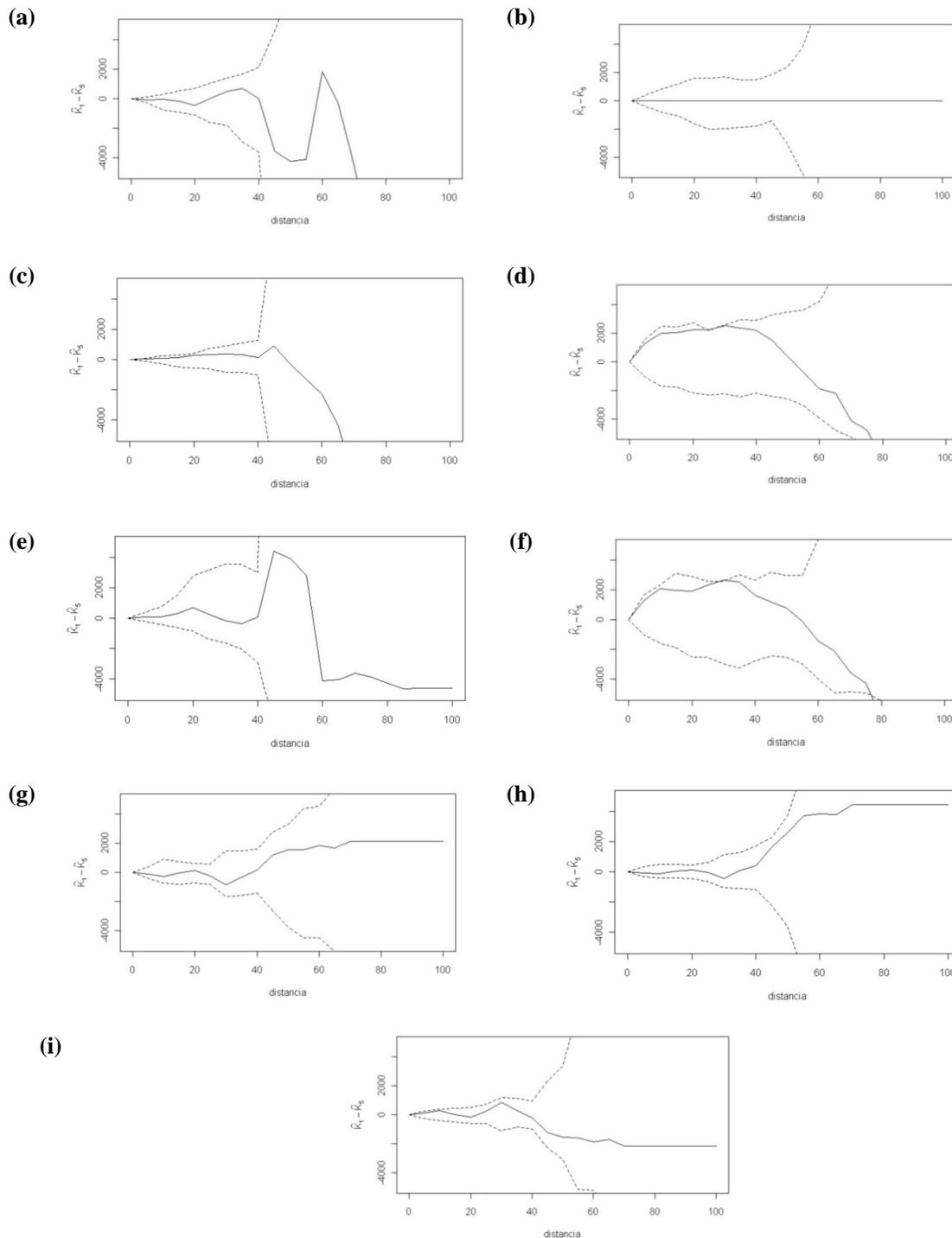
**Figura 3.** Análise univariada do padrão espacial de indivíduos de *Baccharis platypoda* localizadas às margens do Córrego Soberbo, em Diamantina (MG), determinado pela Função K de Ripley ( $L$  estimado). As linhas pontilhadas representam o envelope de confiança que limita a área determinante do padrão aleatório, as linhas contínuas acima do envelope representam padrão espacial agregado e, abaixo, representam o padrão uniforme para indivíduos adultos femininos e masculinos das áreas  $A_1$  (a-b),  $A_2$  (c-d) e  $A_3$  (e-f), respectivamente.

As plantas jovens da área  $A_1$  mostraram-se agregadas em escala até 40 m (Figura 4a) e padrão fortemente agregado para a área  $A_2$  (Figura 4b). Para a área  $A_3$ , os indivíduos jovens apresentaram um padrão agregado em escala de 15 m, aproximadamente, tornando-se aleatória em sequência (Figura 4c).



**Figura 4.** Análise univariada do padrão espacial de indivíduos jovens de *Baccharis platypoda* localizadas às margens do Córrego Soberbo, em Diamantina (MG), determinado pela Função K de Ripley (L estimado). As linhas pontilhadas representam o envelope de confiança que limita a área determinante do padrão aleatório, as linhas contínuas acima do envelope representam padrão espacial agregado e, abaixo, representam o padrão uniforme para indivíduos das áreas  $A_1$  (a),  $A_2$  (b) e  $A_3$  (c), respectivamente.

Considerando as interações entre os indivíduos de ambos os sexos e jovens nas três áreas analisadas, a distribuição apresentou independência espacial (Figura 5). A presença de um indivíduo de determinado sexo não interfere na distribuição espacial de indivíduos de sexos diferentes. Contudo, para a área  $A_2$ , foi possível observar uma tendência a associação positiva entre indivíduos jovens e indivíduos masculinos e femininos em uma escala de aproximadamente 25 m e uma total independência entre os indivíduos masculinos e femininos para a mesma área (Figura 5d, 5f).



**Figura 5.** Análise bivariada para associação espacial entre indivíduos jovens, adultos masculinos e femininos de *Baccharis platypoda* localizados às margens do Córrego do Soberbo em Diamantina (MG). As linhas pontilhadas indicam o envelope de confiança que determina a completa independência espacial, de ind. (a, b, g): adultos masculinos x adultos femininos das áreas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub>, respectivamente. (c, d, h): adultos femininos x jovens das áreas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub>, respectivamente. (e, f, i): adultos masculinos x jovens das áreas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> respectivamente.

## DISCUSSÃO

A distribuição espacial das espécies vegetais poderia ser explicada pela heterogeneidade ambiental, pelas adaptações morfofisiológicas e fatores ecológicos (PALUDO *et al.*, 2009). Na distribuição espacial dos indivíduos de *B. platypoda*, a variação ambiental apresentou-se como provável fator condicionante do padrão espacial observado, uma vez que a espécie ocorreu nos campos rupestres, caracterizado pela variação no ambiente e pela ocupação das espécies em diferentes nichos.

A preferência das plantas masculinas por solos mais úmidos observados pelos testes de umidade do solo poderia ser justificada por uma maior necessidade hídrica durante o período de floração dos indivíduos masculinos em relação aos indivíduos femininos. Espécies dioicas de palmeiras apresentaram comportamento cujo estado nutricional do solo mostrou-se como fator condicionante do padrão espacial, sendo observado que plantas de sexos diferentes apresentaram preferências por solos mais ricos, onde os indivíduos masculinos ocorreram de modo mais constante, ao contrário das plantas femininas (BAROT, GIGNOUX & MENAUT, 1999).

No entanto, em estudos com *B. concina*, as plantas femininas apresentaram preferências a ambientes mais úmidos (MARQUES *et al.*, 2002). Assim, poder-se-ia sugerir que *B. platypoda* apresentaria adaptações a outros fatores como as condições nutricionais do solo e que condicionaria a ocorrência de indivíduos masculinos em solos mais úmidos e, de femininos, em solos mais drenados, sendo que estudos mais detalhados devem ser realizados com objetivo de se conhecer as necessidades hídricas e nutricionais de ambos os sexos para a espécie.

A distribuição espacial dos indivíduos masculinos demonstrou-se associada à presença de cursos d'água que surgiram no período chuvoso e que, portanto, não ocorreram de forma condensada, mas de modo aleatório no ambiente. Assim, como houve maior ocorrência de pontos de umidade nas áreas A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub>, os indivíduos masculinos apresentaram um padrão agregado em escalas menores, tornando-se aleatório para escalas maiores. Para plantas femininas, o padrão é semelhante ao encontrado para masculinas, mas provavelmente tenha ocorrido por preferências ambientais distintas, uma vez que sua ocorrência esteve condicionada à presença de afloramentos rochosos. Dessa forma, a distribuição espacial das plantas femininas mostrou uma possível dependência pelo ambiente rupestre e mais seco, estando mais dispersa nas áreas com maior extensão de afloramento rochoso, o que

caracterizou o padrão aleatório, principalmente em escalas acima de 20 m. Padrão semelhante foi observado para indivíduos de sexos diferentes de *B. concina*, em que tanto indivíduos masculinos quanto femininos apresentaram padrão espacial agregado (MARQUES *et al.*, 2002) e de *Araucaria angustifolia*, nos quais os masculinos e femininos também apresentaram padrão agregado (PALUDO *et al.*, 2009), sendo que para os indivíduos femininos, ocorreu o padrão agregado em uma escala maior do que o observado para *B. platypoda*.

Indivíduos jovens de espécies vegetais tendem a apresentar padrão inicialmente agregado pela dispersão das sementes próximas à planta-mãe e por encontrar condições ideais para se desenvolver em aglomerados (ECCLES, ESLER & COWLING, 1999; CONDIT *et al.*, 2000). À medida que os indivíduos crescem e passam a competir por recursos como luz, água e nutrientes, tornam-se mais pontuais, o que caracteriza a aleatoriedade (CONDIT *et al.*, 2000). Fatores bióticos como herbivoria e infecções podem reduzir a densidade das plantas jovens, atenuando o grau de agregação dos indivíduos (CONDIT *et al.*, 2000).

A heterogeneidade das três áreas estudadas justificou a variação do padrão espacial de acordo com a escala de observação, uma vez que as áreas não se mostraram homogêneas quanto às suas características ambientais. Essas condições provavelmente induziram as plantas a apresentarem padrões espaciais com pequenas variações. No entanto, a grande concentração de indivíduos jovens nas três áreas determinou o padrão espacial agregado para a espécie, uma vez que a dispersão de sementes próxima à planta-mãe possivelmente tenha favorecido a formação de aglomerados de indivíduos jovens. E *B. platypoda*, aparentemente, sofreu restrição na dispersão devido à grande quantidade de afloramentos rochosos nas três áreas estudadas, que atuam como bloqueios naturais para a circulação de ventos que atuariam como dispersores de sementes. O mesmo padrão foi observado para araucária (*A. angustifolia*), cuja população apresentou-se agregada, variando entre aleatório e uniforme em escalas maiores, determinado pela ocorrência de indivíduos jovens (PALUDO *et al.*, 2009). Resultados semelhantes foram encontrados para espécies arbustivas e arbóreas nas quais os indivíduos da população apresentaram padrão agregado devido à grande concentração de indivíduos jovens (BAROT, GIGNOUX & MENAUT, 1999; MARQUES *et al.*, 2002; HIGUCHI *et al.*, 2010). Em algumas situações, a dispersão de sementes não é capaz de justificar a ocorrência de um padrão agregado para indivíduos jovens, sendo, no entanto, responsável pela determinação do padrão da população (ECCLES, ESLER & COWLING, 1999).

A independência espacial das plantas masculinas e femininas observada para *B. platypoda* poderia ser explicada pelas preferências ambientais distintas de cada sexo, sendo os

indivíduos masculinos relacionados às fontes de água, e os femininos, aos afloramentos rochosos. Desse modo, não haveria competição entre os indivíduos por recursos do ambiente, assim como não foi apresentado padrão de associação ou dependência entre si por recursos ofertados. O mesmo padrão de associação espacial foi observado para a palmeira dioica *Borassus aethiopum*, na qual houve independência espacial entre plantas masculinas e femininas, que foi justificada pela ocorrência de machos em solos mais ricos (BAROT, GIGNOUX & MENAUT, 1999).

Em estudos com populações vegetais, foi observado que há relação entre o padrão aglomerado de jovens e a presença de indivíduos que atuam como “protetores”, comumente denominados “nurse-plant”, e que fornecem condições ideais para o desenvolvimento desses indivíduos jovens (HOLMGREN, SCHEFFER & HUSTON, 1997; ECCLES, ESLER & COWLING, 1999). No entanto, para *B. platypoda*, a relação de independência entre os indivíduos jovens e as plantas femininas ou masculinas determinados pela análise bivariada descarta a possibilidade de facilitação na fixação das plantas e na determinação do padrão agregado dos jovens, mesmo vivendo em condições de stress (principalmente stress hídrico, nutritivo e calor intenso) (HOLMGREN, SCHEFFER & HUSTON, 1997; BUTTERFIELD, 2009). Condição semelhante foi observada entre espécies vegetais desérticas, como espécies de Asteraceae que, mesmo apresentando padrão agregado, não houve interação evidente entre a planta-mãe e jovens (ECCLES, ESLER & COWLING, 1999). O padrão também se repete entre indivíduos da regeneração de *A. angustifolia* e os indivíduos femininos, entre os quais não há relação entre a distribuição de ambas (PALUDO *et al.*, 2009).

A agregação entre espécies vegetais é um padrão comum para florestas tropicais e savânicas, onde os indivíduos de menor diâmetro apresentam um forte padrão agregado e, pela eliminação por competição, passam a apresentar um padrão aleatório ou uniforme (CONDIT *et al.*, 2000; NASCIMENTO, CARVALHO & LEÃO, 2002). Assim, *B. platypoda* apresentou características que seguem a distribuição espacial descrita para espécies savânicas, nas quais a população apresentou-se agregada, tendendo ao aleatório. Nesse estudo, indivíduos jovens demonstraram o padrão agregado em escalas diferentes que o apresentado para adultos. Já indivíduos adultos femininos e masculinos apresentaram características semelhantes dentro dos ambientes onde ocorreram, confirmando que indivíduos adultos em escalas maiores (acima de 40 m.) se distribuem de forma aleatória. A independência espacial se mostrou como uma constante entre todos os indivíduos da espécie, indicando que não houve associação positiva na distribuição da população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, A.; MAZZA, M. C. M.; SANTOS, A. C. M. C.; DELFINI, L. T. Análise do padrão de distribuição espacial da araucária (*Araucaria angustifolia*) em algumas áreas no Estado do Paraná, utilizando a função K de Ripley. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 38-45, 2004.

BAROT, S., GIGNOUX, J.; MENAUT, J.C. Demography of a savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analyses. **Ecology**, v. 80, n. 6, p. 1987-2005, 1999.

BORGES, R. A. X.; FORZZA, R. C. A tribo Astereae (Asteraceae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica**, v. 26, n. 2, p. 131-154, 2008.

BUTTERFIELD, B. Effects of facilitation on community stability and dynamics: synthesis and future directions. **Journal of Ecology**, n. 97, p. 1192-12011, 2009.

CONDIT, R.; ASHTON, P. S.; BAKER, P.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; GUNATILLEKE, S.; GUNATILLEKE, N.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B.; ITOH, A.; LAFRANKIE, J. V.; LEE, H. S.; LOSOS, E.; MANOKARAN, N.; SUKUMAR, R.; YAMAKURA, T. Spatial pattern in the distribution of tropical tree species. **Science**, v. 288, p. 1414-1418, 2000.

COSTA, F. N. Campos rupestres. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F; ABREU, P. A. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambiente**. Belo Horizonte: O lutador, 2005. cap. 7, p. 139-145.

DELTA  $\Delta$ T DEVICES. ThetaProbe soil moisture sensor – ML2x: user manual. Cambridge: Delta $\Delta$ T Devices, 1999.

ECCLES, N. S., ESLER, K. J.; COWLING, R. M. Spatial pattern analysis in Namaqualand desert plant communities: evidence for general positive interactions. **Plant Ecology**, v. 142, p. 71-85, 1999.

FORTIN, M-J. & DALE, M. **Spatial Analysis: a guide for ecologists**. New York: Cambridge University Press, 2005.

FORTIN, M-J., DALE, M. R. T.; HOEF, J. V. Spatial analysis in ecology. **Encyclopedia of Environmetrics**. v. 4, p. 2051-2058, 2002

HAY, J. D.; BIZERRIL, M. X.; COURO, A. M.; COSTA, E. M. N.; FERREIRA, A. A.; GASTAL, M. L. A.; JUNIOR, C. D. G.; MANZAN, D. J.; MARTINS, C. R.; MONTEIRO, J.

M. G.; OLIVEIRA, S. A.; RODRIGUES, M. C. M.; SEYFFARTH, J. A. S.; WALTER, B. M. T. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 3, p. 341-347, 2000.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; LOUZADA, J. N. C.; MACHADO, E. L. M. Spatial patterns of a tropical tree species growing under an eucalyptus plantation in South-East Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 2, p. 271-277, 2010.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; PIFANO, D. S. Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de *Miconia spp.* RUIZ & PAV. (MELASTOMATACEAE). **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 381-389, 2011.

HOLMGREN, M.; SCHEFFER, M. & HUSTON, M. A. The interplay of facilitation and competition in plant communities. **Ecology**, v. 78, n.7, p. 1966-1975, 1997.

LIMA-RIBEIRO, M. S.; PRADO, E. C. Distribuição espacial de uma população de *Vernonia aurea* MART. ex DC. (Asteraceae) em um fragmento de cerradão no município de Caiapônia, GO, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 81-89, 2007.

MARQUES, A. R.; FERNANDES, G. W.; REIS, I. A.; ASSUNÇÃO, R. M. Distribution of adult male and female *Baccharis concinna* (Asteraceae) in the rupestrian fields of Serra do Cipó, Brazil. **Plant Biology**, n. 4, p. 94-103, 2002.

MENDONÇA FILHO, C.V. Vegetação. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambiente**. Belo Horizonte: O lutador, 2005. cap. 6, p. 121-135.

NASCIMENTO, N. A.; CARVALHO, J. O. P.; LEÃO, N. V. M. Distribuição espacial de espécies arbóreas relacionados ao manejo de florestas naturais. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 37, p. 175-194, 2002.

NEVES, S. C., ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. Fisiografia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambiente**. Belo Horizonte: O lutador, 2005. cap. 2, p. 47-58.

PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; KLAUBERG, C.; REIS, M. S. Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), na Reserva Genética Florestal de Caçador, estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1109-112, 2009.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2010.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora – volume 1**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2008. cap. 6, p. 151-212.

RODE, R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F. Análise do padrão espacial de espécies e de grupos florísticos estabelecidos em um povoamento de *Araucaria angustifolia* e em uma Floresta Ombrófila Mista no Centro-sul do Paraná. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 255-268, 2010.

ROWLINGSON, B.; DIGGLE, P. *Splancs: spatial and space-time point pattern analysis*. Austria: R Development Core Team, 2004.

STATSOFT, INC. **Electronic Statistics Textbook**. Tulsa, OK: StatSoft. WEB: <http://www.statsoft.com/textbook/>, 2012.

SÜHS, R. B.; BUDKE, J. C. Spatial distribution, association patterns and richness of tree species in a seasonal forest from the Serra Geral formation, southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 605-617, 2011.

WARD, J. S., PARKER, G. R.; FERRANDINO, F. J. Long-term spatial dynamics in an old-growth deciduous forest. **Forest Ecology and Management**, n. 3, p. 189-202, 1996.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5. ed. New Jersey : Upper Saddle River, 2010.

## **CAPÍTULO II - ESTRATÉGIAS FENOLÓGICAS COMO RESPOSTA AO SISTEMA SEXUAL DIOICO DE *Baccharis platypoda* DC. (ASTERACEAE).**

**RESUMO:** O estudo de estratégias fenológicas pode gerar informações acerca das respostas das plantas às mudanças climáticas e sobre a ecologia de ecossistemas. Espécies dioicas apresentam distinção entre os sexos quanto às exigências nutricionais necessárias para o crescimento e reprodução, compreendendo fatores determinantes na variação entre os padrões das fenofases reprodutivas. O estudo teve como objetivo compreender a fenologia reprodutiva e vegetativa da espécie dioica *Baccharis platypoda* DC, associando as estratégias reprodutivas ao sistema sexual e às variações sazonais características do ambiente. O estudo foi realizado próximo ao Córrego do Soberbo, pertencente à UFVJM. Foram observadas as características fenológicas de trinta plantas, no período de set/2010 a set/2011. Foram utilizados dados meteorológicos de precipitação, temperatura, umidade e insolação para o período de estudo. O padrão fenológico foi determinado pelo método de intensidade de Fournier, correlação de Spearman e análise circular. As fenofases reprodutivas tiveram início no mês de fevereiro, com a formação de botões florais e emergência de flores imaturas, com declínio a partir do mês de julho e encerramento entre setembro e outubro, enquanto que as fenofases vegetativas apresentaram variações de intensidade ao longo do período de estudo. As fenofases vegetativas das plantas de ambos os sexos apresentam baixo padrão sazonal, enquanto que as fenofases reprodutivas (floração e frutificação) apresentaram forte sazonalidade. Foi observada a existência de correlações positivas entre plantas femininas e masculinas para as fenofases reprodutivas de botões florais, flores imaturas e maduras e para as fenofases vegetativas de folhas maduras, queda de folhas e brotamento. Desse modo, a espécie *B. platypoda* apresenta pequenas variações nas estratégias fenológicas de indivíduos masculinos e femininos, principalmente na duração das fenofases reprodutivas e no crescimento vegetativo para alocação de recursos. A fenologia reprodutiva da espécie está associada a algumas variáveis ambientais (precipitação e temperatura), principalmente para as fenofases de frutificação, enquanto que a fenologia vegetativa, de modo geral, está mais associada à fenologia reprodutiva das espécies.

**Palavras-chave:** fenologia reprodutiva, fenologia vegetativa, dioicia.

**ABSTRACT:** The study of phenological strategies may produce information about the plants responses to weather changes and ecosystem ecology. Dioecious species present gender distinction as to the necessary nutritional demands for growth and reproduction comprising determinant factors in the variation among the reproductive phenophases. This study had as its aim understand the reproductive and vegetative phenology of the dioecious species *Baccharis platypoda* DC, associating the reproductive strategies to the sexual system and seasonal environment typical variations. The study was held by the Soberbo Stream, belonging to UFVJM. The phenological characteristics of 30 plants were observed during September, 2010 to September, 2012. Meteorological data of precipitation, temperature, moisture, and insolation was used during the study. The phenological pattern was determined by Fournier's intensity method, Spearman's correlation, and circular analysis. The reproductive phenophases were started in February with the floral buds formation and unformed flowers going into a decline in July and enclosure time between September and October, while the vegetative phenophases presented intensity variation throughout the study. The plants vegetative phenophases for both genders presented weak seasonal pattern, while the reproductive phenophases, blooming and fruitage, presented solid seasonality. The existence of positive correlations among the male and female plants was clear for the floral buds reproductive phenophases, unformed and formed flowers, and vegetative phenophases with formed leaves, leaves fall and budding. Thus, the *B. platypoda* species presents small variations in the phenological strategies for male and female organisms, especially in the duration of reproductive phenophases and in the vegetative growth for resources allocation. The species reproductive phenology is associated to some environmental variations such as precipitation and temperature, mainly for fruitage phenophases, while the vegetative phenology in general is more associated to the species reproductive phenology.

**KEY WORDS:** reproductive phenology, vegetative phenology, dioecy.

## INTRODUÇÃO

A fenologia de espécies vegetais está constantemente sendo associada a variáveis ambientais na determinação dos eventos reprodutivos e vegetativos (DIAS & OLIVEIRA-FILHO, 1996; BATALHA, ARAGAKI & MANTOVANI, 1997; LENZA & KLINK, 2006; TOOKE & BATTEY, 2010; TORRES & GALETTO, 2011; SEGHERI *et al.*, 2012).

As espécies vegetais têm a capacidade de revelar padrões fenológicos nos quais os ciclos vegetativos e reprodutivos demonstram dependência dos fatores ambientais, sendo observado um periodismo, principalmente em áreas de clima com estações seca e úmida bem definidas (BATALHA, ARAGAKI & MANTOVANI, 1997; TANNUS & MORELLATO, 2006). Isso demonstra adaptação das espécies ao relacionar o ciclo de vida e o sucesso reprodutivo à disponibilidade de recursos no tempo e espaço, evitando a competição e proporcionando o uso de recursos de forma mais eficiente (LENZA & KLINK, 2006; OLIVEIRA, 2008). No entanto, as diversas estratégias fenológicas podem ser relacionadas às interações ecológicas, filogenéticas e à estrutura das comunidades, estando a sazonalidade associada apenas à necessidade de alocação de recursos em períodos específicos do ciclo reprodutivo (OLIVEIRA, 2008; TORRES & GALETTO, 2011).

O estudo de estratégias fenológicas pode gerar informações acerca das respostas das plantas às mudanças climáticas e sobre a ecologia de ecossistemas (SINGH & KUSHWAHA, 2006; TOOKE & BATTEY, 2010). Contudo, grande parte dos estudos se concentra na fenologia de comunidades vegetais (MORELLATO *et al.*, 2000; LENZA & KLINK, 2006; SEGHERI *et al.*, 2012). Estudos de padrões fenológicos de espécies dioicas são descritos para espécies arbóreas (BULLOCK & BAWA, 1981; BULLOCK, BEACH & BAWA, 1983; THOMAS & LAFRANKIE, 1993; SINGH & KUSHWAHA, 2006) ou sobre a alocação de recursos por indivíduos de diferentes sexos (SUTHERLAND & DELPH, 1984).

As espécies dioicas apresentam distinção entre os sexos quanto às exigências nutricionais necessárias ao crescimento e reprodução (BAWA, 1980). Plantas femininas podem apresentar variações na qualidade da floração pela sensibilidade às variações ambientais pontuais (THOMAS & LAFRANKIE, 1993), demonstrando que há diferenças na alocação de recursos por indivíduos masculinos e femininos (BULLOCK, BEACH & BAWA, 1983; THOMAS & LAFRANKIE, 1993). Diferenças sexuais no ciclo reprodutivo podem ser respostas evolutivas ao sucesso reprodutivo na busca pelo sexo oposto (GRANT, 1995). Essas diferenças representam fatores determinantes na variação entre os padrões das

fenofases reprodutivas para espécies dioicas (LENZA & OLIVEIRA, 2005; 2006; AMORIM & OLIVEIRA, 2006), sendo resultados de adaptações das plantas de diferentes sexos às condições ambientais que favoreçam a polinização (SUTHERLAND & DELPH, 1984; LENZA & OLIVEIRA, 2005; 2006) como maior período de floração e diferenças na quantidade de flores em disposição aos polinizadores (BAWA, 1980; BULLOCK & BAWA, 1981; THOMAS & LAFRANKIE, 1993).

O estudo da fenologia de populações de espécies dioicas apresenta uma fonte de estudos sobre a segregação espacial e temporal dos ciclos reprodutivos e vegetativos de indivíduos de diferentes sexos em relação às demais populações vegetais, garantindo o sucesso reprodutivo das espécies na competição por recursos. Considerando que espécies dioicas representam cerca de  $\frac{1}{4}$  de todas as formas de vida e que esses valores podem ser maiores em táxons ainda pouco estudados (BAWA, 1980), faz-se necessário correlacionar os padrões fenológicos entre os sexos de espécies vegetais sob variações ambientais sazonais.

Assim, o presente estudo teve como objetivo descrever a fenologia reprodutiva e vegetativa de *Baccharis platypoda*, associando as estratégias reprodutivas ao sistema sexual dioico da espécie e às variações sazonais características do ambiente. Neste sentido, procurou-se responder às seguintes questões: i) a espécie apresenta estratégias fenológicas diferentes entre os sexos? e ii) as fenofases apresentam correlação com a sazonalidade climática?

## MATERIAIS E MÉTODOS

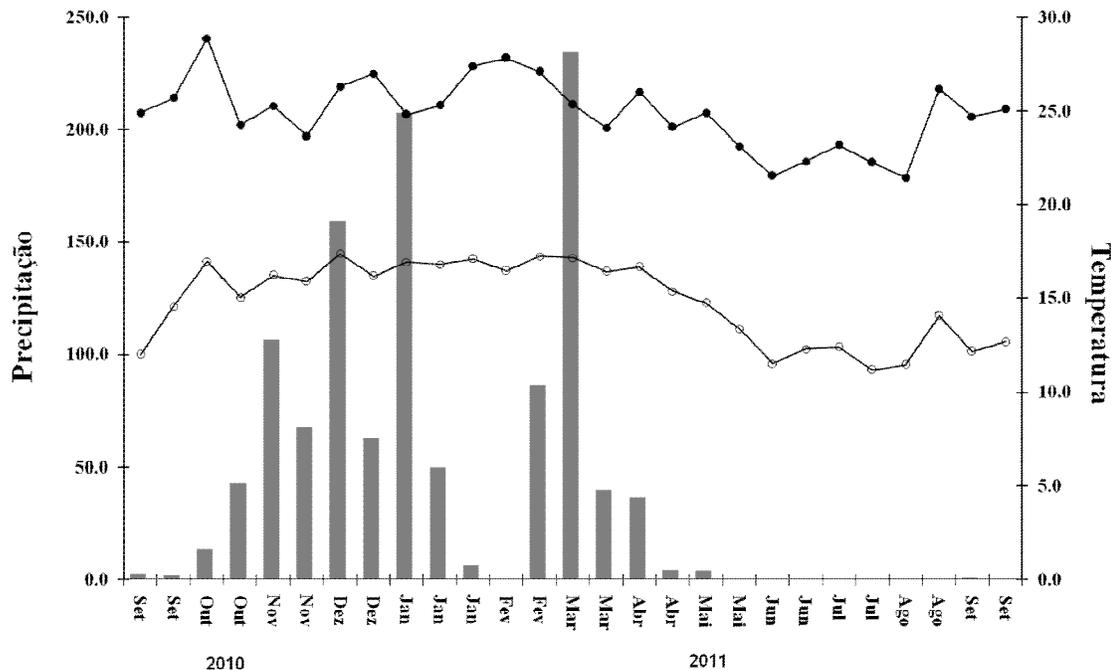
### *Área de estudo*

O estudo foi realizado próximo ao Córrego do Soberbo, entre os limites de 18° 11' 50,4'' S e 18° 12' 10,8'' S de latitude e 43° 33' 53,8'' W e 43° 34' 4,9'' W de longitude, no Campus JK, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), localizado no município de Diamantina, Minas Gerais, pertencente à porção meridional da Serra do Espinhaço.

A área apresenta um mosaico de formações rupestres e campos úmidos. A vegetação sobre campo rupestre aparece em manchas, onde o solo é raso e arenoso, com pouco teor de matéria orgânica (COSTA, 2005; MENDONÇA FILHO, 2005; RIBEIRO & WALTER, 2008) e a vegetação de campo úmido está sujeita a alagamentos no período chuvoso que, ao longo da estação seca, vai sendo drenado (RIBEIRO & WALTER, 2008).

O clima na região é do tipo Cwb, de acordo com a classificação climática de Köppen, apresentando inverno seco, de junho a agosto, e verão chuvoso, de novembro a março, o que caracteriza um clima temperado, com períodos de transição entre abril e outubro. No período chuvoso, a média de precipitação é de 216,34 mm, sendo a média anual de 1404,7 mm (INMET). O clima na região apresenta temperaturas médias entre 18°C e 20°C, sendo registradas temperaturas mais elevadas, nos meses de dezembro e janeiro, e temperaturas mais baixas, em junho e julho (NEVES, ABREU & FRAGA, 2005).

Durante o período de observação da fenologia, os meses de novembro e dezembro de 2010 e março de 2011 apresentaram maior nível de precipitação que o observado para os anos anteriores, sendo os meses de março a setembro de 2011 os mais secos (INMET) (Figura 1).



**Figura 1.** Valores para precipitação (barras verticais) e temperaturas máxima (—●—) e mínima (—○—) para o período de setembro/2010 a setembro/2011, em que foi observada a fenologia de populações de *Baccharis platypoda* DC. localizadas próximas ao Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais.

### **Planta estudada**

*Baccharis platypoda* DC. é um arbusto dioico pertencente à família Asteraceae, com altura entre 1 m e 2,5 m, com ambos os sexos apresentando numerosas inflorescências organizadas em capítulos (BORGES & FORZZA, 2008). Plantas femininas apresentam capítulos apicais glomerulares, e plantas masculinas apresentam capítulos corimbiformes

(BORGES & FORZZA, 2008), caracterizando um dimorfismo sexual entre indivíduos masculinos e femininos no período reprodutivo.

As plantas masculinas apresentam, durante o período reprodutivo, uma intensa produção de flores com estiletos amarelos, que compõem, em conjunto com a liberação de odores, uma estrutura atraente para uma variedade de insetos. Já os indivíduos femininos produzem uma concentração menor de flores por indivíduo, não sendo observada a liberação de odor. Os estames apresentam coloração branca e pouco visível, apresentando uma sinflorescência de tamanho mais acentuado e com formato globoso.

A espécie é encontrada em fitofisionomias de campos rupestres e campos de altitude em afloramentos rochosos ou em campos hidromórficos com solo fértil. No cerrado, está presente em campos abertos, onde ocorrem em áreas brejosas, em solos arenosos acumulados entre rochas ou em áreas de matas ciliares (BORGES & FORZZA, 2008).

### ***Coleta de dados***

As matrizes de *B. platypoda* foram selecionadas para a análise fenológica foram compostas por trinta indivíduos, sendo quinze de cada sexo. Foi preparado material botânico dos indivíduos masculinos e femininos como testemunho, o qual foi depositado no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili (HDJF) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.

Para análise das características fenológicas, foi empregado o método quantitativo de Fournier (1974), e foram observadas a floração, frutificação e folhagem em variados graus de desenvolvimento. Foram associados valores de 0 a 4, dependendo da intensidade do evento estudado: 0 – ausência do evento; 1 – ocorrência do fenômeno entre 1% e 25%; 2 – ocorrência entre 26% e 50%; 3 – ocorrência entre 51% e 75% e 4 – ocorrência entre 76% e 100%. Esse método possibilitou a observação de picos de intensidade para as fenofases, quantificando a produção de flores, frutos e folhagem, o que permitiu fazer inferências sobre a ocorrência da fenologia com variáveis climáticas (BENCKE & MORELLATO, 2002a).

As observações fenológicas ocorreram entre setembro/2010 a setembro/2011, com visitas quinzenais às áreas demarcadas para observações e coletas de dados. Para a floração, foram observadas as seguintes características: presença de botões florais (conjunto de flores envolvidas totalmente pelas brácteas), flores imaturas (início da emergência das flores, podendo ocorrer algumas envolvidas por brácteas), flores maduras (todas as flores da inflorescência abertas, podendo ocorrer algumas em botões ou imaturas no centro) e floração

concluída (todas as flores senescentes). A frutificação foi avaliada por meio das seguintes características: presença de frutos imaturos (frutos intumescidos, caracterizados pelas flores viçosas), frutos maduros (frutos secos caracterizados pelas flores senescentes) e frutos em dispersão (brácteas abertas, com estruturas plumosas responsáveis pela dispersão visíveis).

A fenologia vegetativa foi determinada pela ocorrência de queda de folhas (folhas secas ou amareladas em processo de abscisão foliar), presença de folhas maduras (folhas com danos e pouco vistosas) e brotamento (desenvolvimento das gemas apicais, surgindo do centro das inflorescências, caracterizado pelas folhas em tonalidade diferente que as demais)

### ***Dados climáticos***

Os dados climáticos de precipitação, temperatura, umidade e insolação, no período de setembro/2010 a setembro/2011, foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Diamantina (18° 15' S, 43° 36' W, altitude de 1296 m), localizada a cerca de cinco quilômetros da área de estudo.

Os dados de precipitação foram obtidos pela soma dos valores para cada período de observação da fenologia, enquanto que os dados da temperatura máxima e mínima, da umidade e da insolação foram obtidos pelo cálculo da média dos períodos de coleta de dados. A temperatura média foi calculada a partir das temperaturas máxima e mínima e, a amplitude da temperatura, para o mesmo período, foi calculada pela diferença entre temperatura máxima e mínima.

### ***Análise dos dados***

A intensidade das fenofases observadas foi calculada através do índice de intensidade descrito por Fournier (1974), no qual a soma das intensidades por quinzena foi dividida pelo valor máximo possível obtido pelo número de indivíduos amostrados multiplicado pela maior intensidade ( $15 \times 4 = 60$ ) e, em seguida, multiplicada por 100 para obtenção da porcentagem da intensidade de cada evento (BENCKE & MORELLATO, 2002b).

As relações entre as intensidades das fenofases reprodutivas e vegetativas e os fatores ambientais foram testadas através do teste de correlação de Spearman ( $r_s$ ), a fim de verificar o comportamento da espécie sob condições climáticas específicas, utilizando-se os valores de intensidade de cada fenofase, a soma da precipitação, as médias das temperaturas máxima e mínima, umidade e insolação, além da temperatura média e a amplitude das temperaturas para as quinzenas de observações. Os valores obtidos através da análise da correlação de Spearman assumem valores entre -1 e +1 (Zar, 2010), indicando correlação negativa e positiva

respectivamente. Os dados foram analisados utilizando-se o programa STATISTICA, versão 10 (STARTSOFT, 2012).

O período de maior frequência de cada fenofase reprodutiva e vegetativa durante a observação da fenologia foi calculado através da análise circular, onde foi determinado o ângulo médio a partir do qual se determinou a data média, indicando o período de ocorrência de uma determinada fenofase ao longo do ano (MORELLATO *et al.*, 2000).

A sazonalidade dos eventos fenológicos foi determinada pelo teste de Rayleigh (Z) e o coeficiente r, para verificar a concentração dos eventos em cada período, indicando o grau de sazonalidade (TALORA & MORELLATO, 2000; MORELLATO *et al.*, 2000). Se o teste Z apresentou valores significativos ( $p < 0,05$ ), o evento apresentou sazonalidade e os valores do coeficiente r entre 0 e 1 (0 = nenhuma sazonalidade; 1 = sazonalidade total), indicaram o grau da sazonalidade (MORELLATO *et al.*, 2000). As análises circulares foram realizadas no programa ORIANA, versão 4.01 (KOVACK, 2011).

## RESULTADOS

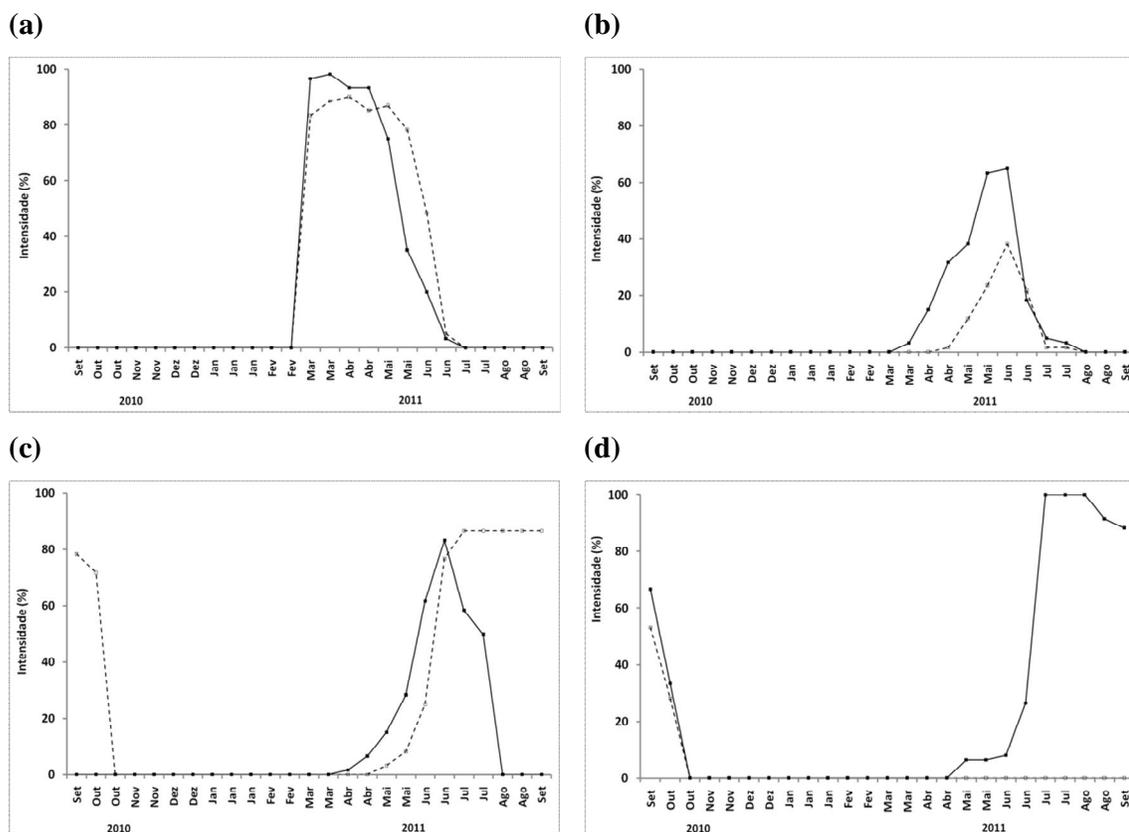
### *Fenologia reprodutiva*

Os botões florais foram observados entre os meses de fevereiro e junho, havendo um declínio a partir do mês de maio e encerramento em meados de julho. Foi possível observar que os botões florais masculinos apresentaram um pico de intensidade maior no início do evento em relação aos botões femininos, que se mantiveram por período mais longo (Figura 2a).

A ocorrência de flores imaturas se concentrou no período entre março e julho para os indivíduos masculinos, entre abril e julho para indivíduos femininos (Figura 2b). As flores femininas apresentaram uma intensidade menor, com ocorrência mais breve de flores imaturas em relação às flores masculinas, apesar de haver um leve sincronismo entre os sexos no término do evento.

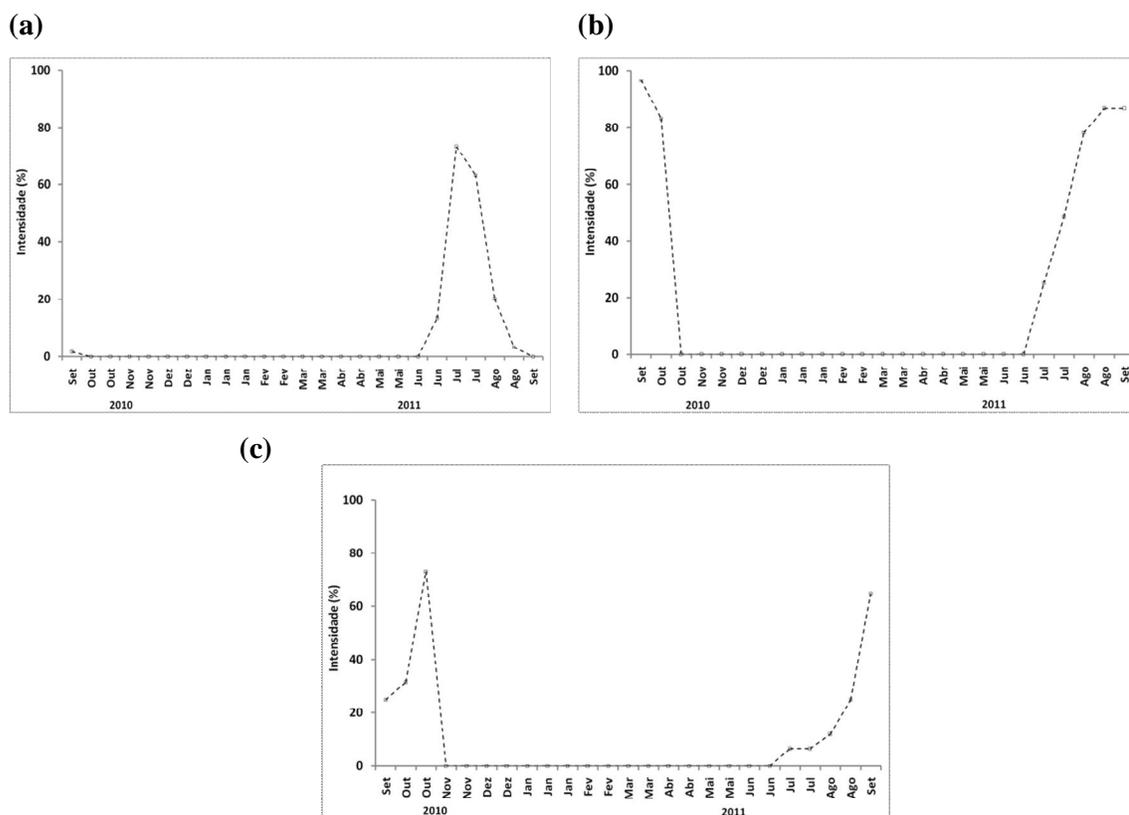
A presença de flores maduras em indivíduos masculinos e femininos ocorreu em intervalos de tempos distintos (Figura 2c). As plantas masculinas apresentaram flores maduras entre abril e julho, com pico em meados de junho. As flores femininas mostraram-se maduras entre os meses de maio e outubro, mantendo uma estabilidade na ocorrência da fenofase entre julho e início de setembro.

A conclusão da floração para os indivíduos masculinos iniciou-se em maio, com encerramento em outubro, enquanto que a floração concluída dos indivíduos femininos ocorreu a partir de setembro (Figura 2d). A floração masculina apresentou-se concluída com maior intensidade em julho e declínio a partir da segunda quinzena de agosto. A concentração da floração concluída ocorreu em períodos diferentes para indivíduos de ambos os sexos.



**Figura 2.** Intensidades dos eventos fenológicos de floração de indivíduos masculinos (—•—) e femininos (---°---) de *Baccharis platypoda* com localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais. Foi empregado o método de intensidade de Fournier, para as fenofases de botão floral (a), flores imaturas (b), flores maduras (c) e floração concluída (d). O período de observação da fenologia foi de setembro/2010 a setembro/2011.

As plantas amostradas produziram frutos imaturos entre junho e agosto, com pico de intensidade no início do mês de julho, declinando em sequência (Figura 3a). A ocorrência de frutos maduros foi observada entre julho e outubro, com intensidade máxima no início do mês de agosto (Figura 3b). Frutos em dispersão foram observados entre julho e outubro, com aumento da intensidade em setembro e outubro (Figura 3c).



**Figura 3.** Intensidades dos eventos fenológicos de frutificação de indivíduos femininos (---o---) de *Baccharis platypoda* com localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais. Foi empregado o método de intensidade de Fournier, para as fenofases de frutos imaturos (a), frutos maduros (b), frutos em dispersão (c). O período de observação da fenologia foi de setembro/2010 a setembro/2011.

A fenologia reprodutiva apresentou alto grau de sazonalidade, determinado pelo teste  $r$  e  $Z$  que foram significativos ( $p \leq 0.05$ ) (Tabela 1). A análise circular indicou, como data média para a formação de botões florais o mês de abril; para flores imaturas, o mês de maio. As flores maduras apresentaram data média de ocorrência no mês de junho, para planta masculina, e agosto, para as femininas. A espécie apresentou o mês de agosto como data média para a conclusão da floração masculina e outubro para a floração feminina. Quanto aos frutos, a espécie apresentou o mês de julho como data média para ocorrência dos frutos imaturos, seguido do mês de agosto para frutos maduros, e dos frutos em dispersão com data média em setembro.

**Tabela 1.** Resultados da análise circular para o grau de sazonalidade da fenologia reprodutiva de indivíduos masculinos (♂) e femininos (♀) de *Baccharis platypoda*, localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais e amostrados no período de set/2010 a set/2011. A análise determinou o ângulo médio e a data média de ocorrência dos eventos fenológicos onde: r: coeficiente de concentração, Z: teste de Rayleigh com  $p \leq 0.05$ .

Fenofase	Análise circular				
	Sexo	Ângulo Médio	Data Média	r	Z
Botões Florais	♀	200,788°	20, abr	0,908	465,495*
	♂	194,119°	13, abr	0,924	439,252*
Flores Imaturas	♀	240,026°	30, mai	0,96	93,124*
	♂	227,983°	19, mai	0,938	213,081*
Flores Maduras	♀	308,309°	07, ago	0,78	425,108*
	♂	256,689°	16, jun	0,926	261,426*
Floração Concluída	♀	3,406°	02, out	0,997	80,458*
	♂	307,852°	07, ago	0,829	432,788*
Frutos Imaturos	♀	282,758°	11, jul	0,972	164,331*
Frutos Maduros	♀	330,686°	30, ago	0,864	376,911*
Frutos em Dispersão	♀	352,118°	22, set	0,867	185,075*

\* significativo a 5%

As fenofases de flores imaturas das plantas masculinas e femininas apresentaram correlação negativa com as variáveis climáticas de precipitação, insolação, temperaturas máxima e mínima, enquanto que as flores imaturas femininas apresentaram correlação positiva com a temperatura média e, as masculinas, correlação negativa. Flores maduras masculinas e femininas apresentaram correlação negativa com precipitação e temperaturas máxima e mínima, sendo que para a temperatura média houve correlação positiva. As flores maduras masculinas também apresentaram correlação negativa com a insolação e, as flores maduras femininas, correlação positiva com a amplitude da temperatura. Apenas a floração concluída de plantas masculinas apresentou correlação significativa entre precipitação, temperatura e amplitude da temperatura.

A fenofase de frutos imaturos apresentou correlação negativa com as variáveis climáticas de precipitação e temperatura, sendo que, para a amplitude da temperatura, apresentou correlação positiva (Tabela 1). Frutos maduros e em dispersão apresentaram

correlação negativa com a precipitação e temperatura mínima e correlação positiva, com a amplitude da temperatura.

**Tabela 2.** Coeficientes de Correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as fenofases reprodutivas de *Baccharis platypoda* e as variáveis ambientais de precipitação (PP), umidade (UM), insolação (IN), temperaturas máxima ( $T_{MAX}$ ), mínima ( $T_{MIN}$ ) e média ( $T_{MED}$ ) e amplitude da temperatura (AT) para o período de set/2010 a set/2011. Os valores foram estimados para indivíduos masculinos (♂) e femininos (♀) separadamente, amostrados próximo à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais.

	SEXO	PP	UM	IN	$T_{MAX}$	$T_{MIN}$	$T_{MED}$	AT
<b>FLORAÇÃO</b>								
Botões Florais	♀	-0,058ns	-0,176ns	-0,154ns	-0,269ns	-0,044ns	-0,164ns	-0,352ns
	♂	-0,023ns	-0,212ns	-0,095ns	-0,279ns	-0,020ns	-0,162ns	-0,390ns
Flores Imaturas	♀	-0,550*	0,389ns	-0,595*	-0,611*	-0,581*	0,632*	0,100ns
	♂	-0,461*	0,168ns	-0,500*	-0,559*	-0,458*	-0,520*	-0,060ns
Flores Maduras	♀	-0,800*	0,360ns	-0,313ns	-0,415*	-0,773*	0,621*	0,668*
	♂	-0,544*	0,287ns	-0,564*	-0,583*	-0,559*	0,597*	0,111ns
Floração concluída	♀	-0,044ns	-0,314ns	-0,333ns	-0,320ns	0,072ns	0,235ns	0,366ns
	♂	-0,790*	0,387ns	-0,342ns	-0,418*	-0,761*	-0,613*	0,655*
<b>FRUTIFICAÇÃO</b>								
Frutos Imaturos	♀	-0,648*	0,279ns	-0,243ns	-0,414*	-0,623*	-0,549*	0,408*
Frutos Maduros	♀	-0,520*	0,185ns	-0,093ns	-0,040ns	-0,463*	-0,259ns	0,672*
Frutos em Dispersão	♀	-0,403*	0,210ns	-0,125ns	-0,073ns	-0,436*	-0,295ns	0,564*

\* significativo para  $p \leq 0,05$ , <sup>ns</sup> não significativo

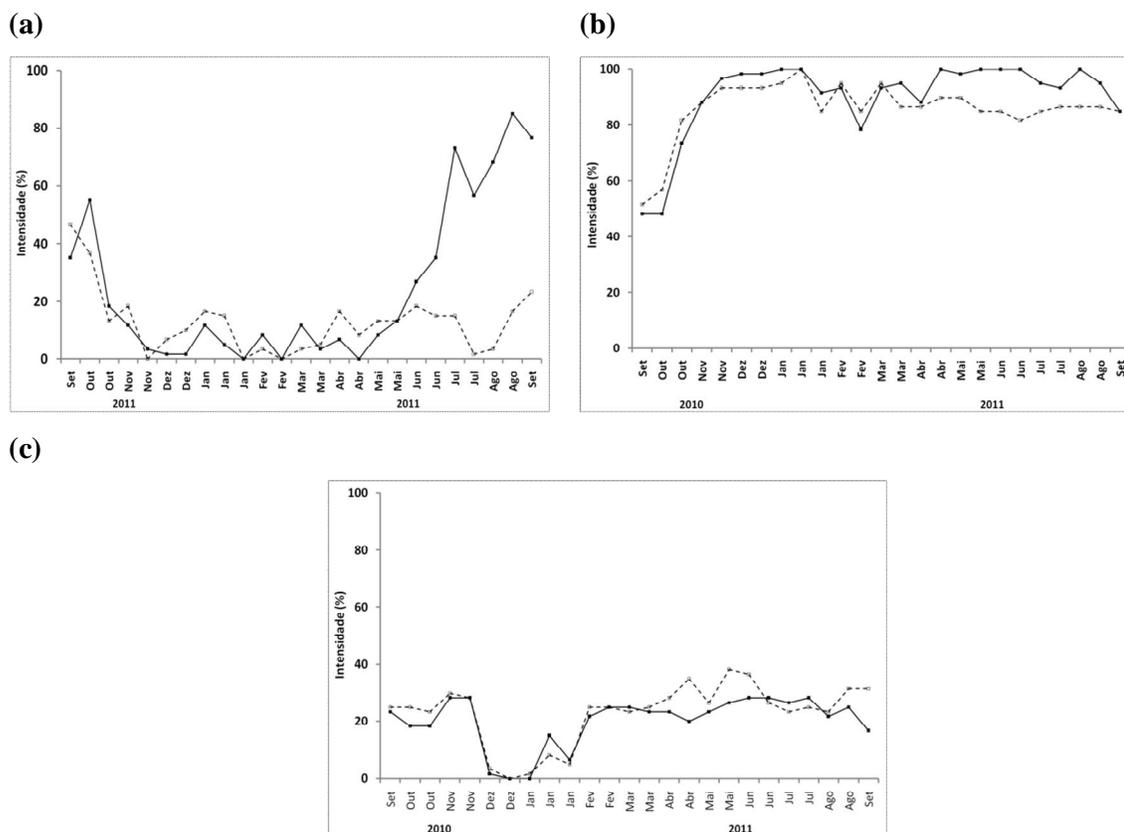
### ***Fenologia vegetativa***

A ocorrência de brotamento apresentou baixos níveis de intensidade, com pequenas variações entre os meses de novembro a abril, sendo o declínio da intensidade a partir de outubro (Figura 4a). Para plantas masculinas, houve um aumento na intensidade a partir de maio, ao contrário das plantas femininas, que apresentaram um leve aumento na intensidade entre abril e julho e em seguida em agosto.

A presença de folhas maduras foi observada ao longo de todo o período de estudo, com níveis de intensidade acima de 48%, tanto para plantas femininas quanto para plantas masculinas (Figura 4b). Plantas masculinas apresentaram intensidade máxima para folhas maduras no mês de janeiro, de abril a junho e em agosto. As plantas femininas apresentaram a fenofase com maior intensidade no final de janeiro e entre julho e agosto. Tanto plantas femininas quanto masculinas apresentaram um padrão crescente na intensidade dessa fenofase entre os meses de outubro e novembro.

A queda de folhas ocorreu para ambos os sexos, em baixa intensidade, em todo o período de observação da fenologia, sendo que entre fevereiro e julho houve um aumento na

intensidade da fenofase para plantas femininas e uma constância para plantas masculinas (Figura 4c). Ao final de dezembro e início de janeiro, não foi observada a presença de queda de folhas para plantas de ambos os sexos.



**Figura 4.** Intensidades dos eventos fenológicos vegetativos de indivíduos femininos (---o---) de *Baccharis platypoda* com localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais. Foi empregado o método de intensidade de Fournier, para as fenofases de brotamento (a), folhas maduras (b) e queda de folhas (c). O período de observação da fenologia foi de setembro/2010 a setembro/2011.

A análise circular determinou que as fenofases vegetativas das plantas de ambos os sexos apresentaram padrão sazonal (teste z significativo para  $p < 0.05\%$ ), mas com graus baixos de sazonalidade determinado pelo teste r (Tabela 3). A ocorrência de brotamento para as plantas masculinas teve como data média o mês de agosto, enquanto que para plantas femininas, o mês de setembro apresentou-se como data média para esta fenofase. A fenofase de folhas maduras apresentou data média em abril e a queda de folhas apresentou o mês de junho como data média para ambos os sexos.

**Tabela 3.** Resultados da análise circular para o grau de sazonalidade da fenologia vegetativa de indivíduos masculinos (♂) e femininos (♀) de *Baccharis platypoda*, localizados à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais e amostrados no período de set/2010 a set/2011. A análise determinou o ângulo médio e a data média de ocorrência dos eventos fenológicos onde: r: coeficiente de concentração, Z: teste de Rayleigh com  $p \leq 0.05$ .

Fenofase	Análise circular				
	Sexo	Ângulo Médio	Data Média	r	Z
Folhas Maduras	♀	150,877°	03, mar	0,093	18,501*
	♂	172,853°	23, mar	0,096	20,835*
Queda de Folhas	♀	254,361°	13, jun	0,207	24,512*
	♂	248,649°	09, jun	0,183	16,877*
Brotamento	♀	346,286°	13, set	0,26	21,6*
	♂	310,547°	09, ago	0,615	233,451*

\* significativo a 5%

Para o brotamento das plantas femininas, houve correlação apenas para a temperatura média (Tabela 4). Já a fenofase de brotamento de plantas masculinas apresentou correlação com a precipitação, temperaturas mínima e média e correlação positiva com a amplitude da temperatura. A ocorrência de folhas maduras femininas apresentou correlação negativa com a precipitação, temperaturas máxima e mínima e correlação positiva com a amplitude da temperatura, enquanto que as plantas masculinas apresentaram folhas maduras em correlação negativa com as temperaturas máxima e média. As plantas de ambos os sexos apresentaram correlação negativa com as temperaturas máxima e mínima. No entanto, para a queda de folhas femininas, houve correlação negativa com a precipitação, e para a queda de folhas masculinas, correlação negativa com a temperatura máxima.

**Tabela 4.** Coeficientes de Correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as fenofases vegetativas de *Baccharis platypoda* e as variáveis ambientais de precipitação (PP), umidade (UM), insolação (IN), temperaturas máxima ( $T_{MAX}$ ), mínima ( $T_{MIN}$ ) e média ( $T_{MED}$ ) e amplitude da temperatura (AT) para o período de set/2010 a set/2011. Os valores foram estimados para indivíduos masculinos (♂) e femininos (♀) separadamente, amostrados próximo à margem do Córrego do Soberbo, município de Diamantina, Minas Gerais.

	SEXO	PP	UM	IN	$T_{MAX}$	$T_{MIN}$	$T_{MED}$	AT
Brotamento	♀	-0,121ns	0,157ns	-0,266ns	0,015ns	-0,230ns	-0,121*	0,305ns
	♂	-0,614*	0,268ns	-0,195ns	-0,385ns	-0,681*	-0,576*	0,539*
Folhas Maduras	♀	-0,797*	-0,360ns	-0,313ns	-0,415*	-0,773*	0,267ns	0,668*
	♂	-0,173ns	0,161ns	-0,165ns	-0,514*	-0,247ns	-0,411*	-0,366ns
Queda de Folhas	♀	-0,438*	0,060ns	-0,218ns	-0,326ns	-0,463*	-0,420*	0,138ns
	♂	-0,347ns	0,022ns	-0,166ns	-0,501*	-0,457*	-0,502*	-0,012ns

\* significativo para  $p \leq 0,05$ , ns não significativo

## DISCUSSÃO

### *Fenologia reprodutiva*

Foi possível observar um sincronismo baixo entre algumas fenofases da planta estudada, sendo ressaltado para outras espécies do gênero *Baccharis* (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2003). A espécie demonstrou haver uma dependência da precipitação e temperatura para a ocorrência dos eventos reprodutivos, apesar de não evidenciar qualquer dependência das variáveis abióticas estudadas para iniciar a emissão de botões florais. Em espécies vegetais, o início do ciclo reprodutivo está associado a mecanismos que garantem o surgimento de flores em condições ambientais favoráveis, podendo estar associado a processos de dormência das sementes (TOOKE & BATTEY, 2010) e à alta disponibilidade de nutrientes acumulados em reservas pela planta, garantindo a reprodução em condições adversas, como baixo teor de água disponível (SINGH & KUSHWAHA, 2006). Contudo, Oliveira (2008) afirma que apenas a fase de dispersão associada ao estabelecimento da plântula é dependente das condições climáticas, determinando a distribuição temporal das demais fenofases.

No período de estudo, a espécie apresentou apenas um ciclo reprodutivo ao longo do ano, sendo esse padrão o observado para espécies arbóreas do cerrado (PIRANI, SANCHEZ & PEDRONI, 2009). Assim, a espécie necessitou de condições climáticas favoráveis em períodos específicos, como a baixa umidade para desencadear a dispersão das sementes ou o aumento da umidade para facilitar a germinação e fixação da plântula. Essa estratégia reprodutiva, na qual espécies vegetais apresentam floração e frutificação específicas em um período do ano, principalmente no período mais quente, permite a oferta de recursos a um grande número de insetos visitantes florais (CONCEIÇÃO, FUNCH & PIRANI, 2007). A floração para algumas espécies pode estar relacionada à temperatura média, sendo esta variável abiótica determinante na emissão de botões florais e manutenção de flores em antese (TOOKE & BATTEY, 2010; TORRES & GALETTO, 2011).

O ciclo da floração apresentado por *B. platypoda* no estudo foi longo (aproximadamente oito meses), demonstrando que uma floração longa tendeu a ser um padrão para espécies dioicas (BULLOCK & BAWA, 1981; BULLOCK, BEACH & BAWA, 1983), com o início do ciclo no período chuvoso e conclusão da floração com o término da estação seca. Kochmer e Handel (1986) observaram um tempo médio de floração de oito meses (incluindo para espécies de Asteraceae), o que justificou o longo período de floração de *B. platypoda*. Uma floração no final da estação chuvosa garante uma maior concentração de umidade necessária para a formação de botões florais e, à medida que se estende para o

período seco, garante condições para conclusão da floração, maturação dos frutos e dispersão (REYS *et al.*, 2005), indicando que a época da floração está estritamente relacionada ao período ótimo para a dispersão dos frutos (TORRES & GALETTO, 2011). Espécies do cerrado tendem a iniciar o ciclo de floração no final da estação úmida e início da estação seca, com baixo grau de umidade (TANNUS, ASSIS & MORELLATO, 2006; PIRANI, SANCHEZ & PEDRONI, 2009), assim como espécies lenhosas que iniciam o ciclo reprodutivo com o início da estação úmida e conclusão na estação seca (SEGHERI *et al.*, 2012); o padrão ocorre também para espécies dioicas como *Tapirira guianensis*, que apresentou floração na estação úmida, mas com intensidade alta em períodos curtos (aprox. uma semana) (LENZA & OLIVEIRA, 2005). Assim, plantas femininas e masculinas dependem de maior umidade e temperatura nos estágios iniciais da formação dos órgãos sexuais e menor umidade e temperatura na produção de gametas e liberação dos grãos-de-pólen, que garantirá a polinização e formação das sementes.

A estratégia reprodutiva da espécie apresentada durante o estudo demonstrou haver a necessidade de um intervalo de tempo maior, uma vez que espécies dioicas apresentam uma grande exposição de flores masculinas e dos grãos-de-pólen relacionadas ao aumento do tempo de floração (BULLOCK & BAWA, 1981) e são frequentemente polinizadas por insetos (BAWA, 1980), que apresentam períodos de atividades e forrageamento variados. O tempo de floração mais longo está frequentemente associado a uma concentração de flores por planta menor, enquanto espécies com períodos mais curtos de floração apresentam uma concentração maior (TORRES & GALETTO, 2011). No entanto, *B. platypoda* apresentou um período longo de floração e uma variação entre os sexos quanto à concentração de flores por planta. Thomas & LaFrankie (1993) observou que em espécies dioicas, a floração de plantas masculinas excede a floração feminina, independente da estação.

Flores femininas suportam maior ciclo de floração, mantendo uma floração mais duradoura em relação à floração masculina (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2003), explicada pela necessidade de maior tempo de visitas por polinizadores. Contudo, plantas masculinas mantêm as flores imaturas e maduras por maior tempo, garantindo um aumento no fluxo de grãos-de-pólen (BAWA, 1980). A floração em indivíduos dioicos tende a apresentar tempo de ocorrência distinto entre plantas masculinas e plantas femininas, sendo que a floração feminina é mais tardia e sincronizada com o pico de intensidade das plantas masculinas e que uma floração masculina mais precoce estaria associada à competição entre indivíduos da população por maior dispersão de gametas e, conseqüentemente, de seus caracteres (BULLOCK & BAWA, 1981; GRANT, 1995). Em espécies dioicas, a longevidade das flores está associada ao aumento das

possibilidades de polinização (LENZA & OLIVEIRA, 2006) pela maior oferta e procura de “parceiros” ao longo do tempo (BULLOCK & BAWA, 1981; GRANT, 1995) e à maior produção de sementes pela planta (SUTHERLAND & DELPH, 1984).

O período de frutificação ocorreu no período mais seco do ano (aprox. cinco meses), facilitando a dispersão das sementes anemocóricas, sendo confirmada pela conclusão das fenofases de frutificação juntamente com o início do período chuvoso. Esse padrão é observado para espécies do cerrado, com a liberação de sementes anemocóricas no período da estação seca (BATALHA, ARAGAKI & MANTOVANI, 1997; LENZA & KLINK, 2006). A liberação das sementes no período das chuvas favorece a germinação e o desenvolvimento das plântulas, pela maior disponibilidade de água e nutrientes no solo (SINGH & KUSHWAHA, 2006; OLIVEIRA, 2008; PIRANI, SANCHEZ & PEDRONI, 2009).

Espécies anemocóricas dependem diretamente da força e da frequência de ventos para a liberação das sementes (CONCEIÇÃO, FUNCH & PIRANI, 2007) e, portanto, dependem da estação mais seca e com maior ocorrência de ventos. A frutificação de espécies anemocóricas tende a apresentar correlação negativa com precipitação e positiva com temperatura média (TALORA & MORELLATO, 2000; PIRANI, SANCHEZ & PEDRONI, 2009; NUNES, LUZ & BRAGA, 2012), permitindo que as sementes anemocóricas percam umidade e se tornem mais leves para serem dispersas pelos ventos (BATALHA, ARAGAKI & MANTOVANI, 1997). As sementes de *B. platypoda* apresentaram estruturas plumosas que facilitaram a dispersão pelo vento nos períodos secos, distendendo-se completamente quando a umidade do ambiente está baixa (BARROSO, 1986).

### ***Fenologia vegetativa***

Espécies com crescimento vegetativo ao longo do ano estão associadas à assimilação de carbono durante todas as estações do ano (OLIVEIRA, 2008) e podem ser vistas como uma estratégia adaptativa à competição ou à utilização de nichos disponíveis (SEGHIERI *et al.*, 2012). O ciclo vegetativo da espécie estudada apresentou padrões de planta sempre-verde com renovação contínua da folhagem ao longo do ano e em baixa intensidade. Elementos que restringem a produção de biomassa (stress) podem interferir na intensidade da fenologia vegetativa das espécies ocorrentes em ambientes severos (como os campos rupestres), contribuindo para que as espécies apresentem o padrão vegetativo sempre-verde (AL-MUFTI *et al.*, 1977). No entanto, padrão vegetativo de espécies sempre-verde para savanas é uma adaptação ao déficit hídrico, sendo consideradas espécies resistentes à seca (SEGHIERI *et al.*,

2012). Esse padrão tende a apresentar correlação positiva com temperatura para a produção de folhas e correlação negativa com a precipitação e temperatura média para a queda de folhas (TALORA & MORELLATO, 2000; AMORIM & OLIVEIRA, 2006). Pirani, Sanchez & Pedroni (2009) encontraram uma percentagem de 20% de espécies do cerrado com padrão sempre-verde, com renovação contínua da folhagem. Assim, *B. platypoda* apresentou o mesmo padrão observado para áreas de cerrado.

O brotamento apresentou uma elevação da intensidade no período da estação seca, assim como a fenofase de queda de folhas, com ambas mantendo uma baixa intensidade no período chuvoso e com uma queda na intensidade coincidindo com o fim da dispersão e início de novo ciclo fenológico. Para espécies dioicas, o aumento da intensidade de brotamento na estação seca em plantas masculinas em relação às femininas e coincidindo com a produção de frutos, foi relatado por Amorim e Oliveira (2006).

Indivíduos femininos tendem a alocar recursos no período reprodutivo para a floração e frutificação, diminuindo as taxas de crescimento vegetativo (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2003), justificando a queda de intensidade de brotamento e formação de novas folhas para indivíduos femininos de *B. platypoda*. Para plantas masculinas, o ciclo reprodutivo é mais curto por não dispersar recursos para a produção e maturação das sementes, permitindo um aumento significativo na intensidade das fenofases vegetativas (GRANT, 1995).

Desse modo, a espécie *B. platypoda* apresentou pequenas variações nas estratégias fenológicas de indivíduos masculinos e femininos, principalmente na duração das fenofases reprodutivas e no crescimento vegetativo para alocação de recursos. Indivíduos femininos e masculinos apresentaram variações no sincronismo da fenologia de ambos os sexos. A fenologia reprodutiva da espécie esteve associada a algumas variáveis ambientais (precipitação e temperatura), principalmente para as fenofases de frutificação, enquanto que a fenologia vegetativa, de modo geral, esteve mais associada à fenologia reprodutiva das espécies.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pela concessão dos dados climatológicos utilizados no presente trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-MUFTI, M. M.; SYDES, C. L.; FURNESS, S. B.; GRIME, J. P.; BAND, S. R. A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. **Journal of Ecology**, v. 65, n. 3, p. 759-791, 1977.

AMORIM, F. W.; OLIVEIRA, P. E. Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florais de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2006.

BARROSO, G. M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil, vol. 3**. Viçosa: UFV, 1986.

BATALHA, M. A.; ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). **Acta Botanica Brasílica**, v. 11, n.1, p. 61-78, 1997.

BAWA, K. S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 15-39, 1980.

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

BENCKE, C. S. C.; 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, 2002a.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 269-275, 2002b.

BORGES, R. A. X.; FORZZA, R. C. A tribo Astereae (Asteraceae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica**, v. 26, n. 2, p. 131-154, 2008.

BULLOCK, S. H., BAWA, K. S. Sexual dimorphism and the annual flowering pattern in *Jacaratia dolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae) in a Costa Rican Rain Forest. **Ecology**, v. 62, n.6, p. 1494-1504, 1981.

BULLOCK, S. H.; BEACH, J. H., BAWA, K. S. Episodic flowering and sexual dimorphism in *Guarea rhopalocarpa* in a Costa Rican Rain Forest. **Ecology**, v. 64, p. 851-861, 1983.

CONCEIÇÃO, A. A.; FUNCH; L. S.; PIRANI, J. R. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the “Chapada Diamantina”, northeastern Brazil: population and community analyses. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n.3, p. 475-485, 2007.

COSTA, F. N. Campos rupestres. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F; ABREU, P. A. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambiente**. Belo Horizonte: O lutador, 2005. cap. 7, p. 139-145.

DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras, MG. **Revista Cerne**, v. 2, p. 66-88, 1996.

ESPÍRITO-SANTO, M. M.; MADEIRA, B. G.; NEVES, F. S.; FARIA, M. L.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, G. W. Sexual differences in reproductive phenology and their consequences for the demography of *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae), a dioecious tropical shrub. **Annals of Botany**, v. 91, p. 13-19, 2003.

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

GRANT, V. Sexual selection in plants: pros and cons. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v. 92, p. 1247-1250, 1995.

KOCHMER, J. P.; HANDEL, S. N. Constraints and competition in the evolution of flowering phenology. **Ecological Monographs**, v. 56, n. 4, p. 303-325, 1986.

KOVACH, W.L. Oriana for Windows, V.4 e. Anglesey, Wales, UK, Kovach Computing Services, 2011.

LENZA, E., OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva e fenologia de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) em mata mesofítica de Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 443-451, 2006.

LENZA, E.; KLINK, C. A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 627-638, 2006.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, p. 179-190, 2005.

MENDONÇA FILHO, C.V. Vegetação. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambiente**. Belo Horizonte: O lutador, 2005. cap. 6, p. 121-135.

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

NEVES, S. C., ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. Fisiografia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambiente**. Belo Horizonte: O lutador, 2005. cap. 2, p. 47-58.

NUNES, Y. R. F.; LUZ, G. R.; BRAGA, L. L. Phenology of trees species populations in tropical dry forests of southeastern Brazil. In: ZHANG, X. (Org.). **Phenology and climate change**. Rijeka: InTech. 2012. cap. 8, p. 125-142.

OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. E RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora – volume 1**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2008. cap. 9, p. 273-290.

PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 23, n. 4, p. 1096-1109, 2009.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C.; 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, 2005. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora – volume 1**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2008. cap. 6, p. 152-212.

SEGHERI, J.; DO, F. C.; DEVINEAU, J. L.; FOURNIER, A. Phenology of woody species along the climatic gradient in west tropical Africa. In: ZHANG, X. (Org.) **Phenology and climate change**. Rijeka: InTech. 2012. cap. 9, p. 143-178.

SINGH, K. P.; KUSHWAHA, C. P. Diversity of flowering and fruiting phenology of trees in a Tropical Deciduous Forest in India. **Annals of Botany**, v.97, p. 265-276, 2006.

STATSOFT, INC. Electronic Statistics Textbook. Tulsa, OK: StatSoft. WEB: <http://www.statsoft.com/textbook/>, 2012.

SUTHERLAND, S.; DELPH, L. F. On the importance of male fitness in plants: patterns of fruit-set. **Ecology**, v. 65, p. 1093-1104, 1984.

TALORA, D. C., MORELLATO, P. 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.

TANNUS, J. L. S.; ASSIS, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina – SP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 3, 2006. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>.

THOMAS, S. C.; LAFRANKIE, J. V. Sex, size and interyear variation in flowering among dioecious trees of the Malayan Rain Forest. **Ecology**, v. 74, n 5, p. 1529-1537, 1993.

TOOKE, F.; BATTEY, N. H. Temperate flowering phenology. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, n. 11, p. 2853-2862, 2010.

TORRES, C.; GALETTO, L. Flowering phenology of co-occurring Asteraceae: a matter of climate, ecological interactions, plant attributes or of evolutionary relationships among species? **Organisms Diversity & Evolution**, n. 11, p. 9-19.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5. ed. New Jersey : Upper Saddle River, 2010.

### **CAPÍTULO III - PADRÃO DE ATAQUE DE INSETOS ENDÓFAGOS ASSOCIADOS A CAPÍTULOS DE *Baccharis platypoda* DC. (ASTERACEAE)**

**RESUMO:** Os padrões de ataque de insetos endófagos em estruturas reprodutoras de espécies vegetais determinam as formas de interações ecológicas entre plantas e sua fauna de insetos associados. Desse modo, o objetivo do trabalho foi descrever os padrões de ataque de insetos endófagos sobre inflorescências de plantas dioicas. A amostragem foi realizada em uma área próxima ao Córrego do Soberbo, pertencente à UFVJM, sendo selecionados quinze indivíduos de cada sexo de *Baccharis platypoda* DC., dos quais foram coletadas inflorescências em um período de um ano. Os capítulos foram divididos em recipientes vedados com algodão umedecido, de onde emergiram insetos adultos, que foram armazenados separadamente, etiquetados e os capítulos, dissecados. Foram aplicados testes de análise de regressão linear, Kruskal-Wallis, qui-quadrado e análise de agrupamento pelo método de Two-way joining para determinar os padrões de ataque de insetos endófagos. A análise de regressão demonstrou que o comportamento de ataque dos insetos endófagos para plantas femininas e masculinas foram iguais; contudo, o teste de Kruskal-Wallis indicou que a distribuição dos insetos ocorreu preferencialmente nas plantas masculinas, onde apresentaram maior frequência. O teste  $\chi^2$  apresentou significância estatística para capítulos no estágio de pré-antese, maduro e dispersão e quanto aos danos, formação de casulo no receptáculo, casulo por maceração e para o consumo das estruturas florais. A análise de agrupamento indicou que há uma relação entre alguns grupos de insetos e os estágios fenológicos dos capítulos danificados. Os danos provocados pelos insetos endófagos se concentraram na formação de casulos e consumo de estruturas dos capítulos com ataque de insetos. A análise de agrupamento determinou que a construção de casulos no receptáculo das inflorescências, casulos por maceração das estruturas florais e consumo das estruturas florais apresentaram associação com capítulos no estágio maduro. Portanto, os insetos endófagos associados a capítulos de *B. platypoda* apresentaram íntima relação com o sexo dos indivíduos, apresentando maior frequência de ataque a capítulos masculinos além de estarem associados a capítulos nos estágios finais de desenvolvimento. No entanto, há a necessidade de aprofundamento no estudo dos padrões de ataque associados aos danos, por não haver uma relação concreta entre os insetos associados e os danos dos capítulos.

**Palavras-chave:** herbivoria, Asteraceae, fenologia, inflorescência, interação inseto-planta.

**ABSTRACT:** The endophage insects attack patterns in reproductive compositions of vegetative species determine the ways of ecology interactions among plants and their associated insects fauna. Thus, the goal of this study was to describe the endophage insects attack patterns on dioecious plants inflorescence. The sampling took place in an area by the Soberbo Stream, belonging to UFVJM; where 15 organisms of the *Baccharis platypoda* DC. of both genders had the inflorescence collected during one year time.

The chapters were divided into moistened cotton sealed containers from where adult insects emerged and were stored separately, labeled and dissected. Linear regression, Kruskal-Wallis, chi-square, and cluster analysis by the Two-way joining analysis tests were applied in order to determine the endophage insects attack patterns. The regression analysis demonstrated that the endophage insects attack to both gender plants was the same, however, the Kruskal-Wallis test showed that the insects distribution occurred especially to male plants, and more frequently. The  $\chi^2$  test presented statistical significance to pre-anthesis, full-blown and dispersion, and as to damages, container forming cocoon, maceration cocoon, and floral structures consumption. The cluster analysis showed a relation among the insects and the damaged chapters phenological stages. The damages caused by the endophage insects happened especially on the cocoons formation and the consumption of structures with insect attack chapters. The cluster analysis determined that the cocoon formation in the inflorescence container, maceration cocoon of the floral structures consumption presented association with chapter at mature stage. Therefore, endophage insects associated *B. platypoda* chapters presented close relation with the organisms gender, presenting more attack frequency to male chapters besides being associated to chapters in their final development stages. However, there is a need for deeper studies of the attack patterns associated to damages due to lack of a concrete relation among the associated insects and the chapters damages.

**KEY WORDS:** herbivory, Asteraceae, phenology, inflorescence, insect-plant interaction.

## INTRODUÇÃO

Os grupos de seres vivos mais abundantes no planeta são representados por insetos e plantas superiores (espermatófitas) (LEWINSOHN & PRADO, 2005). Essa diversidade global é estimada através da especificidade de interações entre insetos e plantas e o número de insetos herbívoros (NOVOTNY *et al.*, 2002; NASCIMENTO & MONTEIRO, 2008).

As interações inseto-planta são analisadas de modo a compreender as relações entre insetos e suas plantas hospedeiras, tomando-se como base a distribuição geográfica das interações (LOUDA, 1982b; PRADO & LEWINSOHN, 2000; LEWINSOHN, NOVOTNY & BASSET, 2005; FONSECA *et al.*, 2005; DINIZ, PRADO & LEWINSOHN, 2010), as relações filogenéticas e especificidade de hospedeiros (NOVOTNY *et al.*, 2002; PRADO & LEWINSOHN, 2004; LEWINSOHN, NOVOTNY & BASSET, 2005; ØDEGAARD, DISERUD & ØSTBYE, 2005; NASCIMENTO & MONTEIRO, 2008), a biodiversidade e as consequências dessas interações à estrutura de populações e comunidades (LOUDA & POTVIN, 1995; MCCALL & IRWIN, 2006; ALMEIDA-NETO, *et al.* 2010).

A natureza dessas interações pode ocorrer em diversos níveis tróficos (FONSECA *et al.*, 2005; DIAS, TRIGO & LEWINSOHN, 2010; NEVES *et al.*, 2011), estando associada a processos de polinização e herbivoria de órgãos reprodutivos como flores, frutos e sementes e de órgãos vegetativos como raízes e folhas (DINIZ & MORAIS, 2002).

Entre os herbívoros, podem-se relacionar os insetos de vida livre (ectófitos) que se alimentam de órgãos vegetais sem interiorizar em seus tecidos (RIBEIRO & FERNANDES, 2000) e os endófitos que utilizam recursos internos das plantas para obter alimento e abrigo (LEWINSOHN, NOVOTNY & BASSET, 2005; ALMEIDA *et al.*, 2006; DIAS, TRIGO & LEWINSOHN, 2010) sendo denominados minadores, galhadores e brocadores (RIBEIRO & FERNANDES, 2000; ALMEIDA *et al.*, 2006). Assim, insetos herbívoros devem apresentar comportamentos e habilidades que permitem encontrar alimento no tempo e espaço, mantendo uma associação estreita com a morfologia (EBER, KNOLL & BRANDL, 1999), fenologia (ROMERO & VASCONCELO NETO, 2005) e distribuição espacial (KUBOTA *et al.*, 2007) de plantas hospedeiras.

Esse ataque a plantas por herbívoros, especialmente pelos insetos endófitos, ocorre preferencialmente em estruturas florais que são mais visíveis e que ofertam recursos mais nutritivos como o néctar e o pólen, apesar de serem recursos temporários e menos previsíveis (DINIZ & MORAIS, 2002; MCCALL & IRWIN, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2006), sendo que a

proporção do dano está relacionada a características do hospedeiro e posições das inflorescências na planta (LOUDA & POTVIN, 1995).

Insetos endófagos que se desenvolvem em inflorescências (LOUDA, 1982a) podem afetar o ciclo reprodutivo de espécies vegetais de forma indireta quando tornam as flores ou inflorescências menos vistosas aos polinizadores (LOUDA 1982a, b; STRAUSS, 1997; ROMERO & VASCONCELO NETO, 2005; MCCALL & IRWIN, 2006) ou de modo direto, quando consomem órgãos reprodutores como anteras e estigmas (ROMERO & VASCONCELO NETO, 2005; MCCALL & IRWIN, 2006). Assim, suas consequências sobre populações vegetais são significativas, uma vez que interferem no recrutamento de novas plantas devido à diminuição nas taxas de óvulos fecundados pela destruição de flores e alteração no processo de polinização e, no consumo de sementes pré-dispersão (LOUDA, 1982, b; LOUDA & POTVIN, 1995; ALMEIDA-NETO, 2010). Menores quantidades de óvulos significam redução no número de sementes viáveis e futuramente queda nas taxas de desenvolvimento de plântulas (LOUDA, 1982a, b; LOUDA & POTVIN, 1995).

Contudo, em plantas dioicas, os efeitos da predação de estruturas reprodutoras podem acarretar deficiência na aptidão nutricional e estrutural de indivíduos de diferentes sexos, podendo gerar forças evolutivas na transição dos sexos (MCCALL & IRWIN, 2006). Danos às estruturas reprodutoras masculinas reduzem a contribuição genética nas gerações seguintes pela redução de oferta de pólen (STRAUSS, 1997). Alterações nas estratégias de atração de polinizadores pela melhor visibilidade de órgãos florais, produção de gametas e oferta de recursos interferem na produção e qualidade de sementes para plantas femininas e na geração de sementes pelas plantas masculinas, através da transmissão de material genético (STRAUSS, 1997).

Compreender os padrões de ataque de insetos endófagos em estruturas reprodutoras de espécies vegetais, bem como os efeitos desses insetos sobre a dinâmica populacional de espécies nativas promove o conhecimento das formas de interações ecológicas que indicam a origem de processos evolutivos entre plantas e sua fauna de insetos associados. Desse modo, o objetivo do trabalho foi descrever os padrões de ataque de insetos endófagos sobre inflorescências de plantas dioicas. Assim, procurou-se responder às seguintes questões: i) há uma preferência de ataque dos insetos por plantas de diferentes sexos?; ii) o estágio fenológico dos indivíduos predados interfere no padrão de ataque dos insetos?; e iii) existe uma relação entre os tipos de insetos e os danos observados nos capítulos?

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O estudo foi realizado próximo ao Córrego do Soberbo entre os limites de 18° 11' 50,4'' S e 18° 12' 10,8'' S de latitude e 43° 33' 53,8'' W e 43° 34' 4,9'' W de longitude, no Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), localizada no município de Diamantina, Minas Gerais, pertencente à porção meridional da Serra do Espinhaço. A área apresenta um mosaico de formações rupestres e campos úmidos. A vegetação sobre campo rupestre aparece em manchas, onde o solo é raso e arenoso, com pouco teor de matéria orgânica (MENDONÇA FILHO, 2005; COSTA, 2005; RIBEIRO & WALTER, 2008) e a vegetação do campo úmido está sujeita a alagamentos no período chuvoso que, ao longo da estação seca, vai sendo drenado (RIBEIRO & WALTER, 2008).

O clima na região é do tipo Cwb, de acordo com a classificação climática de Köppen, apresentando clima temperado, com inverno seco, que vai de junho a agosto, e verão chuvoso, de novembro a março, ocorrendo períodos de transição entre abril e outubro. No período chuvoso, a média de precipitação é de 216,34 mm, sendo a média anual de 1.404,7 mm (INMET). O clima na região apresenta temperaturas médias entre 18°C e 20°C, sendo registradas temperaturas mais elevadas nos meses de dezembro e janeiro, e temperaturas mais baixas em junho e julho (NEVES *et al.*, 2005).

### *Planta estudada*

*Baccharis platypoda* DC é um arbusto dioico da família Asteraceae de 1-2,5 m de altura, com ambos os sexos apresentando numerosos capítulos, sendo as inflorescências femininas apresentadas em capítulos apicais glomerulares, e as masculinas, em capítulos corimbiformes (BORGES & FORZZA, 2008). Plantas masculinas apresentam, durante o período reprodutivo, uma intensa produção de flores com estiletes amarelos que compõem em conjunto com a liberação de odores, uma estrutura atraente para uma variedade de insetos. Plantas femininas produzem uma concentração menor de flores por indivíduo, não sendo observada a liberação de odor. Os estames apresentam coloração branca e pouco visível, tendo uma sinflorescência de tamanho mais acentuado e com formato globoso para a atração de insetos polinizadores.

A espécie é encontrada em fitofisionomias de campos rupestres e campos de altitude em afloramentos rochosos ou em campos hidromórficos com solo fértil. No cerrado, está presente em campos abertos onde ocorrem áreas brejosas, em solos arenosos acumulados entre rochas ou áreas de matas ciliares (BORGES & FORZZA, 2008). O material botânico dos indivíduos masculinos e femininos foram coletados e depositados no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili (HDJF) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

### ***Coleta de dados***

Foram escolhidas aleatoriamente quinze plantas femininas e quinze masculinas, da espécie *B. platypoda*, das quais foram coletadas inflorescências quinzenalmente por um período de 01 (um) ano. Foram consideradas unidades amostrais os conjuntos de capítulos por plantas, coletadas em cada período de amostragem. Em cada indivíduo de *B. platypoda*, foram retirados capítulos das inflorescências, de modo que ao final do ciclo reprodutivo da planta, fosse obtida maior representatividade dos estágios de desenvolvimento das flores.

No campo, as inflorescências foram colocadas em sacos plásticos com “zip”, vedadas e mantidas em temperatura ambiente, evitando a desidratação dos capítulos e a contaminação por outros insetos. Em seguida, os capítulos foram divididos em recipientes vedados com algodão umedecido, etiquetados com os dados da planta e do capítulo; aqueles que emergiram insetos foram mantidos refrigerados para dissecação.

Os capítulos coletados foram separados por coleta e por sexo das plantas, com o objetivo de verificar a existência de relação entre a ocorrência de insetos endófagos e o sexo de indivíduos predados. Os insetos adultos ou imaturos encontrados no interior dos capítulos foram armazenados separadamente, conservados em solução de álcool 70%, etiquetados de acordo com os dados do capítulo analisado e posteriormente identificados até o nível de ordem.

Para relacionar o padrão de ataque aos estágios de desenvolvimento das inflorescências, foram realizadas visitas regulares aos locais para coleta de capítulos em diferentes estágios de desenvolvimento: botão floral (botões muito pequenos, com brácteas recobrimdo-os completamente, flores não mantêm contato com o meio externo), pré-antese (flores fechadas visíveis com o início de abertura das brácteas), maduro (todas as flores abertas ou poucas flores fechadas no centro, podendo haver sementes maduras no perímetro do capítulo) e dispersão (flores senescentes, todas as sementes maduras com extensão do papus para permitir a dispersão das sementes).

Os capítulos dos quais emergiram insetos foram dissecados, com auxílio de microscópio estereoscópio, para a análise dos danos provocados no interior das estruturas florais, permitindo determinar possíveis padrões de herbivoria com maior precisão. Na análise dos danos, foi observada a presença de casulos, consumo das estruturas florais como flores, aquênios, papus e brácteas, consumo do receptáculo e pedúnculo, além de consumo das brácteas apenas.

Os casulos construídos no interior do receptáculo foram observados logo abaixo da inserção das flores e papus, criando uma câmara isolada do meio externo onde as larvas concluía seu ciclo de vida. Os casulos construídos pela maceração das estruturas florais formaram uma massa compacta ao redor das larvas de insetos. Em alguns casulos, foi observada a presença de seda produzida pelos insetos para proteger a larva durante o seu desenvolvimento, apresentando um aspecto esbranquiçado e de textura fina. No entanto, alguns casulos apresentaram padrões indefinidos, não sendo possível descrever os danos causados às estruturas florais.

Alguns insetos também se alimentaram dos capítulos, consumindo todas as estruturas florais como flores, aquênios, papus e brácteas, além de consumo dos receptáculos e pedúnculos das inflorescências. Aqueles que consumiram o pedúnculo apresentaram dois padrões distintos: de forma organizada, criando uma câmara no interior do pedúnculo ou destruindo toda a estrutura de modo desorganizado. As brácteas foram danificadas pelos insetos, criando uma abertura oval.

Na maioria dos capítulos que emergiram insetos endófagos, não foi possível descrever algum tipo de dano, sendo observada apenas a ocorrência de algumas pupas entre as estruturas florais sem danificá-las.

### ***Análise dos dados***

Para verificar o comportamento dos insetos endófagos baseado nos valores de capítulos das plantas de ambos os sexos em que foi observado ataque de insetos, foi realizada uma análise de regressão linear (adequado ao padrão apresentado pelos dados observados). A análise foi realizada ao nível de significância de 5%, na qual o número de insetos representa a variável dependente (Y) e o número de capítulos predados representa a variável independente (X). Para verificar a hipótese de igualdade no padrão de ataque dos insetos em plantas de diferentes sexos, foram realizados testes de identidade por meio da ANOVA do modelo completo e reduzido (ZAR, 2010). Após as análises e testes de identidade, foram construídos

gráficos a partir dos resíduos dos dados observados  $\times$  esperados para indivíduos de ambos os sexos.

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram obtidos a partir dos dados observados, indicando a porção da variação existente entre os dados, que pode ser explicada pelo modelo de regressão, estando associada à variação dos dados analisados (ZAR, 2010).

Os dados de abundância de insetos endófagos foram utilizados para avaliar a distribuição dos insetos entre plantas masculinas e femininas por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ( $H$ ), observando se houve um padrão na ocorrência dos insetos entre os indivíduos de ambos os sexos. Esse teste é aplicado a uma amostragem pequena e indica a probabilidade de as amostras pertencerem a uma mesma população com distribuições semelhantes (ZAR, 2010). Para o teste, considera como hipótese nula ( $H_0$ ) que a taxa de ataque de insetos nos capítulos ocorre de modo semelhante. Quando a população de insetos endófagos ocorre de forma regular, o valor de ( $H$ ) será baixo e a hipótese nula não é rejeitada (ZAR, 2010). No entanto, quando a distribuição dos insetos entre os indivíduos da planta estudada ocorre de forma irregular, o valor de ( $H$ ) será alto e a hipótese nula será rejeitada (ZAR, 2010).

Os padrões de ataque dos insetos endófagos foram descritos através da análise de agrupamento pelo método de Two-way joining, no qual as relações entre os insetos, as fenofases e os tipos de ataque são agrupadas de acordo com as semelhanças, sendo observadas através de um gráfico de escalas de cores, demonstrando o quão homogêneo são esses padrões dentro de grupos (ROCHA *et al.*, 2000; FIRETTI *et al.*, 2012). Quanto maior é a relação entre grupos de insetos endófagos a uma fenofase ou dano de capítulos, maior é o grau de agrupamento e maior a variação de cores do gráfico.

Os dados para a análise de regressão linear, teste de Kruskal-Wallis e análise de agrupamento foram analisados utilizando-se o programa STATISTICA, versão 10 (STARTSOFT, 2012).

A relação entre o número de insetos observados e esperados para cada ordem, fenofase e os tipos de danos ocorridos nos capítulos foi testada pelo teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ) a 5% de significância. Este se baseia em um teste de adequação que avalia a relação existente entre o número de indivíduos observados e esperados. Para o cálculo do teste, utiliza-se a relação  $\chi^2 = (N_o - N_e)^2 / N^2$ , onde  $N_o$  é o número de indivíduos observados e  $N_e$  o número de indivíduos esperados (ZAR, 2010) em relação às fenofases e tipos de danos dos capítulos.

## RESULTADOS

Entre os indivíduos de *B. platypoda* selecionados para o estudo de predação, 22 indivíduos apresentaram ataque de insetos endófagos. Emergiram dos capítulos amostrados 1.176 insetos pertencentes a cinco ordens: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera e Lepidoptera. Um inseto não foi possível de se identificar por apresentar estruturas danificadas, sendo classificado como indeterminado (Tabela 1). A ordem Hymenoptera apresentou a maior abundância de insetos, seguido por Diptera e Coleoptera (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de insetos endófagos observados (N) por táxon, fenofase do capítulo e tipos de danos às estruturas florais de indivíduos femininos e masculinos de *Baccharis platypoda*, localizados às margens do Córrego Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011. Os valores totais observados para ordem dos insetos e fenofase dos capítulos são referentes ao número de insetos amostrados, enquanto que o total dos danos são referentes ao número de observações de danos aos capítulos.

		N	SEXO	
			Feminino	Masculino
ORDEM	Coleoptera	290	1	289
	Diptera	306	3	303
	Hemiptera	106	4	102
	Hymenoptera	418	4	414
	Lepidoptera	55	0	55
<b>Total</b>		<b>1175*</b>	<b>12</b>	<b>1163</b>
FENOFASE	Botão Floral	4	1	3
	Pré-antese	196	0	196
	Maduro	726	10	716
	Dispersão	248	1	247
	Indeterminado	2	0	2
<b>Total</b>		<b>1176</b>	<b>12</b>	<b>1164</b>
DANO AO CAPÍTULO	Casulo Receptáculo	126	2	124
	Casulo Maceração	101	0	101
	Casulo Esbranquiçado	10	0	10
	Casulo Indefinido	11	0	11
	Consumo Estruturas Florais	85	1	84
	Consumo do Pedúnculo	22	0	22
	Consumo das Bracteas	7	0	7
	Indeterminado	657	9	648
<b>Total</b>		<b>1019</b>	<b>12</b>	<b>1007</b>

\*Um indivíduo indeterminado

Entre as fenofases, o estágio maduro apresentou o maior número de capítulos danificados (519), seguido por capítulos em dispersão (191). A maior abundância de insetos endófagos também foi encontrada nos capítulos maduros (61,78%) e em dispersão (22,74%). Dos 841 capítulos atacados, 657 não apresentaram danos visíveis. Os danos aos capítulos visíveis que apresentaram maior frequência foram a construção de casulos nos receptáculos das inflorescências (126) e por maceração das estruturas florais (101) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Relação entre o número de insetos endófagos observados por tipos de danos, ordens de insetos e fenofases dos capítulos. Os insetos foram amostrados em inflorescências de *Baccharis platypoda* amostradas por um período de um ano (setembro/2010 a setembro/2011) às margens do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais.

Danos	ORDEM DE INSETOS					Total	FENOFASE				Total
	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	Hymenoptera	Lepidoptera		Botão Floral	Pré-antese	Maduro	Dispersão	
<b>Casulo no receptáculo</b>	35	77	9	0	5	<b>126</b>	0	21	77	28	<b>126</b>
<b>Casulo por maceração</b>	82	14	5	0	0	<b>101</b>	0	10	68	23	<b>101</b>
<b>Casulo esbranquiçado</b>	2	6	1	0	1	<b>10</b>	0	0	6	4	<b>10</b>
<b>Casulo indefinido</b>	3	5	2	0	1	<b>11</b>	0	3	6	2	<b>11</b>
<b>Consumo de estruturas florais</b>	17	32	5	1	30	<b>85</b>	0	14	54	17	<b>85</b>
<b>Consumo de pedúnculo</b>	8	10	1	1	2	<b>22</b>	0	4	12	6	<b>22</b>
<b>Consumo de bracteas</b>	1	1	1	0	4	<b>7</b>	0	3	3	1	<b>7</b>
<b>Indeterminado</b>	111	149	36	340	21	<b>657</b>	4	99	401	152	<b>656*</b>

\* Um indivíduo não identificado quanto à fenofase.

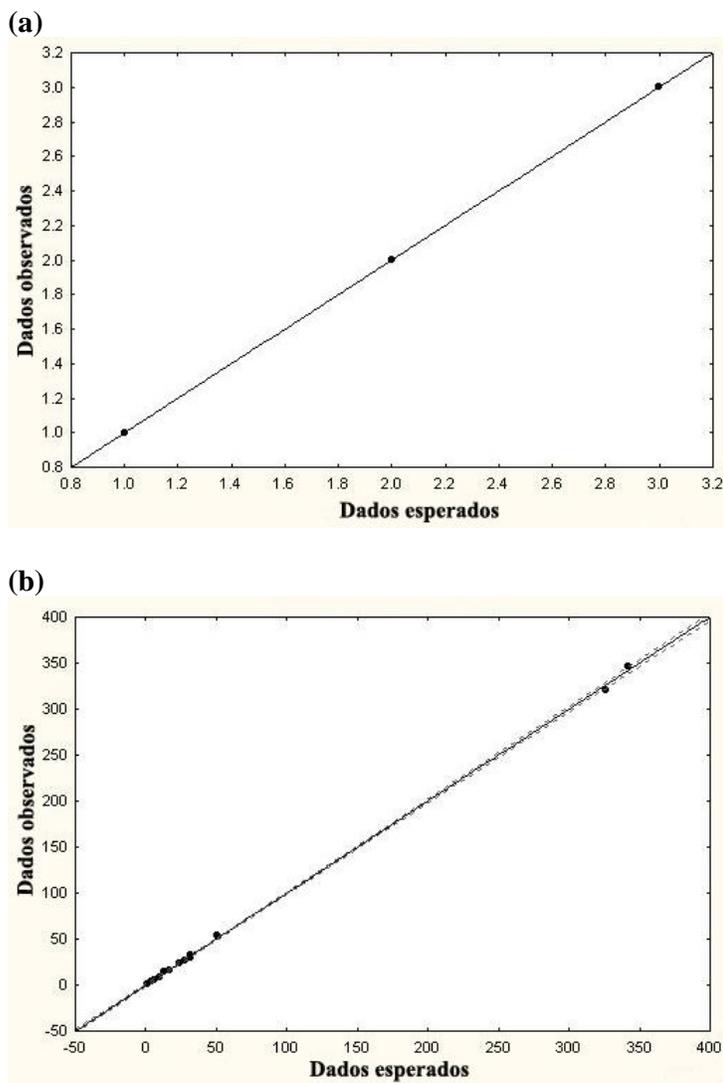
### *Predação x sexo*

O maior número de capítulos danificados foi observado em plantas masculinas (Tabela 3). Foi coletada uma maior proporção de insetos nas plantas masculinas em relação às plantas femininas, com ambos os sexos apresentando insetos de todas as ordens, exceto insetos da ordem Lepidoptera, que foram coletados apenas nas plantas masculinas.

**Tabela 3.** Valores observados para indivíduos masculinos e femininos de *Baccharis platypoda* amostrados no período entre setembro/2010 a setembro/2011, às margens do Córrego do Soberbo, em Diamantina, Minas Gerais. (N) número de plantas amostradas; (n) número de plantas que apresentou danos às estruturas florais; (CAP) número de capítulos coletados; (CP) número de capítulos danificados e (NI) número de insetos observados.

Sexo	N	n	CAP	CP	NI
Feminino	15	7	2789	12	12
Masculino	15	15	2875	829	1164
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>5664</b>	<b>841</b>	<b>1176</b>

A análise de regressão demonstrou que o comportamento de ataque dos insetos endófagos para indivíduos femininos ( $Y = x$ ;  $R^2 = 1$ ) e indivíduos masculinos ( $Y = 1,4083x - 0,2329$ ;  $R^2 = 0,9997$ ) são iguais (Figura 1). Contudo, o teste de Kruskal-Wallis ( $H = 9,17$ ;  $p = 0,0025$ ) demonstrou que, quanto à preferência de ataque dos insetos, há uma notável diferença entre os sexos.



**Figura 1.** Abundância de insetos em função do número de capítulos predados por sexo dos indivíduos de *Baccharis platypoda*, que foram amostrados por um período de um ano (setembro/2010 a setembro/2011). (a) modelo de regressão apresentado para abundância de insetos endófagos em capítulos femininos; (b) modelo de regressão apresentado para abundância de insetos endófagos em capítulos masculinos.

### **Predação x fenofases**

Os capítulos no estágio maduro apresentaram maior número de capítulos predados e maior número de insetos endófagos, sendo que os capítulos em botões florais apresentaram a menor taxa de predação e menor abundância de insetos. A maior concentração de insetos que atacaram as plantas femininas emergiu de capítulos no estágio maduro, o mesmo ocorrendo em plantas masculinas em uma proporção menor.

O teste  $\chi^2$  apresentou significância estatística para capítulos no estágio de pré-antese, maduro e dispersão, com maior ocorrência dos insetos endófagos por determinados capítulos (Tabela 4). As ordens Diptera e Hemiptera apresentaram maior quantidade de insetos observados nos capítulos em pré-antese do que o esperado pelo teste  $\chi^2$ . Nos capítulos maduros, foi observado maior número de insetos das ordens Coleoptera e Diptera do que o esperado. Hemípteros e lepidópteros apresentaram resultados semelhantes para capítulos em dispersão. No entanto, não houve significância estatística para esta variação dentro da ordem Lepidoptera. Numericamente, os insetos tiveram preferência por capítulos mais desenvolvidos, estando nos estágios maduros e em dispersão.

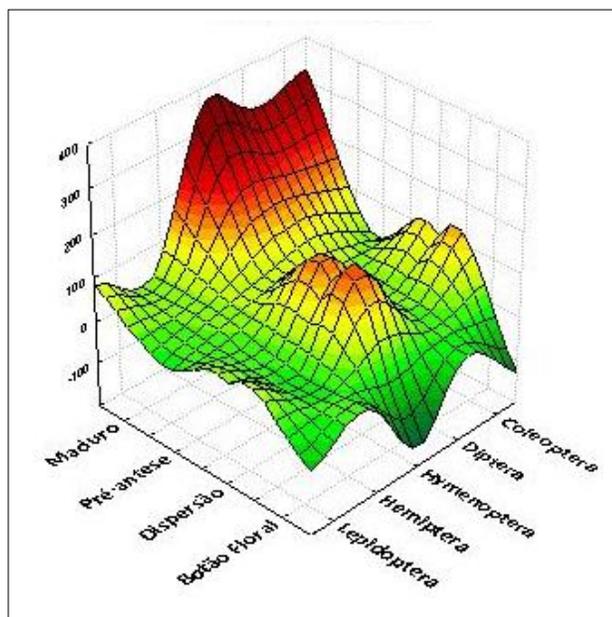
**Tabela 4.** Tabela de contingência com as frequências observadas e esperadas (entre parênteses) de insetos endófagos em capítulos de *Baccharis platypoda*, coletados a partir de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. O período de coleta foi de setembro/2010 a setembro/2011. Os resultados do teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e teste de significância ( $p$ ) são fornecidos por ordem de insetos e fenofase dos capítulos. Nota-se que: (CR) casulo no receptáculo, (CM) casulo por maceração das estruturas florais, (CI) casulos indefinidos, (CE) casulos esbranquiçados, (CP) consumo do pedúnculo, (CB) consumo das brácteas, (CEF) consumo de estruturas florais e (IN) indeterminado.

	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	Hymenoptera	Lepidoptera	Qui-quadrado	
						$\chi^2$	$p$
botão floral	0 (0,98)	2 (1,04)	1 (0,36)	1 (1,43)	0 (0,19)	<b>1,014</b>	<b>0,509</b>
pre-antese	34 (48,12)	60 (51,13)	34 (17,71)	62 (69,84)	6 (9,19)	<b>20,86</b>	<b>0,000*</b>
maduro	198 (178,01)	214 (189,13)	53 (65,52)	227 (258,35)	33 (33,99)	<b>11,171</b>	<b>0,019*</b>
dispersão	56 (60,89)	30 (64,7)	18 (22,41)	128 (88,38)	16 (11,63)	<b>37,684</b>	<b>0,000*</b>
<b>Qui-quadrado <math>\chi^2</math></b>	<b>6,545</b>	<b>22,784</b>	<b>17,013</b>	<b>21,782</b>	<b>2,604</b>		
<b><math>p</math></b>	<b>0,051</b>	<b>0,000*</b>	<b>0,000*</b>	<b>0,000*</b>	<b>0,397</b>		

\* Significativo a  $p \leq 0,05$ .

A análise de agrupamento pelo método de Two-way joining apresentou uma tendência em que há uma relação entre alguns grupos de insetos e os estágios fenológicos dos capítulos predados (Figura 2). As ordens Lepidoptera e Hemiptera apresentaram menor heterogeneidade nos padrões demonstrados pela análise de agrupamento, indicando que os insetos dessas ordens não apresentam preferências por fenofases específicas. Os insetos das ordens Diptera e Coleoptera apresentaram uma heterogeneidade quanto ao ataque de insetos,

considerando os estágios fenológicos dos capítulos, mas apresentaram uma preferência por capítulos maduros. A ordem Hymenoptera apresentou maior heterogeneidade e preferência por capítulos dos estágios mais avançados, como capítulos maduros e dispersão.



**Figura 2.** Padrão de ataque de insetos endófitos em capítulos de *Baccharis platypoda* determinado pelo método de Two-way joining, considerando o estágio fenológico dos capítulos e as ordens de insetos. Os capítulos foram coletados de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011.

### ***Predação x tipos de ataque aos capítulos***

Os danos provocados pelos insetos endófitos se concentraram na formação de casulos e consumo de estruturas dos capítulos predados. Alguns insetos construíram casulos no interior do receptáculo, abaixo da inserção das flores e papus, criando uma câmara isolada do meio externo onde as larvas concluíam seu ciclo de vida. Alguns casulos foram construídos pela maceração das estruturas florais, formando uma massa compacta ao redor das larvas de insetos. Em alguns casulos, foi observada a presença de seda produzida pelos insetos para proteger a larva durante o seu desenvolvimento, apresentando um aspecto esbranquiçado e de textura fina. No entanto, alguns casulos apresentaram padrões indefinidos, não sendo possível descrever os danos causados às estruturas florais.

Alguns insetos também se alimentaram dos capítulos, consumindo todas as estruturas florais como flores, aquênios, papus e brácteas, além de consumo dos receptáculos e

pedúnculos das inflorescências. Aqueles que consumiram o pedúnculo apresentaram dois padrões distintos: de forma organizada, criando uma câmara no interior do pedúnculo ou destruindo toda a estrutura, de modo desorganizado. As brácteas foram danificadas pelos insetos, criando uma abertura oval. No entanto, na maioria dos capítulos que emergiram insetos endófagos, não foi possível descrever algum tipo de dano, sendo observada apenas a ocorrência de algumas pupas entre as estruturas florais sem danificá-las.

A relação entre o ataque de insetos endófagos e os danos provocados aos capítulos de *B. platypoda* demonstrados pelo teste  $\chi^2$  apresentaram significativos apenas para a formação de casulos no receptáculo e por maceração e para o consumo das estruturas florais. Esses danos estão associados com insetos das ordens Diptera, Coleoptera e Lepidoptera, respectivamente.

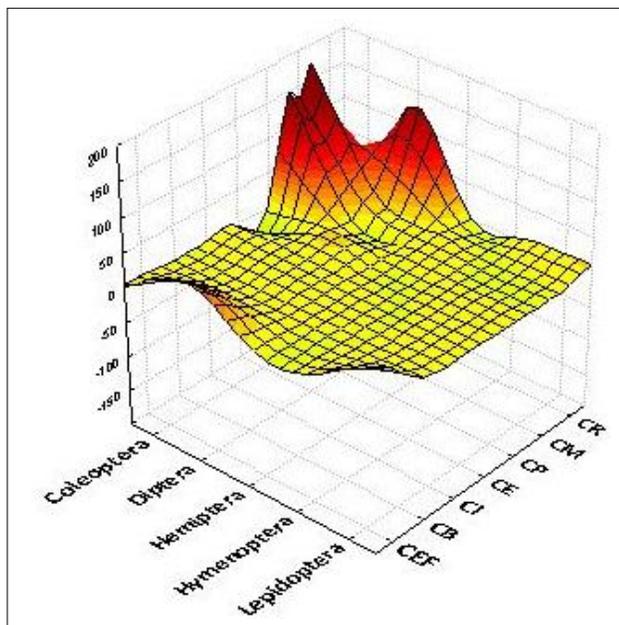
**Tabela 5.** Tabela de contigência com as frequências observadas e esperadas (entre parênteses) de insetos endófagos em capítulos de *Baccharis platypoda*, coletados a partir de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. O período de coleta foi de setembro/2010 a setembro/2011. Os resultados do teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e teste de significância ( $p$ ) são fornecidos por ordem de insetos e tipos de danos em capítulos. Nota-se que: (CR) casulo no receptáculo, (CM) casulo por maceração das estruturas florais, (CI) casulos indefinidos, (CE) casulos esbranquiçados, (CP) consumo do pedúnculo, (CB) consumo das brácteas, (CEF) consumo de estruturas florais e (IN) indeterminado.

	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	Hymenoptera	Lepidoptera	Qui-quadrado	
						$\chi^2$	$p$
CR	35 (32,03)	77 (36,35)	9 (7,42)	0 (42,29)	5 (7,91)	<b>86,715</b>	<b>0,000*</b>
CM	82 (25,67)	14 (29,14)	5 (5,95)	0 (33,9)	0 (6,34)	<b>167,091</b>	<b>0,000*</b>
CE	2 (2,54)	6 (2,89)	1 (0,59)	0 (3,36)	1 (0,63)	<b>4,841</b>	<b>0,119</b>
CI	3 (2,8)	5 (3,17)	2 (0,65)	0 (3,69)	1 (0,69)	<b>4,519</b>	<b>0,102</b>
CEF	17 (21,6)	32 (24,52)	5 (5)	1 (28,53)	30 (5,34)	<b>137,77</b>	<b>0,000*</b>
CP	8 (5,59)	10 (6,35)	1 (1,3)	1 (7,38)	2 (1,38)	<b>6,948</b>	<b>0,061</b>
CB	1 (1,78)	1 (2,02)	1 (0,41)	0 (2,35)	4 (0,44)		
IN	111 (166,99)	149 (189,56)	36 (38,68)	340 (220,5)	21 (41,26)	<b>22,955</b>	<b>0,000*</b>
<b>Qui-quadrado <math>\chi^2</math></b>	<b>141,551</b>	<b>66,764</b>	<b>1,549</b>	<b>175,357</b>	<b>146,328</b>		
<b><math>p</math></b>	<b>0,000*</b>	<b>0,000*</b>	<b>0,698</b>	<b>0,000*</b>	<b>0,000*</b>		

\* Significativo a  $p \leq 0,05$ .

Insetos das ordens Hemiptera e Hymenoptera apresentaram na análise de agrupamento uma maior homogeneidade na análise dos danos aos capítulos, demonstrando não haver padrões de ataque por esses insetos. A ordem Lepidoptera apresentou um padrão de consumo das estruturas florais, apresentando homogeneidade para os demais padrões de danos. Os insetos da ordem Diptera demonstraram, como padrão de ataque aos capítulos, o consumo de estruturas florais e construção de casulos no receptáculo das inflorescências. A ordem Coleoptera apresentou maior heterogeneidade na análise dos danos aos capítulos,

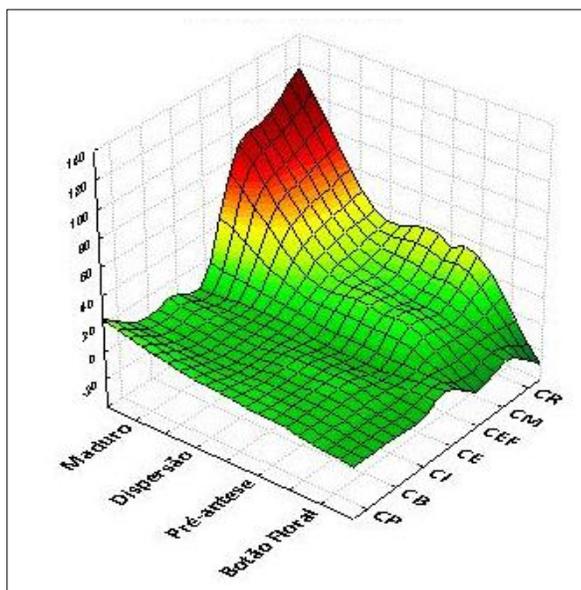
demonstrando haver uma relação entre os insetos dessa ordem e a construção de casulos por maceração das estruturas florais e nos receptáculos das inflorescências (Figura 3).



**Figura 3.** Padrão de ataque de insetos endófagos em capítulos de *Baccharis platypoda* determinado pelo método de Two-way joining. Os capítulos foram coletados de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011. Foram avaliadas as relações entre as ordens de insetos e os diferentes tipos de danos às estruturas florais dos capítulos onde: (CR) casulo no receptáculo, (CM) casulo por maceração das estruturas florais, (CI) casulos indefinidos, (CE) casulos esbranquiçados, (CP) consumo do pedúnculo, (CB) consumo das brácteas, (CEF) consumo de estruturas florais.

### *Tipos de ataque x fenofases*

Quanto à ocorrência de relação entre os ataques e os estágios fenológicos dos capítulos, a análise de agrupamento permitiu determinar que a construção de casulos no receptáculo das inflorescências, casulos por maceração das estruturas florais e consumo das estruturas florais apresentaram associação com capítulos no estágio maduro (Figura 4). Os demais tipos de danos não apresentaram relação com as fenofases.



**Figura 4.** Padrão de ataque de insetos endófagos em capítulos de *Baccharis platypoda* determinado pelo método de Two-way joining. Os capítulos foram coletados de inflorescências de indivíduos localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011. Foram avaliadas as relações entre os diferentes estágios fenológicos e os diferentes tipos de danos às estruturas florais dos capítulos onde: (CR) casulo no receptáculo, (CM) casulo por maceração das estruturas florais, (CI) casulos indefinidos, (CE) casulos esbranquiçados, (CP) consumo do pedúnculo, (CB) consumo das brácteas, (CEF) consumo de estruturas florais.

## DISCUSSÃO

A interação entre os insetos endófagos e a espécie *B. platypoda* demonstrou a existência de padrões bastante nítidos quanto ao ataque sobre uma espécie vegetal dioica. Os resultados demonstraram haver uma íntima relação entre a oferta de recursos e a abundância de insetos habitando capítulos de *B. platypoda*, sendo explicada pela maior disponibilidade de fontes de alimentos por indivíduos masculinos na área estudada e pela estratégia espaço-temporal da espécie. Os insetos demonstraram padrões de ataque relacionados com destruição de órgãos associados ao potencial reprodutivo da espécie como pétalas, sépalas e estruturas anexas e, portanto, definido como florivoria (MCCALL & IRWIN, 2006). Contudo, os resultados não permitem inferências sobre a especificidade de ataque dos insetos às estruturas florais, uma vez que alguns danos foram associados a diferentes insetos de diferentes ordens.

As ordens de insetos encontrados apresentam uma rica fauna documentada para interações entre as espécies de Asteraceae (FONSECA *et al.*, 2005; ALMEIDA *et al.*, 2006; DINIZ, PRADO & LEWINSOHN, 2010). Espécies de vespas (ordem Hymenoptera), em alguns estudos são consideradas parasitóides e, portanto, não danificam as estruturas florais, estando presente nos capítulos apenas pela utilização de outros insetos como fonte de alimento (FONSECA *et al.*, 2005; LOUDA 1982). Contudo, o estudo não permitiu a avaliação da dieta desses insetos, estando incluídos dentro dos grupos de insetos endófagos até uma identificação taxonômica mais detalhada.

### ***Predação x sexo***

Os resultados demonstram haver uma relação entre o sexo e a abundância de insetos endófagos sobre a planta hospedeira, uma vez que os ataques aos capítulos masculinos foram consideravelmente superiores em relação aos observados nas plantas femininas, ainda que o comportamento apresentado pelos insetos quanto às diferenças sexuais não apresentou variação, sendo que houve ataque aos capítulos de ambos os sexos. Entretanto, as estratégias reprodutivas, como maior tempo de floração e display floral da planta masculina como características de sistemas dioicos (BAWA, 1980), induziram a um maior índice de predação aos capítulos masculinos. Isso justifica o elevado número de insetos observados nesse sexo (KRUPNICK & WEIS, 1999), uma vez que a taxa de visitas de polinizadores para garantir a fecundação é menor do que as taxas para efetuar a dispersão do pólen (ASHMAN, 2002). Esse padrão parece ser frequente em estudos de herbivoria em plantas dioicas, nas quais há uma tendência a maior predação em plantas masculinas (ASHMAN, 2002).

A preferência dos insetos por consumo de flores masculinas torna-se mais vantajoso para a dinâmica da população vegetal do que o consumo de sementes pré e pós-dispersão, que são mais onerosos para plantas femininas (MCCALL & IRWIN, 2006). No entanto, um maior ataque a plantas masculinas reduz a quantidade e qualidade de pólen, limitando a produção de sementes por plantas femininas (ASHMAN, 2002). Assim, as plantas femininas se tornam limitadas sexualmente pela herbivoria masculina em maior intensidade, mesmo não sendo atacada diretamente por insetos predadores (ASHMAN, 2002; KRUPNICK & WEIS, 1999).

A herbivoria de capítulos de espécies dioicas afeta tanto a fertilidade masculina quanto a feminina pela redução por consumo do número de gametas, pela redução nas taxas de exportação de pólen e pela baixa fertilização de óvulos (KRUPNICK & WEIS, 1999). Outro fator é o efeito espacial da herbivoria sobre as populações locais de plantas de diferentes

sexos (KRUPNICK, WEIS & CAMPBELL, 1999), uma vez que a interferência no processo de polinização pode atingir não apenas uma planta, mas toda uma população local. A maioria das espécies dioicas é polinizada por insetos (BAWA, 1980) e polinizadores podem evitar a visitação a flores de plantas individuais que apresentam danos ou redução na oferta de recursos, como podem evitar plantas da mesma espécie ao redor daquela danificada; as plantas masculinas podem ser prejudicadas a nível individual como local, na transmissão de seus caracteres.

### ***Predação x fenofases***

Considerando o estágio fenológico dos capítulos, houve uma nítida preferência dos insetos por inflorescências mais desenvolvidas (maduros e em dispersão). Tal preferência pode ser justificada pela maior oferta de alimento (inflorescências) através de um longo período (ROMERO & VASCONCELO NETO 2005), uma vez que as plantas acumulam maior quantidade de nutrientes para garantir flores de qualidade (STRAUSS, 1997). Capítulos maduros se mostram mais atrativos aos insetos, liberando odores e disponibilizando nutrientes que favoreçam uma maior visitação de polinizadores. No entanto, as fêmeas podem buscar também locais de ovoposição que permitam um pleno desenvolvimento dos insetos imaturos, como abrigo, alimento e proteção. Capítulos em fases iniciais (botão floral e pré-antese), quando atacados por insetos endófagos, são abortados, não completando o seu desenvolvimento (LOUDA 1982b; KRUPNICK & WEIS, 1999). Esse comportamento explica a baixa frequência de insetos endófagos emergidos de capítulos desses estágios.

Por outro lado, uma preferência dos insetos por essas fenofases pode resultar em prejuízos ao sistema reprodutivo da planta, podendo reduzir o tempo de floração da planta e na dispersão de sementes, interferindo no sucesso da fenologia reprodutiva (LOUDA & POTVIN, 1995) ou provocando redução da aptidão da planta pelo desperdício de nutrientes alocados e consumidos por insetos endófagos (MCCALL & IRWIN, 2006). Plantas podem apresentar, como mecanismos de defesa ao ataque de insetos, o acúmulo de substâncias químicas nos tecidos, barreiras físicas, variação temporal e espacial na oferta de recursos (MCCALL & IRWIN, 2006). No entanto, como defesa ao ataque de predadores, a planta pode aumentar o número de flores em exposição para compensar a demanda de insetos colonizando capítulos (ROMERO & VASCONCELOS NETO 2005) ou o ataque a peças florais (STRAUSS, 1997; MCCALL & IRWIN, 2006). O ataque aos capítulos de Asteraceae e a fenologia reprodutiva podem definir a concentração de insetos, pela maior ou menor

disponibilidade de flores em exposição (ROMERO & VASCONCELOS NETO 2005), interferindo na aptidão sexual entre plantas masculinas e femininas (MCCALL & IRWIN, 2006).

### ***Predação x tipos de ataque aos capítulos***

Os capítulos de Asteraceae são recursos alimentares bastante diversificados estruturalmente e previsíveis, espacialmente e temporalmente, aos seus predadores (ALMEIDA *et al.*, 2006). Os padrões de ataque aos capítulos representam o tipo de recurso procurado pelo inseto nas inflorescências de *B. platypoda*. As fêmeas depositam seus ovos sobre os capítulos que, ao eclodirem, liberam as larvas que necessitam de abrigo para concluir seu desenvolvimento e alimento para o seu crescimento (LOUDA, 1983).

Os casulos encontrados indicam que insetos das ordens Coleoptera e Diptera utilizam os capítulos para concluir o seu ciclo de vida, abrigo e alimentando a larva. Alguns capítulos utilizados por larvas de Diptera não se desenvolvem quando são predados no início do desenvolvimento ou as flores adjacentes ao local de ovoposição dos capítulos maduros são abortadas (LOUDA 1982b).

Larvas de Lepidoptera utilizaram o capítulo como fonte de alimento, consumindo todas as estruturas nutritivas que compõem o capítulo. Os casulos construídos pelas larvas para completar o ciclo eram formados sobre as estruturas danificadas dos capítulos. Insetos das ordens Hemiptera e Hymenoptera utilizaram o capítulo apenas para abrigo, sendo encontrado apenas pupas entre as estruturas florais, como também foi observado por Louda (1983), sendo difícil determinar a responsabilidade desses insetos sobre os danos aos capítulos.

Apesar de cada ordem apresentar formas distintas de utilização dos capítulos, todas provocam danos ao ciclo reprodutivo da espécie. Capítulos predados por insetos endófagos apresentam uma taxa significativa de sementes inviáveis, reduzindo o número de plântulas recrutadas e interferindo na manutenção da população (LOUDA 1982b; LOUDA & POTVIN, 1995). Um aumento na taxa de predação de capítulos está associado à redução no número de flores aparentes aos polinizadores que evitam capítulos danificados, interferindo no processo reprodutivo da espécie (LOUDA 1982b; STRAUSS, 1997; ROMERO & VASCONCELOS NETO 2005), uma vez que flores danificadas ofertam menos néctar e pólen (STRAUSS, 1997; ROMERO & VASCONCELOS NETO 2005; MCCALL & IRWIN 2006). Alguns insetos endófagos, alimentando-se do receptáculo de inflorescências jovens, interferem no

crescimento vegetativo da planta, já que atingem o sistema vascular vegetal para obtenção de maior quantidade de nutrientes (LOUDA & POTVIN, 1995).

Portanto, os insetos endófagos associados a capítulos de *B. platypoda* apresentaram íntima relação com o sexo dos indivíduos por apresentarem maior frequência de ataque a capítulos masculinos, estando associados com capítulos nos estágios finais de desenvolvimento (maduros e dispersão). No entanto, há a necessidade de aprofundamento no estudo dos padrões de ataque associados aos danos, uma vez que a construção de casulos e o consumo de estruturas florais se mostraram mais frequentes, mas não apresentaram relação concreta quanto ao táxon do inseto associados ao capítulo danificado.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M.; FONSECA, C. R.; PRADO, P. I.; ALMEIDA-NETO, M.; DINIZ, S.; KUBOTA, U.; BRAUN, M.; RAIMUNDO, R. L. G.; ANJOS, L. A.; MENDONÇA, T. G.; FUTADA, S. M.; LEWINSOHN, T. M. Assemblages of endophagous insects on Asteraceae in São Paulo Cerrados. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 4, p. 458-468, 2006.

ALMEIDA-NETO, M.; KUBOTA, U.; BRAUN, M. R.; LEWINSOHN, T. M. The impact of flower head endophages on seed set of a native population of *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (Asteraceae). **Bioikos**, v. 24, n. 2, p. 105-112, 2010.

ASHMAN, T. L. The role of herbivores in the evolution of separate sexes from hermaphroditism. **Ecology**, v. 83, n. 5, p. 1175-1184, 2002.

BAWA, K. S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 15-39, 1980.

BORGES, R. A. X.; FORZZA, R. C. A tribo Astereae (Asteraceae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica**, v. 26, n. 2, p. 131-154, 2008.

COSTA, F. N. Campos rupestres. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambiente**. Belo Horizonte: O lutador, 2005. cap. 7, p. 139-145.

DIAS, A. T.; TRIGO, J. R.; LEWINSOHN, T. M. Bottom-up effects on a plant-endophage-parasitoid system: the role of flower-head size and chemistry. **Austral Ecology**, v. 35, p. 104-115, 2010.

DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Local pattern of host plant utilization by lepidopteran larvae in the cerrado vegetation. **Entomotropica**, v. 17, n. 2, p. 115-119, 2002.

DINIZ, S.; PRADO, P. I.; LEWINSOHN, T. M. Species richness in natural and disturbed habitats: Asteraceae and flower-head insects (Tephritidae: Diptera). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 2, p. 163-171, 2010.

EBER, S.; KNOLL, S.; BRANDL, R. Endophagous insects and structural niches on plants: ecology and evolutionary consequences. **Ecological Entomology**, v. 24, p. 292-299, 1999.

FIRETTI, R.; CAPANEMA, L. M.; FACHINI, C.; TURCO, P. H. N.; VEIGA FILHO, A. A. Análise de variáveis estratégicas para o desenvolvimento da agropecuária da região do portal do Paranapanema. **RESR**, v. 50, n. 1, p. 141-156, 2012.

FONSECA, C. R.; PRADO, P. I.; ALMEIDA-NETO, M.; KUBOTA, U.; LEWINSOHN, T. M. Flower-heads, herbivores, and their parasitoids: food web structure along a fertility gradient. **Ecological Entomology**, v. 30, p. 36-46, 2005.

KRUPNIC, G. A.; WEIS, A. E.; CAMPBELL, D. R. The consequences of floral herbivory for pollinator service to *Isomeris arborea*. **Ecology**, v. 80, n. 1, p. 125-134, 1999.

KRUPNICK, G. A.; WEIS, A. E. The effect of floral herbivory on male and female reproductive success in *Isomeris arborea*. **Ecology**, v. 80, n. 1, p. 135-149, 1999.

KUBOTA, U.; LOYOLA, R. D.; ALMEIDA, A. M.; CARVALHO, D. A.; LEWINSOHN, T. M. Body size and host range co-determine the altitudinal distribution of Neotropical tephritid flies. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, p. 632-639, 2007.

LEWINSOHN, T. M.; NOVOTNY, V.; BASSET, Y. Insects on plants: diversity of herbivore assemblages revisited. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 36, p. 597-620, 2005.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 36-42, 2005.

LOUDA, S. M. Distribution ecology: variation in plant recruitment over a gradient in relation to insect seed predation. **Ecological Monographs**, v. 52, n. 1, p. 25-41, 1982b.

LOUDA, S. M. Limitation of the recruitment of the shrub *Haplopappus squarrosus* (Asteraceae) by flower – and seed-feeding insects. **Journal of Ecology**, v. 70, p. 43-53, 1982a.

LOUDA, S. M. Seed predation and seedling mortality in the recruitment of a shrub, *Haplopappus venetus* (Asteraceae), along a climatic gradient. **Ecology**, v. 64, n. 3, p. 511-521, 1983.

LOUDA, S. M.; POTVIN, M. A. Effect of inflorescence-feeding insects on the demography and lifetime fitness of a native plant. **Ecology**, v. 76, n. 1, p. 229-245, 1995.

MCCALL, A. C.; IRWIN, R. E. Florivory: the intersection of pollination and herbivory. **Ecology Letters**, v. 9, p. 1351-1365, 2006.

MENDONÇA FILHO, C.V. Vegetação. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambiente**. Belo Horizonte: O lutador, 2005. cap. 6, p. 121-135.

NASCIMENTO, M. S.; MONTEIRO, R. F. Especificidade de hospedeiro: padrões ecológicos de insetos fitófagos em ecossistemas tropicais. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 602-609, 2008.

NEVES, F. S.; FAGUNDES, M.; SPERBER, C. F.; FERNANDES, G. W. Tri-trophic level interactions affect host plant development and abundance of insect herbivores. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 5, p. 351-357, 2011.

NEVES, S. C., ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. Fisiografia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. (Org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambiente**. Belo Horizonte: O lutador, 2005. cap. 2, p. 47-58.

NOVOTNY V.; BASSET, Y.; MILLER, S. E.; WEIBLEN, G. D.; BREMER, B.; CIZEK, L.; DROZD, P. Low host specificity of herbivorous insects in a tropical forest. **Nature**, v. 416, p. 841-844, 2002.

ØDEGAARD, F.; DISERUD, O. H.; ØSTBYE, K. The importance of plant relatedness for host utilization among phytophagous insects. **Ecology Letters**, v. 8, p. 612-617, 2005.

PRADO, P. I. K. L.; LEWINSOHN, T. M. Associações inseto-planta no nível local e regional: Tephritidae e Vernoniae na Serra do Espinhaço. In: MARTINS, R. P.; LEWINSOHN, T. M.; BARBEITOS, M. S. (Org.). **Ecologia e comportamento de insetos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. 8**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. 2000. p. 405-422.

PRADO, P. I.; LEWINSOHN, T. M. Compartments in insect-plant associations and their consequences for community structure. **Journal of Animal Ecology**, v. 73, p. 1168-1178, 2004.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora – volume 1**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2008. cap. 6, p. 152-212.

RIBEIRO, S. P.; FERNANDES, G. W. Interações entre insetos e plantas no cerrado: teoria e hipóteses de trabalho. In: MARTINS, R. P.; LEWINSOHN, T. M.; BARBEITOS, M. S. (Org.). **Ecologia e comportamento de insetos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. 8**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ. 2000. p. 299-320.

ROCHA, A. D.; OKABE, I.; MARTINS, M. E.; MACHADO, P. H. B.; MELLO, T. C. Qualidade de vida, ponto de partida ou resultado final? **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 5, n. 1, p. 63-81, 2000.

ROMERO, G. Q.; VASCONCELOS NETO, J. Flowering phenology, seed set and arthropod guilds in *Trichogoniopsis adenantha* (DC) (Asteraceae) in south-east Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 1, p. 171-178, 2005.

STRAUSS, S. Y. Floral characters link herbivores, pollinators, and plant fitness. **Ecology**, v. 78, n. 6, p. 1640-1645, 1997.

STATSOFT, INC. **Electronic Statistics** Textbook. Tulsa, OK: StatSoft. WEB: <http://www.statsoft.com/textbook/>, 2012.

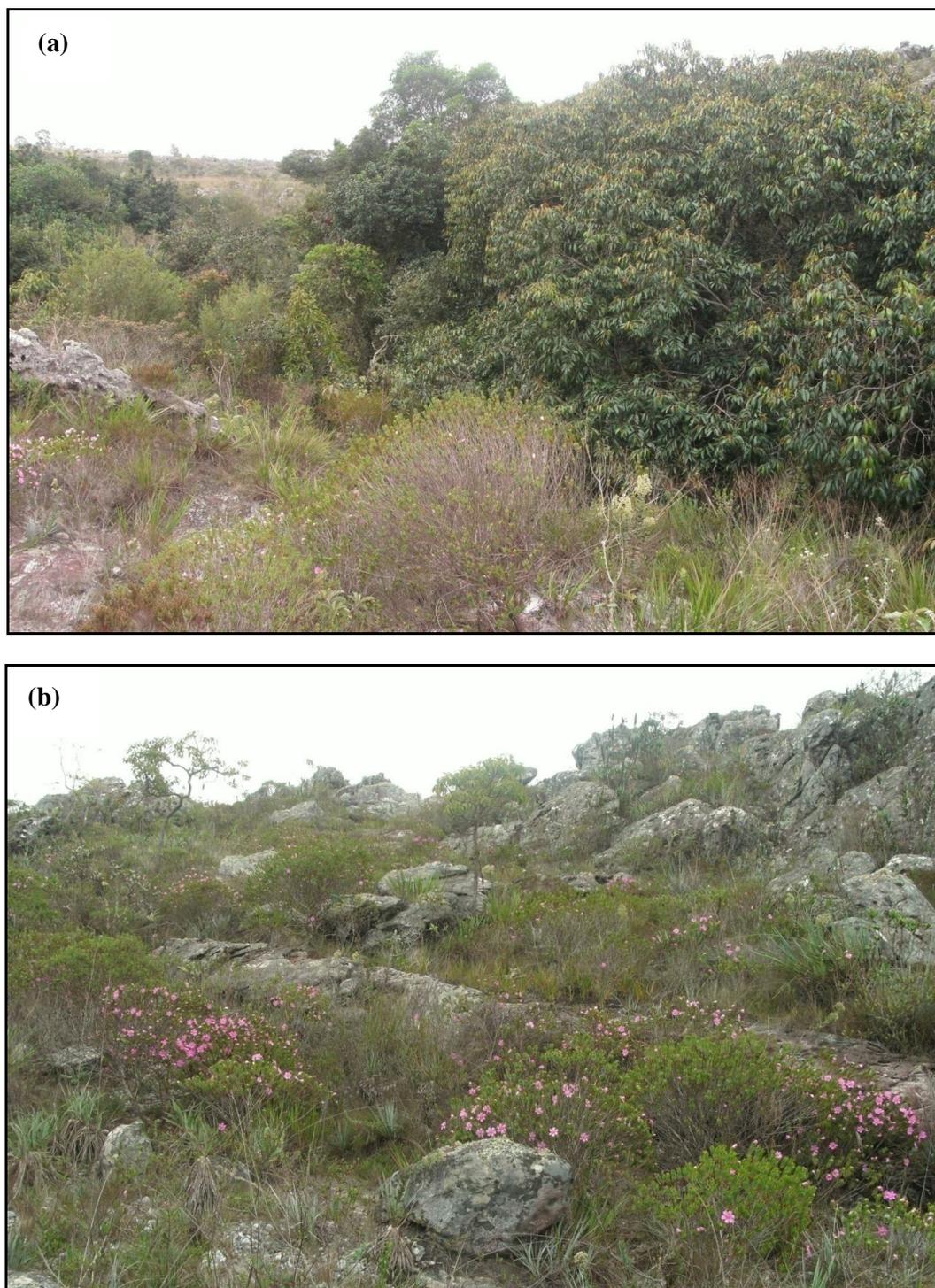
### 3 CONCLUSÃO GERAL

O estudo da autoecologia de *B. platypoda* demonstrou haver uma conexão entre a distribuição espacial, a fenologia e as interações ecológicas em que a espécie participa, principalmente quando se considera o padrão sexual dioico da espécie. Plantas masculinas e femininas apresentam comportamentos distintos na ocupação do habitat e interações com fatores bióticos e abióticos. Essa conduta da espécie perante o ambiente demonstra estratégias evolutivas que permitem que indivíduos de diferentes sexos possam obter recursos para o seu desenvolvimento, garantindo uma reprodução eficiente e uma defesa aos ataques de predadores.

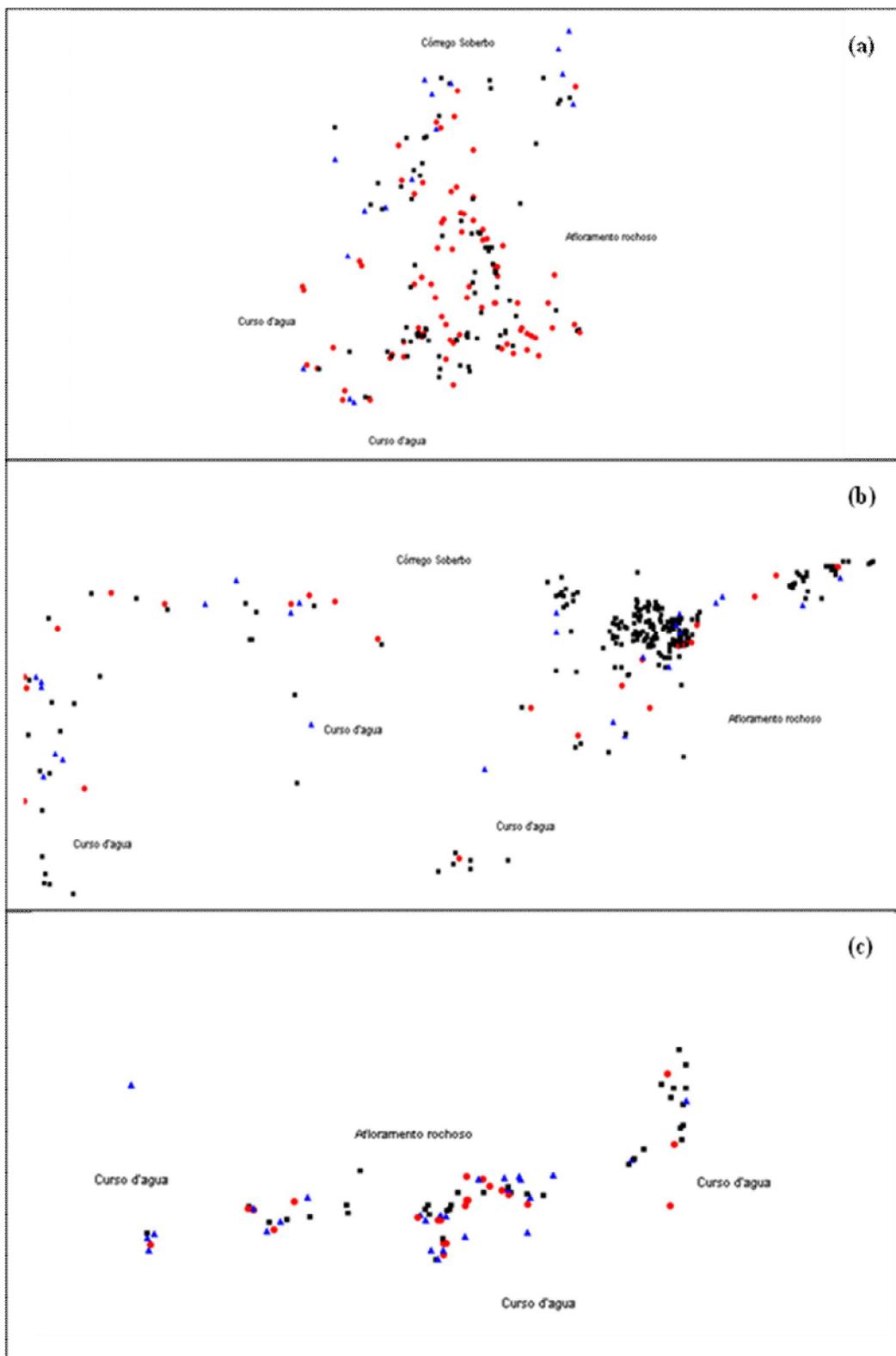
*Baccharis platypoda* apresentou características espaciais que a distribuiu de forma agregada ou aleatória de acordo com a escala e o sexo dos indivíduos, estando distribuídos de forma independente no ambiente em que se encontraram. A espécie apresentou variações nas estratégias fenológicas de indivíduos de diferentes sexos, principalmente no ciclo reprodutivo. Desse modo, a interação insetos-planta apresentou íntima relação com o sexo dos indivíduos e com o estágio fenológico do ciclo reprodutivo da espécie.

Assim, o estudo do padrão espacial e do estágio fenológico reprodutivo e vegetativo, bem como os fatores determinantes ao padrão de ataque de insetos endófagos em inflorescências, mostra-se relevante a uma melhor compreensão de aspectos da história natural da população de *B. platypoda*.

## ANEXOS



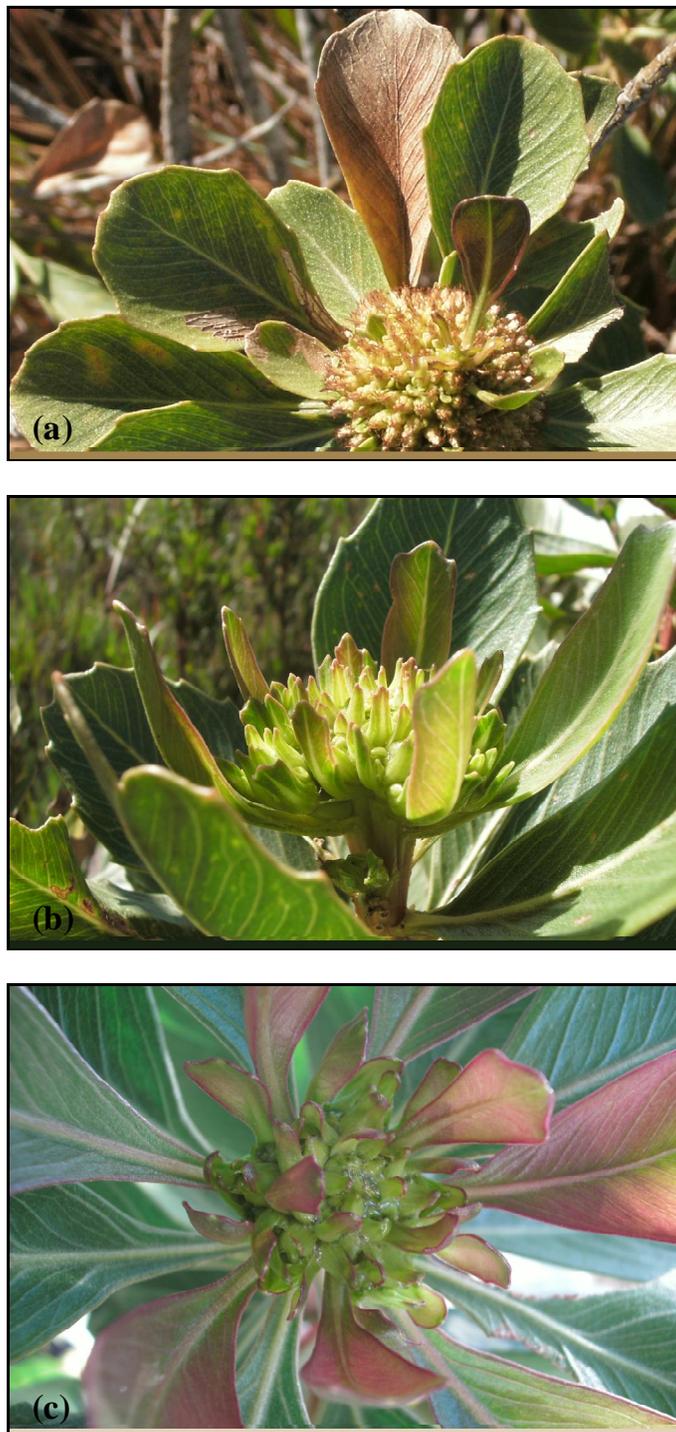
**Figura 1.** Fitofisionomias das áreas pertencentes ao Campus JK (UFVJM) onde ocorre a espécie *Baccharis platypoda*. (a) Margem do Córrego do Soberbo, formando uma pequena mata ciliar; (b) formação rupestre com presença de afloramentos rochosos com solos rasos.



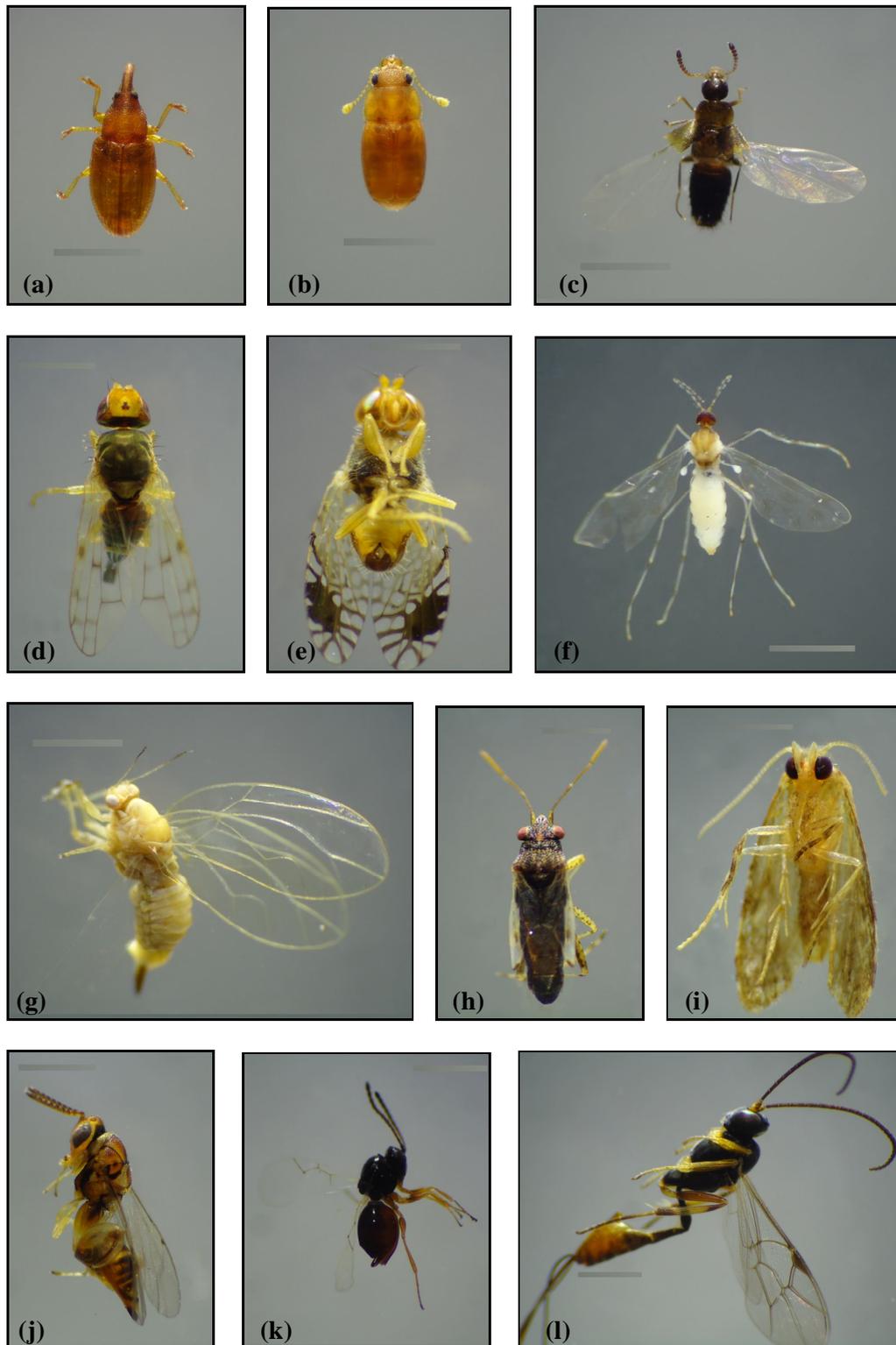
**Figura 2.** Mapas da distribuição espacial de *Baccharis platypoda* nas áreas A<sub>1</sub> (a), A<sub>2</sub> (b) e A<sub>3</sub> (c), localizadas próximas à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. A amostragem foi realizada no mês de abril de 2011. As três áreas apresentam a localização de indivíduos masculinos (▲), indivíduos femininos (■) e jovens (●) e a presença de cursos d'água e afloramentos rochosos.



**Figura 3.** Inflorescências de indivíduos de *Baccharis platypoda*, coletadas à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. (a) Inflorescência feminina, (b) Inflorescência masculina, (c) botões florais femininos, (d) flores imaturas femininas, (e) flores maduras femininas, (f) botões florais masculinos, (g) flores imaturas masculinas e (h) flores maduras masculinas.



**Figura 4.** Fenofases vegetativas para indivíduos de *Baccharis platypoda* localizados à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais. (a) Folhas velhas e queda de folhas, (b) folhas novas e (c) brotamento. Observa-se que o brotamento da espécie ocorre a partir das inflorescências que surgem no ápice dos ramos.



**Figura 5.** Insetos endófagos coletados em capítulos de inflorescências de *Baccharis platypoda* coletadas à margem do Córrego do Soberbo, no município de Diamantina, Minas Gerais, no período de setembro/2010 a setembro/2011. Os morfotipos pertencem às ordens Coleoptera (a-c), Diptera (d-f), Hemiptera (g-h), Lepidoptera (i) e Hymenoptera (j-m).

