



FERNANDA APARECIDA FARIA

**IDENTIFICAÇÃO E ATUAÇÃO DOS GALHADORES DE
Gochnatia barrosoae CABRERA (ASTERACEAE) EM ÁREA DE
CERRADO *STRICTO SENSU***

LAVRAS – MG

2017

FERNANDA APARECIDA FARIA

**IDENTIFICAÇÃO E ATUAÇÃO DOS GALHADORES DE *Gochnatia barrosoae*
CABRERA (ASTERACEAE) EM ÁREA DE CERRADO *STRICTO SENSU***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

Professor Dr. Marcel Gustavo Hermes
Orientador

Dr. Fernando Antônio Frieiro- Costa
Coorientador

**LAVRAS – MG
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Faria, Fernanda Aparecida.

Identificação e atuação dos galhadores de *Gochnatia
barrosoae* Cabrera (Asteraceae) em área de Cerrado *stricto sensu* /
Fernanda Aparecida Faria. - 2017.

43 p. : il.

Orientador(a): Marcel Gustavo Hermes.

Coorientador(a): Fernando Antônio Frieiro- Costa.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Galhas. 2. Cecidomyiidae. 3. Parasitoides. I. Hermes, Marcel
Gustavo. II. Frieiro- Costa, Fernando Antônio. III. Título.

FERNANDA APARECIDA FARIA

**IDENTIFICAÇÃO E ATUAÇÃO DOS GALHADORES DE *Gochnatia barrosoae*
CABRERA (ASTERACEAE) EM ÁREA DE CERRADO *STRICTO SENSU***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de abril de 2017

Dra. . Sheila Patrícia Carvalho Fernandes UFRJ
Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira UFLA

Professor Dr. Marcel Gustavo Hermes
Orientador

Dr. Fernando Antônio Frieiro- Costa
Coorientador

LAVRAS – MG

2017

Aos meus pais Clea e Donizete, sempre juntos comigo, movendo céu e terra por mim, abrindo mão muitas vezes de seus desejos para realizar o meu. Vocês são a razão do meu viver, porto seguro da minha caminhada, motivo da minha luta, meus maiores exemplos.

Dedico

Seja forte e corajoso! Não fique desanimado, nem tenha medo, porque eu, o SENHOR, seu DEUS, estarei com você em qualquer lugar para onde você for!

Josué 1:9

AGRADECIMENTOS

Ao mestre dos mestres, Senhor que tem poder de dar e tirar a vida, eu agradeço por mais uma conquista. Por me fortalecer a cada dificuldade, a cada desejo de desistir, obrigada por enxugar minhas lágrimas e me mostrar um novo caminho quando tudo parece perdido. Eu creio e me alegro em ti Senhor. Obrigada minha Nossa Senhora mãe de Deus e de todos nós, sei que sempre intercede ao seu Filho por mim, sei que sempre me cobre com seu manto.

Agradeço a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia (DEN) pela oportunidade e empenho para realização do Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida para realização deste trabalho.

Ao professor Marcel Gustavo Hermes agradeço por toda ajuda e compreensão, obrigada pela orientação durante o Mestrado, pela ajuda em campo, pela confiança e conhecimento transmitido.

Ao meu co-orientador Fernando Antônio Frieiro-Costa, meu eterno professor, companheiro de campo e amigo. Um exemplo de pessoa em todos os campos de atuação, obrigada pela atenção permanente, por acreditar no meu potencial, por me aconselhar, incentivar em todos os projetos e caminhar comigo.

Aos professores do Departamento de Entomologia, muito obrigada pelos ensinamentos, ajuda e conselhos, vocês formam excelentes profissionais.

Aos demais funcionários do DEN/UFLA, vocês são essenciais.

Ao meu colega Rodrigo que desde a infância estivemos juntos, sua ajuda nas análises foi indispensável.

À Kira, minha colega de profissão, agradeço pela ajuda na estruturação dessa dissertação.

À Dr^a. Valéria um exemplo de profissional, muito obrigada por todas as orientações no decorrer desse trabalho, obrigada pela disponibilidade, pela troca de mensagens e apoio, você me mostrou vários caminhos sendo fundamental para a conclusão deste estudo.

Aos membros da banca Luiz Cláudio, Sheila, Maria Fernanda e Bárbara, muito obrigada por terem aceitado o convite de uma forma tão gentil, obrigada por comparecerem, pelas dicas e toda a contribuição para o enriquecimento deste trabalho.

Ao Centro Universitário de Lavras, por permitir a utilização da área do Boqueirão para o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço a minha mãe, minha rainha, meu exemplo de força, fé, garra e superação, sempre disposta, sempre com os melhores conselhos, sempre em oração por mim, chora e sorri comigo, sempre ao meu lado.

Ao meu pai, obrigada pelo zelo incondicional e dedicação.

À minha família, por sempre me ajudar nas horas das dificuldades. Em especial ao meu Tio João, mais que um tio para mim e minha querida e amada Tia Alaíde que nos deixou bem no início dessa etapa, porém sei que do céu intercede por mim. Á minha prima Keila, uma pessoa sempre disposta a ajudar.

Ao meu namorado Gean, por sempre me acalantar nas horas de dificuldade, me apoiando e dizendo que tudo vai dar certo.

Aos meus amigos de infância e os que não são tão de infância assim, obrigada por torcerem por mim e me alegrarem a cada fim de semana. Um agradecimento especial a minha amiga Luana, distante fisicamente, mas sempre presente em todas as etapas da minha vida, uma amiga que sofre e comemora comigo.

Obrigada meus colegas de mestrado, vocês são demais!!! Á você Titi (Tiago), meu carinho eterno, mais que um colega de classe, um amigo para a vida, foram muitas e sinceras risadas e conversas diárias o levarei sempre comigo.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente participaram na concretização de mais essa conquista, meu muito obrigada!

RESUMO

As galhas são complexas estruturas causadas nas plantas devido à ação de diversos organismos como vírus, bactérias, fungos, nematoides, insetos e ácaros. Dentre eles podemos destacar os insetos como os principais indutores, obtendo alimento, proteção física contra os extremos ambientais e contra os inimigos naturais. Esse grupo de herbívoros sofisticados suplantam as defesas químicas e físicas dos vegetais e, com a liberação de compostos químicos, estimulam a proliferação e diferenciação do seu tecido meristemático. As galhas podem estar presentes desde as raízes até a extremidade apical, entretanto são mais comuns em folhas e ramos. Devido ao fato de atuarem como fortes drenos e competirem por assimilados, na maioria dos casos a formação das galhas tem efeitos deletérios sobre a planta hospedeira. Dentre as várias famílias vegetais que apresentaram galhas, Asteraceae é uma das mais utilizada pelos indutores. Em cerrado *stricto sensu* são encontrados inúmeros exemplares da espécie *Gochmatia barrosoae* Cabrera (Asteraceae) que apresentam galhas globulosas, pilosas, amarelas e de fácil visualização. Objetivou-se então verificar qual é a fauna associadas às galhas de *G. barrosoae*, bem como o padrão de ocorrência desses insetos galhadores e os fatores que influenciam no seu ciclo de vida. Para isso a pesquisa foi realizada durante dois anos 2012/2013, para cada ano 100 plantas foram marcadas de modo arbitrário, nas plantas com galhas foram colocadas armadilhas englobando as galhas, que permitiram a obtenção dos insetos associados. Dados meteorológicos cedidos pelo Departamento de Engenharia Núcleo de Agrometeorologia e Climatologia (UFLA), foram utilizados a fim de avaliar a influencia dos fatores climáticos. As galhas de *G. barrosoae* são induzidas por *Asphondylia* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), e estes são mais abundantes na transição da estação seca para a chuvosa quando a planta hospedeira emite novas folhas e a temperatura é mais amena, ficando protegidos nas galhas durante o verão quando a precipitação aumenta. Outros insetos também foram encontrados, compondo a guilda dos parasitóides e dos inquilinos. Os primeiros foram representados exclusivamente por Hymenoptera (Eulophidae, Eurytomidae e Torymidae) e os segundos por Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera (Formicidae).

Palavras-chave: Galhas. Cecidomyiidae. Parasitoides

ABSTRACT

The galls are complex structures caused in plants due to the action of various organisms such as viruses, bacteria, fungi, insects and mites nematodes. Among them we can highlight the bugs as the main inducers, obtaining food, physical protection against environmental extremes and against natural enemies. This group of sophisticated herbivores supersede chemical and physical defenses of plants and, with the release of chemical compounds, stimulate the proliferation and differentiation of your meristem tissue. The galls may be present from the roots until the apical end, however are more common in leaves and branches. Due to the fact act as strong drains and compete for assimilated, in most cases the formation of galls have deleterious effects on the host plant. Among the various plant families that presented galls, Asteraceae, is one of the most used for inducers. In cerrado *strictu sensu* are found numerous examples of species *Gochnatia barrosoae* Cabrera (Asteraceae) that present globoids hairy, yellow galls and easy viewing. The objective then was check what is the fauna associated with galls of *G. barrosoae*, as well as the pattern of occurrence of these gall forming insects and the factors that influence on your life cycle. The survey was conducted over a two-year 2012/2013, for each year 100 plants were marked in arbitrary mode, in plants with galls were placed traps including the galls, which allowed the obtaining of insects associated with then. Weather data provided by the Departamento de Engenharia Núcleo de Agrometeorologia e Climatologia (UFLA) were used to assess the influence of climatic factors. The galls of *G. barrosoae* are induced by *Asphondylia* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), and these are more abundant in the transition from the dry season to the rainy season when the host plant emits new leaves and the temperature is cooler, getting protected in the galls during the summer when rainfall increases. Other insects have also been found, composing the guild of Parasitoids and inquilines. The former were represented solely by Hymenoptera (Eulophidae, Eurytomidae and Torymidae) and the second for Coleoptera, Lepidoptera and Hymenoptera (Formicidae).

Keywords: Galls. Cecidomyiidae. Parasitoid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reserva Biológica UNILAVRAS/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.	21
Figura 2 - Armadilha de "voile" em <i>Gochnatia barrosoae</i> (Asteraceae) na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto de 2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.....	22
Figura 3 - Adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.....	23
Figura 4 - Número de indivíduos adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013.....	27
Figura 5 - Número de indivíduos de <i>Gochnatia barrosoae</i> (Asteraceae) com galhas e número de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2013 a julho/2014.....	27
Figura 6 – Número de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 em relação à temperatura.	31
Figura 7 - Número de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2013 a julho/2014 em relação à umidade relativa e temperatura.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ordens de insetos associados às galhas de indivíduos de <i>Gochnatia barrosoae</i> (Asteraceae) na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.	24
Tabela 2 - Resumo da análise de regressão com modelo binomial negativo inflacionado de zeros para os dados de emergência de adultos obtidos da espécie galhadora,) na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho 2013 em relação a TMED, UR e PREC	31
Tabela 3 - resumo da análise de regressão com modelo binomial negativo inflacionado de zeros para os dados de emergência de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva	

Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2013 a julho/2014 em relação a TMED, UR e PREC.	32
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Respostas das plantas ao ataque dos herbívoros	15
2.2 Galhas, formação e desenvolvimento	16
2.3 Insetos indutores de galhas	17
2.4 Sistema estudado	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Área estudada	21
3.2 Metodologia	21
3.3 . Análise dos dados	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Insetos associados	24
4.2 Ocorrência de galhas	26
4.3 Emergência e sincronia entre os galhadores e sua planta hospedeira	27
4.4 Influência dos fatores climáticos sobre os galhadores	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
6 CONCLUSÕES	36

1 INTRODUÇÃO

Causadas pela proliferação e diferenciação dos meristemas, as galhas ou cecídias são complexas estruturas decorrentes da ação de vários organismos. Podem estar presentes desde as raízes até a extremidade apical, sendo mais comuns em folhas e ramos (FERNANDES et al.,1988). Os principais cecidógenos são os insetos, que são seletivos quanto à parte das plantas que exploram. Da planta hospedeira obtêm, ao mesmo tempo, alimento e proteção física contra extremos ambientais e os vários inimigos naturais (EDWARDS e WRATTEN, 1981; FERNANDES et al.,1988). O estudo dessa interação entre insetos e plantas procura entender como diversos fatores influenciam na diversidade dos vegetais atacados que, conseqüentemente, favorecem maior riqueza de cecidógenos.

Os galhadores produzem sinais químicos fazendo com que nutrientes sejam drenados das outras partes das plantas para que sejam utilizados na própria alimentação (BORGES, 2006).

Devido ao fato e atuarem como fortes drenos e competirem por assimilados, na maioria dos casos a formação das galhas tem efeitos deletérios sobre a planta hospedeira (YUKAWA, 2000). Podem causar impactos negativos na planta hospedeira, enfraquecendo-a, dificultando o desenvolvimento ou, também, reduzindo a biomassa e diminuindo a fecundidade (KETTENRING; WEEKLEY; MENGES, 2009). Conseguem diminuir a produção de flores e frutos, reduzir o peso e porcentagem de sementes, além de contribuir para um declínio na taxa de crescimento da planta após o ataque (SILVA et al., 1996 (MALVES e COELHO, 2015). Dificultam o transporte da seiva e comprometem a realização da fotossíntese (SCARELI-SANTOS et al., 2012).

Várias ordens de insetos possuem representantes que induzem a formação de galhas: Thysanoptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera e Diptera (MALVES e FRIEIRO-COSTA, 2012). A maioria dos insetos indutores de galhas possui especificidade para uma espécie hospedeira ou para um grupo de plantas de um mesmo gênero. A adaptação a um único tipo ou a pequeno conjunto de vegetais hospedeiros permite a obtenção de maior sucesso (SHORTHOUSE e ROHFRITSCH, 1992).

Estudos realizado por Ferreira et al., (2007), relataram a incidência de galhas como consequência ambiental, sendo mais comuns onde há menor umidade, pelo menos durante um período do ano. A incidência de galhas apresenta variações no decorrer das estações estando relacionada com a fenofase da espécie hospedeira.

Reconhecido como a savana mais rica em biodiversidade o Cerrado brasileiro apresenta diversos ecossistemas, riquíssima flora com mais de 10.000 espécies, sendo 4.400 endêmicas desse bioma (AMBIENTE BRASIL).

Há alta incidência de galhas em várias espécies de plantas, pois neste ambiente o estresse nutricional é maior que em outros tipos de ambientes (FERREIRA et al., 2007; MAIA e FERNANDES, 2004; URSO-GUIMARÃES e SCARELLI-SANTOS, 2006). O crescimento da maioria das espécies está relacionado com a sazonalidade, sendo frequente a renovação das folhas e floração no período da seca (OLIVEIRA, 1998; FIGUEIREDO, 2008).

Vários estudos são feitos sobre a ocorrência e caracterização das galhas em diferentes fitofisionomias. No Brasil as principais espécies vegetais que apresentam galhas se encontram nas famílias Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae e Annonaceae (MAIA e FERNANDES, 2004)

A Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão (RBUB), de propriedade do Centro Universitário de Lavras, apresenta várias fitofisionomias características do bioma Cerrado e possui grande variedade de famílias vegetais que possuem espécies utilizadas pelos galhadores. As cecídias destacam-se por possuírem diversidade de cores, formas, tamanhos e texturas (MALVES E FRIEIRO-COSTA, 2012).

Na fitofisionomia *stricto sensu* a família Asteraceae é dada como uma das que possuem maior número de espécies hospedeiras de galhas. Na fitofisionomia campo rupestre, também, são encontrados inúmeros exemplares da espécie *Gochnatia barrosoae* Cabrera (Asteraceae) que apresentam galhas globulosas, pilosas e amarelas de fácil visualização (COELHO et al., 2013; MALVES e FRIEIRO-COSTA, 2012).

A espécie *G. barrosoae* assim como outras espécies do gênero, é conhecida popularmente como cambará. O gênero *Gochnatia* é caracterizado por possuir representantes de forma arbustiva e arbórea (Freire et al. 2002 artigo *Gochnatia* nota científica), com folhas simples e dispostas alternadamente (VILLARREAL e ESTRADA, 2014). As espécies, em sua maioria, apresentam folhas com vários formatos e cobertas por tricomas (FREIRE et al., 2003).

Os objetivos com esse estudo foram conhecer a diversidade da fauna associada às galhas da espécie *G. barrosoae*, bem como a distribuição das galhas e dos insetos galhadores ao longo do ano. Averiguar qual o período de maior abundância das galhas e dos insetos associados, e relacionar a abundância dos insetos com a fenologia da planta hospedeira e as variações ambientais. Foram testadas as seguintes hipóteses: (1) os insetos tem seu ciclo sincronizado com a planta hospedeira, (2) a incidência dos insetos galhadores é maior na transição da estação seca para chuvosa.

A presente pesquisa apresenta os insetos associados às galhas de *G. barrosoae*, identifica o galhador e relata como esse grupo de insetos atua durante o ano em sincronia com sua planta hospedeira. Os resultados aqui obtidos servirão de base para discutir quais são as espécies que induzem galhas bem como o seu padrão de ocorrência e como é importante avaliar não só um fator em particular, mas sim vários fatores, que em conjunto contribuem para o desenvolvimento e sobrevivência dos galhadores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Respostas das plantas ao ataque dos herbívoros

A histórica convivência entre vegetais e animais propiciou a existência de intrincadas interações entre eles (DANKS, 2002; EDWARDS e WRATTEN, 1981; LEWINSOHN et al., 2012). Segundo Chaboo (2007), dentre os animais, os insetos são os organismos que mais utilizam os vegetais como itens nutricionais. Porém na grande maioria das vezes, esses animais ficam restritos a poucas espécies vegetais diferentes diante da ampla gama que compõe um ecossistema, pois devido às variadas formas de defesas das plantas a grande maioria dos herbívoros, insetos ou não, se especializam em poucas espécies (MARQUIS, 2012, ARAÚJO e GUILHERME, 2012). A vantagem da especialização parece ser a de que ela permite ao herbívoro alcançar adaptação muito mais próxima do seu meio do que um organismo que tenha ampla variedade de plantas hospedeiras (SCHOONHOVEN et. al., 2005; ARAÚJO e GUILHERME, 2012).

A resistência oferecida pelas plantas aos herbívoros pode ser através de obstáculos à fixação (defesas físicas ou mecânicas), associações com outros animais, especialmente formigas (defesas biológicas) e substâncias tóxicas presentes nos diversos tecidos (defesas químicas) (CORUH e ERCISLI, 2010; MARQUIS, 2012; OLIVEIRA et al., 2012; TRIGO et al., 2012).

O principal mecanismo de defesa vegetal são as defesas químicas, representadas pelas substâncias secundárias (aleloquímicos). Esses compostos variam imensamente quanto à constituição química (aminoácidos não proteicos, alcaloides, glicosídeos cianogênicos, etc.) (MILLER e STRICKLER, 1984; STRONG et al., 1984; TRIGO et al., 2012). Essas substâncias estão distribuídas por todo o reino vegetal (EDWARDS e WRATTEN 1981; CORUH e ERCISLI, 2010; PASCUAL-ALVARADO et. al., 2008).

A diversidade e quantidade de substâncias tóxicas presentes nos vegetais variam de acordo com as condições ambientais em que eles estão expostos e seu estágio de vida. Tal variação tem implicações importantes na sua capacidade de resistir ao ataque de herbívoros (TRIGO et. al., 2012).

A teoria da Coevolução ajuda a compreender muitas características intrigantes da diversidade de plantas e insetos e de suas interações. A evolução de uma série enorme de substâncias vegetais secundárias pode ser explicada como resultado de uma contínua “corrida

armamentista” das plantas contra os herbívoros, na qual a planta continua a desenvolver novas defesas à atuação do animal, e esses, por sua vez, tentam sobrepujá-las (ERLICH e RAVEN, 1964; RAUSHER, 2001; BLÜTHGEN, 2012).

Uma prática altamente complexa de herbivoria é apresentada pelas brocas, bichos-mineiros e galhadores ou cecidógenos. Esses são seletivos quanto à parte das plantas que exploram, obtendo, ao mesmo tempo, alimento e proteção física contra os extremos ambientais e vários inimigos naturais (EDWARDS e WRATTEN, 1981; DANKS, 2002; SANTOS et. al., 2012).

2.2 Galhas, formação e desenvolvimento

Galhas são alterações causadas nos tecidos vegetais podendo ocorrer devido à ação de diversos organismos como bactérias, vírus, nematoides, fungos e insetos (BORGES, 2006). Os insetos são os principais indutores participando da complexa cadeia de herbivoria. Eles são capazes de suplantam as defesas mecânicas e químicas das plantas hospedeiras estimulando a proliferação e diferenciação dos meristemas em galhas (MALVES e FRIEIRO- COSTA, 2012). Logo após a ocorrência da lesão feita pelo galhador, a divisão mitótica na área lesionada é induzida e após certo tempo elas param de se dividir e se diferenciam, tornando-se a galha pelo processo denominado neoplasia (TAIZ e ZEIGER, 2004).

As galhas apresentam variações na cor e aparência, especialmente durante o período de maturação (URSO-GUIMARÃES et al., 2003; ISAIAS et al., 2013).

Embora pareça estabelecido que o inseto forneça o estímulo para a formação da galha, esse estímulo ainda não foi identificado, nem se conhece detalhadamente seu modo de ação (MALVES e FRIEIRO- COSTA, 2012). O inseto atua através de injúrias mecânicas, mas não se pode afastar a possibilidade de existência, em sua saliva, de substâncias cecidogênicas, como auxinas, aminoácidos, amidos e inúmeras enzimas digestivas que, em contato com o tecido da planta, podem induzir o crescimento atípico e anormal que mencionamos (FERNANDES e MARTINS, 1985; DANKS, 2002).

A formação das galhas compreende a uma complexa série de interações entre o tecido da planta e o (s) outro (s) organismo (s) vivendo nele (ISAIAS et al., 2013), constituindo as fantásticas adaptações de certos insetos que se alimentam de plantas e evoluíram sob a influência de pressões seletivas exercidas por diversos fatores ambientais. Do ponto de vista ecológico, as galhas permitem aos cecidógenos colonizar e ampliar sua distribuição em

diferentes ambientes (SOUZA et. al., 2000; PRICE, 2005). A umidade, por exemplo, é fator restritivo, os ambientes secos parecem ser mais propícios ao aparecimento de galhas. Em contraste, a intensidade dos seus ataques pode causar a morte das plantas atingidas (FERNANDES e MARTINS, 1985).

As galhas são encontradas em todas as partes das plantas, desde a extremidade da raiz até as gemas apicais do caule, nos órgãos vegetativos e reprodutivos (MALVES e FRIEIRO-COSTA, 2012), entretanto, vários estudos realizados com galhas mostram que caules e folhas são os órgãos mais afetados (BREGONCI, 2010; COELHO et al., 2013; MAIA, 2013; MAIA, 2014). Essas estruturas apresentam vários tipos morfológicos e anatômicos com diversas cores (FERNANDES et al., 1995).

2.3 Insetos indutores de galhas

Quando o indutor começa a se alimentar é muito frequente a formação de tecido nutritivo, revestindo a câmara larval. Entretanto, em algumas galhas não há formação de tecido nutritivo, e os indutores se alimentam de seiva ou hifas (ARDUIN e KRAUS, 2001).

As galhas podem enfraquecer as plantas hospedeiras, dificultando seu desenvolvimento e alterando sua capacidade de resistir ao ataque de outros predadores (BORGES, 2006). Malves (2013) ao estudar o efeito das galhas na alocação reprodutiva e arquitetura de *Solanum lycocarpum* st. hil. (Solanaceae), verificou que a altura, assim como o comprimento das folhas, largura e biomassa foram maiores em plantas sem galhas quando comparados às medidas tomadas de plantas com galhas, indicando que a presença de galhas em *S. lycocarpum* leva a alterações na alocação de recursos disponíveis, sendo redirecionados para o desenvolvimento do indutor *Collabismus clitellae* Boheman 1837, família Coccinellidae da ordem Coleoptera.

Estudos sobre Cerrado, como o realizado por Ferreira et. al. (2007), relataram a incidência de galhas como uma consequência ambiental, sendo mais comuns onde há menor umidade, pelo menos durante um período do ano. A busca por padrões que expliquem a diversidade biológica é uma antiga preocupação (BEGON et al., 2006; ARAÚJO e GUILERME, 2012). Padrões de distribuição de insetos herbívoros no tempo e no espaço são fortemente dependentes das suas plantas hospedeiras (LEWINSOHN et al., 2005). No caso dos galhadores, a questão da sazonalidade foi pouco abordada durante algum tempo devido às galhas e os insetos estarem nas plantas hospedeiras (Fernandes et al., 1995). Desse modo,

variações sazonais na distribuição desses insetos podem ser, na verdade, reflexos da sazonalidade das hospedeiras (ARAÚJO e SANTOS, 2008).

Fernandes e Gonçalves- Alvim (2006), estudando a ocorrência e caracterização das galhas em Cerrado, indicam que das famílias mais atacadas pelos insetos galhadores destacam-se Leguminosae, Asteraceae, Myrtaceae, e Malpighiaceae, sendo o morfotipo globoide o mais abundante nas galhas (ARAÚJO e GUILHERME, 2012). Urso-Guimarães et al. (2003), em estudo, encontraram 15 famílias de plantas com galhas, destacando as seguintes: Asteraceae, Fabaceae, Myrtaceae e Annonaceae, mas não identificaram qualquer motivo aparente para essa especificidade. Coelho et al. (2013) relatam 34 famílias de plantas com galhas sendo Asteraceae a mais abundante, seguida por Malpighiaceae e Fabaceae. Carneiro et al. (2009) em pesquisa na Cadeia do Espinhaço (MG) também apontam Asteraceae como a de maior riqueza de galhadores.

A fauna de galhadores no Cerrado é uma das mais ricas do mundo, os principais insetos indutores de galhas são encontrados nas ordens Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera (FERNANDES e GONÇALVES- ALVIM, 2006; FERNANDES e CARNEIRO, 2009). Os insetos galhadores são considerados como um dos herbívoros mais especializados, mostrando alta especificidade com sua planta hospedeira ou órgão a qual se encontra (CARNEIRO et al., 2009). De todas as ordens podemos citar Diptera, família Cecidomyiidae considerados o grupo de insetos mais bem representados em todas as regiões biogeográficas, encontrados associados a 85 famílias de plantas Neotropicais e 89 na América do Norte (MAIA, 2013; MAIA, 2014; CARNEIRO et al., 2009; PRICE, 2005).

Embora estejam protegidos, vários inimigos naturais conseguem atacar os cecidógenos, destacando-se os parasitoides da ordem Hymenoptera, cuja diversidade é expressiva (SILVA et al., 2015; MAIA et al., 2008; MAIA e AZEVEDO, 2009).

As galhas não servem apenas para os galhadores e seus inimigos naturais. Outros insetos também são relacionados, como inquilinos e sucessores presentes em vários tipos diferentes de galhas (MAIA e FERNANDES, 2004; MAIA, 2013; MALVES e FRIEIRO-COSTA, 2012).

No estado de Minas Gerais, o gênero *Gochnatia* foi relatado pela primeira vez por Maia et al. (2008) em área Cerrado, a espécie identificada, *Gochnatia polymorpha*, apresenta galhas foliares em sua maioria, essas cecídias são amareladas, esferoides e cobertas por tricomas, sendo muito semelhantes as encontradas em *G. barrosoae*. Após o primeiro relato da presença de galhas em *Gochnatia* outros cinco estudos também encontraram insetos galhadores associados ao gênero (MAIA et al., 2008; CARNEIRO et al., 2009; BARBOSA,

2011; MALVES e FRIEIRO-COSTA, 2012; MAIA e SILVA, 2013; FARIA, 2014). Desse montante, apenas três apontam a espécie *G. barrosoae* como hospedeira (MALVES e FRIEIRO- COSTA, 2012; MAIA e SILVA, 2013; FARIA, 2014). A espécie *G. barrosoae* foi dada como hospedeira pela primeira vez em Minas Gerais por Malves e Frieiro- Costa (2012), sendo o local o mesmo presente estudo, posteriormente, Maia e Silva (2013) relataram a presença de galhas na espécie para o estado de São Paulo. De todas as pesquisas relatando o gênero *Gochnatia* como hospedeiro dos galhadores, seis indicam os Cecidomyiidae como indutores (URSO-GUIMARÃS e SCARELI, 2006; MAIA et al., 2008; CARNEIRO et al., 2009; MALVES e FRIEIRO- COSTA, 2012; MAIA e SILVA, 2013; FARIA, 2014). Dentro da família Cecidomyiidae dois gêneros foram encontrados induzindo galhas em *Gochnatia* (*Dasineura* e *Asphondylia*) (MAIA et al., 2008; MAIA e SILVA, 2013).

Segundo Malves e Frieiro- Costa (2012) a RBUB possui grande diversidade de galhas. Foram encontradas 43 espécies de plantas, pertencentes a 18 famílias diferentes, destacando a família Asteraceae, a qual ocorre uma alta incidência de galhas, os autores encontraram oito espécies de plantas dessa família atacadas por insetos galhadores. Uma destas espécies é *Gochnatia barrosoae* Cabrera, abundantemente encontrada tanto na fitofisionomia Cerrado *stricto sensu*, quanto em Campo Rupestre (RIBEIRO et al., 2010). Suas galhas são abundantes, globulosas, amarelas e pilosas (MALVES E FRIEIRO- COSTA, 2012).

2.4 Sistema estudado

O gênero *Gochnatia* Kunth pertence à família Asteraceae, tribo Mutisieae, é representado por arbustos ou árvores, seus indivíduos apresentam capítulos cujas todas as flores são tubulosas, isomorfas ou subdimorfas (FREIRE et al., 2002). Suas folhas são simples, dispostas alternadamente, podendo ser coriáceas ou subcoriáceas (VILLARREAL e ESTRADA, 2014). A maioria das espécies apresentam em suas folhas tricomas, havendo variações em sua forma (FREIRE et al., 2002).

G. barrosoae assim como outras espécies do gênero, é conhecida popularmente como cambará (JÚNIOR et al., 2010). Trata-se de uma espécie arbustiva que cresce em Cerrado, cuja distribuição geográfica se estende pelo Nordeste, Centro- oeste, Sudeste e Sul, tendo ocorrências nos estados do Maranhão, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (ROQUE, 2016). Estudo feito por Pires et al., (2013) na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão relata que a espécie é utilizada como substrato por *Isodontia*

costipennis (Hymenoptera) na construção de seus ninhos. Outra pesquisa realizada no mesmo local aponta a espécie como uma das mais utilizadas pelos insetos galhadores (FARIA, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área estudada

O estudo foi conduzido na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão (Figura 1). Situada no município de Ingaí, sul do estado de Minas Gerais, suas coordenadas geográficas são definidas por 21° 20'47" Sul e 44° 59'27" Oeste. O entorno da reserva é composto por ambientes semelhantes, com predominância de pastagens e local por onde passa a rodovia MG 354, que dá acesso à cidade de Ingaí.

A reserva é de propriedade do Centro Universitário de Lavras e possui 160 hectares, com altitude variando de 1100 m a 1250 m e temperatura média de 19,3°. Na região a precipitação média é de 1400 mm, a reserva possui diversidade de ecossistemas (Cerrado *stricto sensu*, Campo Rupestre, Mata de Galeria, Mata Ciliar) e várias espécies vegetais, sendo uma área de grande importância para o ambiente da região (SILVA et al., 2005).

Figura 1 - Reserva Biológica UNILAVRAS/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.



3.2 Metodologia

Para realização do estudo foi percorrido de modo arbitrário a área de cerrado *stricto sensu* da Reserva e as coletas dos dados se deram em duas etapas, isto para avaliar a frequência das galhas e dos insetos galhadores, bem como a sazonalidade dos eventos.

A primeira etapa ocorreu de agosto de 2012 a julho de 2013, correspondendo a um ciclo biológico, a segunda etapa, compreende de agosto de 2013 a julho de 2014. Em ambas as etapas, 100 indivíduos de *G. barrosoae* foram amostrados (sendo 100 indivíduos diferentes de uma etapa para outra), essas plantas foram observadas semanalmente, a fim de averiguar se as mesmas apresentavam ou não galhas. Os indivíduos com galhas foram marcados e neles foram colocadas armadilhas confeccionadas com tecido tipo “voile” (Figura 2) para captura dos insetos associados e verificar o período de maior abundância dos mesmos. Estes indivíduos também foram contabilizados para averiguar a abundância de galhas e o período quando estas são mais presentes.

Os insetos encontrados dentro das gaiolas foram capturados, armazenados em potes contendo álcool 70%, e levados ao Laboratório de Zoologia do UNILAVRAS onde foram triados e enviados a especialistas para identificação. Em uma planilha, os dados relacionados à incidência de galhas foram anotados bem como a emergência dos insetos.

Figura 2 - Armadilha de "voile" em *Gochnatia barrosoae* (Asteraceae) na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto de 2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.

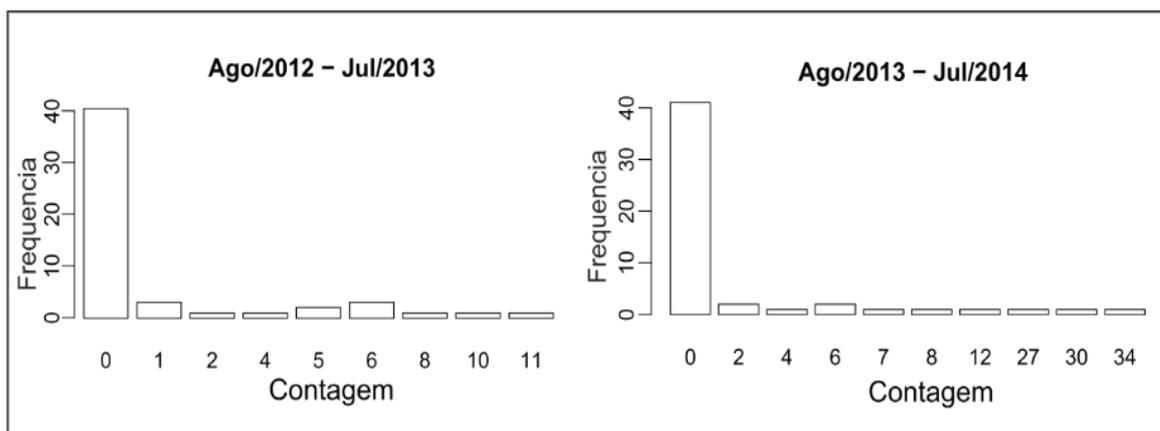


3.3 . Análise dos dados

Para análise dos dados foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2017), sendo que, para a análise com o modelo ZINB ((Zero Inflated Negative Binomial - ZINB), foi utilizado o pacote pscl (JACKMAN, 2008). Primeiramente foi feito um gráfico demonstrando a flutuação do número de indivíduos de *Gochmatia barrosoae* (Asteraceae) com galhas e número de adultos obtidos da espécie galhadora, *Asphondylia* sp. (Cecidomyiidae, Diptera) nos dois períodos (agosto/2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014). Para verificar a influência dos fatores climáticos sobre a emergência dos galhadores durante os dois anos da pesquisa foi feito regressão com modelo binomial negativo inflacionado de zeros. Também foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson para os dois períodos, a fim verificar se existe algum grau de relação entre o pico de emergência dos adultos e o número de plantas com galhas. Os dados meteorológicos foram obtidos junto ao Departamento de Engenharia Núcleo de Agrometeorologia e Climatologia (UFLA).

A contagem do número de insetos capturados nas armadilhas apresentam para os dois anos do período do estudo, um excessivo número de zeros (Figura 3). Assim, para as duas primeiras questões, um modelo adequado, que leve em consideração essa inflação de zeros é o (ZINB).

Figura 3 - Adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Insetos associados

Quatro ordens de insetos foram encontradas associadas às galhas foliares de *G.barrosoae*: Diptera, Hymenoptera, Coleoptera e Lepidoptera (Tabela 1). Os Diptera foram representados por Cecidomyiidae e Tephritidae. Quatro famílias de Hymenoptera (Eulophidae, Eurytomidae, Torymidae, Fomicidae) foram encontradas, as três primeiras possivelmente atuando como parasitoides dos galhadores e a última como inquilina de galhas (SILVA et al., 2015; MAIA et al., 2008; MAIA e AZEVEDO, 2009). Apenas um indivíduo foi encontrado das ordens Lepidoptera e Coleoptera.

Tabela 1 – Abundância de ordens de insetos associados às galhas de indivíduos de *Gochnatia barrosoae* (Asteraceae) na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.

Ordem	Insetos capturados		TOTAL
	Ago/2012 – Jul/2013	Ago/2013 – Jul/2014	
Hymenoptera	94	104	198
Diptera	86	145	231
Coleoptera	0	1	1
Lepidoptera	0	1	1
TOTAL	180	251	431

Além do inseto galhador, foram encontrados parasitoides e inquilinos. Os primeiros, foram representados pela ordem Hymenoptera, as famílias Eulophidae, Eurytomidae, Torymidae, encontradas associadas às galhas, são dadas como parasitoides dos indutores de *G. barrosoae*. Maia e Azevedo (2009) estudando micro-himenópteros associados às galhas de Cecidomyiidae em área do estado do Rio de Janeiro, afirmam que, os micro-himenópteros dessas famílias são muito frequentes nessas galhas, e representam o principal inimigo natural dessa família de Diptera, no mesmo estudo, eles relataram a presença de Eulophidae e Torymididae como parasitoides de galhas da família Asteraceae. Outros estudos conduzidos

por Maia (2001) e Maia et al. (2008), apontam os himenópteros como os principais parasitoides, destacando além das duas famílias já citadas acima, a presença de Eupelmidae, Braconidae, Eurytomidae e Pteromalidae em galhas de Asteraceae. No Cerrado, Eulophidae, Eurytomidae e Braconidae são parasitoides muito frequentes nas galhas de Asteraceae. Para o gênero *Gochnatia*, os himenópteros também são apontados como os parasitoides mais frequentes (MAIA et al., 2008), porém, não há estudos relacionados as famílias de parasitoides encontradas nas galhas de *G. barrosoae*, sendo o este, o primeiro relato.

Os inquilinos, representados por Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (Formicidae) corroboram com o encontrado por Maia e Fernandes (2004), segundo os autores, essas ordens são encontradas ocupando as galhas quando os indutores ainda estão presentes. Segundo (ARAÚJO et al., 1995), as galhas no Cerrado também são frequentemente utilizadas por uma grande comunidade de formigas, que as utilizam como abrigo e para construção de ninhos. Outro grupo de insetos também encontrado no presente estudo foram dípteros da família Tephritidae. Esses insetos são apresentados na literatura como galhadores, principalmente de indivíduos da família Asteraceae, e a maioria das galhas são induzidas no caule das hospedeiras, dos hospedeiros da família Asteraceae, o gênero *Vernonia* é um dos que mais possuem espécies utilizadas por essas moscas galhadoras (ANDRADE et al., 1995; CARNEIRO et al., 2009; MAIA e FERNANDES, 2004; MAIA, 2013; MAIA, 2014). Até o momento não há registros de tefritídeos como inquilinos, sendo assim, os exemplares obtidos podem, induzir uma galha muito semelhante às encontradas para *Asphondylia* sp., ou representar o primeiro registro dessas moscas como inquilinas de galhas.

O indutor da galha estudada é um Cecidomyiidae do gênero *Asphondylia*. De acordo com Dorchin et al. (2015), *Asphondylia* é considerado um dos maiores gêneros dentro da família, com cerca de 320 espécies descritas (GANÉ e JASCHHOF, 2014). Foram registradas 43 espécies de *Asphondylia* que induzem galhas em 52 espécies pertencentes à família Asteraceae. No Brasil, 21 espécies de *Asphondylia* são conhecidas, dessas, quatro foram descritas para o estado de Minas Gerais, sendo este estudo o primeiro que aponta *Asphondylia* como galhador da espécie *G. barrosoae*. A maioria dos estudos relacionados aos galhadores de *G. barrosoae*, indicam a família desses galhadores, sem mencionar o gênero a qual eles pertencem, apenas Maia e Silva (2013) que relataram o gênero *Dasineura* como o indutor das galhas em *G. barrosoae*, não sendo o mesmo aqui encontrado.

4.2 Ocorrência de galhas

Foram encontrados 114 indivíduos de *G. barrosoae* com galhas, distribuídos na área de cerrado *stricto sensu* durante o período de dois anos.

No primeiro ano, dos 100 indivíduos selecionados 40 apresentaram galhas, analisada qual a época de maior incidência das cecídias, verificou-se que estas são mais abundantes da 8^o a 21^o semana, correspondendo aos meses de setembro a dezembro de 2012 (Figura 4).

No segundo ano o número de indivíduos com galhas aumentou, passando para 74 indivíduos dos 100 selecionados, sendo os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro também os mais abundantes (8^o a 17^o semana).

Um único morfotipo de galha em *Gochnatia barrosoae* (Asteraceae) foi encontrado no presente estudo (globoide, piloso). No Brasil, o gênero *Gochnatia* foi relatado pela primeira vez por (URSO-GUIMARÃES e SCARELI, 2006), a espécie encontrada *Gochantia pulcha*, apresentou apenas o morfotipo globoide, suas galhas possuem uma grande quantidade de tricomas e uma coloração clara (creme), sendo induzidas por Cecidomyiidae corroborando com o encontrado para o presente trabalho.

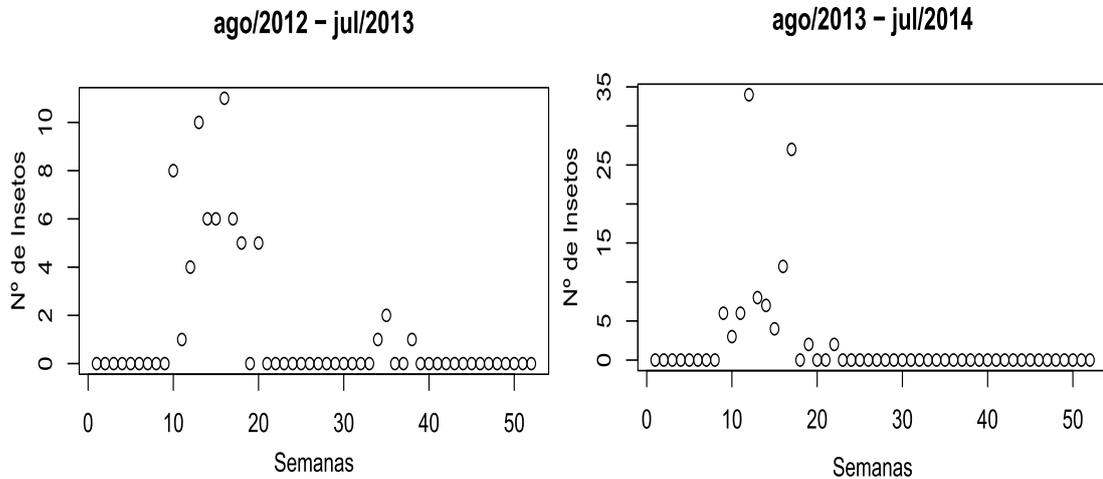
Poucos estudos sobre abundância e frequência de galhas de insetos foram desenvolvidos no Brasil, alguns desses também relacionaram a abundância e frequência com fatores ambientais (ANGELO, 2008; ARAÚJO et al., 2009; MALVES, 2010).

O crescimento das galhas se inicia em janeiro, quando é encontrada com pequeno porte, no mês de maio, o seu desenvolvimento é intermediário, apresentando porte médio, porém, encontra-se mais rígida em comparação com seu desenvolvimento inicial, em setembro quando já se encontra maior e bem mais rígida (completamente formada), termina o seu desenvolvimento. As diferenças morfológicas encontradas nas galhas, principalmente características externas, fornecem evidências de que essas características atuam na redução das taxas de ataque por inimigos naturais (FERNANDES e CARNEIRO, 2009). O aumento do tamanho ou da dureza (STONE et al., 2002) da galha ou a presença de pelos externamente poderiam reduzir o ataque de parasitoides e de outros inimigos naturais. As galhas da espécie *G. barrosoae* são cobertas por tricomas e muito rígidas no final de sua formação, indicando que, essas características atuam como uma barreira protetora contra o ataque de parasitoides (FERNANDES et al., 1987).

4.3 Emergência e sincronia entre os galhadores e sua planta hospedeira

Pôde-se observar que, o intervalo em que ocorre a maior abundância de insetos para os dois períodos é bastante similar, sendo que no primeiro período ele ocorreu entre a 10^a e a 20^a semana (outubro a dezembro), e no segundo período entre a 9^a e 22^a (outubro a dezembro) (Figura 4). Isso é um indicativo de existe um padrão cíclico na emergência dos insetos.

Figura 4 – Abundância de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.



Os valores encontrados para o coeficiente de correlação de Pearson foram $r=0.1333497$ para o primeiro período e $r=0.4920698$ para o segundo.

Observando a Figura 5 pôde-se notar que o período de maior abundância de plantas com galhas e o da emergência dos insetos indutores é o mesmo.

Figura 5 – Abundância de indivíduos de *G. barrosoae* (Asteraceae) com galhas e número de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 e agosto/2013 a julho/2014.

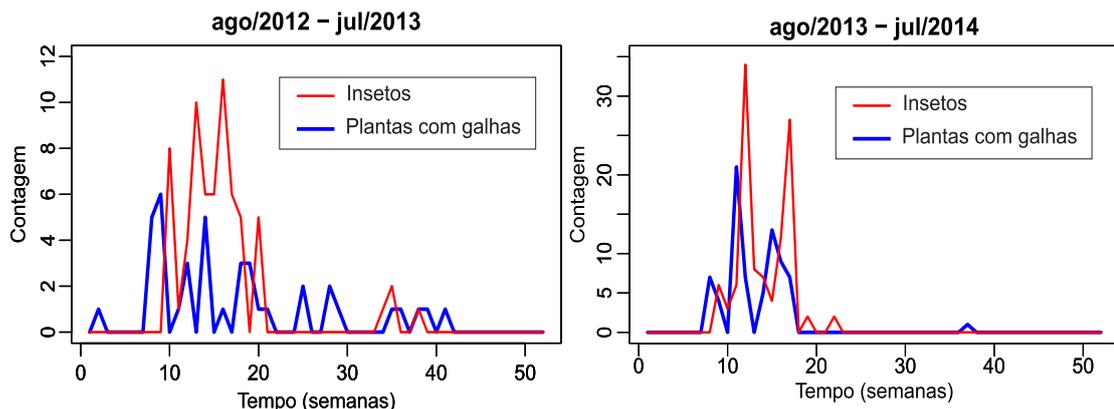
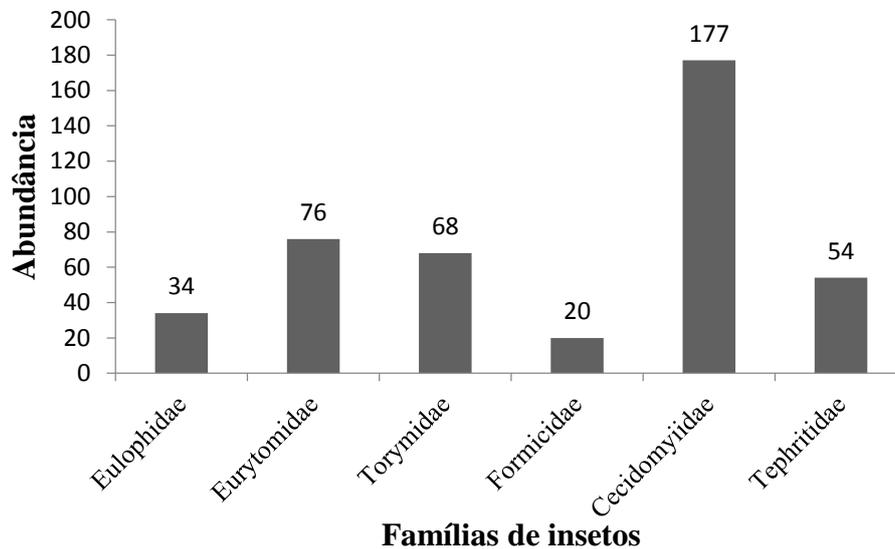


Figura 6- Famílias de insetos encontradas associadas às galhas de *G. barrosoae* na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2013 a julho/2014 em relação à umidade relativa e temperatura.



Vários trabalhos buscam entender qual o padrão de emergência, e quais fatores influenciam no comportamento e estratégia de vida do insetos galhadores (ANGELO, 2007; ARAÚJO, 2013; YUKAWA, 2000). De acordo com Yukawa (2000), além dos fatores bióticos e abióticos, um importante fator é a sincronia fenológica entre os insetos herbívoros e suas plantas hospedeiras, pois este influencia a população de insetos herbívoros.

Conforme observado, esses insetos apresentam um padrão no seu pico de emergência, que ocorre da 9ª a 22ª semana, correspondendo aos meses de outubro, novembro e dezembro. O padrão observado pode ser explicado pela sincronia que há entre a espécie galhadora e sua planta hospedeira. A espécie *G. barrosoae*, assim como outras espécies do Cerrado, tende a emitir novas folhas na transição da estação seca para a chuvosa (setembro para outubro). Por certo, logo no início do período das chuvas, a maioria das plantas aumenta a produção de novas folhas e ramos (OLIVEIRA, 1998). O aparecimento desses brotos foliares acontece no início de outubro (observação pessoal), período caracterizado por dar início a maior abundância de insetos. No geral, os herbívoros são atraídos ao consumo de um maior número de folhas jovens em relação às maduras, pois as jovens possuem menor quantidade de compostos secundários e estruturas de sustentação, tornando-as assim, mais palatáveis e mais macias do que folhas maduras (COLEY et al., 1985; COLEY e BARONE, 1996; RICKLEFS, 2010). Folhas mais jovens possuem, também, maior quantidade de nitrogênio (GONÇALVEZ-ALVIM et al., 2011), um importante elemento na dieta dos insetos

(MATTSON, 1980). Os galhadores que atacam principalmente a folhagem jovem, são mais sensíveis à variação fenológica da planta (YUKAWA, 2000), devendo assim seu ciclo ser minuciosamente sincronizado com planta hospedeira.

Para o bioma Cerrado, cujas estações seca e chuvosa são bem definidas, é frequente a renovação das folhas ocorrer no final da estação seca (RONDON, 2009). Com a emissão de novas folhas definida a determinados períodos do ano, os insetos herbívoros dependem de certo grau de sincronismo com suas plantas hospedeiras para se desenvolverem (ARAÚJO, 2013).

Para insetos de vida curta como os Cecidomyiidae galhadores, a sincronização é um evento crítico, a longevidade dos adultos é de 1 a 2 dias normalmente, e o intervalo de tempo da sincronização determina a qualidade e quantidade do recurso alimentar disponível (YUKAWA, 2000). Além disso, a procura por brotos para oviposição e desenvolvimento larval pode resultar na morte da fêmea (YUKAWA e AKIMOTO, 2005)

O ciclo de vida dos Cecidomyiidae pode ser univoltino, (uma geração por ano), bivoltino (duas gerações por ano) ou multivoltino (várias gerações por ano) (ARAÚJO, 2009), sendo o primeiro (univoltino), visto para espécie aqui encontrada. O sincronismo entre insetos galhadores univoltinos, e suas plantas hospedeiras geralmente é bem ajustado, uma vez que a reprodução e oviposição dos insetos se dão no período de aparecimento das folhas nas plantas (YUKAWA e AKIMOTO, 2005). Segundo Yukawa (1987) e Yukawa e Rohfritsch (2005), a história de vida de insetos galhadores univoltinos pode ser dividida em dois tipos de acordo com o padrão do seu ciclo de vida. No Tipo I, as larvas imaturas desenvolvem-se rapidamente, e larvas maduras escapam das galhas e caem no solo, onde passam pelo inverno e pupam na primavera seguinte. No Tipo II, as larvas se desenvolvem mais lentamente, e as galhas permanecem nas plantas durante todo o verão, outono e inverno, sendo esse, o visto para a espécie em estudo. Vários trabalhos mostram que, a relação entre o inseto galhador e sua planta hospedeira para assegurar o desenvolvimento da sua prole, e garantir o sucesso da nova geração, é de extrema importância. Angelo (2007), por exemplo, estudando o ciclo de vida da espécie *Dasineura gigantea* ANGELO e MAIA, 1999 (Diptera, Cecidomyiidae), que induz galha foliar em *Psidium cattleianum* (Myrtaceae), araçazeiro, relata que indivíduos dessa espécie dependem da disponibilidade das gemas foliares dos seus hospedeiros, sendo assim, existe a necessidade de um sincronismo entre as plantas e esses insetos, ou seja, sua sobrevivência depende da formação das galhas. Outro exemplo é dado por (Yukawa e Akimoto, 2005), onde mostram que a espécie *Pseudasphondylia neolitsea*, univoltina, que induz galhas foliares em *Neolitsea sericea* (Lauraceae), tem seu ciclo sincronizado com sua

planta hospedeira, além da especificidade com a planta, esses indivíduos também dependem da quantidade de recurso disponível, que pode ser alterada pelos fatores bióticos e abióticos.

Os dados obtidos, em relação número de insetos galhadores e plantas galhadas, também corroboram com a existência de uma forte sincronia entre *Asphondylia* sp. e *G. barrosoae*. É visto, que ao longo dos dois anos de pesquisa, tanto a população de *Asphondylia* sp. quanto de plantas atacadas por eles, possuem picos simultâneos, apresentando a mesma distribuição durante todo o período da pesquisa. O maior número de plantas atacadas coincide com o maior número de emergência dos insetos, e ambos, coincidem com a emissão de novas folhas pela *G. barrosoae*, dessa forma, acredita-se que essa seja uma estratégia dos adultos para evitar disputa por sítios de oviposição (W. KIM, 2015). Logo que ocorre a emissão de novas folhas em *G. barrosoae*, os insetos emergem e ovipositam, a fim de garantir a sobrevivência de sua prole. Ovipor de imediato é interessante, pois o adulto fica menos tempo exposto, e a demora na escolha pelo local de oviposição pode acarretar na morte do galhador por predação (Yukawa e Akimoto, 2005). Como esses insetos possuem ciclo de vida curto, ovipor de imediato pode assegurar a sobrevivência da sua geração futura.

Também foi visto que, a quantidade de plantas com galhas e número de insetos emergentes reduzem simultaneamente, indicando que os adultos de *Asphondylia* sp. não precisam de muitos hospedeiros para oviposição, mas também não sobrecarregam os indivíduos, isso porque, as galhas podem causar impactos negativos na planta hospedeira, enfraquecendo-a, dificultando seu desenvolvimento ou, também, reduzindo sua biomassa e diminuindo a fecundidade (KETTENRING; WEEKLEY; MENGES, 2009). Galhadores podem diminuir a produção de flores e frutos, além de contribuir para um declínio na taxa de crescimento da planta após o ataque (SILVA et al., 1996), o que seria desvantajoso, já que dependem do hospedeiro para sobreviver. Com isso, pôde-se observar que existe um equilíbrio entre os galhadores e sua hospedeira (*Asphondylia* sp e *G. barrosoae*), sendo a sobrevivência dos galhadores comprometida se a espécie hospedeira for severamente prejudicada.

4.4 Influência dos fatores climáticos sobre os galhadores

De acordo com a análise da influência das variáveis TMED, UR e PREC na emergência dos insetos galhadores, o primeiro período do estudo que compreende de agosto de 2012 a julho de 2013 apresentou os resultados dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Resumo da análise de regressão com modelo binomial negativo inflacionado de zeros para os dados de emergência de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho 2013 em relação à TMED, UR e PREC

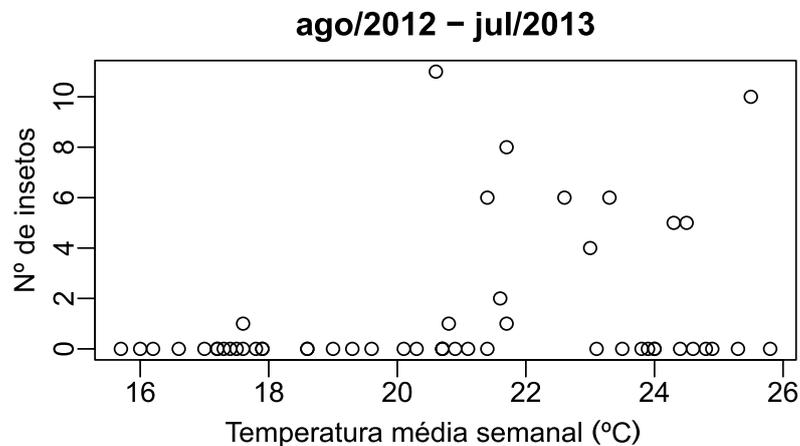
Coeficientes do modelo de contagem (binomial negativa com link log):				
	Estimativa	Erro Pad.	valor z	Pr (> z)
(Intercepto)	-831.637	474.388	-1.753	0,0796 .
TMED	0,37623	0,16917	2.224	0,0261 *
UR	0,0203	0,02324	0,874	0,3823
PREC	-0,04705	0,07767	-0,606	0,5446
Log(theta)	0,74161	0,99769	0,743	0,4573

Coeficientes do modelo zero inflacionado (binomial com link logit):				
	Estimativa	Erro Pad.	valor z	Pr (> z)
(Intercepto)	0,6173	0,4826	1.279	0,201

Pôde-se notar a partir da Tabela 2, que ao nível de 5%, apenas a variável temperatura média foi significativa, ou seja, de todas as variáveis analisadas, apenas a temperatura média exerceu uma influência significativa no número de insetos galhadores adultos obtidos no período de agosto de 2012 a julho de 2013.

A título de análise exploratória, para verificar como a temperatura média influenciou na emergência dos insetos adultos, foi construído o gráfico apresentado na Figura 6.

Figura 7 - Abundância de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2012 a julho/2013 em relação à temperatura.



Pôde-se notar que os insetos, quase em sua totalidade, emergiram nas semanas em que a temperatura média esteve entre 20 e 26 graus Celsius.

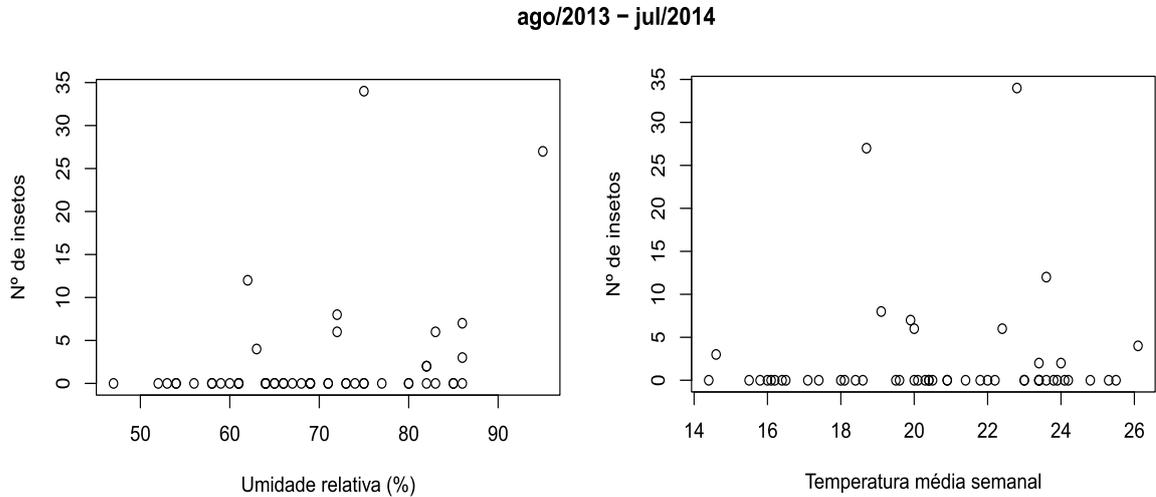
Para o segundo período, de agosto de 2013 a julho de 2014, a análise com o modelo ZINB mostrou, conforme a Tabela 3, que ao nível de 5% de significância, além da temperatura, a umidade relativa também apresentou resultado significativo, indicando que ambas as variáveis influenciaram na emergência dos insetos galhadores naquele período.

Tabela 3 - Resumo da análise de regressão com modelo binomial negativo inflacionado de zeros para os dados de emergência de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2013 a julho/2014 em relação a TMED, UR e PREC.

Coeficientes do modelo de contagem (binomial negativa com link log):				
	Estimativa	Erro Pad.	valor z	Pr (> z)
(Intercepto)	-17,26964	7,99658	-2,16	0,0308 *
TMED	0,33527	0,16682	2,01	0,0445 *
UR	0,14991	0,07154	2,095	0,0361 *
PREC	0,07367	0,05901	1,249	0,2118
Log(theta)	-110581	1,01126	-1,093	0,2742
Coeficientes do modelo zero inflacionado (binomial com link logit):				
	Estimativa	Erro Pad.	valor z	Pr (> z)
(Intercepto)	0,6173	1,2242	-0,153	0,879

Pôde-se perceber que a emergência dos galhadores foi observada apenas quando a umidade relativa foi maior do que 60%. Já em relação à temperatura, o resultado foi semelhante ao obtido no período anterior. Os galhadores, quase em sua totalidade, foram obtidos nas semanas em que a temperatura média esteve entre 19 e 26 graus Celsius (Figura 7).

Figura 8 – Abundância de adultos obtidos da espécie galhadora, na Reserva Biológica Unilavras/Boqueirão, MG, no período de agosto/2013 a julho/2014 em relação à umidade relativa e temperatura.



A temperatura de maior emergência dos insetos galhadores nas duas etapas apresentou uma variação padrão que vai entre 19 a 26 graus Celsius.

De acordo com Yukawa (2000), muitos herbívoros, principalmente univoltinos, têm ajustado seu ciclo de vida para sincronizar seu estágio larval, com o aparecimento de novos botões florais, novos frutos e folhas, o mesmo, foi para a os indutores de *G. barrosoae*. Entretanto, vários fatores climáticos podem influenciar a vida dos insetos (YUKAWA et al., 2015).

Ao analisarmos a influência dos fatores climáticos sobre os insetos galhadores, observamos que, tanto para o primeiro como para o segundo ano, a temperatura se mostrou um importante fator em relação o pico de emergência dos insetos. Com médias de 21° e 23 °C, os insetos emergiram logo no início da primavera, quando as temperaturas se mostraram mais amenas se comparadas com o verão, que além de maior temperatura apresentam um regime de chuvas mais intenso (Figuras 6 e 7). Um dos fatos que poderia justificar tal padrão é que, os insetos galhadores quando em condições não favoráveis, estão protegidos no interior das galhas (FERNANDES et al., 1995).

Segundo Yukawa et al. (2015), algumas espécies do gênero *Asphondylia*, como por exemplo *A. aucubae* e *A. sphaera*, são conhecidas por passar o verão dentro de suas galhas, e seus representantes univoltinos não suportam altas temperaturas, para a espécie de *Asphondylia* aqui relatada, o mesmo padrão foi encontrado. Espécies multivoltinas, como *A. yushiamai* e *A. baca*, suportam temperaturas mais elevadas, o que é vantajoso, pois passam por verões quentes (YUKAWA et al., 2015). Outro fator também significativo, porém apenas

para o segundo ano, foi a umidade. Pôde-se observar, que a emergência dos galhadores ocorre quando a umidade se eleva (acima de 60%). Essa situação, de acordo com Wolda (1988), pode ser explicada devido ao fato de que, o aumento da umidade relativa do ar oferece menores riscos de dessecação e desidratação aos insetos, tornando o ambiente mais favorável.

Apesar de não ter mostrado um resultado significativo, a precipitação também deve ser considerada. Nas regiões cujo bioma presente é o Cerrado, as duas estações, período seco e período chuvoso (abril a setembro seca, outubro a março chuva), são bem definidas, com a distribuição das chuvas mais concentrada em alguns meses do ano. Mudanças no regime das chuvas altera a disponibilidade de água e nutrientes no solo, o que acaba afetando o desenvolvimento das plantas (FRANCO, 2002), sendo assim, influencia diretamente a vegetação (WALTER, 2006). Na presente pesquisa, isso foi demonstrado quando comparamos o número de plantas com galhas e insetos galhadores nos dois anos, no primeiro ano, a porcentagem de galhas e o número de insetos galhadores foi menor em relação ao segundo, o que nos leva a inferir que, o menor regime de chuvas pode ter ocasionado alterações no desenvolvimento da planta, e a quantidade de sítios de oviposição disponíveis, pode ter diminuído. Resultado semelhante foi visto para *Pesudasphondyla neotseae* (Diptera: Cecidomyiidae), que induz galhas foliares em *Neolitsea sericea* (Lauraceae), uma flutuação na sua população quando a quantidade de brotos foi insuficiente para oviposição dos adultos, foi observada (YUKAWA e AKIMOTO, 2005).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quatro ordens de insetos estão associadas às galhas foliares de *G. barrosoae*: Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (Formicidae), consideradas inquilinas. Eulophidae, Eurytomidae e Torymidae atuam parasitando os galhadores. Por fim, a ordem Diptera com representantes da família Tephritidae, também encontrada nas galhas de *G. barrosoae*, e como não há registros que os indiquem como inquilinos, mais estudos são necessários para definir o papel desses insetos. A família Cecidomyiidae, cuja espécie galhadora é *Asphondylia* sp., são insetos univoltinos e apresentam um padrão em relação a sua emergência, sendo o pico de emergência observado na transição da estação seca para a chuvosa, período esse caracterizado principalmente pela emissão de novas folhas pela espécie *G. barrosoae*, local de oposição dos galhadores. Portanto, a interação entre vários fatores climáticos mais a sincronia com a fenologia de sua planta hospedeira garantem o seu sucesso.

6 CONCLUSÕES

As galhas de *G. barrosoae* são induzidas por uma nova espécie do gênero *Asphondylia* (*Asphondylia* sp.).

O pico de emergência dos adultos de *Asphondylia* sp. ocorre na transição da estação seca para chuvosa e no período em que *G. barrosoae* emite novas folhas.

REFERÊNCIAS

- AMBIENTE BRASIL. **Apresenta informações sobre o meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 28 set. 2014.
- ANDRADE, G. I. et al. Aspectos biológicos das galhas de *Tomoplagia rudolphi* (Diptera: Tephritidae) em *Vernonia polyanthes* (Asteraceae). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 4, p. 819-829, 1995.
- ANGELO, A. C. Ciclo de vida de *Dasineura gigantea* ANGELO & MAIA, 1.999 (DIPTERA, CECIDOMYIIDAE). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008.
- ARAÚJO, L. M.; LARA, A. C. F.; FERNANDES, G. W. Utilization of *Apion* sp. (Coleoptera: Curculionidae) galls by an ant community in southeastern Brazil. **Tropical Zoology**, Florence, v. 8, p. 319-324, 1995.
- ARAÚJO, W. S. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. **Revista da Biologia**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 1-7, 2013.
- ARAÚJO, W. S.; GOMES-KLEIN, V. L.; SANTOS, B. B. Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 53, n. 2, p. 300-303, jun. 2009.
- ARAÚJO, W. S.; GUILHERME, F. A. G. Distribuição de insetos galhadores em diferentes formações vegetais e paisagens do Cerrado brasileiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 810-819, set./out. 2012.
- ARAÚJO, W. S.; SANTOS, B. B. Efeitos do habitat e da sazonalidade na distribuição de insetos galhadores na Serra dos Pireneus. **Revista de Biologia Neotropical**, Goiás, v. 5, p. 33-39, 2008.
- ARDUIN, M.; KRAUS, J. E. Anatomia de galhas de Ambrósia em folhas de *Baccharis concinna* e *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 63-72, mar. 2001.
- BARBOSA, M. **Além da Esclerofilia**: Segurança do hospedeiro e sobrevivência de galhadores. 2011. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology**: from individuals to ecosystems. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.
- BLÜTHGEN, N. Interações plantas-animais e a importância funcional da biodiversidade. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. (Org.). **Ecologia das interações plantas-animais**: uma abordagem ecológico-evolutiva. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2012. p. 333.
- BORGES, J. C. Câncer em plantas? **Instituto Ciência Hoje on-line**, Rio de Janeiro, jul. 2006. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/53070>>. Acesso em: 12 abr. 2007.

- BREGONCI, J. M.; POLYCARPO, P. V.; MAIA, V. C. Insect galls of the Parque Estadual Paulo César Vinha (Guarapari, ES, Brazil). **Biota Neotropical**, São Paulo, v. 10, n. 1, 2010.
- CARNEIRO, M. A. A. et al. Are gall midge species (Diptera, Cecidomyiidae) host-plant specialists? **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 53, n. 3, p. 365-378, 2009a.
- CARNEIRO, M. A. A. et al. Insetos indutores de galhas da porção sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 53, n. 4, p. 570-592, dez. 2009b.
- CHABOO, C. S. Biology and phylogeny of the Cassidinae Gyllenhal sensu lato (tortoise and leaf-mining beetles) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Bulletin of American Museum of Natural History**, New York, p. 250-305, 2007.
- COELHO, M. S. et al. Gall-inducing insects from Serra do Cabral, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropical**, São Paulo, v. 13, n. 3, 2013a.
- COELHO, M. S. et al. Gall-inducing insects from Campos de Altitude, Brazil. **Biota Neotropical**, São Paulo, v. 13, n. 4, 2013b.
- COLEY, P. D.; BARONE, J. A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo, Alto, v. 27, p. 305-335, 1996.
- COLEY, P. D.; BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S. Resource availability and plant antiherbivory defense. **Science**, New York, v. 230, p. 895-899, 1985.
- CORUH, S.; ERCISLI, S. Interactions between galling insects and plant total phenolic contents in *Rosa canina* L. genotypes. **Scientific Research and Essays**, Lagos, v. 5, n. 14, p. 1935-1937, 2010.
- DANKS, H. V. Modification of adverse conditions of insects. **Oikos**, Copenhagen, v. 99, n. 1, p. 10–24, 2002.
- DORCHIN, N. et al. Taxonomy and phylogeny of the *Asphondylia* species (Diptera: Cecidomyiidae) of North American goldenrods: challenging morphology, complex host associations, and cryptic speciation. **Zoological Journal of the Linnean Society**, London, v. 174, p. 265-304, 2015.
- EDWARDS, P. J.; WRATTEN, S. D. **Ecologia das interações entre insetos e plantas**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1981.
- ERLICH, P. R.; RAVEN, P. H. Butterflies and plants: a study in coevolution. **Evolution**, Lancaster, v. 18, n. 4, p. 586-608, 1964.
- FARIA, F. A. **Galhas entomógenas e insetos associado em sua fitofisionomias da reserva biológica unilavras/boqueirão após queimadas sucessivas**. 2014. 40 f. Monografia (Especialização) - UNILAVRAS, Lavras, 2014.
- FERNANDES, A. G.; MARTINS, R. P. As galhas – tumores de plantas. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 4, n. 19, p. 59-64, jul./ago. 1985.

- FERNANDES, G. W.; CARNEIRO, M. A. Insetos galhadores. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo**. Brasília: EMBRAPA, 2009. p. 597-640.
- FERNANDES, G. W.; MARTINS, R. P.; TAMEIRÃO-NETO, E. Food web relationships involving *Anadiplosis* sp galls (Diptera: Cecidomyiidae) on *Machaerium aculeatum* (Leguminosae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 10, p. 117-123, 1987.
- FERNANDES, G. W.; PAULA, A. S.; LOYOLA JUNIOR, R. Distribuição diferencial de insetos galhadores entre habitats e seu possível uso como bioindicadores. **Vida Sivistre Neotropical**, Washington, v. 4, n. 2, p. 133-139, 1995.
- FERNANDES, G. W.; TAMEIRÃO NETO, E.; MARTINS, R. P. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas na vegetação do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 11–29, 1988.
- FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. Lavras: UFLA, 2009.
- FERREIRA, M. F. M. et al. Comparação da incidência de galhadores em duas formações florestais do bioma cerrado: cerrado stricto sensu e mata seca. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 36-38, 2007.
- FIGUEIREDO, P. S. Fenologia e estratégias reprodutivas das espécies arbóreas em uma área marginal de cerrado, na transição para o semi-árido no nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 2, n. 2, p. 8-22, 2008.
- FRANCO, A. C. Ecophysiology of woody plants. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Irvington: Columbia University Press, 2002. p. 178-197.
- FREIRE, S. E.; KATINAS, L.; SANCHO, G. *Gochnatia* (Asteraceae, Mutisieae) and the *Gochnatia* complex: taxonomic implications from morphology. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 89, n. 4, p. 524-550, 2002.
- GAGNÉ, R. J.; JASCHHOF, M. **A catalog of the cecidomyiidae (Diptera) of the world**. 3. ed. Digital version 2, 2014.
- GONÇALVEZ-ALVIM, S. J. et al. Test of hypotheses about herbivory and chemical defences of *Quales parviflora* (Vochysiaceae) in Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, p. 223-230, 2011.
- ISAIAS, R. M. S. et al. Illustrated and annotated checklist of Brazilian gall morphotypes. **Neotropic Entomology**, Londrina, v. 42, p. 230-239, 2013.
- KETTENRING, K. M.; WEEKLEY, C. W.; MENGES, E. S. Herbivory delays flowering and reduces fecundity of *Liatris ohlingerae* (Asteraceae), an endangered, endemic plant of the Florida scrub. **Journal of the Torrey Botanical Society**, Washington, v. 136, n. 3, p. 350-362, 2009.
- KIM, W. et al. Life history strategy and adult and larval behavior of *Macrodiplosis selenis* (Diptera: Cecidomyiidae), a species that induces leaf-margin fold galls on deciduous *Quercus* (Fagaceae). **Entomological Science**, Meldford, v. 18, p. 470–478, 2015.

LEWINSOHN, T. M.; JORGE, L. R.; PRADO, P. I. Biodiversidade e interações entre insetos herbívoros e plantas. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H, M. (Org.). **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2012. p. 333.

MAIA, V. C. et al. *Asphondylia gochnatiae*, a new species of gall midge (Diptera, Cecidomyiidae) associated with *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae). **Zootaxa**, Auckland, v. 1740, p. 53-58, 2008.

MAIA, V. C. Galhas de insetos de São Tomé das Letras (MG- Brasil). **Biota Neotropical**, São Paulo, v. 13, n. 4, 2013.

MAIA, V. C. Insect galls of Itamonte (Minas Gerais, Brazil): characterization and occurrence. **Biota Neotropical**, São Paulo, v. 14, n. 1, 2014.

MAIA, V. C. The gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) from three restingas of Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 583-629, 2001.

MAIA, V. C.; AZEVEDO, M. A. P.. Micro-himenópteros associados às galhas de Cecidomyiidae (Díptera) em restingas do Estado do Rio de Janeiro (Brasil). **Biota Neotropical**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 151-164, 2009.

MAIA, V. C.; FERNANDES, G. W. Insect galls from Serra de São José (Tiradentes, MG, Brasil). **Brasilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 64, n. 3, p. 423-445, 2004.

MAIA, V. C.; MAGENTA, M. A. G.; MARTINS, S. E. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos em áreas de restinga de Bertiooga (São Paulo, Brasil). **Biota Neotropical**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 167-197, 2008.

MAIA, V. C.; SILVA, L. O. The genus *Dasineura Rondani*, 1840 (Diptera, Cecidomyiidae) in Brazil. **Brasilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 73, n. 4, p. 801-807, 2013.

MALVES, K. **Efeito das galhas na alocação reprodutiva e arquitetura de St. Hill. (Solanaceae)**. 2013, 64 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MALVES, K. **Insetos galhadores e artrópodes associados a galhas de *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) na Reserva Biológica UNILAVRAS/Boqueirão e entorno**. 2010. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário de Lavras, Lavras, 2010.

MALVES, K.; COELHO, F. F. Gall influence on flower production in *Solanumlycocarpum* (Solanaceae). **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 47, n. 2, p. 731-734, abr. 2015.

MALVES, K.; FRIEIRO-COSTA, F. A. List of plants with galls induced by insects from the UNILAVRAS/Boqueirão Biological Reserve, Ingaí, state of Minas Gerais, Brazil. **Check List**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 426-431, 2012.

MARQUIS, R. J. Uma abordagem geral das defesas das plantas contra a ação de herbívoros. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H, M. (Org.). **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2012. p. 333.

- MATTSON JUNIOR, W. J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 11, p. 119-161, 1980.
- MILLER, J. R.; STRICKLER, K. L. Finding and accepting host plants. In: BELL, W. J.; CARDÉ, R. T. (Ed.). **Chemical ecology of insects**. Sunderland: Sinauer Associates, 1984. p. 524.
- MILLER, T. E. X. Does having multiple partners weaken the benefits of facultative mutualism? A test with cacti and cactus tending ants. **Oikos**, Copenhagen, v. 116, p. 500-512, 2007.
- OLIVEIRA, P. O. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 169-192.
- OLIVEIRA, P. S.; SENDOYA, S. F.; DEL-CLARO, K. Defesas bióticas contra herbívoros em plantas de cerrado: interações entre formigas, nectários extraflorais e insetos trofobiontes. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. (Org.). **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2012. p. 333.
- PASCUAL-ALVARADO, E. et al. Interactions between galling insects and leaf-feeding insects: the role of plant phenolic compounds and their possible interference with herbivores. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 24, p. 329-336, 2008.
- PIRES, E. P. et al. Use of *Gochnatia barrosii* Cabrera (Asteraceae) by *Isodontia costipennis* Spinola 1851 (Hymenoptera; Sphecidae) for nest construction in the Boqueirão Reserve, MG. **Natureza on line**, Santa Tereza, v. 11, n. 3, p. 125-127, 2013.
- PRICE, P. W. Adaptive radiation of gall-inducing insects. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 6, p. 413-421, 2005.
- RAUSHER, M. D. Co-evolution and plant resistance to natural enemies. **Nature**, London, v. 411, 2001.
- RIBEIRO, A. O.; SILVA, A. F.; CASTRO, A. H. F. Identificação de espécies da família Asteraceae, revisão sobre usos e triagem fitoquímica do gênero *Eremanthus* da Reserva Boqueirão, Ingaí-MG. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 456-465, 2010.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- RONDON, J. **Padrões fenológicos em populações de espécies arbóreas do Cerrado**. 2009. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br>>. Acesso em: 16 mar. 2017.
- ROQUE, N. *Moquiniastrum*. In: LISTA de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB130849>>. Acesso em: 16 mar. 2016.
- SANTOS JÚNIOR, H. M. et al. Purificação do flavonóide trans-tilirosídeo do extrato metanólico das folhas de *Gochnatia barrosii* Cabrera (Asteraceae) avaliação da sua atividade nematicida. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1224-1231, set./out. 2010.

SANTOS, J. C.; CARNEIRO, M. A. A.; FERNANDES, G. W. Insetos galhadores neotropicais: diversidade e ecologia evolutiva dos herbívoros mais sofisticados da natureza. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H, M. (Org.). **Ecologia das interações plantas-animais**: uma abordagem ecológico evolutiva. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. p. 333.

SCARELI-SANTOS, C., W. S. et al. Ecologia das interações inseto galhador-plantas hospedeiras de galhas em áreas remanescentes do bioma Cerrado em Goiás. In: MARIANO, W. S. (Org.). **Reflexões e diálogos sobre educação, sociedade e ambiente**. São Carlos: Pedro e JoãoEditores. 2012. p. 175-192.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DIECKE, M. **Insect-plant biology**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2005.

SHORTHOUSE, J. D.; ROHFRTSCH, O. **Biology of insect-induced galls**. New York: Oxford University Press, 1992.

SILVA, A. F.; RIBEIRO, A. O.; ALVES, A. F. A. **A composição florística e as síndromes de dispersão das leguminosas arbóreas da Reserva do Boqueirão, Ingaí-MG**. 2005. Disponível em: <<http://www.fevale.edu.br/seminário.cd/files/pdf/2654.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2014.

SILVA, I. M. et al. Parasitic relationships between a gall-forming insect *Tomoplagia rudolphi* (Diptera: Tephritidae) and its host plant (*Vernonia polyanthes*, Asteraceae). **Annals of Botany**, London, v. 78, n. 1, p. 45-48, July 1996.

SILVA, T. M.; ARAÚJO, W. S.; SANTOS, B. B. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos em um fragmento de mata semicaducifólia do campus Samambaia, Goiânia, GO, Brasil. **Revista de Biologia. Neotropical**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 26-38, 2015.

SOUZA, S. C. P. M. Anatomical and ultrastructural aspects of leaf galls in *Ficus microcarpa* L.F. (Moraceae) induced by *Gynaikothrips ficorum* Marchal (Thysanoptera). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 14, n. 1, p. 57-69, 2000.

STONE, G. N. et al. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 47, p. 633-668, 2002.

STRONG, D. R.; LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD, T. R. E. **Insects on plants**: community patterns and mechanisms. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1984.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TRIGO, J. R.; PAREJA, M.; MASSUDA, K. F. O papel das substâncias químicas nas interações entre plantas e insetos herbívoros. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H, M. (Org.). **Ecologia das interações plantas animais**: uma abordagem ecológico-evolutiva. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. p. 333.

URSO-GUIMARÃES, M. V.; SCARELI-SANTOS, C.; BONIFÁCIO-SILVA, A. C. Occurrence and characterization of entomogen galls in plants from natural vegetation areas in Delfinópolis, MG, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 63, n. 4, Nov. 2003.

URSO-GUIMARÃES, M. V.; SCARELI-SANTOS, C. Galls and makers in plants from the Pé-de-Gigante Reserve, Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 1, p. 357-369, 2006.

VILLARREAL, J. A. Q.; ESTRADA, E. C. Asteraceae Tribu Mutisieae. In: FLORA de Veracruz. Veracruz: Instituto de Ecología A. C. Xalapa, 2014.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**: síntese terminológica e relações florísticas. 2006. 389 f. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

WOLDA, H. Insect seasonality: why? **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 19, p. 1-18, 1988.

YUKAWA, J. et al. Lower development threshold temperatures and thermal constants for four species of *Asphondylia* (Diptera: Cecidomyiidae) in Japan and their larval developmental delay caused by heat stress. **The Japanese Society of Applied Entomology and Zoology**, 2015.

YUKAWA, J. Life history strategies of univoltine gall-making Cecidomyiidae (Diptera) in Japan. **Phytophaga**, [S. l.], v. 1, p. 121-139, 1987.

YUKAWA, J. ROHFRITSCH, O. Biology and ecology of gall inducing Cecidomyiidae (Diptera). In: RAMAN, A.; SCHAEFER, C. W.; WITHERS, T. M. (Ed.). **Biology, ecology, and evolution of gall-inducing arthropods**. Enfield: Science Publications, 2005. p. 273–304.

YUKAWA, J. Synchronization of gallers with host plant phenology. **Population Ecology**, Tokio, v. 42, p. 105-113, 2000.

YUKAWA, J.; AKIMOTO, K. Influence of synchronization between adult emergence and host plant phenology on the population density of *Pseudasphondylia neolitseae* (Diptera: Cecidomyiidae) inducing leaf galls on *Neolitsea sericea* (Lauraceae). **Population Ecology**, Tokio, v. 48, p. 13–21, 2005.