

ANA CAROLINA MARADINI

**INTERAÇÃO FORMIGA-PLANTA: AS FORMIGAS DIMINUEM OS
HERBÍVOROS PRESENTES NAS PLANTAS DE *Qualea grandiflora* NO
CERRADO?**

Dissertação apresentada à Universidade Federal, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

M298i
2014
Maradini, Ana Carolina, 1987-
Interação formiga-planta : as formigas diminuem os
herbívoros presentes nas plantas de *Qualea grandiflora* no
Cerrado? / Ana Carolina Maradini. – Viçosa, MG, 2014.
viii, 37f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Henrique Schoeder.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.28-37.

1. Formiga. 2. Insetos. 3. Plantas melíferas. 4. *Qualea grandiflora*. 5. Cerrado. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Geral. Programa de Pós-graduação em Entomologia. II. Título.

CDD 22. ed. 595.796

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conduzir e ser minha força nos piores e melhores momentos da vida...

À minha família, especialmente aos meus pais e irmãos por todo o carinho, apoio e confiança. Obrigada por estarem ao meu lado sempre e nunca me deixarem desistir de mim, amo vocês...

À minha avó, que é uma das pessoas que eu mais amo no mundo, por estar sempre presente (mesmo distante).

Aos meus tios, tias, primos e primas, obrigada pela torcida, saibam que vocês são muito importantes e parte essencial dessa caminhada...

Agradeço à Lailla, Michela, Mauricélia, pela amizade. Vocês que sempre tentavam me tirar de casa para desestressar, comer frango frito e assistir filmes de comédia, ou fantasia. Obrigada, meninas, pela amizade...

Aos meus amigos do Laboratório de Ecologia de Comunidades, pela amizade, paciência e muitos ensinamentos. Obrigada também pelos momentos não-acadêmicos, que com certeza, deixam a vida mais leve e estreitam os laços de amizade...

Em especial ao Lucas Paolucci pela paciência de me ensinar a fazer a montagem e identificação de formigas há dois anos. Sem a sua ajuda eu não estaria trabalhando com a família Formicidae, Lucas. Muito obrigada!!

Ao Júlio Chaul e Gabriela Camacho que me ensinaram a técnica de “fazer cirurgia” nas formigas, para que fique mais fácil montá-las. Garanto que um dia vou ficar “craque” nas montagens, só falta mais um pouco de treinamento...

Agradeço ao Anderson Puker pelas identificações dos Coleóptera. Puker, sem você eu teria muitas identificações equivocadas. Muito obrigada pela ajuda e pela amizade.

Obrigada Irina Morales e Mayra Ruiz pela identificação dos Hemíptera. Sem vocês teria sido impossível essas identificações! Agradeço especialmente porque sei que ganhei mais duas amigas, com quem poderei contar sempre! Muito obrigada...

À Fabiene Jesus pela boa vontade de me ajudar a identificar os Orthoptera. Fabi, você me ajudou muito! Obrigada por tudo, amiga!

À Karla Nunes, que me ensinou a calcular as taxas de herbivoria nas folhas. Ká, muito obrigada pela parceria, espero que tenhamos mais oportunidades de trabalhar juntas no campo. Muito obrigada, amiga!

Agradeço à Vanessa Ribeiro pela ajuda com as triagens, montagens e identificações das formigas. Vanessa, sem você eu ainda estaria montando as formigas, muito obrigada por sua ajuda e especialmente por me apresentar com a sua amizade...

A todos os meus professores, que me conduziram até aqui com seus ensinamentos... Ao Sr. Zé do Panga (José Xavier) por me acolher em sua residência durante o período de coleta, pelas histórias, jogos de dominó, por me apresentar o famoso arroz com Pequi. Obrigada pela ajuda durante as coletas e especialmente pela amizade...

Sou muito grata à Tathi (Tathiana Sobrinho) pela orientação, por toda a ajuda durante esses dois anos, principalmente nos últimos meses. Muito obrigada, Tathi, por tudo isso e especialmente por sua amizade e paciência...

Agradeço especialmente ao Zhé (Prof^o José Henrique Schoereder) por me receber em seu laboratório de portas abertas. Nos últimos meses ele me recebeu muito também em sua sala, para fazer análises e discutir Ecologia. Obrigada pela paciência, confiança e ensinamento de sempre. Você não é somente professor e orientador, mas também um psicólogo e um amigo especial. Muito obrigada por tudo, Zhé!

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos, que me auxiliou durante o Mestrado.

À Fapemig pelo auxílio financeiro durante a coleta.

À Universidade Federal de Uberlândia, especialmente ao prof^o Heraldo Vasconcelos pela acolhida e disponibilização de material, o que viabilizou as coletas...

Agradeço também aos herbívoros e formigas “sacrificados”, pois sem eles esse trabalho não teria sido possível.

BIOGRAFIA

Ana Carolina Maradini, filiação de Antonio Manoel Maradini Filho e Maria do Carmo da Silva Maradini, nascida em 16 de julho de 1987 na cidade de Montes Claros- Minas Gerais.

Em março de 2007 iniciou o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos- UFSCar, se formando em dezembro de 2010. No ano de 2009 foi bolsista do PIBID (Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, o qual concluiu no fim de 2010).

Em março de 2012 iniciou o curso de Mestrado em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa, o qual foi concluído em março de 2014.

CONTEÚDO

RESUMO	v
ABSTRACT	vii
1 INTRODUÇÃO	1
2 MÉTODOS	5
2.1 Área de estudo.....	5
2.2 Desenho experimental.....	6
2.3 Coleta de herbívoros.....	7
2.4 Coleta de formigas.....	8
2.5 Estimativa de herbivoria.....	9
2.6 Análises estatísticas.....	9
3 RESULTADOS	10
4 DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO	26
6 REFERÊNCIAS	28

Resumo

MARADINI, Ana Carolina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Interação Formiga-Planta: As formigas diminuem os herbívoros presentes nas plantas de *Qualea grandiflora* no Cerrado?** Orientador: José Henrique Schoereder. Coorientadores: Tathiana Guerra Sobrinho e Ricardo Idelfonso Campos.

Muitas plantas no Cerrado possuem nectários extraflorais (NEFs), os quais produzem um néctar que é consumido por muitas espécies de formigas. As formigas que forrageiam nas plantas e se alimentam dos nectários podem atuar como importantes agentes anti-herbívoros, diminuindo a presença dos insetos fitófagos e, conseqüentemente, a herbivoria nas folhas. O objetivo desse estudo foi testar se as formigas que forrageiam nas plantas que contém NEFs, causam diminuição dos herbívoros e sua atividade nelas. Para isso foram testadas as hipóteses de que o aumento da riqueza e abundância de formigas causa um decréscimo na herbivoria, bem como na riqueza e abundância de herbívoros, e também na proporção de guildas de herbívoros. A coleta foi realizada na Estação Ecológica do Panga, que se situa entre as cidades de Uberlândia e Campo Florido, e possui vegetações dentro de várias fitofisionomias encontradas nos Cerrados. Foram utilizadas plantas da espécie *Qualea grandiflora* nesse estudo, marcadas em três fitofisionomias: Cerradão, Cerrado Strictu Senso e Campo Cerrado para a realização das coletas. De acordo com os resultados obtidos, a riqueza de formigas não influenciou na diminuição dos herbívoros e da herbivoria, entretanto, influenciou na diminuição da proporção de insetos mastigadores nas plantas. Por outro lado, a abundância de formigas acarretou um decréscimo na abundância de herbívoros no Cerradão e Campo Cerrado, embora no Cerrado Strictu Senso, a relação tenha sido inversa. Os resultados indicam também que a abundância de herbívoros sugadores foi maior no Cerrado Strictu Senso em relação ao Cerradão e Campo Cerrado, indicando a possibilidade de interação entre as formigas e homópteras que liberam “honeydew” nessa fitofisionomia. Além disso, a diferenciação temporal e espacial das formigas e herbívoros no Cerrado Strictu

Senso também pode explicar o resultado observado nessa fitofisionomia. A taxa de herbivoria nas folhas das plantas não sofreu influências da presença de formigas nas três fitofisionomias, possivelmente porque o efeito da herbivoria foliar ocorre somente em longo prazo e as coletas foram realizadas apenas durante o mês de janeiro, de forma que a herbivoria foi subestimada em relação aos herbívoros. A maturidade das folhas também pode ter influenciado na resposta, visto que folhas mais jovens são mais vulneráveis à ação dos herbívoros do que as folhas mais maduras.

ABSTRACT

MARADINI, Ana Carolina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2014. **Ant-Plant Interaction: Do the ants decrease the herbivores present in *Qualea grandiflora* plants in the Cerrado?** Adviser: José Henrique Schoereder. Co-advisers: Tathiana Guerra Sobrinho e Ricardo Idelfonso Campos.

Several species of plants in the Cerrado have extrafloral nectaries (EFNs), which produce secretions consumed by diverse species of ants. Ants foraging in plants and feeding on EFNs may act as important anti herbivore agents, decreasing phytophagous insects in the plants and the herbivory in the leaves. The aim of this study was to test if ants foraging on EFNs's plants decrease the number of herbivores in these plants. For this, was tested the hypothesis that the increase on the species richness and abundance of ants, cause a decrease in the herbivory, species richness and abundance of herbivores and proportion of guilds of herbivores. Sampling was performed in Panga Ecological Station, which lies between the cities of Uberlândia and Campo Florido, and possesses vegetation of several phytophysiognomies found in Cerrado biome. Plants of *Qualea grandiflora* were studied in three phytophysiognomies, Cerradão, Cerrado Strictu Senso and Campo Cerrado. According to the results, richness of ants did not influence in the decreasing of the herbivores and herbivory, however, it influenced the decrease of the proportion of chewing insects. In the other hand the abundance of ants promoted significant decrease of herbivores in Cerradão and Campo Cerrado, although in Cerrado Strictu Senso the relation has been opposite. The results also indicate that the abundance of sucking herbivores was higher in the Cerrado Strictu Senso regarding Cerradão and Campo Cerrado, indicating the possibility of interaction between the ants and the hemíptera that release honeydew. Futhermore the spatial and temporal differentiation between ants and herbivores in Cerrado Strictu Senso may also explain the result in this phytophysiognomy. The rate of herbivory in leaves did not suffer influence of the presence of ants possibly because the effect of foliar herbivory occurs only in long term and the sampling were made only in January, so that herbivory was underestimated compared to herbivores. The

maturity of the leaves may also have influenced the response, because the younger leaves are more vulnerable to the action of herbivores than the more mature leaves.

1 Introdução

Entre os organismos que estabelecem associações, podem ser citadas formigas e plantas, as quais podem criar relações mutualísticas entre si e essas interações são comumente observadas nos ecossistemas terrestres (Goitía & Jaffé 2009). As plantas fornecem recursos, como abrigo ou alimentos, e as formigas podem atuar na dispersão de sementes e atacar outros organismos presentes nas plantas, incluindo insetos ou vertebrados herbívoros, protegendo-as de suas atividades (Begon 2006; Bronstein 2006). Assim, os mutualismos que ocorrem entre formigas e plantas são basicamente relações de proteção em troca de recursos, sendo mediados pela melhor recompensa (Rudgers 2004; Chamberlain & Holland 2009), e podem ser facultativos ou exigir uma maior especialização dos parceiros (Heil & McKey 2003).

As plantas que estabelecem mutualismo com formigas são divididas em dois grupos: mirmecófitas e mirmecófilas. As plantas mirmecófitas possuem cavidades, as domáceas, que servem como abrigos para as formigas (Davidson & McKey 1993; Oliveira & Pie 1998; Goitía & Jaffé 2009). Esses abrigos podem ser localizados em troncos, espinhos ou bolsas nas folhas, e além da moradia, podem oferecer também alimentos (Davidson & McKey 1993). E o fato de essas plantas fornecerem abrigo e alimentos, pode proporcionar uma maior proteção contra insetos herbívoros, pois essas plantas e as formigas mantêm uma relação obrigatória (Bronstein 2006).

As plantas mirmecófitas abrigam comumente algumas espécies de formigas que possuem uma especificidade quanto à alimentação, essas espécies consomem preferencialmente os recursos providos por tais plantas. (Goitía & Jaffé 2009). As mirmecófitas podem oferecer alimentos ricos em substâncias que são parte exclusiva da dieta de determinadas espécies. Dessa forma, existe maior especialização tanto das plantas quanto das formigas, e as formigas que forrageiam nas plantas mirmecófitas são mais agressivas contra insetos herbívoros, podendo minimizar a herbivoria nas folhas (Bizerril & Vieira 2002).

As plantas mirmecófilas, por sua vez, não necessariamente abrigam formigas, entretanto, todas produzem substâncias que podem ser utilizadas como recursos

alimentares para as formigas como, por exemplo, nectários extraflorais (NEFs) e outros corpúsculos alimentares (Bentley 1977). Os nectários extraflorais são estruturas produtoras de néctar e não estão associadas à polinização e sim às estruturas vegetativas como folhas ou pecíolos (Rico-Gray & Oliveira 2007). O néctar extrafloral é uma solução composta por glicose, sacarose e frutose, podendo conter também outros compostos como aminoácidos e proteínas (Baker *et al.* 1978). O fato de algumas plantas conterem NEFs permite que mais espécies de formigas, que o utilizam como um recurso (Oliveira & Feitas 2004) forrageiem mais nessas plantas do que em plantas sem tais atrativos, e geralmente a abundância de formigas nelas é grande. A presença de formigas que se alimentam do néctar extrafloral pode estabelecer associações generalistas com as plantas, pois esses insetos podem atacar possíveis herbívoros presentes nelas. (Goitía & Jaffé 2009; Chamberlain & Holland 2009). Dessa forma, os benefícios causados pela associação entre plantas produtoras de NEFs e formigas podem ser a explicação do sucesso da interação entre elas (Del-Claro *et al.* 1996).

Queiroz *et al.* (2012) conduziram um experimento em que testaram as defesas das plantas contra insetos fitófagos e a presença de formigas nas folhas jovens para a proteção da planta. Eles observaram que quando as formigas foram excluídas, a abundância de herbívoros nas plantas aumentou. Estudos de exclusão de formigas anteriores a esse foram realizados, com o propósito de saber se a ausência de formigas nas plantas acarreta uma diminuição dos herbívoros nas mesmas, com resultados similares (Barton 1986; Del-Claro *et al.* 1996; Oliveira 1997; Sobrinho *et al.* 2002; Nascimento & Del-Claro 2010). Esses resultados sugerem que as interações das formigas com as plantas devido à presença de NEFs podem influenciar as interações entre os herbívoros e suas plantas hospedeiras.

Porém, as formigas não são especializadas no consumo de néctar extrafloral e o utilizam na sua dieta apenas como uma fonte adicional, podendo consumir também outros recursos alimentares (Schoereder *et al.* 2010). Além disso, os NEFs podem atrair espécies de formigas competitivamente dominantes que irão monopolizar o recurso e excluir outras espécies, causando uma diminuição na riqueza (Schoereder *et al.* 2010) e mudança na composição. Assim, espécies dominantes podem ser apenas oportunistas e não atacar os herbívoros presentes nas plantas.

Alguns estudos não encontraram proteção contra herbívoros, por parte das formigas, em plantas com nectários extraflorais (Dowd & Cathpole 1983; Mody &

Lisenmair 2004; Byk & Del-Claro 2010), indicando que não se pode afirmar que o mutualismo de proteção entre as formigas e as plantas com NEFs sempre ocorre (Dowd & Cathpole 1983). A ocorrência do mutualismo pode depender das espécies de formigas que estão interagindo com as plantas, das suas características comportamentais e sua capacidade defensiva (Byk & Del-Claro 2010). Portanto, a composição de espécies de formigas pode estar relacionada aos sucessos das interações entre formigas e plantas (Horvitz & Schenske 1984) e na eficiência de deter inimigos naturais das plantas (Frederickson 2005).

Muitas espécies de plantas mirmecófilas estão presentes em regiões tropicais e temperadas e são especialmente abundantes no bioma Cerrado (Oliveira & Martins, 1987; Diniz & Morais 1997). O Cerrado é um “hotspot” da biodiversidade, abrigando muitas espécies de plantas e animais que são endêmicas desse bioma e algumas estão em risco de extinção (Simon *et al.* 2009). O domínio do Cerrado está constantemente sendo fragmentado e transformado em pastagens ou áreas de agricultura, e os custos disso são a perda da biodiversidade, erosão do solo, chegada e estabelecimento de espécies invasoras, mudanças no regime do fogo, no ciclo do carbono e no clima (Klink & Machado 2005). O Cerrado é composto por formas vegetais muito variadas, que vão desde arbustos esparsos e pequenas árvores, até vegetações com copas grandes e conectadas (Ratter *et al.* 1997). Essas formações vegetais são divididas em três grupos, caracterizando as formações campestres, savânicas e florestais (Ribeiro & Walter 1998). A formação campestre apresenta principalmente árvores herbáceas e arbustivas. A formação savânica se caracteriza por apresentar árvores com maiores alturas e alguns arbustos, o dossel não é completamente contínuo. A formação florestal apresenta vegetação predominantemente arbórea, com formação de dossel, que pode ser tanto contínuo quanto descontínuo. (Ribeiro & Walter 1998).

Muitas espécies de plantas que possuem nectários extraflorais estão presentes no Cerrado, dentre elas está a espécie *Qualea grandiflora* (Família Vochysiaceae), a qual é conhecida popularmente como “pau-terra”. Essa espécie é nativa do Cerrado, normalmente é de médio à grande porte, podendo atingir até 30 metros (Almeida 1998), possui troncos cilíndricos, tortuosos, com casca externa grossa. As flores nessas plantas são amareladas e a floração tem início na estação chuvosa e finaliza nos meses de dezembro ou janeiro (Obermuller *et al.* 2011). Essas flores podem também serem utilizadas para fins medicinais (Costa *et al.* 2008).

Qualea grandiflora é uma espécie bastante estudada no Cerrado por sua alta ocorrência e abundância e também por possuir nectários extraflorais que são localizados na base do pecíolo, próximo à inserção das folhas. (Oliveira *et al.* 1987). Os NEFs em *Qualea grandiflora* e outras espécies de plantas são ativos durante o período chuvoso, normalmente de setembro a dezembro, além disso, Lange e colaboradores (2012) observaram que os nectários extraflorais dessa espécie de planta são mais produtivos no período da tarde (14 às 22 horas). Devido ao fato de essas plantas serem altamente abundantes e possuírem nectários extraflorais ativos durante um bom período do ano, elas atraem muitas espécies de formigas que utilizam o néctar extrafloral como recurso alimentar em sua dieta. Por conta disso, as formigas que forrageiam nessas plantas podem ser agressivas com herbívoros presentes nelas, predando-os ou expulsando-os das plantas (Bentley 1976; Barton 1986; Heil & McKey 2003; Oliveira & Freitas 2004; Schoereder *et al.* 2010).

Assim, além da abundância, a riqueza de espécies de formigas que forrageiam nas plantas também pode modificar o resultado da interação, pois diferentes espécies têm diferentes períodos de forrageamento, o que significa que as formigas poderão atacar possíveis herbívoros presentes nas plantas tanto durante o dia, quanto durante a noite. Dentre as formigas que se alimentam dos nectários, a maioria delas é onívora, podendo ser também predadoras de outros artrópodes (Bentley 1997), e por isso podem contribuir para a diminuição de insetos herbívoros. Além disso, quanto mais espécies de formigas houver, maiores são as chances de que ocorram espécies mais agressivas que podem atuar como agentes anti-herbívoros, protegendo as plantas.

Apesar de a proteção das plantas por parte das formigas ser observada em alguns casos, diminuindo assim, as injúrias causadas pelos herbívoros nas folhas, nem sempre o mutualismo de proteção ocorre (Mody & Lisenmair 2004; Byk & Del-Claro 2010). Devido a essa lacuna no conhecimento da relação entre as plantas com nectários extraflorais e as formigas que os utilizam, há necessidade da realização de estudos que busquem possíveis respostas para se entender a relação entre mirmecófilas e formigas associadas. Além disso, apesar de existirem muitos trabalhos sobre as interações entre formigas e diversas espécies de plantas com NEFs no Cerrado, há poucos estudos relacionando a abundância e riqueza de

formigas com grupos funcionais de herbívoros (Wimp & Whitham 2001; Nygard et al. 2008).

Assim, sendo, o objetivo desse estudo foi responder se as formigas que forrageiam nos NEFs de *Qualea grandiflora* promovem proteção contra a presença e atividade de insetos herbívoros e se elas promovem diminuição no número de grupos funcionais de herbívoros. Para isso foram testadas as seguintes hipóteses:

H1- O aumento da riqueza e abundância de formigas em plantas com NEFs presentes no Cerrado, causa diminuição na abundância de herbívoros;

H2- O aumento da riqueza e abundância de formigas que forrageiam nas plantas acarreta diminuição na riqueza de insetos herbívoros;

H3- O aumento da biodiversidade de formigas nos NEFs no Cerrado acarreta diminuição da herbivoria nas plantas;

H4- O aumento da riqueza e abundância de formigas promove uma diminuição na proporção de insetos herbívoros mastigadores e sugadores.

2 Métodos

2.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas na Estação Ecológica do Panga (EEP), que é uma Reserva Particular de Patrimônio Natural e está situada em uma área de 409 ha, composta de vegetação de Cerrado. A Estação Ecológica foi criada pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no ano de 1986 com a finalidade de realização de estudos e pesquisas em uma das poucas áreas de vegetação preservada do Triângulo Mineiro (Cardoso *et al.* 2009). A EEP faz limites com o ribeirão do Panga, bacia do rio Paranaíba e se localiza na estrada entre as cidades de Uberlândia e Campo Florido (Cardoso *et al.* 2009).

De acordo com Schiavini & Araújo (1989), a localização da Estação está entre as coordenadas 19°09'20" - 19°11'10" S e 48°23'20" - 48°24'35" W e abrange

fitofisionomias que podem ser encontrados em regiões de Cerrado (Figura 1). (Moreno & Schiavini, 2001).

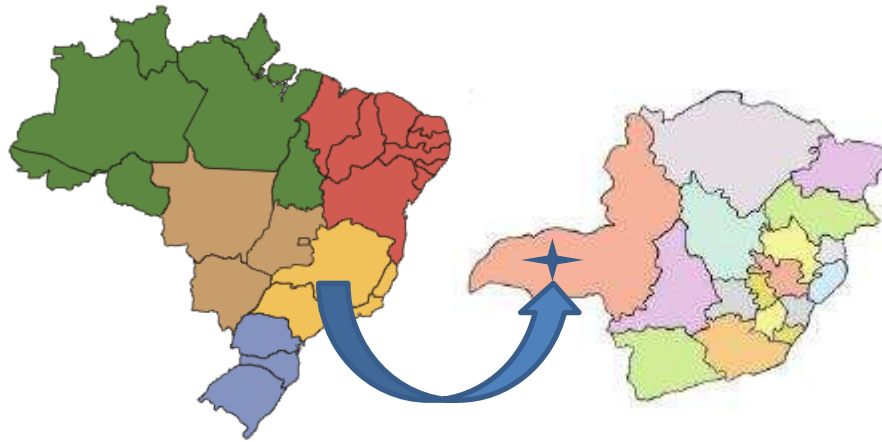


Figura 1: Esquema do mapa do Brasil e Minas Gerais, indicando a localização da região onde está localizada a Estação Ecológica do Panga.

O clima da região de Uberlândia é do tipo Aw, tropical com chuvas no verão e inverno seco (Rosa *et al.* 1991).

A temperatura média nos meses de inverno atinge 18C° e a precipitação média fica em torno de 60 mm, enquanto que no verão a temperatura é em média em torno de 23C°, e a precipitação em torno de 250 mm, nos meses mais chuvosos (Silva *et al.* 2008).

2.2 Desenho experimental

A amostragem foi realizada no mês de janeiro, no ano de 2013, durante a estação chuvosa. Noventa indivíduos da espécie *Qualea grandiflora* (Família Vochysiaceae), conhecida popularmente como pau-terra, foram utilizados. A espécie *Qualea grandiflora* é típica das regiões de Cerrado no Brasil (Oliveira & Martins, 1987), é uma espécie abundante (Diniz & Moraes 1997) e é bem distribuída na Estação Ecológica do Panga. Essa espécie está presente nas fitofisionomias que foram estudadas (Cerradão, Cerrado Strictu Senso e Campo Cerrado), é relativamente fácil de identificar no campo quando está florida e

também devido ao formato dos seus frutos e coloração das flores e, além disso, apresenta nectários extraflorais.

Foram, então, marcados noventa indivíduos de *Qualea grandiflora* distribuídos em três formações fitofisionômicas presentes na EEP: Cerradão, Cerrado Strictu Senso e Campo Cerrado. A riqueza e abundância de formigas podem ser diferentes nas diversas fitofisionomias do Cerrado, devido à heterogeneidade das suas formações (Ribas *et al.* 2003). O objetivo de a coleta ter sido realizada em três fitofisionomias foi o de obter uma maior variação na abundância e riqueza de formigas. Além disso, o número de ramificações de cada planta foi contado, a fim de se obter uma medida da complexidade estrutural das copas e testar se ela acarreta variação na abundância e riqueza de formigas e herbívoros.

2.3 Coleta dos insetos herbívoros

Os insetos herbívoros foram coletados através do método de batimento, utilizando um guarda chuva entomológico, método proposto por Gallo e colaboradores (1978) e modificado por Basset (1999). A proposta original consistia em um pano branco preso por duas hastes de madeira, coladas de forma a se cruzar (Formato em X) (Gallo *et al.* 1978). A proposta de Basset é um pouco diferente, consiste de um funil plástico que contém um equipamento semelhante a uma jarra, preenchido com água. Entretanto, o guarda chuva entomológico utilizado para o presente estudo foi um instrumento confeccionado manualmente com canos de PVC cortados e unidos uns ao outro em forma de quadrado, aos quais foi acoplado um lençol branco (Figura 2). A área do guarda chuva entomológico utilizado é de 1m² e profundidade também de 1 metro.

Foram realizadas três batidas de dez batimentos nas copas das árvores, totalizando trinta batimentos para cada árvore, com o auxílio de um podão. Todos os insetos de cada planta, que caíram no guarda chuva entomológico foram coletados e armazenados em tubos Falcon de 50 ml contendo álcool 96° GL. As formigas que caíram no guarda chuva entomológico também foram armazenadas e adicionadas às formigas coletadas pelo método de “pitfall”, descrito a seguir, para obter maior

amostragem de formigas. Os insetos não herbívoros que foram coletados foram excluídos das análises.

Para todos os herbívoros coletados em cada árvore foram determinadas a abundância, avaliada em número de indivíduos, bem como a riqueza. Os insetos foram separados em duas guildas (analisadas em termos de proporção de sugadores e proporção de mastigadores), identificados até Família e quando possível, até níveis mais baixos, e separados em espécie de acordo com a sua morfologia externa. Para isso foram utilizadas as chaves de identificação de Borror *et al.* (1989), e posteriormente, a colaboração dos taxonomistas Anderson Puker, Mayra Velez Ruiz e Irina Morales e da ecóloga Fabiene Maria de Jesus.

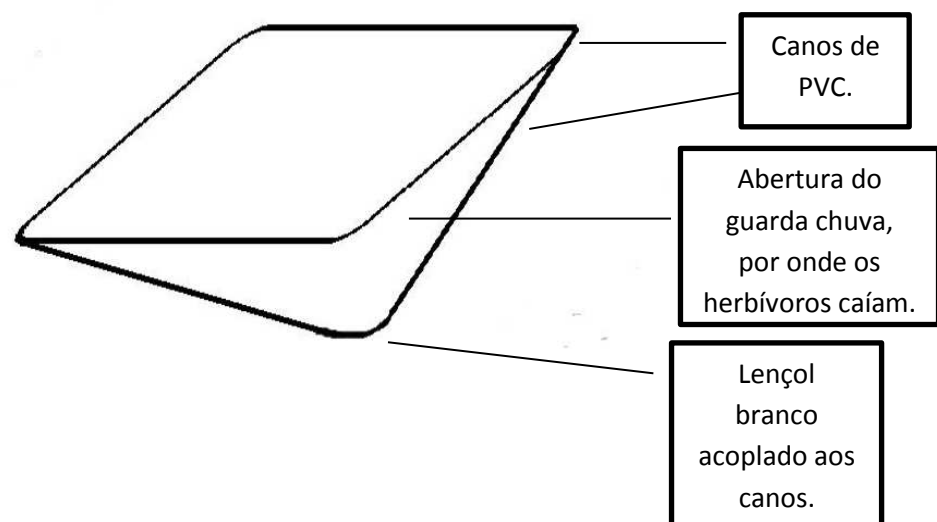


Figura 2: Esquema do guarda chuva entomológico utilizado para a coleta dos herbívoros.

2.4 Coleta de formigas

As formigas foram coletadas através de “pitfalls” de 12 cm e diâmetro de 8 cm, contendo uma solução de água, sal e detergente. Os “pitfalls” foram instalados à partir de 1,51 metros. Foram utilizados quatro “pitfalls” em cada árvore de forma a amostrar um número maior de formigas nas plantas, os quais foram amarrados nas árvores com barbante. Os “pitfalls” foram deixados no campo por 48 horas e após

esse período foram retirados, seu conteúdo foi lavado e em seguida as formigas foram armazenadas em tubos Falcon de 15 ml contendo álcool 96° GL.

Após as coletas, as formigas foram triadas, montadas e identificadas de acordo com a chave de identificações de Fernández (2003) até nível de gênero e quando possível até nível de espécie. As formigas que não foram identificadas até nível de espécie foram morfoespeciadas. Além disso, a abundância de formigas também foi quantificada. Os insetos herbívoros que caíram nos “pitfalls” foram adicionados aos herbívoros coletados com o guarda chuva entomológico.

2.5 Estimativa de herbivoria

Após as coletas das formigas e dos herbívoros, um ramo de cada árvore foi cortado e 10 folhas de cada ramo foram escolhidas arbitrariamente e removidas, as quais foram fotografadas para a realização do cálculo da taxa de herbivoria nas mesmas. Foi utilizado um único ramo para que possíveis diferenças na maturidade das folhas advindas de ramos diferentes fossem evitadas.

Após as fotografias, foi calculada a proporção da área que sofreu herbivoria, através do programa Image J (Rasband 2011). O cálculo, que consistia na soma dos valores de cada marca de herbivoria sobre o valor da área total, foi realizado para cada folha. Em seguida foi calculada a média da proporção da área que sofreu herbivoria para cada planta.

2.6 Análises estatísticas

Para testar as hipóteses de que o aumento da abundância e riqueza de formigas contribui para que ocorra diminuição da abundância e riqueza de herbívoros, foram realizadas análises de covariância com distribuição Poisson. A abundância e riqueza de formigas foram utilizadas como variáveis explicativas, e abundância e riqueza de herbívoros como variáveis resposta. As fitofisionomias e ramificações das copas foram utilizadas como covariáveis.

Para testar a hipótese de que o aumento da abundância e riqueza de formigas acarreta diminuição na herbivoria, foi realizada análise de regressão linear múltipla.

Abundância e riqueza de formigas foram utilizadas como variáveis explicativas e a herbivoria foi a variável resposta.

Para testar a hipótese de que o aumento da abundância e riqueza de formigas acarreta diminuição na proporção de herbívoros mastigadores e sugadores foi realizada análise de covariância com distribuição quasibinomial para cada uma das guildas de herbívoros. A abundância e riqueza de formigas foram as variáveis explicativas e as proporções de mastigadores e sugadores foram as variáveis resposta. Todos os modelos foram simplificados com a remoção das interações não significativas até a obtenção do modelo mínimo adequado (Crawley 2007). Todas as análises foram realizadas no programa de análises estatísticas R (R version 3.0.2, 2013).

3 Resultados

Foram coletados no total 2597 indivíduos de formigas, separadas em 159 morfoespécies, pertencentes a 25 gêneros e sete subfamílias. As subfamílias que apresentaram maior abundância foram Formicinae, com 1293 indivíduos, Myrmicinae, com 737 indivíduos, Dolichoderinae, com 426, Pseudomyrmecinae, com 110 indivíduos, Ectatomminae, com 22 indivíduos, Ponerinae, com oito formigas e Heteroponerinae com apenas 1 indivíduo.

As subfamílias que apresentaram maior riqueza foram Myrmicinae com 55 espécies, seguida por Formicinae com 40 espécies, Pseudomyrmecinae com 29 espécies e Dolichoderinae também com 29 espécies. As subfamílias que apresentaram menor riqueza foram Ectatomminae com três espécies, Ponerinae com duas e Heteroponerinae com uma espécie apenas (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1- Abundância e riqueza de formigas separadas de acordo com cada subfamília.

	Riqueza	Abundância
Subfamília		
Myrmicinae	55	737

Formicinae	40	1293
Dolichoderinae	29	426
Pseudomyrmecinae	29	110
Ectatomminae	3	22
Ponerinae	2	8
Heteroponerinae	1	1

Tabela 2- Frequência de ocorrência de cada espécie (Ocorrência de cada espécie considerando todas as plantas amostradas nas três fitofisionomias), e abundância de cada uma das morfoespécies de formigas, separadas de acordo com cada subfamília.

Espécie por Subfamília	Frequência	Abundância
MYRMICINAE		
<i>Cephalotes grandinosus</i>	3	5
<i>Cephalotes minutus</i>	8	16
<i>Cephalotes pellans</i>	6	1
<i>Cephalotes pusillus</i>	13	70
<i>Cephalotes sp3</i>	1	1
<i>Cephalotes sp6</i>	6	15
<i>Cephalotes sp8</i>	2	13
<i>Cephalotes sp9</i>	2	13
<i>Cephalotes sp12</i>	1	1
<i>Cephalotes sp13</i>	1	1
<i>Crematogaster sp1</i>	2	2
<i>Crematogaster sp 2</i>	2	28
<i>Crematogaster sp3</i>	1	1
<i>Lachnomyrmex sp1</i>	1	7
<i>Pheidole sp1</i>	18	5
<i>Pheidole sp10</i>	2	2
<i>Pheidole sp11</i>	4	1
<i>Pheidole sp14</i>	13	2

<i>Pheidole sp18</i>	9	1
<i>Pheidole sp2</i>	2	10
<i>Pheidole sp4</i>	1	13
<i>Pheidole sp5</i>	2	3
<i>Pheidole sp6</i>	1	1
<i>Pheidole sp8</i>	1	1
<i>Pheidole sp9</i>	1	1
<i>Pheidole oxyops</i>	2	25
<i>Pheidole sp 12</i>	1	2
<i>Pheidole sp 15</i>	1	3
<i>Pheidole sp 16</i>	1	1
<i>Pheidole sp 17</i>	2	2
<i>Pheidole sp 19</i>	1	2
<i>Pheidole sp 3</i>	2	19
<i>Pyramica sp1</i>	1	1
<i>Sericomyrmex sp1</i>	1	1
<i>Solenopsis sp 1</i>	2	33
<i>Solenopsis sp 2</i>	20	267
<i>Solenopsis sp 3</i>	4	38
<i>Solenopsis sp 6</i>	18	2
<i>Solenopsis sp 8</i>	1	6
<i>Solenopsis sp 9</i>	1	7
<i>Solenopsis sp5</i>	2	1
<i>Solenopsis sp7</i>	2	2
<i>Solenopsis sp 10</i>	2	1
<i>Solenopsis sp 11</i>	1	10
<i>Solenopsis sp 12</i>	2	1
<i>Solenopsis sp 13</i>	1	1
<i>Solenopsis sp 4</i>	1	46
<i>Trachymyrmex sp1</i>	4	6
<i>Wasmmania sp3</i>	3	1
<i>Wasmmania sp6</i>	11	2
<i>Wasmmania sp 1</i>	1	13
<i>Wasmmania sp 2</i>	4	21
<i>Wasmmania sp 4</i>	2	4
<i>Wasmmania sp 5</i>	2	4
<i>Wasmmania sp 7</i>	1	1
FORMICINAE		
<i>Brachymyrmex sp4</i>	41	2
<i>Brachymyrmex sp6</i>	8	1
<i>Brachymyrmex brevicornis</i>	11	5
<i>Brachymyrmex sp1</i>	2	146
<i>Brachymyrmex sp2</i>	1	17

<i>Brachymyrmex sp3</i>	2	56
<i>Brachymyrmex sp7</i>	2	2
<i>Brachymyrmex sp 9</i>	9	4
<i>Camponotus atriceps</i>	13	52
<i>Camponotus blandus</i>	23	130
<i>Camponotus crassus</i>	24	186
<i>Camponotus sericeiventris</i>	8	39
<i>Camponotus sp10</i>	4	3
<i>Camponotus sp10</i>	7	1
<i>Camponotus sp14</i>	7	4
<i>Camponotus sp16</i>	21	18
<i>Camponotus sp26</i>	4	4
<i>Camponotus sp4</i>	7	16
<i>Camponotus sp5</i>	3	9
<i>Camponotus sp 2</i>	2	183
<i>Camponotus sp 24</i>	2	2
<i>Camponotus sp 31</i>	5	1
<i>Camponotus sp 6</i>	1	12
<i>Camponotus sp 8</i>	2	20
<i>Camponotus sp 9</i>	3	100
<i>Camponotus sp11</i>	3	27
<i>Camponotus sp12</i>	4	73
<i>Camponotus sp13</i>	6	5
<i>Camponotus sp15</i>	2	18
<i>Camponotus sp16</i>	1	27
<i>Camponotus sp18</i>	2	2
<i>Camponotus sp19</i>	1	27
<i>Camponotus sp20</i>	3	5
<i>Camponotus sp21</i>	1	6
<i>Camponotus sp22</i>	1	13
<i>Camponotus sp25</i>	20	4
<i>Camponotus sp27</i>		3
<i>Camponotus sp28</i>	3	5
<i>Camponotus sp29</i>	1	60
<i>Camponotus sp30</i>	1	5
DOLICHODERINAE		
<i>Azteca sp 8</i>	6	1
<i>Azteca sp3</i>	1	1
<i>Azteca sp5</i>	5	1
<i>Azteca sp6</i>	3	19
<i>Aztecasp 1</i>	1	113
<i>Aztecasp 10</i>	2	1
<i>Aztecasp 2</i>	3	72

<i>Aztecasp 4</i>	1	12
<i>Azteca sp 7</i>	1	6
<i>Dolichoderus sp1</i>	1	1
<i>Dolichoderus sp2</i>	4	4
<i>Dolichoderus sp3</i>	3	4
<i>Dolichoderus sp5</i>	1	1
<i>Dolichoderus sp 6</i>	1	1
<i>Dolichoderus sp4</i>	1	1
<i>Dorymyrmex sp1</i>	1	1
<i>Dorymyrmex sp 3</i>	1	1
<i>Gracilidris sp 1</i>	1	1
<i>Forelius sp 1</i>	1	1
<i>Linepithema sp3</i>	11	1
<i>Linepithema sp6</i>	24	1
<i>Linepithema sp7</i>	6	1
<i>Linepithema sp4</i>	1	9
<i>Linepithema aztecoides</i>	2	23
<i>Linepithema leucomelas</i>	6	128
<i>Linepithema sp1</i>	1	11
<i>Linepithema sp5</i>	1	8
<i>Linepithema sp 8</i>	1	1
<i>Linepithema sp 9</i>	1	1
PSEUDOMIRMECINAE		
<i>Pseudomyrmex sp11</i>	5	1
<i>Pseudomyrmex sp14</i>	10	1
<i>Pseudomyrmex sp18</i>	11	1
<i>Pseudomyrmex sp19</i>	13	1
<i>Pseudomyrmex sp21</i>	2	1
<i>Pseudomyrmex sp5</i>	4	2
<i>Pseudomyrmex sp6</i>	6	6
<i>Pseudomyrmex sp9</i>	1	3
<i>Pseudomyrmex sp12</i>	5	1
<i>Pseudomyrmex sp13</i>	2	7
<i>Pseudomyrmex sp29</i>	1	1
<i>Pseudomyrmex sp8</i>	1	1
<i>Pseudomyrmex sp 1</i>	5	6
<i>Pseudomyrmex sp 2</i>	1	10
<i>Pseudomyrmex sp 3</i>	1	15
<i>Pseudomyrmex sp 4</i>	3	13
<i>Pseudomyrmex sp10</i>	5	5
<i>Pseudomyrmex sp15</i>	1	3
<i>Pseudomyrmex sp16</i>	1	2
<i>Pseudomyrmex sp17</i>	2	7

<i>Pseudomyrmex sp20</i>	1	4
<i>Pseudomyrmex sp22</i>	1	1
<i>Pseudomyrmex sp23</i>	1	1
<i>Pseudomyrmex sp24</i>	1	1
<i>Pseudomyrmex sp25</i>	1	1
<i>Pseudomyrmex sp26</i>	2	2
<i>Pseudomyrmex sp27</i>	2	1
<i>Pseudomyrmex sp28</i>	1	1
<i>Pseudomyrmex sp7</i>	1	11
ECTATOMINNAE		
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	12	20
<i>Gnamptogenys sp1</i>	1	1
<i>Labidus sp1</i>	1	1
PONERINAE		
<i>Pachycondyla verenae</i>	1	1
<i>Pachycondyla sp2</i>	6	7
HETEROPONERINAE		
<i>Acanthoponera sp1</i>	1	1

Foram coletados 233 indivíduos de insetos herbívoros. As ordens mais abundantes foram Coleóptera com 141 indivíduos, em seguida Hemíptera, com 75 indivíduos, Lepidoptera com 11 indivíduos e Orthoptera com seis. Os insetos herbívoros foram separados em 97 morfoespécies, pertencentes a quatro ordens, das quais as mais diversas foram Coleoptera, com 62 morfoespécies e em seguida Hemiptera, com 24. As ordens com menor número de morfoespécies foram Orthoptera, com seis e Lepidoptera, com cinco (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3- Abundância e riqueza de insetos herbívoros, separados de acordo com suas Ordens.

Ordem	Abundância	Riqueza
Coleoptera	141	62
Hemiptera	75	24
Lepidoptera	11	5
Orthoptera	6	6

Tabela 4: Abundância de cada morfoespécie de herbívoros, separados de acordo com suas Ordens.

Ordem	Abundância
COLEOPTERA	
<i>Byrrhidae sp1</i>	3
<i>Byrrhidae sp2</i>	3
<i>Byrrhidae sp3</i>	2
<i>Bruchidae sp1</i>	2
<i>Cerambycidae sp1</i>	1
<i>Chrysomelidaesp3</i>	3
<i>Chrysomelidae sp4</i>	3
<i>Chrysomelidae sp5</i>	1
<i>Chrysomelidae sp6</i>	6
<i>Chrysomelidae sp7</i>	3
<i>Colydiidae sp1</i>	2
<i>Colydiidae sp2</i>	1
<i>Cryptocephalinae sp1</i>	15
<i>Crypcephalinae sp2</i>	2
<i>Cryptocephalinae sp3</i>	7
<i>Cryptocephalinae sp4</i>	4
<i>Cryptocephalinae sp6</i>	2
<i>Cryptocephalinae sp7</i>	1
<i>Cryptocephaliane sp8</i>	1
<i>Cryptocephalinae sp9</i>	2
<i>Cryptocephalinae sp11</i>	1
<i>Curculionidae sp1</i>	2
<i>Curculionidae sp2</i>	5
<i>Curculionidae sp3</i>	7
<i>Curculionidae sp4</i>	1
<i>Curculionidae sp5</i>	1
<i>Curculionidae sp6</i>	1
<i>Curculionidae sp7</i>	1
<i>Curculionidae sp8</i>	1
<i>Curculionidae sp9</i>	4
<i>Curculionidae sp10</i>	1
<i>Curculionidae sp11</i>	1
<i>Curculionidae sp12</i>	1
<i>Curculionidaesp13</i>	2
<i>Curculionidae sp14</i>	1
<i>Curculionidae sp16</i>	1

<i>Curculionidae sp17</i>	1
<i>Curculionidae sp18</i>	1
<i>Curculionidae sp19</i>	2
<i>Curculionidae sp20</i>	1
<i>Curculionidae sp21</i>	1
<i>Curculionidae sp23</i>	1
<i>Curculionidae sp24</i>	1
<i>Curculionidae sp25</i>	2
<i>Curculionidae sp26</i>	1
<i>Curculionidae sp27</i>	1
<i>Curculionidae sp28</i>	1
<i>Elateridae sp1</i>	1
<i>Halplidae sp1</i>	1
<i>Leiodidae sp1</i>	1
<i>Leiodidae sp2</i>	2
<i>Leiodidae sp3</i>	2
<i>Mycetophagidae sp1</i>	1
<i>Mycetophagidae sp2</i>	1
<i>Phengodidae sp1</i>	2
<i>Scydmaenidae sp1</i>	1
<i>Tenebrionidae sp1</i>	1
HEMIPTERA	
<i>Cercopidae sp1</i>	2
<i>Cercopidae sp2</i>	1
<i>Cicadellidae sp1</i>	6
<i>Cicadellidae sp2</i>	4
<i>Cicadellidae sp3</i>	10
<i>Cicadellidae sp4</i>	4
<i>Cicadellidae sp5</i>	3
<i>Cicadellidae sp6</i>	1
<i>Cicadellidae sp7</i>	1
<i>Cixiidae sp1</i>	1
<i>Cixiidae sp2</i>	1
<i>Coreidae sp1</i>	3
<i>Dictyopharidae sp1</i>	1
<i>Isiidae sp1</i>	2
<i>Lygaeidae sp1</i>	2
<i>Lygaeidae sp2</i>	6
<i>Lygaeidae sp3</i>	9
<i>Lygaeidae sp4</i>	2
<i>Membracidae sp1</i>	2
<i>Membracidae sp2</i>	2
<i>Miridae sp1</i>	6

<i>Miridae sp2</i>	3
<i>Pentatomidae sp1</i>	3
ORTHOPTERA	
<i>Acrididae sp1</i>	1
<i>Eneopteridae (Eneoptera sceriss)</i>	1
<i>Melapolinae sp1</i>	1
<i>Podoscirtidae sp1</i>	1
<i>Romaleidae (Chromacris speciosa)</i>	1
<i>Tettigoniidae sp1</i>	1
LEPIDOPTERA	
<i>Lepidoptera sp1</i>	1
<i>Lepidoptera sp2</i>	1
<i>Lepidoptera sp3</i>	3
<i>Lepidoptera sp4</i>	4
<i>Lepidoptera sp5</i>	2

A complexidade estrutural das copas, medidas através do número de ramificações não apresentou influências na riqueza e abundância de formigas e insetos herbívoros, porém as fitofisionomias mostraram variações nas relações entre formigas e herbívoros. O aumento da riqueza de formigas não influenciou a abundância e a riqueza de herbívoros. Porém, o aumento na abundância de formigas se correlacionou negativamente com a abundância de herbívoros no Cerradão e no Campo Cerrado ($\chi^2 = 0,7$; $p=0,02$), tendo ocorrido um resultado inverso no Cerrado Strictu Senso, onde houve aumento na abundância de herbívoros com o aumento da abundância de formigas ($\chi^2 = 1,7$; $p>0,05$) (Figura 5).

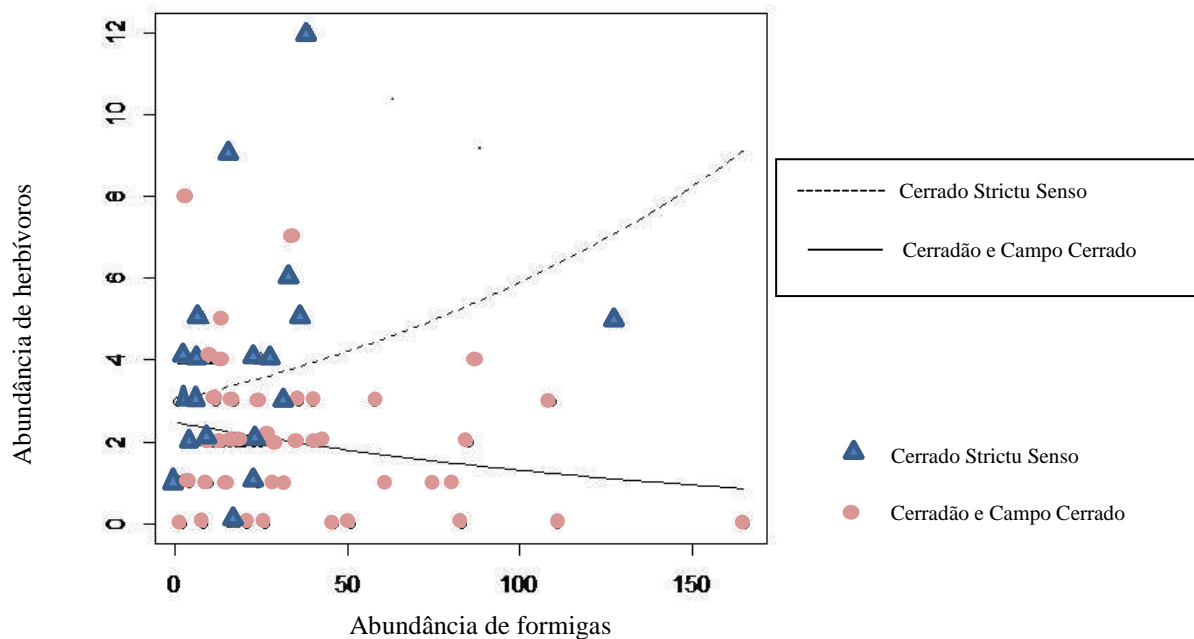


Figura 5: Resposta da abundância de herbívoros ao aumento da abundância de formigas no Cerrado Strictu Senso (linha tracejada) e no Cerradão e Campo Cerrado (linha contínua).

A abundância de herbívoros sugadores diferiu significativamente nas três fitofisionomias. No Cerrado Strictu Senso ($p=0,0003$) houve maior abundância de insetos sugadores, em relação ao Cerradão e Campo Cerrado (Figura 6).

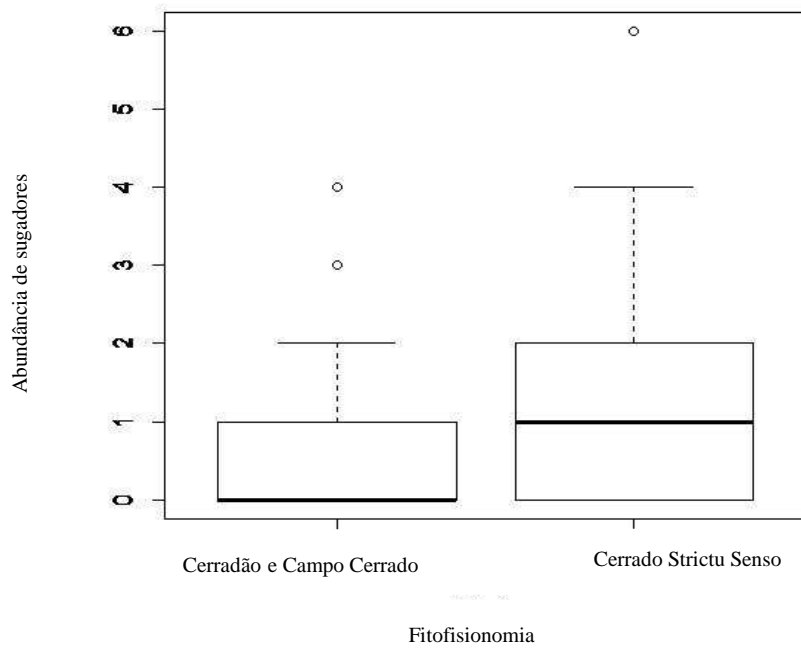


Figura 6- Relação entre a abundância de herbívoros sugadores nas fitofisionomias. No Cerrado Strictu Senso há maior abundância de sugadores do que no Cerradão e Campo Cerrado, onde as abundâncias desses insetos foram similares.

O aumento da riqueza e abundância de formigas não acarretou diminuição na proporção de herbívoros sugadores, entretanto, com o aumento da riqueza de formigas, houve uma diminuição na proporção de herbívoros mastigadores ($F=1,9$, $p=0,002$) (Figura 7).

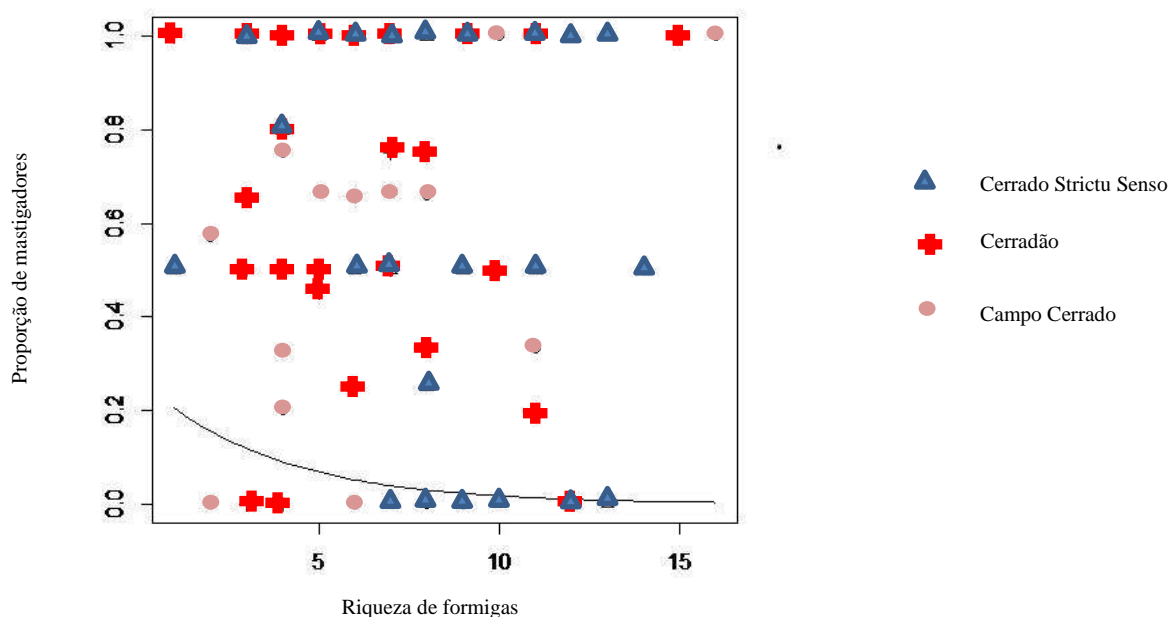


Figura 7- O aumento da riqueza de espécies de formigas acarretou diminuição na proporção de herbívoros mastigadores nas três fitofisionomias.

A taxa de herbivoria nas folhas não foi influenciada pelo aumento na abundância ou riqueza de formigas nas três fitofisionomias (G.L= 88, $F=0,38$, $p=0,69$, Cerradão e Campo Cerrado; $F=1,03$, $p=0,30$, Cerrado Strictu Senso).

4 Discussão

As plantas da espécie *Qualea grandiflora* são muito abundantes entre as vegetações presentes nos domínios do Cerrado brasileiro, essas plantas possuem nectários extraflorais localizados próximos à inserção das folhas e atraem insetos herbívoros e formigas que consomem o néctar produzido nesses nectários (Oliveira *et al.* 1987). O néctar extrafloral atrai muitas espécies de formigas que o utilizam como um recurso alimentar em sua dieta, e as formigas podem eventualmente preda insetos herbívoros encontrados nas árvores. Algumas dessas espécies são mais abundantes e mais frequentes em *Q. grandiflora*, como foi observado em um trabalho de Oliveira e colaboradores (1987) e no trabalho de Costa e colaboradores (1992), contribuindo para a diminuição da incidência de insetos herbívoros nas folhas e de sua atividade

(Costa *et al.* 1992).

Nesse trabalho, a riqueza de espécies de formigas não afetou a herbivoria, abundância e riqueza de herbívoros nas plantas, mas causou uma diminuição na proporção de herbívoros mastigadores. Por outro lado, o aumento da abundância de formigas causou uma diminuição significativa na abundância de herbívoros no Cerradão e no Campo Cerrado, embora essa relação tenha sido observada de maneira inversa no Cerrado Sentido Restrito.

O aumento da riqueza de espécies pode não promover diminuição da riqueza e abundância de herbívoros na sua totalidade, pois muitas espécies em uma mesma comunidade podem ser redundantes na realização de algumas funções nos ecossistemas (Joner 2008). Ou seja, muitas das espécies que forrageiam em plantas que produzem néctar extrafloral podem ser agressivas contra alguns insetos herbívoros e então a função de proteção pode ficar sobreposta. Assim, é possível que a presença de mais espécies não contribua sempre para a maior diminuição dos herbívoros nas plantas.

Porém, o aumento da riqueza de espécies de formigas causou diminuição na proporção de herbívoros mastigadores e não acarretou decréscimo significativo na proporção de herbívoros sugadores. Interações não obrigatórias entre formigas e insetos sugadores de seiva nas plantas são documentadas em muitos estudos (Way 1963, Davidson 1997, Delabie 2001, Oliveira & Freitas 2004, Grinath *et al.* 2012, Rice & Eubanks 2013) e sugerem que as formigas se alimentam de “honeydew”, produto da seiva elaborada que os hemíptera consomem, podem proteger esses herbívoros sugadores de inimigos naturais (Way 1963). Além da proteção, os hemíptera têm também um benefício higiênico devido à limpeza do produto da seiva excretada (Rice & Eubanks 2013). Devido a essa interação entre muitas espécies de formigas e alguns herbívoros sugadores, a riqueza de formigas pode não influenciar na diminuição da proporção de sugadores, pois se sabe que as formigas e esses herbívoros mantêm uma relação de troca de benefícios. Porém a presença de mais espécies de formigas nas plantas de *Q. grandiflora* acarretou uma diminuição na proporção de herbívoros mastigadores, pois as formigas podem predá-los ou somente expulsá-los das plantas nas quais elas forrageiam. Assim, a riqueza de espécies de formigas nas plantas pode ser essencial para a diminuição dos herbívoros mastigadores e suas atividades nas folhas. Entretanto, muitos herbívoros sugadores por se beneficiarem da presença de formigas nas plantas devido à

possibilidade de associação entre eles, podem causar, com isso, uma diminuição dos benefícios das formigas para as plantas.

Por outro lado, a abundância de formigas apresenta um efeito negativo sobre os herbívoros, pois os NEFs atraem um grande número de formigas que forrageiam na vegetação de Cerrado, as quais podem ser agentes na proteção das plantas contra potenciais herbívoros (Oliveira *et al.* 1987, Del-Claro *et al.* 1996, Oliveira *et al.* 1999, Di Giusto *et al.* 2001, Mondal *et al.* 2013). Como foi observado nesse estudo, houve diminuição da abundância de herbívoros com o aumento da abundância de formigas no Cerradão e no Campo Cerrado. De acordo com Bentley (1977), a maior proteção contra os insetos herbívoros é mais passível de ocorrer se houver maior número de operárias de formigas no local. Devido ao fato de as formigas que se alimentam nos nectários serem, na grande maioria, oportunistas e generalistas, elas podem apresentar comportamentos agressivos e taxas de recrutamento de operárias diferentes. Desta forma, o ataque aos herbívoros pode ser mais efetivo com a maior abundância de formigas, especialmente se algumas espécies de formigas mais agressivas forem as visitantes mais frequentes e estiverem presentes em uma maior abundância.

Entretanto, como a interação entre formigas e plantas mirmecófilas não é simbiótica e sim facultativa e algumas vezes oportunista, os resultados da relação podem ser muito variáveis, assim, não se pode afirmar sempre que as formigas atuam na proteção das plantas com NEFs atacando os herbívoros (Di Giusto *et al.* 2001, Pereira e Trigo 2013). No presente estudo, na fitofisionomia Cerrado Strictu Senso a relação entre abundância de formigas e abundância de herbívoros foi inversa à encontrada nas outras duas fitofisionomias, ou seja, a abundância de herbívoros aumentou com o aumento da abundância de formigas. Quando a produção de néctar é grande, formigas agressivas e altamente competitivas, que recrutam um grande número de operárias tendem a estarem presentes nas plantas. Porém se essas formigas não forem atraídas, outras espécies de formigas menos efetivas na proteção podem visitar as plantas, de forma que sua abundância não acarrete diminuição dos herbívoros (Di Giusto *et al.* 2001). Além disso, a presença e atividade das formigas nas plantas podem estar ligadas às regiões das folhas próximas à produção do néctar extrafloral (Oliveira 1997), se os herbívoros não estiverem próximos aos nectários pode haver diferenciação espacial de nicho alimentar entre as formigas e os herbívoros presentes nas plantas e, portanto, eles não se encontram e o ataque aos

herbívoros pode não ocorrer. Assim, as formigas podem estar presentes nas plantas, se alimentar do néctar extrafloral e não promover uma defesa efetiva para as plantas, indicando uma relação mais próxima de um comensalismo ou parasitismo entre elas (Kersh & Fonseca 2005, Nogueira *et al.* 2011).

Outra possível explicação para o resultado observado no Cerrado Strictu Senso é a de que a fauna de formigas que forrageia nas plantas com NEFs é composta por espécies onívoras (Bentley 1976) e oportunistas, e por isso elas podem estar visitando as plantas exclusivamente para se alimentar dos nectários extraflorais e não atacam possíveis herbívoros presentes nas plantas. Além disso, pode ter acontecido uma diferenciação temporal na visitação das formigas e dos herbívoros que forragearam nas plantas de *Qualea grandiflora* estudadas. De acordo com Del-Claro & Oliveira (2000) e Mondal e colaboradores (2013), as interações entre formigas, plantas e herbívoros podem sofrer mudanças no tempo, dependendo de variações bióticas e abióticas (Del-Claro e Oliveira 2000). Portanto, os herbívoros podem se alimentar das plantas durante um período em que não há muitas formigas realizando seu forrageamento, de forma que formigas e herbívoros não se encontrem, por isso, a ação das formigas na proteção das plantas contra os pode não ocorrer.

Kersh & Fonseca(2005) discutiram que insetos herbívoros são afetados por fatores abióticos, como temperatura, pois podem sofrer desidratação, e para evitar a perda de água muitos deles forrageiam durante a noite, quando a atividade de muitas espécies de formigas é reduzida (Dowd & Catchpole 1983), ou mesmo se escondem na superfície inferior das folhas. As formigas, por sua vez, forrageiam em busca dos NEFs ou de presas mais acessíveis e podem, muitas vezes, não encontrar herbívoros alojados na região abaxial das folhas (Kersh & Fonseca 2005). Essa diversificação temporal na utilização dos recursos (folhas para os herbívoros e néctar extrafloral para as formigas e herbívoros) proporcionados pelas plantas pode ter contribuído para evitar encontros antagônicos entre as formigas e os insetos herbívoros nas plantas de *Qualea grandiflora* no Cerrado Strictu Senso.

Outro aspecto que pode ser discutido sobre o resultado observado no Cerrado Strictu Senso advém do fato de que nessa fitofisionomia a abundância de herbívoros sugadores foi maior do que nas outras fitofisionomias estudadas. Esse fato permite

inferir que as formigas presentes nas plantas de *Qualea grandiflora* na fitofisionomia em questão podem ter se associado aos homópteras que liberam “honeydew”, se alimentando desse produto juntamente com o néctar extrafloral liberado pelas plantas. Algumas famílias de hemíptera, como Cercopidae, Cixiidae, Issidae, Tettigometridae, dentre outras, já foram observadas nidificando dentro dos ninhos de algumas formigas arbóreas (Grinath *et al.* 2012). Nesse caso, as formigas tendem a proteger os sugadores contra predadores, pois esses insetos fornecem um recurso alimentar mais facilmente alcançado. Além disso, devido à possibilidade de existir um número grande de indivíduos de hemíptera, a quantidade de açúcar consumida pelas formigas através do “honeydew” pode ser maior do que a quantidade consumida através dos nectários (Katayama *et al.* 2014) e, nesse caso, espécies de formigas mais dominantes competitivamente mantêm dominância sobre a árvore (Bluthgen *et al.* 2000). Por conta disso, a relação entre formigas, homópteras e plantas que produzem néctar extrafloral, pode variar de mutualística a antagonista, pois quando existe competição por recurso nas plantas, há uma maior tendência de as formigas consumirem mais “honeydew” do que o néctar extrafloral (Savage & Rudgers 2013), assim, a proteção para os sugadores pode ser maior e para as plantas, menor. Entretanto, Grinath e colaboradores (2012) sugeriram que mesmo quando as formigas se alimentam do “honeydew”, a proteção para a planta pode ainda ser efetiva, pois elas atacam outros insetos não sugadores, diminuindo sua abundância nas plantas. Assim, pode-se sugerir que muitas espécies de formigas no Cerrado Strictu Sensu ao forragearem por recurso nas plantas de *Q. grandiflora*, foram atraídas pelo “honeydew” liberado pelos hemípteras sugadores de seiva e mantiveram uma relação mutualística de proteção desses insetos em detrimento dos insetos mastigadores, fazendo com que a abundância dos homóptera aumentasse nessa fitofisionomia.

Também nesse trabalho não foi observada a diminuição nas taxas de herbivoria nas folhas com o aumento da riqueza ou abundância de formigas nas três fitofisionomias. Mesmo no Cerradão e Campo Cerrado, onde houve diminuição na abundância de herbívoros, a taxa de herbivoria não respondeu significativamente ao aumento da abundância de formigas. Alguns estudos discutem que a presença de formigas em plantas que oferecem recursos acarreta uma diminuição nas taxas de herbivoria nas folhas (Bentley 1977, Costa *et al.* 1992, Del-Claro *et al.* 1996, Rico-

Gray & Oliveira 2007), indicando que conforme a presença de formigas aumenta nas plantas, tanto nas mirmecófitas quanto nas mirmecófilas, a taxa de herbivoria nas folhas diminui consideravelmente. Entretanto, Pringle e colaboradores (2012) não observaram decréscimo nas taxas de herbivoria em plantas mirmecófitas que abrigavam colônias de *Azteca*. Eles discutiram que a proteção contra a herbivoria e consequentemente sua diminuição é dependente da densidade de formigas presentes nas plantas. Ou seja, colônias pequenas, com poucas operárias realizando forrageamento em árvores com maior complexidade, podem não demonstrar redução significativa no número de herbívoros e na herbivoria. No presente estudo, não foi observada a diminuição nas taxas de herbivoria foliar mesmo havendo diminuição no número de herbívoros em *Qualea grandiflora*. Sabe-se que a herbivoria pode ser maior em folhas mais jovens, pois elas são mais vulneráveis à predação realizada por herbívoros (Nahas *et al.* 2012). Após a maturidade, as folhas se tornam mais esclerotizadas e liberam menos compostos secundários, atraindo menor quantidade de herbívoros especialistas (Barônio 2012). Assim, a maturidade foliar pode ter sido um fator que influenciou na resposta da taxa de herbivoria observada nas plantas. Além disso, considerando que a herbivoria medida nesse trabalho foi causada somente por herbívoros mastigadores, e 65% dos insetos herbívoros coletados foram mastigadores, uma possível explicação para tal resultado é que a observação do efeito da herbivoria foliar ocorra em longo prazo. De forma que os herbívoros coletados diminuíram, em termos de abundância, devido ao aumento da abundância de formigas, mas sua atividade ainda não tenha sido observada até o momento da coleta.

5 Conclusão

De forma geral as formigas que forrageiam no Cerrado e são atraídas por recursos alimentares, como nectários extraflorais, podem predação ou expulsar insetos herbívoros nessas plantas, diminuindo, assim, sua abundância. Apesar de a riqueza de formigas encontradas forrageando nas plantas de *Qualea grandiflora* durante o período de coleta ter sido grande, somente a abundância de formigas que utilizam os NEFs como um recurso adicional na sua dieta, acarretou a diminuição da

abundância de herbívoros nas plantas nas fitofisionomias Cerradão e Campo Cerrado.

Porém, além do néctar extrafloral, muitas espécies de formigas podem consumir “honeydew” secretado por alguns insetos sugadores de seiva, sendo que quando esse recurso está disponível, pode haver uma preferência na sua utilização, por parte das formigas. Nesse caso, as formigas e esses sugadores podem estabelecer um mutualismo de proteção em troca de alimento e a abundância dos hemípteros pode aumentar com a presença de formigas, como foi observado no Cerrado Strictu Sensu, já que a abundância de insetos sugadores foi maior na fitofisionomia em questão. Entretanto, como a interação entre as formigas e plantas que liberam néctar extrafloral é oportunista, outros fatores além da presença dos sugadores podem influenciar os resultados da relação, como por exemplo, maior disponibilidade de recurso em uma fitofisionomia em relação à outra, ou mesmo, diversificação espacial e temporal na utilização dos recursos por formigas e insetos herbívoros.

A riqueza de formigas não contribui na função de diminuir a abundância de insetos herbívoros, possivelmente devido à sobreposição funcional das espécies de formigas na predação aos herbívoros, não contribuindo para a sua diminuição. Porém, a riqueza de formigas acarretou diminuição na proporção de herbívoros mastigadores nas três fitofisionomias, podendo indicar que mais espécies de formigas predam ou expulsam mais insetos mastigadores nas plantas de *Q. grandiflora*, nas quais forrageiam do que hemípteros sugadores.

Apesar de a abundância e riqueza de formigas ter causado diminuição na abundância de herbívoros e proporção de herbívoros mastigadores, respectivamente, a abundância ou riqueza de formigas não acarretou mudanças nas taxas de herbivoria foliar. Sendo que a maioria dos insetos herbívoros coletados foram mastigadores, esperava-se que com a diminuição desses animais nas fitofisionomias, ocorresse uma diminuição nas taxas de herbivoria. Entretanto, fatores como a maturidade das folhas, além do tempo de coleta podem ter influenciado o resultado obtido. Folhas mais maduras são mais esclerotizadas e conseqüentemente podem ser menos atrativas para herbívoros, diminuindo a herbivoria foliar. Além disso, é possível também que a herbivoria observada tenha sido subestimada em relação aos herbívoros coletados, já que a coleta foi realizada somente uma vez, durante a estação chuvosa. Assim, os insetos herbívoros foram coletados, mas sua atividade possivelmente ainda não tinha sido expressiva.

Esse estudo corrobora com o resultado de outros trabalhos, nos quais a relação entre formigas-plantas-herbívoros apresenta resultados bastante variáveis e que podem ser dependentes tanto de fatores bióticos quanto de abióticos nas vegetações dentro do domínio do Cerrado. Entretanto, mais estudos quantifiquem essa interação, relacionando todos os possíveis fatores que possam influenciar a resposta dos herbívoros e sua atividade são necessários.

6 Referências

Almeida, S.P., Proença, S.E.B., Sano, S.M., Ribeiro, J.F. (1998) Cerrado: Espécies Vegetais Úteis. Embrapa- Brasília.

Alves-Silva, E. (2011) Post Fire Resprouting of *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae) and the Role of Extrafloral Nectaries on the Associated Ant Fauna in a Brazilian Savanna. *Sociobiology*, **58**, 327-339

Baker, D.A., Hall, J.L., Thorpe, J.L. (1978) A study of the extrafloral nectaries of *Ricinus communis*. *New Phytologist*, **81**, 129-137

Barônio, G. J. (2012) Pilosidade foliar reduz herbivoria em folhas jovens e maduras de *Qualea multiflora* Mart. Em Cerrado Strictu Senso. *Neotropical Biology and Conservation*, **7**, 122-128

Barton, A.M. (1986) Spatial Variation in the Effect of Ants on an Extrafloral Nectary Plant. *Ecology*, **62(2)** 495-504

Basset, W. (1992) Diversity and abundance of insect herbivores collected on *Castanopsis acuminatissima* (Fagaceae) in New Guinea: Relationship with leaf production and surrounding vegetation. *European Journal of Entomology*, **96**, 381-391

Bentley, B.L. (1976) Plants Bearing Extrafloral Nectaries and the Associated Ant Community: Interhabitat Differences in the Reduction of Herbivore Damage.

Ecology, **57**, 815-820

Bentley, B.R. (1977) The protective function of ants visiting the extrafloral nectaries of *Bixa orellana* (Bixaceae). *Journal of Ecology*, **65**, 27-38

Bizerril, M.X.A., Vieira, E.M. (2002) *Azteca* Ants as Antiherbivore Agents of *Tococa fomicaria* (Melastomataceae) in Brazilian Cerrado. *Studies on Neotropical Fauna and Enviroments*, **37**, 145-149

Bluthgen, N., Verhaagh, M., Goitía, W., Jaffé, K., Morawetz, W., Barthlott, W. (2000) How plants shape the ant community in the Amazonian rainforest canopy: the key role of extrafloral nectaries and homopteran honeydew. *Oecologia*, **125**, 229-240

Bronstein, J.L. (1998) The Contribution of Ant-Plant Protection Studies to Our Understanding of Mutualism. *Biotropica*, **30**(2), 150-161

Bronstein, J.L., Alárcon, R., Geber, M. (2006) The evolution of plant-insects mutualisms. *New Phytologist*, **172**,412-428

Buffa, L.M., Jaureguiberry, P., Delfino, M.A. (2009) Exudate-Gathering Ants (Hymenoptera: Formicidae) at Three Different Liquid Food Rewards. *Acta Zoológica Mexicana*, **25**, 515-526

Byk, J.; Del-Claro, K. (2010) Nectar-and pollen- gathering *Cephalotes* ants provide no protection against herbivory: A new manipulative experiment to test ant protective capabilities. *Acta Ethologica*, **13**,33-38

Campos, R.I., Lopes, C.T., Magalhães, W.C.S., Vasconcelos, H.L. (2008) Estratificação de formigas em Cerrado *strictu senso* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil. *Iheringia Sér Zool*, **98**(3), 311-316

Cardoso, E., Moreno, M.I.C., Bruna, E.M., Vasconcelos, H.L. (2009) Mudanças Fitofisionômicas no Cerrado: 18 Anos de Sucessão Ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia- MG. *Caminhos da Geografia*, **10**, 254-268

Chamberlain, S.A.; Holland, J.N. (2009) Quantitative synthesis of context dependence in ant-plant protection mutualisms. *Ecology*, **90**, 2384-2392

Cogni, R., Freitas, A.V.L. (2002) The Ant Assemblage Visiting Extrafloral Nectaries of *Hibiscus pernambucensis* (Malvaceae) in a Mangrove Forest in Southeast Brazil (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, **40**, 373-383

Cogni, R., Freitas, A.V.L., Oliveira, P.S. (2003) Interhabitat difference in ant activity on plant foliage: ants at extrafloral nectaries of *Hibiscus perambucensis* in sandy and mangrove forests. *The Netherlands Entomological Society*, **107**, 125-131

Costa, F.M.C.B., Oliveira-Filho, A.T., Oliveira, P.S. (1992) The role of extrafloral nectaries in *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in limiting herbivory: An experiment of ant protection in Cerrado vegetation. *Ecological Entomology*, **17**, 363-365

Dáttilo, W., Marques, E.C., Falcão, J.C.F., Moreira, D.D.O (2009) Interações mutualísticas entre formigas e plantas. *EntomoBrasilis*, **2(2)**, 32-36

Davidson, D.W.; McKey, D. (1993) The Evolutionary Ecology of Symbiotic Ant-Plant Relationships. *Journal of Hymenoptera Research*, **2(1)**, 13-83

Davidson, D. W. (1997) The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. *Biol. J. Linn. Society*, **81**, 153-181

Delabie, J. H. C. (2001) Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternoechna and Auchenorrhyncha): an Overview. *Neotropical Entomology*, **30**, 501-516

Del-Claro, K., Berto, V., Réu, W. (1996) Effect of herbivore deterrance by ants on the fruit set of an extrafloral nectary plant *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). *Journal of Tropical Ecology*, **12**,887-892

Del-Claro, K., Oliveira, P.S. (1999) Ant-Homoptera Interactions in a Neotropical Savanna: The Honeydew-Producing Treehopper, *Guayaquila xiphias* (Membracidae), and its Associated Ant Fauna on *Didymopanaxvinosum* (Araliaceae). *Biotropica*, **31**, 135-144

Del-Claro, K., Oliveira, P.S. (2000) Conditional outcomes in a neotropical treehopper- ant association: temporal and specie-specific effects. *Oecologia*, **124**, 156-165

Díaz-Castelazo, C., Rico-Gray, V., Oliveira, P.S., Cuautle, M. (2004) Extrafloral nectary- mediated ant-plant interactions in the coastal vegetation of Veracruz, Mexico: Richeness, occurrence, seasonality, and ant foraging patterns. *Ecoscience*, **4**, 472-481

Di Giusto, B., Anstett, M.,C., Dounias, E., McKey, D.,B. (2001) Variation in the effectiveness of biotic defense: the case of an opportunistic ant-plant protection mutualism. *Oecologia*, **129**, 367-375

Diniz, I.R., Morais, H.C. (1997) Lepidopteran caterpillar fauna of cerrado host plants. *Biodiversity and Conservation*, **6**, 817-836

Dowd, D.J.; Cathpole, E.A. (1983) Ants and extrafloral nectaries: No evidence for plant protection in *Helicrysum spp.*- ant interactions. *Oecologia*, **59**, 191-200

Fowler, H.G.; Delabie, J.H.C. (1995) Resource partitioning among epigaeic and hypogaeic ants (Hymenoptera: Formicidae) of a Brazilian cocoa plantation. *Austral Ecology*, **5**,117-124

Frederickson, M.E. (2005) Ant species confer different partner benefits on two neotropical myrmecophytes. *Oecologia*, **143**, 387-395

Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B. (1978) *Manual de Entomologia Agrícola*. (editado por Romero, J.P.) pp. 11-531 CERES III- São Paulo, São Paulo

Goitía, W.; Jaffé, K. (2009) Ant-Plant Associations in Different Forests in Venezuela. *Neotropical Entomology*, **38** (1), 007-031

Grinath, J. B., Inouye, B. D., Underwood, N. Billick, I. (2012) The indirect consequences of a mutualism: comparing positive and negative components of the net interaction between honeydew- tending ants and host plants. *Journal of Animal Ecology*, **81**, 494-502

Horvitz, C.C., Schemske, D.W. (1984) Effects of ants and an ant tended herbivore on seed production of a neotropical herb. *Ecology*, **65**(5), 1369-1378

Katayama, N., Hembry, D. H., Hojo, M. K., Suzuki, N. (2014) Why do ants shift their foraging from extrafloral nectar to aphid honeydew?. *Ecological Research*, **28**, 919-926

Kersh, M.F., Fonseca, C.R. (2005) Abiotic factors and the conditional outcome of an ant-plant mutualism. *Ecology*, **86**, 2117-2126

Klink, C.A., Machado, R.B. (2005) Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, **19**, 707-713

Koptur, S., Lawton, J.H. (1988) Interactions between Vetches Bearing Extrafloral Nectaries, Their Biotic Protective Agents, and Herbivores. *Ecology*, **69**, 278-283

Maravalhas, J., Delabie, J.H.C., Macedo, R.G., Morais, H.C. (2012) Tree-Dwelling Ants: Contrasting Two Brazilian Cerrado Species Without Extrafloral Nectaries.

Mody, K., Linsemair, K.E. (2004) Plant-attracted ants affect arthropod community structure but not necessarily herbivory. *Ecological Entomology*, **29**, 217-225

Mondal, A.K., Chakrabort, T., Mondal, S. (2013) Ant foraging on extrafloral nectaries of *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae) in the dune vegetation: Ants as potential antiherbivore agents. *Indian Journal of Geo Marine Science*, **42**, 67-74

Moreno, M.I.C., Schiavini, I. (2001) Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). *Revista Brasileira de Botânica*, **24**, 537-544

Nahas, L., Gonzaga, M. O., Del-Claro, K. (2012) Emergent Impacts of Ants and Spider Interaction: Herbivory Reduction in a Tropical Savanna Tree. *Biotropica*, **0**, 1-8

Nascimento, E.A., Del-Claro, K. (2010) Ant visitation to extrafloral nectaries decreases herbivory and increases fruit set in *Chamaecrista debilis* (Fabaceae) in a Neotropical savanna. *Flora*, **205**, 754-756

Ness, J., Mooney, K., Lach, L. (2010) *Ants as mutualists*. Oxford University Press, Oxford

Nogueira, A., Guimarães, E., Machado, S.R., Lohmann, L.G. (2011) Do extrafloral nectaries present a defensive role against herbivores in two species of the family Bignoniaceae in Neotropical savannas. *Plant Ecology*, **213**, 289-301

Nygaard, J., P.; Sanders, N.,J.; Connor, E.,F. (2008) The effects of the invasive Argentine ant (*Linepithema humilis*) and the native ant *Prenolepis imparis* on the structure of insect herbivore communities on willow trees (*Salix lasiolepis*). *Ecological Entomology*, **33**, 789-795

Obermuller, F.A., Daly, D.C., Oliveira, E.C., Polary Sousa, H.F.T., Oliveira, H.M., Souza, L.S., Silveira, M. (eds) (2011) Guia ilustrado e manual da arquitetura foliar para espécies madeireiras da Amazônia Ocidental. G. K. Noronha, Rio Branco

Oliveira, P.S. (1997) The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliensis* (Caryocaceae). *Functional Ecology*, **11**, 323-330

Oliveira, P.S., da Silva, A.F., Martins, A.B. (1987) Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in cerrado vegetation: Ants as potential antiherbivores agents. *Oecologia*, **74**, 228-230

Oliveira, P.S., Pie, M.R. (1998) Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectaries in Cerrado vegetation. *An. Social Entomological*, **27** (2), 161-176

Oliveira, P.S., Freitas, A.V.L. (2004) Ant-plant-herbivore interaction in the neotropical cerrado savanna. *Naturwissenschaften*, **91**. 557-570

Pereira, M. F., Trigo, J. R. (2013) Ants have a negative rather than positive effect on extrafloral nectaried *Crotalaria pallida* performance. *Acta Oecologica*, **51**, 49-53

Pringle, E. G., Dirzo, R., Gordon, D. M. (2012) Plant defense, herbivory and the growth of *Cordia alliodora* trees and their symbiotic *Azteca* ant colonies. *Oecologia*, **170**, 677-685

Queiroz, A.C.M., Costa, F.V., Neves, F.S., Fagundes, M. (2012) Does leaf ontogeny lead to changes in defensive strategies against insect herbivores. *Arthropod- Plant Interactions*, **7**, 99-107

Ratter, J.A., Ribeiro, J.F., Bridgewater, S. (1997) The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany*, **80**, 223-230

Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T. (eds) (1998) Fitofisionomias do bioma Cerrado. Embrapa, Planaltina- DF

Rico-Gray, V., Oliveira, P.S. (2007) The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions. The University of Chicago Press, Chicago.

Ribas, C.R., Schoereder, J.H., Pic, M., Soares, S.M. (2003) Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. *Austral Ecology*, **28**, 305-314

Ribas, C.R., Schoereder, J.H. (2004) Determining Factors of Arboreal Ant Mosaics in Cerrado Vegetation (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, **44**, 49-68

Rice, K. B., Eubanks, M. D. (2013) No Enemies Needed: Cotton Aphids (Hemiptera: Aphididae) Directly Benefit from Red Imported Fire Ant (Hymenoptera: Formicidae) Tending. *Florida Entomologist*, **93**, 929-932

Rosa, R., Lima, S.C., Assunção, L.W. (1991) Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). *Sociedade e Natureza*, **3**, 91-108

Rosumek, F.B., Silveira, F.A.O., Neves, F.S., Barbosa, N.P.U., Diniz, L., Oki, T., Pezzini, F., Fernandes, G.W., Cornelissen, T. (2009) Ants on plants: a meta-analysis of the role of ants as plant biotic defenses. *Oecologia*, **160**, 539-549

Rudgers, J.A. (2004) Enemies of herbivores can shape plant traits: Selection in a facultative ant-plant mutualism. *Ecology*, **85**(1), 192-205

Savage, A. M., Rudgers, J. A. (2013) Non-additive benefit or cost? Disentangling the direct effects that occur when plants bearing extrafloral nectaries and honeydew-producing insects share exotic ants mutualists. *Annals of Botany*, **111**, 1295-1307

Schoereder, J.H., Sobrinho, T.G., Madureira, M.S., Ribas, C.R., Oliveira, P.S. (2010) The arboreal ants community visiting extrafloral nectaries in the Neotropical

Cerrado Savanna. *Terrestrial Arthropod Reviews*, **3**, 3-27

Silva, M.I.S.; Guimarães, E.C.; Tavares, M. (2008) Previsão da temperatura média mensal de Uberlândia, MG, com modelos de séries temporais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **12**, 480-485

Silveira, H.C.P., Oliveira, P.S., Trigo, J.R. (2010) Attracting predators without Falling Prey: Chemical Camouflage Protects Honeydew-Producing Treehoppers from Ant Predation. *The American Naturalist*, **175**, 261-268

Simon, M.F., Grether, R., Queiroz, L.P., Skema, C., Pennington, L.T., Rughes, C.E. (2009) Recent Assembly of the Cerrado, a Neotropical Plant Diversity Hotspot, by in situ Evolution of Adaptation to Fire. *PNAS*, **106**, 359-364

Sobrinho, T.G., Schoederer, J.H., Rodrigues, L.L., Collevatti, R.G. (2002) Ant Visitation (Hymenoptera: Formicidae) to Extrafloral Nectaries Increases Seed Set and Seed Viability in the Tropical Weed *Triumfetta semitriloba*. *Sociobiology*, **39(2)**, 353-368

Turner, M., Mayer, V. (2008) Does nectar production reduce herbivore pressure on *Passiflora* species (Pacifloraceae) in a tropical rainforest in Costa Rica?. *Landesmuseen Neue Serie*, **80**, 599-606

Vital, G.T.D., Pena, L.M., Moreti, R.C.(2004) Inventário de proteção ao acervo cultural- Uberlândia.

Walker, B.,H. (1992) Biodiversity and Ecological Redundance. *Conservation Biology*, **6**, 18-23

Way, M. J. (1963) Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. *Annu. Rev. Entomol.*, **37**, 479-503

Wimp, G.M., Whitham, T.G. (2001) Biodiversity consequences of predation and host plants hybridization on an aphid-ant mutualism. *Ecological Society of America*,

82, 440-452

