

Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais

**A comunidade de plantas com nectários extraflorais
em uma savana brasileira: morfologia, fenologia e a
fauna associada**

Marcela Saldanha Pires

2015

Marcela Saldanha Pires

**A comunidade de plantas com nectários extraflorais
em uma savana brasileira: morfologia, fenologia e a
fauna associada**

Dissertação apresentada junto à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientador

Prof. Dr. Kleber Del Claro

Uberlândia

Fevereiro 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

P667c
2015

Pires, Marcela Saldanha, 1991-

A comunidade de plantas com nectários extraflorais em uma savana brasileira: morfologia, fenologia e a fauna associada / Marcela Saldanha Pires. - 2015.

52 p. : il.

Orientador: Kleber Del-Claro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Teses. 2. Nectários - Teses. 3. Formiga - Ecologia - Teses. 4. Ecologia do cerrado - Teses. I. Del-Claro, Kleber. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

MARCELA SALDANHA PIRES

A comunidade de plantas com nectários extraflorais em uma savana brasileira: morfologia, fenologia e a fauna associada

Dissertação apresentada junto à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

APROVADA em 27 defevereiro de 2015.

Prof. Dr. Rubem Samuel de Avila Jr – Universidade Federal do Pampa

Prof. Dr. Denis Coelho de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Kleber Del Claro (Orientador)

Universidade Federal de Uberlândia

Uberlândia

Fevereiro 2015

Agradecimentos

Em primeiro lugar à minha família. Aos meus pais Fátima e Aguinaldo, por todo amor, incentivo, dedicação e puxões de orelhas, fundamentais para que eu me tornasse a pessoa que sou hoje; aos padrinhos Galvão e Telide, por todo carinho, dedicação, apoio e “ajudinhas” nas horas de aperto; às avózinhas amadas, Vó Maria e Vó Nedi pelas incansáveis horas de oração para que tudo desse certo em terras desconhecidas. À tia Sônia, a madrinha Malu e tia Meri pelo carinho e torcida. Ao meu irmão João e as primas, Ana Carolina, Maria Luiza e Roseana pelo carinho e palavras de incentivo. Ao meu namorado Fernando, pelo amor, incentivo, paciência e por estar sempre disposto há aprender um pouco mais sobre biologia

Ao Prof. Kleber Del-Claro em primeiro lugar pelo voto de confiança ao receber uma aluna de terras tão distantes, pela oportunidade, orientação e pelas idéias e conhecimentos compartilhados, com certeza uma das etapas em minha vida de maior aprendizado, tanto profissional quanto pessoal. Agradeço também a Prof. Helena Maura Torezan Silingardi pelas contribuições e pelo apoio durante o desenvolvimento do projeto.

Ao prof. Rubem Samuel de Ávila Jr. que deu o pontapé inicial para que eu chegassem na UFU em Uberlândia.

Aos companheiros de Laje, Lígia, Yalle, Tatiana, Marília, Baiana, Izabela, Jane que me receberam tão bem em Uberlândia, tornando os meus dias em Minas Gerais mais divertidos e alegres. Ao Yalle, Izabela e Jane que além de companheiros de laje, foram grandes amigos, obrigada pelas conversas, apoio e carinho de sempre, estarão sempre em meu coração.

Aos colegas do LECI, pela forma acolhedora em que me receberam no laboratório, em especial, Larissa e Denise pela ajuda inicial e contribuições para o projeto; Aninha, Tayná, Jean Henrique, Liris, Lígia, Karla, Fernando, Antonio, Dudu, Carla Borges, Renan pelas conversas, risadas e companhia de campo; Andréa pelas contribuições para o projeto e ajuda nas análises; ao Gudryan pela ajuda, sugestões durante todo o trabalho e pela amizade.

Agradeço aos colegas da turma “Palicourea”, pela troca de experiências e conhecimento, em especial Priscilla, Stella, Aninha Monetta, Helen pelo carinho, ajuda,

companherismo, mas principalmente pela amizade linda que construímos nesses dois anos de convivência e que permanecerá por toda vida.

Às secretárias da UFU, Maria Angélica, Helena, aos motoristas, Gerson, Joel, Linda, Eduardo, entre outros e aos porteiros do CCPIU, Sr. Nilson, João, Delismar e Ivair, que foram pessoas fundamentais para a realização desse trabalho e que sempre me trataram com muito carinho.

À CAPES que concedeu a bolsa de mestrado, à coordenação e aos professores do programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio e pelas oportunidades de aprendizado.

Aos amigos do Rio Grande do Sul, pelo apoio e torcida sempre, Antonio Carlos, Gilson, Catiane, Pâmela Luiza, Suélen, Marthinha, Dani, Otávio, Douglas, Suiane.

Agradeço também a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho. Muito obrigada!!

ÍNDICE

Resumo.....	9
Abstract.....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	16
Área de estudo.....	16
Levantamento e distribuição das espécies com NEFs.....	17
Morfologia dos NEFs.....	18
Fenologia.....	19
Produtividade.....	20
Artrópodes associados.....	21
Resultados.....	21
Levantamento e distribuição das espécies com NEFs.....	21
Morfologia dos NEFs.....	26
Fenologia.....	31
Produtividade.....	35
Artrópodes associados.....	36
Discussão.....	41
Conclusões.....	46
Referências Bibliográficas.....	46

LISTA DE TABELAS

1. Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas com nectários extraflorais presentes no Cerrado sentido restrito do CCPIU, Minas Gerais, Brasil. Ni= Número de indivíduos encontrados na amostragem; Nt= Número de transectos onde a espécie foi encontrada; D.R= Densidade Relativa; F.R= Frequência Relativa.....	22
2. Lista de espécies de plantas que contêm nectários extraflorais em quatro estudos em áreas de Cerrado.....	24
3. Localização e tipo morfológico dos nectários extraflorais da flora arbustiva, arbórea e lianas no Cerrado do CCPIU, Minas Gerais, Brasil.....	27
4. Teste de análise estatística circular para sazonalidade de padrões fenológicos de atividade dos nectários extraflorais em uma área de Cerrado, Minas Gerais, Brasil, entre outubro de 2013 à setembro de 2014.....	33
5. Produtividade dos nectários extraflorais da área de Cerrado sentido restrito do CCPIU, Minas Gerais, Brasil.....	35
6. Artrópodes encontrados forrageando em nectários extrafloraisda área de Cerrado sentido restrito do CCPIU, Minas Gerais, Brasil.....	38
7. Riqueza de artrópodes encontrados nos nectários extraflorais das diferentes espécies de plantas na área de Cerrado do CCPIU, Minas Gerais, Brasil.....	39

LISTA DE FIGURAS

1. Vista aérea do CCPIU, Uberlândia, MG. A área destacada em amarelo consiste no fragmento de Cerrado onde foi realizado o estudo (fonte: Google Earth). Destacado em preto está a área de disposição dos transectos no fragmento de Cerrado.....17
2. (a) Nectário extrafloral de *Bonia coriacea*, (b) *Camponotus crassus* forrageando em NEF de *Bonia coriacea*, (c) Nectário extrafloral de *Smilax polyantha*, (d) *Camponotus crassus* forrageando em NEF de *Smilax polyantha*.....26
3. (A) Hábitos das plantas com nectários extraflorais no fragmento de Cerrado sentido restrito do CCPIU, Minas Gerais, Brasil. Arvores representam o hábito de vida da maioria das espécies com NEFs na área. (B) Tipos morfológicos de nectários extraflorais encontrados na área de Cerrado.....29
4. Distintas localizações dos nectários extraflorais (a) na base do limbo foliar de *Heteropterys pteropetala*, (b) no caule próximo a inserção do pecíolo foliar de *Qualea multiflora*, (c) no pecíolo de *Stryphnodendron polypyllum*, (d) na fase abaxial do limbo foliar de *Banisteriopsis stellaris*, (e) na estípula de *Ouratea spectabilis*, (f) no ápice do limbo foliar de *Lafoensia pacari*. Fotos: Marcela Saldanha Pires.....30
5. (A) Representação circular da atividade dos NEFs da comunidade de plantas de Cerrado, indicando picos de atividade entre os meses de setembro e outubro ($p<0,001$, teste Rayleigh). A seta preta representa o ângulo médio da atividade dos NEFs. (B) Comparação entre pluviosidade de Uberlândia (barra) e atividade secretora dos NEFs (linha), acompanhadas quinzenalmente no período de uma ano.....34
6. Artrópodes observados forrageando nos nectários extraflorais (a) *Ectatomma tuberculatum* em *Tocoyena formosa*, (b) Thomisidae em *Qualea grandiflora*, (c) *Pseudomyrmex gracilis* em *Ouratea hexasperma*, (d) *Ectatomma tuberculatum* em *Banisteriopsis malifolia*, (e) *Camponotus crassus* em *Ouratea spectabilis* (f) *Crematogaster crinosa* em *Senna rugosa*. Fotos: a;e : Kleber Del Claro, b;d;f: Marcela Saldanha Pires, c: Denise Lange.....37

A comunidade de plantas com nectários extraflorais em uma savana brasileira: morfologia, fenologia e a fauna associada

RESUMO - Nectários extraflorais (NEFs) são glândulas secretoras de néctar encontradas em vários táxons de plantas. Essas estruturas podem atrair diferentes grupos de animais que utilizam o néctar extrafloral como fonte de alimento. Tendo em vista que nectários extraflorais são estruturas comumente observadas no Cerrado brasileiro, o objetivo desse estudo foi identificar a comunidade de plantas (árvores, arbustos e lianas) que apresentam NEFs em uma área de Cerrado. Também foram caracterizados os tipos morfológicos de nectários, localização, fenologia, produtividade e os artrópodes que se alimentam do néctar extrafloral. Para o levantamento das espécies foram delimitados 20 transectos. As espécies encontradas contendo nectários extraflorais foram identificadas, caracterizadas quanto sua localização e morfologia, acompanhadas quinzenalmente para avaliação de sua fenologia durante um ano. Coletas de néctar extrafloral e artrópodes foram realizadas nas diferentes espécies de plantas. Foram registradas 26 espécies de plantas contendo nectários extraflorais distribuídas entre árvores, arbustos e lianas. Os NEFs foram encontrados em distintas partes das plantas, incluindo estruturas vegetativas e reprodutivas ou ainda, espécies que apresentavam a glândula em ambos os locais. Com relação à fenologia, foi observado um padrão em que a maioria das espécies apresentam atividade secretora dos NEFs em setembro e outubro, coincidindo com o final da estação seca e inicio da chuvosa. Dessa maneira, a sazonalidade climática bem marcada no Cerrado pode ser um importante fator que influencia na atividade dessas glândulas. A concentração de açúcar do néctar diferiu entre as espécies ($H= 52,329$; $p<0,001$). Foram observadas 35 espécies de artrópodes forrageando nos NEFs, sendo o grupo mais representativo o Hymenoptera (Formicidae) com 25 espécies, seguidos por Coleoptera e Araneae, com três espécies cada, Diptera com duas espécies e Hemiptera com uma espécie. O estudo demonstrou que NEFs são estruturas comuns a diferentes estratos vegetais do Cerrado, além de evidenciar o primeiro registro de NEFs para as espécies *Bonia coriacea* (Fabaceae) e *Smilax polyantha* (Smilacaceae). Os NEFs apresentam distintas morfologias e sua atividade secretora está concentrada em determinados períodos do ano. Uma variedade de artrópodes utiliza o néctar extrafloral como fonte de alimento e, dessa maneira, plantas com nectários extraflorais podem ter grande influência na estruturação das comunidades no Cerrado.

PALAVRAS-CHAVE: Néctar extrafloral, formigas, Cerrado.

The community extrafloral nectaries bearing plants in a Brazilian savanna: morphology, phenology and associated fauna.

ABSTRACT – Extrafloral nectaries (EFNs) are nectar-secreting glands found in various taxa of plants. These structures can attract different groups of animals which use the extrafloral nectar as a food source. Considering EFNs are structures commonly observed in the Brazilian Cerrado, the aim of this study was to identify the plant community (trees, lianas and scrub) bearing EFNs in an area of Cerrado. We also characterized morphological types of nectaries, location, phenology, productivity and arthropods that feed on extrafloral nectar. Twenty transects were established in order to survey the species. The species bearing EFNs were identified and characterized for its location and morphology each fifteen days and accompanied to evaluate its phenology over a year. Samples of extrafloral nectar and arthropods were held in different plant species. We recorded 26 species of EFN-bearing plants, distributed among trees, shrubs and lianas. The EFNs were found in different parts of plants, including vegetative and reproductive structures, or species that had the glands on both locations. Due to the phenology aspects, we observed a pattern in which the majority of species presented secretory activity of EFNs in September and October, matching with the end of the dry season and the beginning of the rainy season. Thus, the strong seasonality in the Cerrado may be an important factor influencing these glands activities. The sugar concentration of nectar differed between species ($H= 52.329$; $p<0.001$). Were observed 35 species of arthropod in the EFN foraging, being Hymenoptera (Formicidae) the most representative group with 25 species, followed by Araneae and Coleoptera with three species each, Diptera one species and Hemiptera with two species. The study showed that EFN structures are common to different plant strata of the Cerrado, and also highlights the first record of EFN for the species *Bionia coriacea* (Fabaceae) and *Smilax polyantha* (Smilacaceae). The EFN have distinct morphologies and its secretory activity is concentrated in specific periods of the year. A variety of arthropods use extrafloral nectar as food source and, thus, plants with EFN can have great influence on the structure of communities in the Cerrado.

KEY WORDS: Extrafloral nectar, ants, Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

Os vegetais são o primeiro recurso alimentar na maioria das cadeias tróficas e por isso podem ser considerados estruturadores das comunidades, uma vez que a sobrevivência dos outros níveis depende direta ou indiretamente desses produtores. Ao longo da história evolutiva da terra, as plantas apresentaram-se como um recurso alimentar chamativo para os animais, fazendo com que as primeiras relações estabelecidas entre eles fossem antagônicas, como a herbivoria (Abrahamson 1989; Labandeira 2002; Del-Claro 2012). Os efeitos da herbivoria influenciam significativamente na taxa de crescimento, na taxa reprodutiva e na estabilidade das comunidades vegetais, interferindo em seu crescimento, florescimento, reprodução e sobrevivência (Price et al. 1980; Crawley 1983; Schoonhove et al. 2005).

Para contornar a pressão seletiva exercida pelos herbívoros, as plantas desenvolveram adaptações defensivas contra a herbivoria, que minimizam a habilidade dos herbívoros em explorar seus diferentes tecidos (Marquis 1992; Fine et al. 2006). Essas estratégias constituem defesas diretas e indiretas (ver revisão por Schaler 2008). As defesas diretas consistem em características da planta hospedeira que afetam diretamente o herbívoro, podendo ser morfológicas, tais como, tricomas, espinhos, rigidez do tecido; ou químicas, como compostos secundários, por exemplo, alcalóides e terpenos, cuja presença ou ausência determina a escolha de qual planta será consumida como alimento pelo herbívoro (Kogan e Ortman 1978; Kaplan et al. 2008; Trigo et al. 2012). Algumas dessas defesas estão sempre presentes nas plantas, independentes da existência de algum tipo de estresse, como a ação de herbívoros, sendo denominadas defesas constitutivas (Coley et al. 1985; Marquis 2012).

As plantas podem ainda, utilizar como estratégia contra herbivoria as defesas indiretas, ou também chamadas de defesas bióticas. Nessa estratégia, as plantas, dependem de inimigos naturais dos herbívoros, em geral predadores, para influenciar na abundância e no nível de ataque dos herbívoros sobre os tecidos vegetais, agindo como protetores bióticos (Koptur 2005; Schaler 2008; Del-Claro e Torezan-Silingardi 2009). Nesse contexto, as plantas, ao longo de sua história evolutiva, desenvolveram características para a atração e permanência de visitantes, em sua maioria formigas e aranhas, tais como, nectários extraflorais (NEFs) e corpúsculos alimentares (como elaiossomos), que servem de alimento (Nahas et al. 2012). Mas também estruturas como domácia, que servem de local para nidificação, criação dos jovens e abrigo de formigas contra predadores (Rico-Gray e Oliveira 2007). Algumas plantas ainda podem manter associações com herbívoros trofobiontes, que liberam secreções açucaradas, servindo de fonte de alimento para formigas, que indiretamente protegem as plantas (Del-Claro 2004; Moreira e Del-Claro 2005; Oliveira et al. 2012).

Algumas vezes os danos causados pelos herbívoros podem contribuir para o aumento das defesas diretas e indiretas e, assim, reduzir a herbivoria. Essa característica é denominada defesa induzida e pode causar alterações metabólicas nos tecidos das plantas, aumento no número de espinhos e acúleos (Kaplan et al. 2008; Marquis 2012), além de, aumentar a produção e o número de néctar extrafloral após um dano inicial Wooley et al. (2007).

A mirmecofilia, relação mutualística estabelecida entre plantas e formigas, foi inicialmente avaliada e proposta por Thomas Belt em 1874. Posteriormente, trabalhos foram realizados para demonstrar os benefícios dessa interação para a planta (Von Wettstein 1889; Janzen 1966). Formigas associadas às plantas podem trazer muitos benefícios, uma vez que atuam como agentes anti-herbívoros, caçando ou afugentando

os herbívoros da planta (Fuente e Marquis 1999; Korndörfer e Del-Claro 2006), reduzindo a herbivoria foliar e produzindo um aumento da frutificação em algumas espécies (Nascimento e Del-Claro 2010).

Por outro lado, nem sempre benefícios são evidenciados dessa interação. A presença e o comportamento pouco agressivo de algumas espécies de formigas podem não afugentar herbívoros (Sendoya et al. 2009). Em outros casos, o efeito pode até ser negativo quando formigas agressivas afugentam polinizadores, impedindo e prejudicando a polinização (Junker et al. 2007, Assunção et al. 2014) e a produção de frutos (Ness 2006).

Interações planta-formigas são muito mais comuns nos trópicos do que em regiões temperadas (Bentley 1977; Rico-Gray e Oliveira 2007). No Cerrado brasileiro formigas são comumente encontradas forrageando sobre plantas (Oliveira e Brandão 1991; Lange e Del-Claro 2014) e uma das ou a principal fonte de alimento utilizadas pelas formigas são os NEFs, estruturas especializadas na secreção de néctar que não estão envolvidos no processo de polinização (Fiala e Maschwitz 1991; Marazzi et al. 2013). O néctar é rico em carboidratos, lipídios, aminoácidos, fenóis, alcalóides e compostos orgânicos voláteis (González-Teuber e Heil 2009). Essa substância atrai um grande número de espécies de formigas que podem ser observadas forrageando nessas fontes de alimento constantemente, durante o dia e a noite (Oliveira e Brandão 1991; Del-Claro e Oliveira 1999; Díaz-Castelazo et al. 2005).

O néctar extrafloral beneficia significativamente as formigas, aumentando a chance de sobrevivência, crescimento e tamanho dos indivíduos em suas colônias (Byk e Del-Claro 2011). Embora formigas sejam abundantes sobre os nectários extraflorais, outros artrópodes também se alimentam desse recurso, tais como: aranhas (Ruhren e Handel 1999; Nahas et al. 2012), vespas (Cuautle e Rico-Gray 2003), besouros

(Spellman et al. 2006), neurópteros (Limburg e Rosenheim 2001), moscas (Heil et al. 2004) e mosquitos (Foster 1995). Os nectários extraflorais são encontrados em vários táxons de plantas, principalmente nas regiões tropicais (Oliveira e Oliveira-Filho 1991). Essas glândulas são observadas desde plantas vasculares sem sementes até plantas com flores, em pelo menos 332 gêneros de 93 famílias (Bentley 1977; Elias 1983; Koptur 1992). Além disso, a frequência de espécies de plantas com nectários extraflorais nas comunidades costumam variar entre os diferentes hábitos de vida (Heil e McKey 2003; Rosumek et al. 2009).

O investimento em medidas protetivas envolve gastos energéticos para as plantas, dessa maneira, considerando que a seleção deve favorecer o aparecimento de características protetivas em que os benefícios suplantem os custos (McKey 1974), as defesas devem estar concentradas nas partes mais vulneráveis das plantas, segundo a hipótese da defesa ideal (Rhoades 1979; Heil e McKey 2003). Nectários extraflorais são comumente observados em estruturas mais suscetíveis ao ataque de herbívoros como, por exemplo, folhas jovens. Considerando a grande variação sazonal que o Cerrado apresenta (Oliveira-Filho e Ratter 2002), a produção de folhas jovens pode variar no tempo e entre as espécies, e consequentemente a produção de néctar extrafloral pode ocorrer concentrada ou contínua ao longo do ciclo de vida da planta (Vilela et al. 2014). Além das folhas, os NEFs também podem ser encontrados em pecíolos, estípulas, botões florais e inflorescências com uma variedade de características (ver Elias 1983; Aguirre et al. 2013).

Devido à importância e a essa variedade de formas, localização e fenologia, os NEFs têm motivado muitos autores a estudá-los (por exemplo, Oliveira e Leitão-Filho 1987; Oliveira e Oliveira-Filho 1991; Machado et al. 2008; Aguirre et al. 2013). Entretanto, a maioria das pesquisas tem utilizado como objeto de estudo apenas a flora

lenhosa, deixando de lado o estrato arbustivo, o qual é também rico em espécies com nectários em ambientes como as Savanas tropicais (e.g. Rico-Gray e Oliveira 2007). Segundo Oliveira e Oliveira-Filho (1991), a comparação de dados de distribuição e abundância taxonômica de plantas com nectários externos às estruturas florais, poderia contribuir para avaliar a importância dessas estruturas glandulares em diferentes contextos ecológicos e geográficos.

Nesse contexto, procuramos responder às seguintes questões: (I) Quantas e quais são as espécies de plantas com NEFs em diferentes estratos (arbóreo, arbustivo e liana)? (II) As espécies de plantas com NEFs nessa área são encontradas em outras áreas de Cerrado? (III) Existe sazonalidade na atividade dos NEFs? (IV) A produtividade dessas glândulas varia entre as espécies e com relação a sua morfologia? (V) A fauna associada a essas glândulas diferem com relação a morfologia e produtividade de cada espécie de planta?

Dessa maneira, a hipótese do trabalho considera que no Cerrado NEFs são estruturas comuns em todas as formas de vida das plantas; com ampla diversidade morfológica; fortemente influenciados pela fenologia e sazonalidade das plantas e que atraem uma variedade de artrópodes. Tendo como objetivo identificar a comunidade de plantas que apresentam NEFs em uma área de Cerrado, bem como caracterizar os tipos morfológicos existentes, sua localização na planta, variação na atividade secretora, produtividade e os artrópodes que se alimentam do néctar extrafloral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado entre junho de 2013 e setembro de 2014 na reserva ecológica de Cerrado do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU) ($18^{\circ}56' 21.04''$ S, $48^{\circ}16' 14.33''$ W). O clube ocupa atualmente uma área de aproximadamente 640 hectares e está localizado a sudoeste do perímetro urbano no município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Existe na área um fragmento de Cerrado de aproximadamente 544 hectares (Figura 1), que apresenta um gradiente entre as fitofisionomias de campo sujo e cerrado sentido restrito, sendo essa a vegetação dominante da área, que apresenta ainda uma vereda que ocupa aproximadamente 127 hectares (Appolinario e Schiavini 2002). O clima da região é caracterizado por duas estações bem definidas: seca entre Maio e Setembro (outono-inverno) e chuvosa entre Outubro e Abril (primavera-verão) (Reú e Del-Claro 2005).

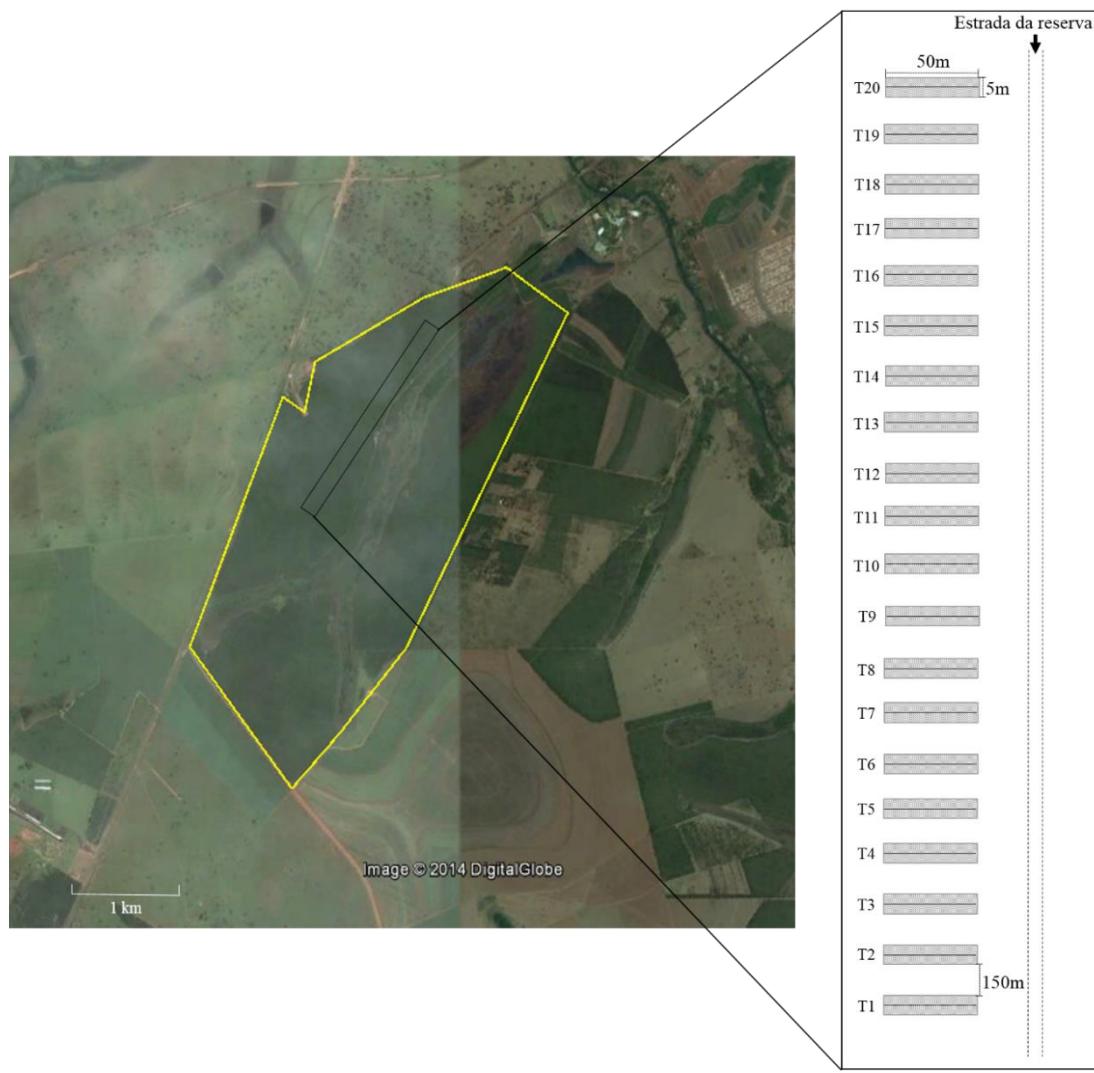


Figura 1: Vista aérea do CCPIU, Uberlândia, MG. A área destacada em amarelo consiste no fragmento de Cerrado onde foi realizado o estudo (fonte: Google Earth). Destacado em preto está a área de disposição dos transectos no fragmento de Cerrado.

2.2. Levantamento e distribuição das espécies com NEFs

Primeiramente, entre julho e agosto de 2013, foi realizado o levantamento das espécies de plantas com NEFs presentes na área. Para isso, foram delimitados 20 transectos de 50 x 5m separados entre si por 150 m, totalizando 5.000 m² amostrados (Figura 1). Arbustos com altura entre 0,5-2m; árvores com altura superior a 1,5m e DAP (diâmetro a altura do peito) maior que 3 cm, além de trepadeiras foram incluídos na avaliação. As plantas coletadas foram identificadas e herborizadas segundo os métodos

tradicionais de botânica e incorporadas ao *Herbarium Uberlandensis*, herbário da Universidade Federal de Uberlândia (HUFU).

Evidências da presença de nectários extraflorais foram obtidas *a priori* pela lista de espécies que possuem essas glândulas nos Neotrópicos (ver Oliveira e Leitão-Filho 1987; Oliveira e Oliveira-Filho 1991; Machado et al. 2008; Aguirre et al. 2013) Além disso, foram utilizado relatórios anteriores realizados na área de estudo (Appolinario e Schiavini 2002). No campo, todas as plantas presentes nos transectos foram vistoriadas manualmente quanto à presença de NEFs. Apesar de não ser empregada como critério, a presença de artrópodes que usam o néctar como fonte de alimento (especialmente formigas) foi utilizada como indicativo para detectar e localizar a estrutura secretora de néctar na planta.

Com base nos dados de campo coletados, tais como, número total de indivíduos, área total amostrada, número total de unidades de amostragem e número de unidades que a espécie ocorre, os parâmetros fitossociológicos, densidade e frequência relativa, foram calculadas para cada espécie.

2.3. Morfologia dos NEFs

As espécies de plantas que foram identificadas contendo nectários extraflorais foram marcadas e tiveram seus nectários extraflorais fotografados (Câmera Nikon P510), identificados quanto à sua localização e categorizados em distintos tipos morfológicos seguindo a nomenclatura adaptada de Elias (1983) por Díaz-Castelazo et al.(2005). Assim sendo, os nectários foram classificados em sete tipos: I) sem forma (*formless nectaries*), quando não apresentam uma estrutura ou glândula evidente, mas mesmo assim secretam néctar, podendo apresentar uma coloração diferente no local de secreção; II) achatado (*flattened nectaries*), quando a superfície da glândula encontra-se

praticamente no mesmo nível da superfície do tecido circundante, podendo ser no formato oval ou arredondada; III) cova (*pit nectaries*), quando formam uma depressão em relação o tecido circundante, geralmente arredondadaa; IV) oco (*hollow nectaries*), quando formam um estreito canal ou fenda no tecido circundante; V) tricomas (*scalelike nectaries*), consiste em tricomas especializados para produção e secreção de néctar; VI) elevados (*elevated nectaries*), quando a glândula está acima do nível da superfície do tecido circundante; VII) embutido (*embedded nectaries*), quando a glândula está totalmente inserida no tecido, podendo formar um disco no mesófilo foliar.

2.4. Fenologia

Para o estudo da fenologia foram observados quinzenalmente durante um ano, o período de atividade dos NEFs. Os nectários foram classificados em ativos e não ativos, sendo considerados não ativos os que apresentavam o tecido da glândula necrosado. Foram acompanhadas visualmente dez indivíduos de cada espécie com tamanho e arquitetura semelhantes. As análises dos dados foram feitas com estatística circular e realizadas utilizando a variável nectário ativo ou não ativo. Para isso, os dados coletados quinzenalmente, foram convertidos em ângulos, da primeira quinzena de Outubro de 2013 (0°) a Setembro de 2014 (345°) (e.g. Vilela et al. 2014). Foi utilizada a porcentagem de indivíduos com nectários ativos de cada espécie e da comunidade de plantas para o cálculo dos parâmetros: vetor (m); comprimento do vetor médio (r); mediana; desvio padrão; sendo feitos também o teste Rayleigh (z) e teste Rayleigh (p). O vetor r pode variar de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 a atividade fenológica está concentrada em uma época do ano, caso contrário a atividade seria distribuída uniformemente ao longo do ano. A data média de atividade foi obtida através da conversão do ângulo médio correspondente para cada espécie (ver Morellato

et al. 2000; Staggemeier et al. 2010). Para análise dos dados, utilizando-se o software estatístico Oriana 4.0.

2.5. Produtividade

A análise de produtividade dos nectários extraflorais foi avaliada utilizando-se os mesmos dez indivíduos de cada espécie amostrados no estudo de fenologia. As medidas de volume e concentração de sacarose do néctar foram obtidas em três nectários de cada planta, de cada espécie observada, com o uso de microcapilar graduado de 5 µL e refratômetro portátil Eclipse (50% brix). Para assegurar que a produção de néctar fosse referente ao período amostral, cada NEF avaliado foi lavado com água destilada e seco com papel filtro, depois cobertos com sacos de voal por 24 horas antes da coleta do néctar, evitando que o néctar fosse removido por animais.

A concentração de açúcar da solução foi obtida utilizando-se os dados de volume (µL) e concentração do néctar (em %brix de sacarose). O cálculo foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Dafni et al. (2005) através da seguinte equação: $y = 0,00226 + (0,00937 \times) + (0,0000585 \times^2)$, sendo “x” o valor da concentração (leitura do refratômetro em Brix) e “y” a quantidade de açúcares totais em 1 µL. A concentração de açúcar final corresponde a quantidade em miligramas (mg) de açúcar pelo volume de néctar em microlitros (µL) coletados em campo (Bolten et al. 1979). A quantidade de açúcar encontrada em cada nectário foi posteriormente convertida em calorias, sendo cada 1mg de açúcar equivalente a quatro calorias, correspondente ao valor energético da solução (Dafni et al. 2005).

A comparação da quantidade de açúcares totais (mg) entre as espécies foi obtida através do teste não paramétrico Kruskal-Wallis. Foi utilizado a correlação de Spearman (teste não paramétrico) para obter a relação entre a quantidade de açúcar no néctar e a

riqueza de artrópodes associados aos NEFs. Os dados foram submetidos ao programa estatístico Systat 10.2.

2.6.Artrópodes associados

Nos mesmos dez indivíduos de cada espécie com NEFs, foram registrados mensalmente, através de busca visual, todos os artrópodes que fossem observados forrageando nos nectários extraflorais no período diurno (7h às 18h) e noturno (19h às 23hs). Os artrópodes coletados foram armazenados em frascos com álcool 70% e transportados até o laboratório para identificação. Após identificação os espécimes foram depositados no Museu de Biodiversidade do cerrado da Universidade Federal de Uberlândia (MBC).

3. RESULTADOS

3.1.Levantamento e distribuição das espécies com NEFs

Foram encontradas 26 espécies de plantas contendo NEFs na área de estudo (Tabela 1), sendo 11,54% das espécies lianas, 34,62% arbustos e 53,84% árvores (Figura 3A). As espécies com NEFs foram distribuídas em dez famílias, sendo Fabaceae a família mais representativa, com oito espécies, seguida por Malpighiaceae com seis espécies, Vochysiaceae com três espécies, Ochnaceae e Rubiaceae com duas espécies e Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Lythraceae, Malvaceae, Smilacaceae com apenas uma espécie (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas com nectários extraflorais presentes no Cerrado sentido restrito do CCPIU, Minas Gerais, Brasil. Ni= Número de indivíduos encontrados na amostragem; Nt= Número de transectos onde a espécie foi encontrada; D.R= Densidade Relativa; F.R= Frequência Relativa.

Família/Espécie	Hábito	Ni	Nt	D.R	F.R
Caryocaraceae					
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Arbóreo	96	20	4,83	5,89
Chrysobalanaceae					
<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltdl.	Arbóreo	6	5	0,30	1,47
Fabaceae					
<i>Bionia coriacea</i> (Nees & Mart.) Benth	Liana	71	14	3,57	4,12
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Arbóreo	15	8	0,75	2,35
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Arbóreo	4	4	0,20	1,17
<i>Plathynemia reticulata</i> Benth.	Arbóreo	22	10	1,10	2,94
<i>Senna rugosa</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto	49	17	2,46	5,01
<i>Senna velutina</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	Arbusto	68	12	3,42	3,53
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Arbóreo	4	4	0,20	1,17
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	Arbóreo	53	18	2,67	5,30
Lythraceae					
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil	Arbóreo	9	5	0,45	1,47
Malpighiaceae					
<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	Arbusto	68	15	3,27	4,42
<i>Banisteriopsis laevifolia</i> (A.Juss.) B.Gates	Arbusto	162	20	8,16	5,89
<i>Banisteriopsis malifolia</i> (Nees & Mart.) B.Gates	Arbusto	281	20	14,16	5,89
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B.Gates	Liana	40	10	2,01	2,94
<i>Heteropterys pteropetala</i> A.Juss.	Arbusto	154	18	7,76	5,30
<i>Peixotoa tomentosa</i> A.Juss.	Arbusto	103	19	5,19	5,60
Malvaceae					
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	Arbóreo	42	15	2,11	4,42
Ochnaceae					
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Arbóreo	133	19	6,70	5,60
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	Arbóreo	214	20	10,78	5,89
Rubiaceae					
<i>Palicourea rigida</i> Kunth ^a	Arbusto				
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum	Arbusto	24	9	1,20	2,65
Smilacaceae					
<i>Smilax polyantha</i> Griseb.	Liana	119	15	5,99	4,42
Vochysiaceae					
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Arbóreo	23	8	1,15	2,35
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Arbóreo	159	19	8,01	5,60
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Arbóreo	65	15	3,27	4,42

^a espécie presente na área, porém não registrada nos transectos.

As espécies com maior densidade relativa na área foram *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae), *Ouratea spectabilis* (Ochnaceae), *Banisteriopsis laevifolia* (Malpighiaceae) e *Qualea multiflora* (Vochysiaceae) e as que apresentaram menor densidade foram, *Enterolobium gummiferum* (Fabaceae), *Stryphnodendron adstringens* (Fabaceae), *Licania humilis* (Chrysobalanaceae), *Lafoensia pacari* (Lythraceae). No entanto, as espécies que apresentaram maior frequência relativa, ou seja, que foram encontrados em todos os transectos foram, *Caryocar brasiliense*, *B. laevifolia*, *B. malifolia*, *O. spectabilis* (Tabela 1). A espécie *Palicourea rigida* foi observada na área de estudo, porém não foi encontrada nos transectos, dessa maneira não foi possível obter os dados de densidade, freqüência e fenologia dessa espécie.

Analizando o estudo de levantamento florístico de espécies arbóreas, realizado no mesmo fragmento de Cerrado do CCPIU por Appolinario e Schiavini (2002), observamos que das 68 espécies encontradas na área, 18 apresentavam NEFs, indicando que 26,47% da vegetação arbória do local contêm tais estruturas secretoras. É importante ressaltar que quatro dessas espécies não foram evidenciadas no presente estudo (Tabela 2).

A lista de espécies que apresentam nectários extraflorais no cerrado, resultante do somatório dos três estudos já publicados e do presente estudo é mostrada na Tabela 2. A grafia correta dos nomes científicos foram revisados no site Lista de Espécies Flora do Brasil (2014). O primeiro registro de NEFs para as espécies *Bonia coriacea* (Fabaceae) e *Smilax polyantha* (Smilacaceae) são aqui apresentados (Figura 2), sendo duas espécies de lianas.

Tabela 2: Lista de espécies de plantas que contêm nectários extraflorais em quatro estudos em áreas de Cerrado.

Família/Espécie	Hábito de vida	Neste	Espécies de plantas do Cerrado com nectários extraflorais		
			Appolinario e Schiavini 2002	Oliveira e Leitão-Filho 1987	Machado et al. 2008
Bignoniaceae					
<i>Fridericia platyphylla</i> ^d	Arbusto			X	X
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	Arbóreo			X	X
<i>Tabebuia aurea</i> ^{b,d}	Arbóreo		X	X	X
<i>Handroanthus ochraceus</i> ^{b,d}	Arbóreo		X	X	X
<i>Tabebuia roseoalba</i> ^b	Arbóreo		X		
<i>Zeyheria montana</i>	Arbusto/Arbóreo				X
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Arbórea				X
Caryocaraceae					
<i>Caryocar brasiliense</i> ^a	Arbórea	X	X	X	X
Chrysobalanaceae					
<i>Licania humilis</i> ^a	Arbórea	X	X	X	X
Combretaceae					
<i>Terminalia argentea</i>	Arbusto/Arbóreo			X	X
<i>Terminalia glabrescens</i> ^d	Arbusto/Arbóreo			X	X
Fabaceae					
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> ^d	Arbusto/Arbóreo			X	X
<i>Bauhinia rufa</i>	Arbusto/Arbóreo			X	X
<i>Bionia coriacea</i>	Liana	X			
<i>Senna macranthera</i>	Arbusto/Arbóreo			X	X
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Arbóreo	X	X		
<i>Enterolobium gummiferum</i> ^a	Arbóreo	X	X	X	X
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Arbóreo				X
<i>Plathynemia reticulata</i> ^a	Arbóreo	X	X	X	X
<i>Senna rugosa</i> ^a	Arbusto	X		X	X
<i>Senna velutina</i>	Arbusto	X			
<i>Stryphnodendron adstringens</i> ^a	Arbóreo	X	X	X	X
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> ^d	Arbóreo			X	X
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> ^a	Arbóreo	X	X	X	X
Lamiaceae					
<i>Aegiphila verticillata</i>	Arbusto/Arbóreo			X	X
<i>Aegiphila integrifolia</i> ^b	Arbusto/Arbóreo		X	X	X
Lythraceae					
<i>Lafoensis pacari</i> ^a	Arbórea	X	X	X	X
Malpighiaceae					
<i>Banisteriopsis campestris</i>	Arbusto	X			X
<i>Banisteriopsis laevifolia</i>	Arbusto	X			
<i>Banisteriopsis malifolia</i>	Arbusto	X			
<i>Banisteriopsis stellaris</i>	Liana	X			X

<i>Heteropterys orinocensis</i> ^d	Liana		X	X
<i>Heteropterys byrsinimifolia</i>	Liana		X	X
<i>Heteropterys pteropetala</i>	Arbusto	X		
<i>Peixotoa tomentosa</i>	Arbusto	X		X
Malvaceae				
<i>Eriotheca gracilipes</i> ^a	Arbóreo	X	X	X
Ochnaceae				
<i>Ouratea castaneifolia</i>	Arbóreo		X	X
<i>Ouratea hexasperma</i>	Arbóreo	X	X	
<i>Ouratea spectabilis</i> ^a	Arbóreo	X	X	X
Primulaceae				
<i>Myrsine guianensis</i> ^d	Arbusto/Arbóreo		X	X
<i>Myrsine lancifolia</i> ^d	Arbusto		X	X
Rosaceae				
<i>Prunus myrtifolia</i> ^d	Arbóreo		X	X
Rubiaceae				
<i>Palicourea rigida</i>	Arbusto	X		
<i>Tocoyena brasiliensis</i>	Arbusto/Arbóreo		X	X
<i>Tocoyena formosa</i> ^a	Arbusto/Arbóreo	X	X	X
Smilacaceae				
<i>Smilax polyantha</i>	Liana	X		
Vochysiaceae				
<i>Qualea dichotoma</i>	Arbusto/Arbóreo		X	X
<i>Qualea grandiflora</i> ^a	Arbóreo	X	X	X
<i>Qualea multiflora</i> ^a	Arbóreo	X	X	X
<i>Qualea parviflora</i> ^a	Arbóreo	X	X	X

^a Espécies comuns no presente estudo e no estudo de Oliveira e Leitão-Filho (1987) e de Machado et al (2008). ^b Espécies encontradas no levantamento de Appolinario e Schiavini (2002) que não foram observadas no presente estudo. ^c Primeiro registro de nectários extraflorais para espécie. ^d nomes científicos atualizados de acordo com o site Lista de Espécies Flora do Brasil.



Figura 2: (a) Nectário extrafloral de *Bionia coriacea*, (b) *Camponotus crassus* forrageando em NEF de *Bionia coriacea*, (c) Nectário extrafloral de *Smilax polyantha*, (d) *Camponotus crassus* forrageando em NEF de *Smilax polyantha*.

3.2. Morfologia dos NEFs

A localização e a caracterização morfológica dos NEFs das espécies de plantas encontradas na área de estudo são mostradas na Tabela 3. De todas as espécies contendo NEFs, 46,2% (12) estavam localizados em partes vegetativas, 11,5% (3), exclusivamente em estruturas reprodutivas (Cálice, Sépala) e 42,3% (11) os NEFs encontravam-se em ambos os locais (Figura 4).

Das 26 espécies, 14 espécies apresentaram NEFs em mais de uma localização no corpo da planta sendo essas, *C. brasiliense*, *E. gummiferum*, *Senna velutina*, *S. adstringens*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Banisteriopsis campestris*, *B. malifolia*, *Banisteriopsis stellaris*, *Heteropterys pteropetala*, *Peixotoa tomentosa*, *Eriotheca gracilipes*, *Qualea grandiflora*, *Q. multiflora* e *Qualea parviflora*.

Tabela 3: Localização e tipo morfológico dos nectários extraflorais da flora arbustiva, arbórea e lianas no Cerrado do CCPIU, Minas Gerais, Brasil.

Família/Espécie	Local do nectário ^a	Tipo de nectário ^b
Caryocaraceae		
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	SE/AF	Achatado/Elevado
Chrysobalanaceae		
<i>Licania humilis</i> Cham. & Schltdl.	BF	Achatado
Fabaceae		
<i>Bionia coriacea</i> (Nees & Mart.) Benth	PD	Elevado
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	FO	Achatado
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	PC/RQ/RL	Elevado
<i>Plathynemia reticulata</i> Benth.	CA	Elevado
<i>Senna rugosa</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	RF	Elevado
<i>Senna velutina</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	RF/PD	Elevado
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	PC/RQ/RL	Elevado
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	PC/RQ/RL	Elevado
Lythraceae		
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil	AF	Elevado
Malpighiaceae		
<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	BF/BB	Elevado
<i>Banisteriopsis laevisfolia</i> (A.Juss.) B.Gates	PC	Achatado
<i>Banisteriopsis malifolia</i> (Nees & Mart.) B.Gates	BF/BB	Elevado
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B.Gates	LB/BB	Elevado
<i>Heteropterys pteropetala</i> A.Juss.	BF/BB	Elevado
<i>Peixotoa tomentosa</i> A.Juss.	BF/BB	Elevado
Malvaceae		
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	LF/PC/CL	Oco/Oco/ Achatado
Ochnaceae		
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	ET	Achatado
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	ET	Achatado
Rubiaceae		
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	PE	Elevado
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum	PE	Elevado
Smilacaceae		
<i>Smilax polyantha</i> Griseb.	PC	Sem forma
Vochysiaceae		
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	CA/PD	Elevado
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	CA/PD	Elevado
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	CA/PD	Elevado

^a SE= Sépala, AF= Ápice do limbo foliar, BF= Base do limbo foliar, PD= Pedicelo, FO= Base do limbo do folíolo, CA= Caule, RF= Ráquis entre a inserção dos folíolos, RQ= Ráquis, PC= Pecíolo, RL= Raquíolo, BB= Base da bráctea, CL= Cálice, LB= Fase abaxial do limbo foliar, ES= Estípula, PN= Pedúnculo, LF= Limbo foliar, PE= Pericarpial. ^b Seguindo a nomenclatura adaptada por Díaz-Castelazo et al.(2005) de Elias (1983). ^c Riqueza de artrópodes encontrados forrageando nos nectários extraflorais de cada espécie.

Em *C.brasieliense* e *E.gracilipes* podemos observar NEFs em distintos órgãos da planta. Em *C. brasiliense* há um NEF em cada sépala do botão floral e no ápice do limbo foliar das folhas jovens, localizados na porção terminal das nervuras. Em *E.gracilipes* há glândulas no pecíolo, limbo foliar e no cálice do botão floral. *Licania humilis* possui um par de nectários extraflorais na base do limpo foliar. Em *B.coriacea* a glândula localiza-se no pedicelo de cada flor da inflorescência, já em *Tocoyena formosa* e *P. rigida* o nectário é classificado como pericarpial, no qual o nectário floral segue produzindo néctar mesmo após a fecundação (queda da corola) e durante a formação do fruto. Os NEFs de *Copaifera langsdorffii* estão localizados na base do limbo de cada folíolo e são pequenos e de difícil visualização. *E. gummiferum*, assim como, *S. adstringens* e *S. polyphyllum* apresentam seus NEFs em distintos locais da folha, sendo observados no pecíolo, na extremidade superior da ráquis e no ápice de cada raquiólulo. *Platimenia reticulata*, possui as glândulas no caule, próximo a inserção dos pecíolos de cada folha. Em *Senna rugosa* e *S. velutina* podemos observar os NEFs na ráquis entre a inserção de cada par de folíolos, sendo que em *S. velutina* podemos observar ainda a presença da glândula no pedicelo das inflorescências. Em *L. pacari* uma glândula única no ápice do limbo foliar, foi evidenciada. Nas espécies da família Malpighiaceae, *B. campestris*, *B. Malifolia*, *H. pteropetala* e *P. tomentosa*, os NEFs estão dispostos em um par na base abaxial de folhas e brácteas. Em *B. laevifolia* os NEFs são encontrados em um par no pecíolo das folhas, enquanto que em *B. stellaris* são encontrados em números variáveis na fase abaxial do limbo foliar e das brácteas. Nas duas espécies da família Ochnaceae, *Ouratea hexasperma* e *O. spectabilis* as glândula são encontrada nas estípulas. Em *S. polyantha* o NEF encontra-se no pecíolo, porém não possui uma glândula evidente, apenas uma coloração mais escura na região do nectário. E nas três espécies da família Vochysiaceae, *Q. grandiflora*, *Q. multiflora* e *Q. parviflora* os NEFs

são encontrados no caule próximo a inserção das folhas e no pedicelo próximo a inserção das flores.

Foram evidenciados quatro tipos morfológicos de nectários extraflorais, sendo a estrutura elevada predominante (19 espécies), seguida da forma achatada (7 espécies) e sem forma (1 espécie) e formas oco (1 espécie), com a menor representação (Figura 3B). Das espécies com o primeiro registro de NEFs, *B. coriacea* apresentou morfologia elevada, e *S. polyantha*, morfologia sem forma.

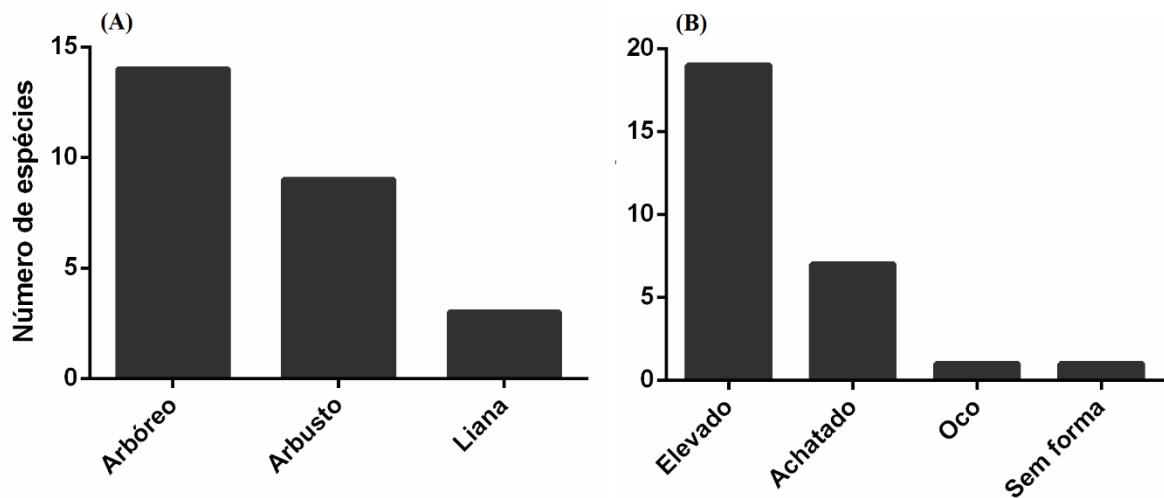


Figura 3: (A) Hábitos das plantas com nectários extraflorais no fragmento de Cerrado sentido restrito do CCPIU, Minas Gerais, Brasil. Arvores representam o hábito de vida da maioria das espécies com NEFs na área. (B) Tipos morfológicos de nectários extraflorais encontrados na área de Cerrado.



Figura 4: Distintas localizações dos nectários extraflorais (a) na base do limbo foliar de *Heteropterys pteropetala*, (b) no caule próximo a inserção do pecíolo foliar de *Qualea multiflora*, (c) no pecíolo de *Stryphnodendron polyphyllum*, (d) na fase abaxial do limbo foliar de *Banisteriopsis stellaris*, (e) na estípula de *Ouratea spectabilis*, (f) no ápice do limbo foliar de *Lafoensis pacari*. Fotos: Marcela Saldanha Pires

3.3. Fenologia

Verificou-se que a atividade secretora dos NEFs de cada espécie concentrou-se em um determinado período do ano, pois o ângulo médio de atividade foi sazonalmente significativo ($p<0,001$), porém houve variação entre as espécies, indicando que nem todas apresentam suas glândulas ativas no mesmo período do ano (Tabela 4).

Podemos observar que o ângulo médio de atividade dos nectários extraflorais de 14 espécies ocorreu no inicio da estação chuvosa (outubro, novembro e dezembro), são elas, *L. humilis*, *S. rugosa*, *S. velutina*, *S. adstringens*, *S. polyphyllum*, *B. campestris*, *B. laevifolia*, *B. malifolia*, *B. stellaris*, *H. pteropetala*, *P. tomentosa*, *Q. grandiflora*, *Q. multiflora* e *Q. parviflora*. Outras nove espécies tiveram o ângulo médio de atividade no final da estação seca (agosto e setembro), tais como, *C. brasiliense*, *C. langsdorffii*, *E. gummosum*, *P. reticulata*, *L. pacari*, *E. gracilipes* (folha), *S. polyantha*, *O. hexasperma*, *O. spectabilis*. Apenas *E. gracilipes* (flor) apresentou atividade no meio da estação seca (Junho).

Foi necessário separar a espécie *E. gracilipes* em duas categorias, folha e flor, para fazer a análise da fenologia, pois a espécie apresenta nectários extraflorais em órgãos distintos, folhas jovens e botões florais, que estão presentes na planta em períodos distintos do ano, o que caracterizou uma distribuição bimodal, que impediria a análise (Zar 1996).

O comprimento dos vetores médios (r) variou de 0,35 a 0,98 entre as espécies, sendo que quando mais próximo de 1 maior é a sazonalidade da espécie, pois sua atividade concentra-se em torno de um único ângulo médio (Tabela 4). As espécies que apresentaram vetor r menor que 0,50 foram, *L. humilis* (0,35), *S. velutina* (0,43), *L. pacari* (0,35), *B. stellaris* (0,45), o restante das espécies apresentaram o vetor superior a 0,50. Não foi possível apresentar os dados de atividade dos nectários extraflorais de *T.*

formosa, que são pericarpiais, pois durante o período de amostragem a espécies não apresentou período de floração.

Quando analisamos a fenologia da comunidade como um todo, encontramos um ângulo médio de 15°, dessa maneira, observamos um pico de atividade dos nectários extraflorais da maioria das espécies entre os meses de setembro e outubro, ou seja, final da estação seca e inicio da chuvosa (Figura 5). O valor do comprimento do vetor médio (r) quando analisamos a comunidade, ou seja, todas as espécies juntas, foi de 0,47, o que se justifica por algumas espécies apresentarem picos de atividades dos NEFs em períodos do ano diferentes da maioria.

Analizando a fenologia dos NEFs em relação ao hábito de vida, verificamos uma sobreposição temporal na atividade secretora dos NEFs, onde espécies arbustivas concentraram-se em outubro e novembro (início da estação chuvosa), e oito das doze espécies arbóreas encontraram-se ativas entre agosto e setembro (final da estação seca). No entanto, as lianas, não apresentaram esse mesmo padrão, sendo a atividade concentrada em períodos diferentes para cada uma das espécie.

Tabela 4: Teste de análise estatística circular para sazonalidade de padrões fenológicos de atividade dos nectários extraflorais em uma área de Cerrado, Minas Gerais, Brasil, entre outubro de 2013 à setembro de 2014.

Espécies	Número de observações	Vetor médio (μ)	Comprimento do vetor médio (r)	Ângulo médio	Data média	Desvio padrão circular	Teste Rayleigh (Z)	Teste Rayleigh (p)
Caryocaraceae								
<i>Caryocar brasiliense</i>	400	348,03°	0,946	345°	11/09/2014	19,128°	357.813	<0,001
Chrysobalanaceae								
<i>Licania humilis</i>	699	52,907°	0,357	45°	15/11/2013	82,267°	88.946	<0,001
Fabaceae								
<i>Bonia coriacea</i>	440	183,087°	0,788	180°	30/03/2014	39,597°	272,991	<0,001
<i>Copaifera langsdorffii</i>	180	335,045°	0,981	345°	11/09/2014	11,197°	173.255	<0,001
<i>Enterolobium gummiferum</i>	167	333,079°	0,981	330°	27/08/2014	11,219°	160.718	<0,001
<i>Plathynemia reticulata</i>	500	350,697°	0,917	345°	11/09/2014	23,788°	420.833	<0,001
<i>Senna rugosa</i>	300	5,448°	0,884	0°	01/10/2013	28,408°	234.618	<0,001
<i>Senna velutina</i>	1480	61,994°	0,434	60°	30/11/2013	74,079°	278.149	<0,001
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	600	17,874°	0,797	15°	16/10/2013	38,596°	381.135	<0,001
<i>Stryphnodendron polypodium</i>	620	22,529°	0,832	15°	16/10/2013	34,731°	429.352	<0,001
Lythraceae								
<i>Lafoensis pacari</i>	840	308,931°	0,356	315°	12/08/2014	82,366°	106.362	<0,001
Malpighiaceae								
<i>Banisteriopsis campestris</i>	950	52,995°	0,725	60°	30/11/2013	45,924°	499.708	<0,001
<i>Banisteriopsis laevifolia</i>	230	10,182°	0,955	15°	16/10/2013	17,29°	209.981	<0,001
<i>Banisteriopsis malifolia</i>	890	56,656°	0,65	60°	30/11/2013	53,183°	376.018	<0,001
<i>Banisteriopsis stellaris</i>	580	24,656°	0,456	15°	16/10/2013	71,85°	120.358	<0,001
<i>Heteropterys pteropetala</i>	1100	48,051°	0,535	45°	15/11/2013	64,127°	314.315	<0,001
<i>Peixotoa tomentosa</i>	380	10,477°	0,797	15°	16/10/2013	38,631°	241.188	<0,001
Malvaceae								
<i>Eriotheca gracilipes</i> (folha)	360	351,636°	0,945	345°	11/09/2014	19,246°	321.587	<0,001
<i>Eriotheca gracilipes</i> (botão floral)	410	234,771°	0,893	240°	29/05/2014	27,291°	326.778	<0,001
Ochnaceae								
<i>Ouratea hexasperma</i>	440	313,91°	0,597	315°	12/08/2014	58,156°	157.043	<0,001
<i>Ouratea spectabilis</i>	270	345,276°	0,698	345°	11/09/2014	48,577°	131.578	<0,001
Smilacaceae								
<i>Smilax polyantha</i>	750	342,798°	0,31	345°	11/09/2014	87,668°	72,159	<0,001
Vochysiaceae								
<i>Qualea grandiflora</i>	830	53,223°	0,698	45°	15/11/2013	48,619°	403.979	<0,001
<i>Qualea multiflora</i>	790	27,313°	0,771	30°	31/10/2013	41,327°	469,55	<0,001
<i>Qualea parviflora</i>	450	18,063°	0,939	15°	16/10/2013	20,273°	397.045	<0,001

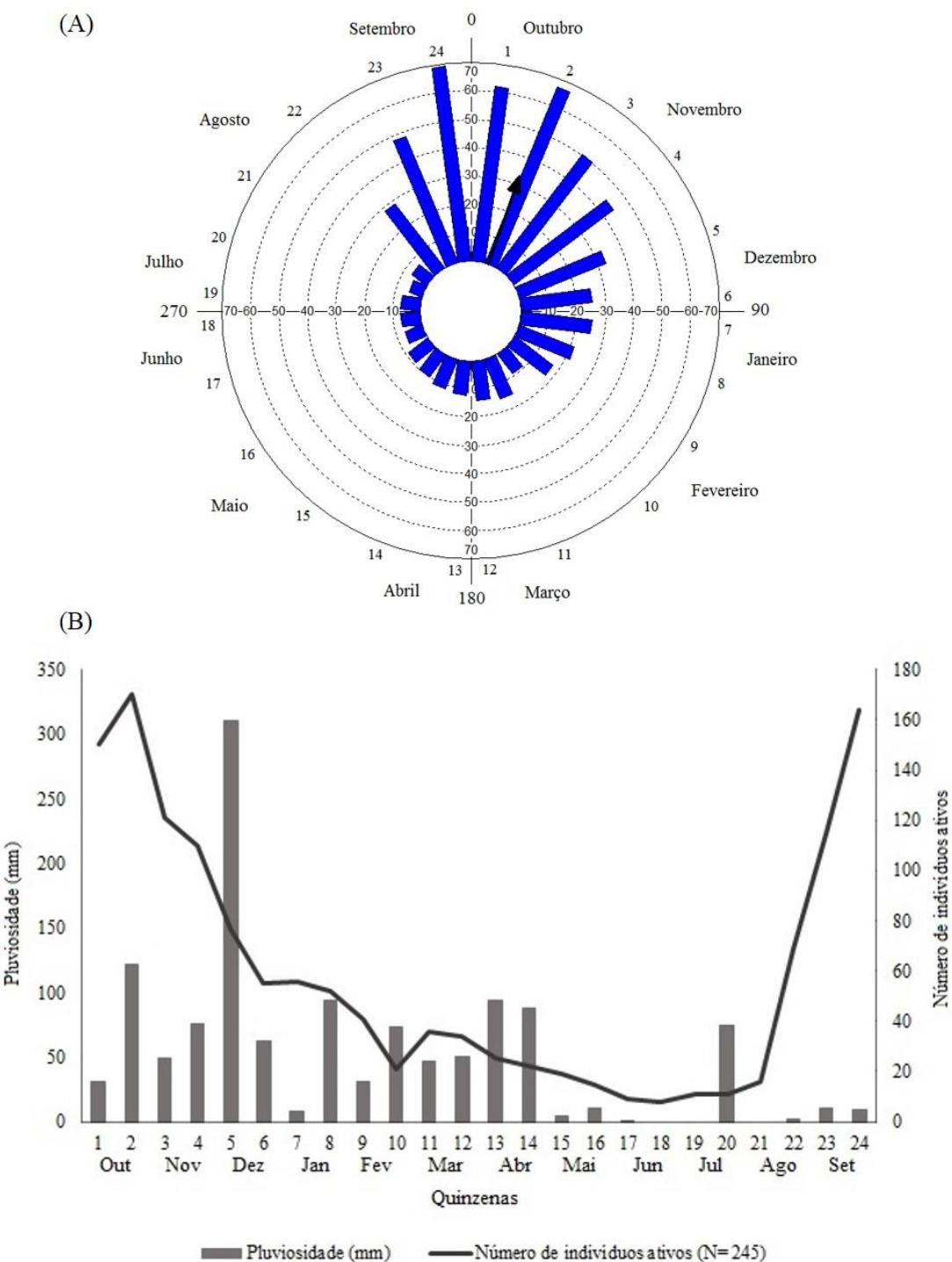


Figura 5: (A) Representação circular da atividade dos NEFs da comunidade de plantas de Cerrado, indicando picos de atividade entre os meses de setembro e outubro ($p<0,001$, teste Rayleigh). A seta preta representa o ângulo médio da atividade dos NEFs. (B) Comparação entre pluviosidade de Uberlândia (barra) e atividade secretora dos NEFs (linha), acompanhadas quinzenalmente no período de uma ano.

3.4. Produtividade dos NEFs

Foi possível a coleta de 11 espécies (Tabela 5). A coleta de néctar das glândulas em todas as espécies não foi possível, pois em alguns casos as quantidades exsudadas foram muito baixas ou ainda muito viscosas dificultando a obtenção das medidas de volume e concentração do néctar. A quantidade de açúcares totais (mg) variou significativamente entre as espécies ($H= 52,329$; $p<0,001$), sendo o menor valor evidenciado para *B. campestris* e o maior para *E. gracilipes*. Para a maioria das espécies em que foi possível quantificar o néctar extrafloral, esses nectários apresentavam tipo morfológico elevado. Observou-se uma correlação positiva entre a quantidade de açúcares totais no néctar e a riqueza de artrópodes forrageando nos NEFs ($r=0,613$, $gl=11$, $p<0,05$).

Tabela 5: Produtividade dos nectários extraflorais da área de Cerrado sentido restrito do CCPIU, Minas Gerais, Brasil.

Família/Espécie	Morfologia da glândula	Média do volume (μl)	Média da concentração de sacarose (%brix)	Média de Açúcares totais (mg)	Média de calorias
Fabaceae					
<i>Bionia coriacea</i>	Elevado	2,55	17	0,44	1,75
Lythraceae					
<i>Lafoensia pacari</i>	Elevado	1,61	14,14	0,19	0,74
Malpighiaceae					
<i>Banisteriopsis campestris</i>	Elevado	1,13	6,74	0,09	0,37
<i>Banisteriopsis malifolia</i>	Elevado	1,49	11,70	0,19	0,76
<i>Banisteriopsis stellaris</i>	Elevado	1,03	8,73	0,10	0,41
<i>Heteropterys pteropetala</i>	Elevado	1,98	11,85	0,25	1,01
<i>Peixotoa tomentosa</i>	Elevado	1,23	16,33	0,20	0,79
Malvaceae					
<i>Eriotheca gracilipes</i> ^a	Achatado	3,60	19,43	0,75	3,00
Smilacaceae					
<i>Smilax polyantha</i>	Sem forma	5,65	8,54	0,48	1,92
Vochysiaceae					
<i>Qualea grandiflora</i>	Elevado	3,10	12,12	0,41	1,62
<i>Qualea multiflora</i>	Elevado	2,17	15,38	0,34	1,35

^a Nectário extrafloral localizado no cálice do botão floral.

3.5.Artrópodes associados

Foram observadas 35 espécies de artrópodes forrageando nos NEFs das diferentes espécies de plantas (Tabela 6). O grupo mais representativo foi os himenópteros, formigas (Formicidae) com 25 espécies, seguidos por Coleoptera e Araneae, com três espécies cada, Diptera com duas espécies e Hemiptera com uma espécie (Figura 6).

Entre os Formicidae, o gênero mais diverso foi *Camponotus* (Mayr, 1861) com seis espécies, seguido de *Solenopsis* (Westwood, 1840) e *Pseudomyrmex* (Lund, 1831) com três espécies, *Ectatomma* (Smith, 1858), *Brachymyrmex* (Mayr, 1868), *Pheidole* (Westwood) e *Neoponera* (Emery, 1901) com duas espécies e *Linepithema* (Mayr, 1866), *Nylanderia* (Emery, 1906), *Cephalotes* (Latreille, 1802), *Crematogaster* (Lund, 1831), *Ochetomyrmex* (Mayr, 1878) representados por apenas uma espécie (Tabela 6).

Algumas espécies de formigas foram observadas forrageando estritamente no período diurno, tais como, *Linepithema cerradensis*, *Ectatomma edentatum*, *Camponotus blandus*, *Ochetomyrmex semipolitus*, *Solenopsis* sp. 2, *Solenopsis* sp. 3, *Pseudomyrmex flavidullus*, *Pseudomyrmex gracilis*, *Pseudomyrmex* gr. *elongatus* sp.1, outras estritamente em período noturno, tais como, *Camponotus bonariensis*, *Camponotus renggeri*, *Camponotus substitutus*, *Pheidole* sp.1, *Neoponera rostrata* e outras ainda podem ser observadas forrageando no nectários extraflorais em ambos os períodos, como, *Ectatomma tuberculatum*, *Brachymyrmex* sp.1, *Brachymyrmex* sp.2, *Camponotus atriceps*, *Camponotus crassus*, *Nylanderia* sp.1, *Cephalotes pusillus*, *Crematogaster crinosa*, *Pheidole* sp. 2, *Solenopsis* sp. 1, *Neoponera villosa*.



Figura 6: Artrópodes observados forrageando nos nectários extraflorais (a) *Ectatomma tuberculatum* em *Tocoyena formosa*, (b) Thomisidae em *Qualea grandiflora*, (c) *Pseudomyrmex gracilis* em *Ouratea hexasperma*, (d) *Ectatomma tuberculatum* em *Banisteriopsis malifolia*, (e) *Camponotus crassus* em *Ouratea spectabilis* (f) *Crematogaster crinosa* em *Senna rugosa*. Fotos: a;e : Kleber Del Claro, b;d;f: Marcela Saldanha Pires, c: Denise Lange.

Tabela 6: Artrópodes encontrados forrageando em nectários extraflorais da área de Cerrado sentido restrito do CCPIU, Minas Gerais, Brasil.

Artrópodes associados aos NEFs	Período de atividade de forrageamento
Classe Insecta	
Ordem Coleoptera	
Curculionidae	Diurno
Eucnemidae	Diurno
Lampyridae	Diurno
Ordem Diptera	
Chironomidae	Noturno
Tephritidae	Diurno
Ordem Hemiptera	
Coreidae	Diurno
Ordem Himenoptera (Apidae)	
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	Diurno
Ordem Himenoptera (Formicidae)	
Dolichoderinae	
<i>Linepithema cerradensis</i> Mayr, 1866	Diurno
Ectatommata	
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	Diurno
<i>Ectatomma tuberculatum</i> Olivier, 1792	Diurno/Noturno
Formicinae	
<i>Brachymyrmex</i> sp.1 Mayr, 1868	Diurno/Noturno
<i>Brachymyrmex</i> sp.2 Mayr, 1868	Diurno/Noturno
<i>Camponotus atriceps</i> Smith, 1858	Diurno/Noturno
<i>Camponotus blandus</i> Smith, 1858	Diurno
<i>Camponotus bonariensis</i> Mayr, 1868	Noturno
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	Diurno/Noturno
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894	Noturno
<i>Camponotus substitutus</i> Emery, 1894	Noturno
<i>Nylanderia</i> sp.1 Emery, 1906	Diurno/Noturno
Myrmicinae	
<i>Cephalotes pusillus</i> Klug, 1824	Diurno/Noturno
<i>Crematogaster crinosa</i> Mayr, 1862	Diurno/Noturno
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i> Mayr, 1878	Diurno
<i>Pheidole</i> sp.1 Westwood, 1839	Noturno
<i>Pheidole</i> sp. 2 Westwood, 1839	Diurno/Noturno
<i>Solenopsis</i> sp. 1 Westwood, 1840	Diurno/Noturno
<i>Solenopsis</i> sp. 2 Westwood, 1840	Diurno
<i>Solenopsis</i> sp. 3 Westwood, 1840	Diurno
Ponerinae	
<i>Neoponera rostrata</i> Emery, 1890	Noturno
<i>Neoponera villosa</i> Fabricius, 1804	Diurno/Noturno

Pseudomyrmecinae		
<i>Pseudomyrmex flavidullus</i> Smith, 1858		Diurno
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> Fabricius, 1804		Diurno
<i>Pseudomyrmex elongatus</i> Mayr 1870		Diurno
Classe Arachnida		
Ordem Araneae		
Salticidae		Diurno
Stenochilidae		Diurno
Thomisidae		Diurno

As formigas observadas forrageando no maior número de espécies de plantas foram *Camponotus crassus* (encontrada em 20 espécies) e *Cephalotes pusillus* (encontrada em 17 espécies).

A riqueza de formigas variou entre as espécies de plantas (Tabela 7). No entanto, observamos que as espécies com maior riqueza de artrópodes apresentavam NEFs com morfologia do tipo sem forma e elevada, além de apresentarem néctar com maior volume (μl) e quantidade de açúcares totais (mg), quando comparada com outras espécies. São elas, *Qualea multiflora* (15 espécies), *Qualea grandiflora* (14 espécies), *Bonia coreacea* (10 espécies) e *Smilax polyantha* (10 espécies).

Tabela 7: Riqueza de artrópodes encontrados nos nectários extraflorais das diferentes espécies de plantas na área de Cerrado do CCPIU, Minas Gerais, Brasil.

Família/Espécie	Riqueza de artrópodes	Grupo pertencente
Caryocaraceae		
<i>Caryocar brasiliense</i>	4	Hymenoptera (Formicidae)
Chrysobalanaceae		
<i>Licania humilis</i>	7	Hymenoptera (Formicidae)
Fabaceae		
<i>Bonia coriacea</i>	10	Hymenoptera (Formicidae)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0	-
<i>Enterolobium gummiferum</i>	1	Hymenoptera (Formicidae)
<i>Plathynemia reticulata</i>	4	Hymenoptera (Formicidae)
<i>Senna rugosa</i>	6	Hymenoptera (Formicidae)
<i>Senna velutina</i>	7	Hymenoptera (Formicidae)/ Araneae
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	3	Hymenoptera (Formicidae)

<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	4	Hymenoptera (Formicidae)
Lythraceae		
<i>Lafoensia pacari</i>	8	Hymenoptera (Formicidae)/Coleoptera/Diptera
Malpighiaceae		
<i>Banisteriopsis campestris</i>	5	Hymenoptera (Formicidae)
<i>Banisteriopsis laevifolia</i>	2	Hymenoptera (Formicidae)
<i>Banisteriops malifolia</i>	9	Hymenoptera (Formicidae)/Diptera
<i>Banisteriopsis stellaris</i>	4	Hymenoptera (Formicidae)
<i>Heteropterys pteropetala</i>	7	Hymenoptera (Formicidae)
<i>Peixotoa tomentosa</i>	8	Hymenoptera (Formicidae)
Malvaceae		
<i>Eriotheca gracilipes</i>	8	Hymenoptera (Formicidae)/ Araneae
Ochnaceae		
<i>Ouratea hexasperma</i>	4	Hymenoptera (Formicidae)/Coleoptera
<i>Ouratea spectabilis</i>	9	Hymenoptera (Formicidae)/Hemiptera
Rubiaceae		
<i>Tocoyena formosa</i>	0	-
Smilacaceae		
<i>Smilax polyantha</i>	10	Hymenoptera (Formicidae)
Vochysiaceae		
<i>Qualea grandiflora</i>	14	Hymenoptera (Formicidae e Apidae)/Coleoptera
<i>Qualea multiflora</i>	15	Hymenoptera (Formicidae)/Araneae
<i>Qualea parviflora</i>	0	-

4. DISCUSSÃO

Nectários extraflorais são estruturas comuns a diferentes estratos vegetais do Cerrado. Além disso, apresentam vários tipos morfológicos e sua atividade secretora está concentrada em determinados períodos do ano, onde ocorre o surgimento de folhas jovens nas diferentes espécies. A frequência de nectários extraflorais, nas comunidades naturais, parece variar entre as diferentes formas de vida (Heil e McKey 2003). No cerrado estudado, foi evidenciado um número muito maior de espécies de árvores que possuem NEFs quando comparados com arbustos e lianas. Aguirre et al. (2013), mostrou que o hábito de vida dominante das plantas com NEFs no México, foram as árvores, seguido das lianas. No entanto, Blüthgen et al. (2000) encontrou na floresta amazônica um padrão contrário ao observado nas matas secas mexicanas e no Cerrado. Na Amazônia venezuelana, lianas e epífitas eram mais frequentemente encontradas apresentando NEFs.

Os estudos já publicados sobre o Cerrado documentaram nectários extraflorais apenas na flora lenhosa, sendo encontradas 40 espécies por Machado et al. (2008) e 34 espécies por Oliveira e Leitão-Filho (1987). No presente estudo, foi apresentada uma lista mais completa das espécies de plantas que apresentam nectários extraflorais em áreas de Cerrado, totalizando 50 espécies, distribuídas em 15 famílias, incluindo arbustos e lianas. Em um levantamento florístico da reserva ecológica do CCPIU de Appolinario e Schiavini (2002) foram encontradas 18 espécies de plantas com NEFs. No entanto, no presente estudo, apenas quatro dessas espécies não foram evidenciadas, o que de acordo com os parâmetros fitossociológicos (Appolinario e Schiavini 2002), são espécies pouco abundantes no fragmento e possivelmente não estavam presentes na área amostral.

Em muitos estudos de levantamento da flora, a família Fabaceae se destaca por apresentar uma maior riqueza de espécies que contêm NEFs, quando comparadas com outros grupos em diferentes tipos de vegetação (Oliveira e Leitão-Filho 1987; Oliveira e Oliveira-Filho 1991; Díaz-Castelazo et al. 2005; Machado et al. 2008; Melo et al. 2010). No presente estudo corroboramos esse padrão, com Fabaceae representada por oito espécies com nectários extraflorais no local, contudo, outra família bastante representativa foi Malpighiaceae com seis espécies, nesse caso predominantemente arbustivas. Além disso, foi apresentado o primeiro registro de NEFs para duas espécies, onde essas glândulas nunca foram reportadas: *Bonia coriacea* (Fabaceae) e *Smilax polyantha* (Smilacaceae).

Os NEFs foram observados em órgãos vegetativos, estruturas reprodutivas, ou em ambas, dependendo da espécie. Machado et al. (2008), em estudo no Cerrado, não identificou nenhuma espécie com NEFs exclusivamente em órgãos reprodutivos, a maioria das espécies apresentavam essas glândulas nas estruturas vegetativas (82,5%) ou em ambas (17,5%).

Algumas espécies possuem NEFs em distintas localizações, assim como observado em outros trabalhos (Díaz-Castelazo et al. 2005; Machado et al. 2008; Schoereder et al. 2010), podendo apresentar diferentes morfologias entre as estruturas. Além disso, o tipo morfológico elevado foi predominante entre os NEFs das espécies, padrão evidenciado em outras áreas de Cerrado (Oliveira e Leitão-Filho 1987; Machado et al. 2008).

A produção de néctar extrafloral está relacionada com a fenologia da planta (Bentley 1977), uma vez que NEFs estão ativos geralmente no período de surgimento de folhas jovens, consideradas partes vulneráveis da planta, onde as defesas devem estar concentradas, segundo a hipótese da defesa ideal (Rhoades 1979; Heil e McKey 2003).

No Cerrado, a sazonalidade climática bem marcada, pode ser um importante fator que influencia na variação da atividade dos NEFs das diferentes espécies, já que na estação chuvosa o número de plantas com nectários extraflorais ativos foi maior que na estação seca (Vilela et al. 2014). Esse padrão também foi evidenciado por Díaz-Castelazo et al. (2005) na costa do estado de Veracruz, México e por Melo et al. (2010) na Caatinga. Além disso, a abundância de artrópodes tende a aumentar no Cerrado durante a estação chuvosa, o que também pode estar influenciando a atividade dos NEFs nesse ambiente, já que a herbivoria é maior nessa época (Tizo-Pedroso e Del-Claro, 2007; Yamamoto e Del-Claro, 2008).

Segundo Morellato et al. (2000), quanto mais sazonal é o clima, com uma estação de condições restritivas de crescimento, mais baixa será a diversidade dos padrões fenológicos dentro desse ambiente. Na área de Cerrado, todas as espécies apresentaram sazonalidade significativa, ou seja, padrão de atividade dos nectários extraflorais concentrado em uma época do ano. Contudo, em algumas espécies, tais como, *L. humilis*, *S. velutina*, *L. pacari*, *B. Stellaris*, o valor do vetor r foi baixo, indicando que essas plantas apresentam picos de atividade. No entanto, alguns indivíduos permanecem com nectários ativos ao longo de quase todo ano, devido ao constante surgimento de folhas jovens.

Não foi possível avaliar a produtividade dos NEFs de todas as espécies devido à baixa produção de exsudato de algumas delas, que dificultaram as medições de volume e concentração. Cruden et al. (1983) argumentou que a viscosidade do néctar pode ser variável, devido à redução na umidade do ambiente, fator comum no cerrado, tipicamente quente e seco (Oliveira e Marquis 2002). No entanto, nas espécies em que foi possível a coleta, a morfologia observada na maioria das glândulas era elevada, característica que pode estar relacionada com sua produtividade. Oliveira e Leitão-Filho

(1987) propõem que nectários extraflorais elevados geralmente produzem mais néctar quando comparado com outros tipos morfológicos. Essa categoria morfológica apresenta estrutura mais complexa e com uma grande quantidade de feixes vasculares, o que permitiria uma maior secreção de néctar (Díaz-Castelazo et al. 2005). Além disso, os NEFs elevados são mais intensamente visitados por insetos (Oliveira e Leitão-Filho 1987), padrão também encontrado no presente estudo, uma vez que as espécies que apresentaram maior riqueza de artrópodes forrageando em seus NEFs (*Q. multiflora* e *Q. Grandiflora*), apresentam essa morfologia.

A riqueza de artrópodes forrageando em NEFs no Cerrado variou entre as espécies de plantas. Considerando que as interações estabelecidas entre formigas e plantas são facultativas, apresentando grande variação espacial e temporal (Bentley 1977), e que as formigas agem como organismos oportunistas (Heil e McKey 2003), essa relação exerce um papel importante na estruturação de cadeias alimentares no dossel (Davidson e McKey 1993), mas pode ser bastante variável.

Rico-Gray et al. (1998), propõem que a comunidade de formigas associadas a plantas com nectários extraflorais pode variar por diversos fatores e essa variação pode ocorrer devido a padrões geográficos, sazonais e de atividade de forrageamento das formigas, que pode ser exclusivamente diurna ou noturna, além de características da planta, tais como, produção e composição do néctar. Díaz-Castelazo et al (2005) sugere ainda, que além do néctar, a morfologia da glândula pode influenciar na atratividade de formigas, uma vez que essa característica pode ocasionar diferenças entre o acúmulo e produção de néctar pela glândula. No presente trabalho, observamos que as espécies que apresentaram maior quantidade de açúcar em seu néctar extrafloral, também possuem uma maior riqueza de artrópodes.

Dos distintos grupos de artrópodes encontrados forrageando nos nectários extraflorais na comunidade de plantas do CCPIU, destacam-se as formigas e as aranhas. Alguns estudos têm mostrado a associação positiva entre formigas e plantas com nectários extraflorais (Del-Claro et al. 1996, Rico-Gray e Oliveira 2007, Nascimento e Del-Claro 2010). Nahas et al. (2012) demonstrou que as aranhas também agem como defensores bióticos em plantas no Cerrado, atraídas pelo recurso alimentar ofertado pelas mesmas.

Oliveira (1997) sugere que formigas associadas com espécies de plantas do Cerrado, como *Caryocar brasiliense*, possam reduzir o número de herbívoros que utilizam essa planta como recurso, ocasionando um aumento na produção de flores e frutos. Em espécies de Malpighiaceae na área do presente estudo, a associação com formigas é fundamental para o controle da herbivoria foliar (Vilela et al. 2014). Considerando que as formigas podem ser encontradas forrageando nas plantas em busca de uma variedade de recursos, tais como, exsudatos de insetos ou até mesmo em buscas de presas, a presença de néctar extrafloral pode causar aumento na riqueza de espécies de formigas nas plantas de maneira a influenciar na composição de comunidades de formigas no Cerrado (Schoereder et al. 2010).

Além de formigas e aranhas, moscas, mosquitos, besouros, percevejos e abelhas foram observados consumindo néctar extrafloral. Spellman et al. (2006) observou besouros em nectários extraflorais em cultivo de pêssego, porém não evidenciou nenhum efeito positivo da presença desses animais sobre o controle biológico de pulgões na planta. Foster (1995) sugere que mosquitos podem utilizar nectários extraflorais como fonte de açúcar. Heil e McKey (2003) propõem ainda, que muitos artrópodes que utilizam néctar extrafloral como recurso alimentar atuam apenas como parasitas ou comensais (e.g. Byk e Del-Claro 2010).

5. CONCLUSÕES

O estudo realizado mostra que NEFs são estruturas abundantes entre as espécies de plantas no Cerrado e comuns em vários estratos vegetais, além de apresentarem uma grande diversidade morfológica. A sazonalidade climática apresentaram-se com um importante fator de variação na atividade dos NEFs. Uma ampla variedade de artrópodes utiliza o néctar extrafloral como fonte de alimento e, dessa maneira, plantas com nectários extraflorais podem ter grande influência na estruturação das comunidades no Cerrado.

Esse estudo foi o primeiro a considerar as plantas com nectários extraflorais em todos os estratos vegetais de uma savana, assim como o primeiro registro de NEFs em *Bonia coriacea* (Fabaceae) e *Smilax polyantha* (Smilacaceae).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(de acordo com as regras do periódico Journal of Natural History)

Abrahamson WG.1989. Plant-animal interactions: an overview. In: Plant-Animal Interactions (ed. W.G. Abrahamson). New Yorl: Mc-Graw-Hill Publishing. 1-22.

Aguirre A, Coates R, Cumplido-Barragán G, Campos-Villanueva A, Díaz-Castelazo C. 2013. Morphological characterization of extrafloral nectaries and associated ants in tropical vegetation of Los Tuxtlas, Mexico. Flora 208: 147-156. doi: 10.1016/j.flora.2013.02.008

Appolinario V, Schiavini I. 2002. Levantamento Fitossociológico de Espécies Arbóreas de Cerrado (*stricto sensu*) em Uberlândia – Minas Gerais. Boletim do Herbário Ezequias Paulo Heringer. 10: 57-75.

Assunção MA, Torezan-Silingardi HM, Del-Claro K. 2014. Do ant visitors to extrafloral nectaries of plants repel pollinators and cause an indirect cost of mutualism? Flora, 244-249

Belt T. 1874. The naturalist in Nicaragua. Dent and Sons, London, England.

Bentley B. 1977. Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards. Annual Review of Ecology and Systematics. 8: 407–427.

Bolten AB, Feinsinger P, Baker HG, Baker I. 1979. On the calculation of sugar concentration in flower nectar. Oecologia. 41: 301-304.

Blüthgen N, Verhaagh M, Goitia 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. doi: 10.1007/s004420000449

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. doi: 10.1007/s10211-010-0071-8

Byk J, Del-Claro K. 2011. Ant-plant interaction in the Neotropical savanna: direct beneficial effects of extrafloral nectar on ant colony fitness. Population Ecology 53 (2): 327-332. doi: 10.1007/s10144-010-0240-7

Crawley MJ. 1983. Herbivory: the dynamics of animal-plant interactions. University of California Press, Los Angeles.

Coley PD, Bryant JP, Chapin IIIFS. 1985. Resource availability and plant antiherbivory defense. Science. 230: 895-899.

Cruden RW, Hermann SM, Peterson S. 1983. Patterns of nectar production and plant-pollinator co-evolution. In: Bentley B, Elias TS (eds.). The biology of nectaries. New York: Columbia University Press, 80–125.

Cuautle M, Rico-Gray V. 2003. The effect of wasps and ants on the reproductive success of the extrafloral nectariferous plant *Turnera ulmifolia* (Turneraceae). Funct. Ecol. 17: 417 – 423. doi: 10.1046/j.1365-2435.2003.00732.x

Dafni A, Kevan PG, Husband BC. 2005. Practical pollination biology. Ontario, Canada. 590.

Davidson DW, McKey D. 1993. The evolutionary ecology of symbiotic ant-plant relationships. J. Hym. Res. 2:13–83.

Del-Claro, K. 2004. Multitrophic Relationships, Conditional Mutualisms, and the Study of Interaction Biodiversity in Tropical Savannas. Neotropical Entomology. 33 (6): 665-672. doi: 10.1590/S1519-566X2004000600002

Del-Claro, K. 2012. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. In: Del-Claro K, Torezan-Silingardi, HM (eds.). Ecologia das Interações Plantas-Animais: uma abordagem ecológico-evolutiva. Rio de Janeiro. 157-165.

Del-Claro K, Berto V, Réu W. 1996. Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set of an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). J. Trop. Ecol. 12: 887–892. doi: 10.1017/S0266467400010142

Del-Claro K, Oliveira PS. 1999. Ant-Homoptera interactions in a neotropical savanna: the honeydew-producing treehopper, *Guayaquila xiphias* (Membracidae), and its associated ant fauna on *Didymopanax vinosum* (Araliaceae). *Biotropica* 31:135-144. doi: 10.1111/j.1744-7429.1999.tb00124.x

Del-Claro K, Torezan-Silingardi, HM. 2009. Insect-Plant Interactions: New Pathways to a Better Comprehension of Ecological Communities in Neotropical Savannas. *Neotropical Entomology* 38(2): 159-164. doi: 10.1590/S1519-566X200900020000

Díaz-Castelazo C, Rico-Gray V, Ortega F, Angeles G. 2005. Morphological and secretory characterization of extrafloral nectarines in plants of coastal Veracruz, Mexico. *Ann. Bot.* 96: 1175–1189. doi: 10.1093/aob/mci270

Elias TS. 1983. Extrafloral nectaries: their structure and distribution. In: B. Bentley and T. S. Elias (eds.) *The Biology of Nectaries*. New York: Columbia University Press, 174–203.

Fiala B, Maschwitz U. 1991. Extrafloral nectaries in the genus *macaranga* (Euphorbiaceae) in Malaysia: comparative studies of their possible significance as predispositions for myrmecophytism. *Biological Journal of the Linnean Society* 44: 287-305. doi: 10.1111/j.1095-8312.1991.tb00621.x

Fine PVA, Miller ZJ, Mesones I, Irazuzta S, Appel HM, Stevens MHH, Sääksjärvi I, Schultz JC, Coley PD. 2006. The growth-defense trade-off and habitat specialization by plants in Amazonian forests. *Ecology* 87:150-162.

Foster WA. 1995. Mosquito sugar feeding and reproductive energetics. *Annu.Rev.Entomol.* 40:443–474.

Fuente MA de La, Marquis RJ. 1999. The role of ant-tended extrafloral nectaries in the protection and benefit of a Neotropical rainforest tree. *Oecologia* 118: 192–202. doi: 10.1007/s004420050718

González-Teuber M, Heil M. 2009. Nectar chemistry is tailored for both attraction of mutualists and protection from exploiters. *Plant Sign Behav* 4:809–813.

Heil M, McKey D. 2003. Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. *Annual Review of Ecology and Systematics* 34: 425–53. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132410

Heil M, Hilpert A, Krüger R, Linsenmair KE. 2004. Competition among visitors to extrafloral nectaries as a source of ecological costs of an indirect defence. *J. Trop. Ecol.* 20:1-8. doi: 10.1017/S026646740300110X

Janzen DH. 1966. Coevolution of mutualism between ants and acacias in Central America. *Evolution* 20:249–275.

Junker RR, Chung AYC, Blüthgen N. 2007. Interaction between flowers, ants and pollinators: additional evidence for floral repellence against ants. *Ecol. Res.* 22,665–670.

Kaplan I, Halitschke R, Kessler A, Sardanelli S, Denno RF. 2008. Constitutive and induced defenses to herbivory in above and below ground plant tissues. *Ecology* 89: 392-406. doi: 10.1890/07-0471.1

Kogan M, Ortman EF. 1978. Antixenosis – A new term proposed to define Painter’s “nonpreference” modality of resistance. *Bulletin of the Entomology Society of America* 24:175-176.

Koptur S. 1992. Plants with extrafloral nectaries and ants in Everglades habitats. *Florida Entomologist* 75: 38–50.

Koptur S. 2005. Nectar as fuel for plant protectors. In: Wäckers FL, van Rijn PCJ, Bruun J (eds.). *Plant-provided food for carnivorous insects: a protective mutualism and its applications*. Cambridge University Press, New York, USA. 75-108.

Korndörfer AP, Del-Claro K. 2006. Ant defense versus induced defense in *Lafoensia pacari* (Lythraceae), a myrmecophilous tree of the Brazilian cerrado. *Biotropica* 38(6): 786-788. doi: 10.1111/j.1744-7429.2006.00200.x

Labandeira CC. 2002. The history of associations between plants and animals. In: Herrera CM, Pellmyr O (eds.). *Plant animal interactions, an evolutionary approach*. Blackwell Science Ltd, Oxford. 26-76.

Lange D, Del-Claro K. 2014. Ant-Plant Interaction in a Tropical Savanna: May the Network Structure Vary over Time and Influence on the Outcomes of Associations? PLoS ONE Published. doi: 10.1371/journal.pone.0105574

Limburg DD, Rosenheim JA. 2001. Extrafloral nectar consumption and its influence on survival and development of an omnivorous predator, larval *Chrysoperla plorabunda* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.* 30: 595–604. doi: 10.1603/0046-225X-30.3.595

Machado SR, Morellato LPC, Sajo MG, Oliveira PS. 2008. Morphological patterns of extrafloral nectarines in woody plant species of the Brazilian Cerrado. *Plant Biol.* 10: 660–673. doi: 10.1111/j.1438-8677.2008.00068.x

Marazzi B, Bronstein JL, Koptur S. 2013. The diversity, ecology and evolution of extrafloral nectarines: current perspectives and future challenges. *Annals of Botany* 111: 1243-1250. doi: 10.1093/aob/mct109

Marquis RJ. 1992. Selective impact of herbivores. In: Fritz RS, Simms EL (eds.) *Ecology and Plant Resistance to Herbivores and Pathogens*. University of Chicago Press, Chicago, 301-325.

Marquis RJ. 2012. Uma abordagem geral das defesas das plantas contra a ação dos herbívoros. In: Del-Claro K, Torezan-Silingardi HM (eds.). *Ecologia das Interações Plantas-Animais: uma abordagem ecológico-evolutiva*. Rio de Janeiro, 55-66.

McKey D. 1974. Adaptive patterns in alkaloid physiology. *Am. Nat.* 108:305–20.

Moreira VSS, Del-Claro K. 2005. The outcomes of an ant-threephopper association on *Solanum lycocarpum* St. Hil: increased membracid fecundity and reduced damage by chewing herbivores. *Neotropical Entomology* 34 (6): 881-887. doi: 10.1590/S1519-566X2005000600002

Melo Y; Machado SR; Alves M. 2010. Anatomy of extrafloral nectaries in Fabaceae from dry-seasonal forest in Brazil. *Bot. J. Linn. Soc.* 163: 87–98. doi: 10.1111/j.1095-8339.2010.01047.x

Morellato LPC; Talora DC; Takahasi A; Bencke CSC; Romera EC; Zipparro V. 2000. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32, 811–823. doi: 10.1111/j.1744-7429.2000.tb00620.x

Nascimento EA, 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. doi: 10.1016/j.flora.2009.12.040

Nahas L, Gonzaga MO, Del-Claro K. 2012. Emergent Impacts of Ants and Spider Interactions: Herbivory Reduction in a Tropical Savanna Tree. *Biotropica* 0(0) 1-8. doi: 10.1111/j.1744-7429.2011.00850.x

Ness JH. 2006. A mutualism's indirect costs: the most aggressive plant bodyguards also deter pollinators. *Oikos* 113, 506–514.

Oliveira PS. 1997. The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocarpaceae). *Functional Ecology*. 11: 323-330. doi: 0.1046/j.1365-2435.1997.00087.x

Oliveira PS, Brandão CRF. 1991. The ant community associated with extrafloral nectaries in Brazilian cerrados. In: Cutler DF; Huxley CR (eds.) *Ant-plant Interactions*. Oxford University Press, Oxford. 198-212.

Oliveira PS, Leitao-Filho HF. 1987. Extrafloral nectaries: their taxonomic distribution and abundance in the woody flora of Cerrado vegetation in southeast Brazil. *Biotropica* 19: 140–148.

Oliveira PS, Marquis RJ. 2002. The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna. Columbia University Press, New York.

Oliveira PS, Oliveira-Filho AT. 1991. Distribution of extrafloral nectarines in the woody flora of tropical communities in western Brazil. In: Price, P.W.; Lewin-sohn, T.M.; Fernandes, G.W.; Benson, W.W. (eds.). *Plant-animal interactions*. John Wiley and Sons, New York, NY. 163–175.

Oliveira PS, Sendoya SF, Del-Claro K. 2012. Defesas bióticas contra herbívoros em plantas de cerrado: interações entre formigas, nectários extraflorais e insetos trofobiontes. In: Del-Claro K, Torezan-Silingardi HM (eds.). *Ecologia das Interações Plantas-Animais: uma abordagem ecológico-evolutiva*. Rio de Janeiro. 157-165.

Oliveira-Filho AT, Ratter JA. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: Oliveira PS, Marquis RJ (eds.). *The Cerrados of Brazil: Ecology and*

Natural History of a Neotropical Savanna. Columbia University Press, New York. 91–120.

Price PW, Bouton CE, Gross P, McPheron BA, Thompson JN, Weis AE. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plant on interactions between insect herbivores and natural enemies. Annual Review of Ecology and Systematics, 11: 41-65.

Reú Jr WF, Del-Claro K. 2005. Ecology, Behavior and Bionomics, Natural History and Biology of *Chlamisus minax* Lacordaire (Chrysomelidae: Chlamisinae). Neotropical Entomology 34(3), 357-362. doi: 10.1590/S1519566X2005000300001

Rico-Gray V, Oliveira PS. 2007. The Ecology and Evolution of Ant-plant Interactions. University of Chicago Press, Chicago.

Rico-Gray V, García-Franco JG, Palacios-Rios M, Díaz-Castelazo C, Parra-Tabla V, Navarro JN. 1998. Geographical and seasonal variation in the richness of ant-plant interactions in Mexico. Biotropica 30, 190–200.

Rhoades DF. 1979. Evolution of plant chemical defense against herbivores. In: Rosenthal GA, Janzen DH. 1979. Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites. New York/London: Academic. 4–53.

Rosumek FB, Silveira FAO, Neves FS, Barbosa NP, DinizL, Oki Y, Pezzini F, Fernandes GW, Cornelissen T. 2009. Ants on plants: a meta-analysis of the role of ants as plant biotic defenses. Oecologia 160:537–549. doi: 10.1007/s00442-009-1309-x

Ruhren S, Handel SN. 1999. Jumping spiders (Salticidae) enhance the seed production of a plant with extra floral nectaries. Oecologia 119: 227–230. doi: 10.1007/s004420050780

Schoonhoven LM, van Loon JJA, Dicke M. 2005. Insect-Plant Biology. Oxford: Oxford University Press.

Schoereder JH, Sobrinho TG, Madureira MS, Ribas CR, Oliveira PS, 2010. The arboreal ant community visiting extrafloral nectaries in the neotropical cerrado savanna. Terr. Arthropod Rev. 3: 3–27. doi:10.1163/187498310X487785

Sendoya SF, Freitas AVL, Oliveira PS. 2009. Egg-laying butterflies distinguish predaceous ants by sight. American Naturalist 174: 134-140. doi: 10.1086/599302

Spellman B, Brown MW, Mathews CR. 2006. Effect of floral and extrafloral resources on predation of *Aphis spiraecola* by *Harmonia axyridis* on Apple. Biocontrol 51: 715 – 724. doi: 10.1007/s10526-005-5252-4

Staggemeier VG; Diniz-Filho JAF; Morellato LPC. 2010. The shared influence of phylogeny and ecology on the reproductive patterns of Myrteae (Myrtaceae). J. Ecol. 98: 1409–1421. doi: 10.1111/j.1365-2745.2010.01717.x

Tizo-Pedroso E, Del-Claro K. 2007. Cooperation in the neotropical pseudoscorpion, *Paratemnoides nidificator* (Balzan, 1888): feeding and dispersal behavior. Insect. Soc. 54: 124-131. doi: 10.1007/s00040-007-0931-z

Trigo JR, Pareja M, Massuda, KF. 2012. O papel das substâncias químicas nas interações entre plantas e insetos herbívoros. In: Del-Claro K, Torezan-Silingardi HM (eds.). Ecologia das Interações Plantas-Animais: uma abordagem ecológico-evolutiva. Rio de Janeiro. 67-88.

Vilela AA, Torezan-Silingardi HM, Del-Claro K. 2014. Conditional outcomes in ant-plant-herbivore interactions influenced by sequential flowering. Flora 209:359-366. doi: 10.1016/j.flora.2014.04004

Von Wettstein R. 1889. Über die compositen der österreichisch-ungarischen. Flora mit zuckerabscheidenden Hullschuppen. Situngsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe 1(97): 570-589.

Wooley SC, Donaldson JR, Gusse AC, Lindroth RL, Stevens MT. 2007. Extrafloral nectaries in Aspen (*Populus tremuloides*): heritable genetic variation and herbivore-induced expression. Annals of Botany. 100: 1337-1346. doi: 10.1093/aob/mcm220

Yamamoto, M., Del-Claro, K., 2008. Natural history and foraging behavior of the carpenter ant *Camponotus sericeiventris* Guérin, 1838 (Formicinae, Camponotini) in the Brazilian tropical savanna. Acta Ethol. 11: 55- 65. doi: 10.1007/s10211-008-0041-6