

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

**Padrões de herbivoria de espécies lenhosas de
cerrado ralo em Uberlândia – MG.**

Ingrid Savastano Becker

Uberlândia – MG
2017

Ingrid Savastano Becker

**Padrões de herbivoria de espécies lenhosas de
cerrado ralo em Uberlândia – MG.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Uberlândia, como exigência parcial para
obtenção do título de Mestre em Ecologia e
Conservação de Recursos Naturais.

Orientador
Prof. Dr. Heraldo Luis de Vasconcelos

Uberlândia
Fevereiro – 2017

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

B395p Becker, Ingrid Savastano, 1988-
2017 Padrões de herbivoria de espécies lenhosas de cerrado ralo em
Uberlândia - MG / Ingrid Savastano Becker. - 2017.
38 f. : il.

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

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.1313>

Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Teses. 2. Cerrados - Teses. 3. Biologia (Ecologia) -
Teses. 4. Fenologia vegetal - Teses. I. Vasconcelos, Heraldo Luis de.
II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

CDU: 574



Serviço Público Federal - Ministério da Educação - Universidade Federal de Uberlândia
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais
Campus Umuarama – Bloco 2D – Sala 26 – Uberlândia (MG) – CEP: 38400-902

☎ (034) 3225-8641

🌐 <http://www.ppgeco.ib.ufu.br/>

✉ ecologia@umuarama.ufu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
ECOLOGIA
E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

ATA DE DEFESA DA **243ª** DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS / INBIO/ UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico, Nº. **243**, PPGEARN

Data: **22 de fevereiro de 2017**

Discente: **INGRID SAVASTANO BECKER**

Matrícula: **11512ECR008**

Título do Trabalho: **“Padrões de herbivoria de espécies lenhosas de cerrado ralo em Uberlândia – MG”**

Área de concentração: **Ecologia.**

Linha de pesquisa: **Interações entre formigas e plantas**

Projeto de Pesquisa de vinculação: **Interações entre formigas e plantas**

No dia **22 de fevereiro** do ano de **2017** no auditório 2A, Campus Umuarama da UFU reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do PPGEARN, composta pelos seguintes Professores Doutores: **Maria Inês Cruzeiro Moreno** – UFG, **Denis Coelho de Oliveira** – INBIO/UFU, e **Heraldo L. de Vasconcelos** – INBIO/UFU, presidente da banca e orientador(a) do(a) candidato(a). O(a) Presidente declarou aberta a sessão às **13h00min**, saudou a todos e apresentou os membros da Banca Examinadora e, em seguida, passou a palavra ao(a) candidato(a) para que expusesse sua dissertação. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa. A seguir o presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(as) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Terminada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais. Em face do resultado obtido a Banca Examinadora considerou o(a) candidato(a) **APROVADO(A)**. Esta defesa de Dissertação de Mestrado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU. O(a) Presidente(a) agradeceu aos membros da Banca Examinadora e a todos que contribuíram para o êxito do processo que concluiu às **17h20min** e declarou encerrada a sessão, cujos trabalhos são objeto desta Ata que será assinada pelo candidato(a) avaliado(a) e os membros da Banca Examinadora. Uberlândia (MG), 22 de fevereiro de 2017.

Msc. Ingrid Savastano Becker

Profa. Dra. Maria Inês Cruzeiro Moreno

Prof. Dr. Denis Coelho de Oliveira

Prof. Dr. Heraldo L. de Vasconcelos¹

¹ 1 cópia do aluno, 2 cópias PROPP, 1 cópia secretaria

Este trabalho foi redigido seguindo as Normas para Redação de Dissertações e Teses da Universidade Federal de Uberlândia

~ Dedicada à minha filha Nicolle.

À memória de Renata Mercadante Becker,

Humberto Savastano e Walter Becker.

“– Our arrows will blot out the sun!

–Then we will fight in the shade.”

~ 300

“A infelicidade tem isto de bom:
faz-nos conhecer os verdadeiros amigos.”

~ *Honorè de Balzac*

AGRADECIMENTOS

À minha filha **Nicolle**, que suportou ter menos de meia mãe durante esses dois anos, agradeço por sua compreensão, carinho, bilhetes, flores e desenhos. Obrigada por me oferecer tanto amor e paciência.

Aos meus pais **Marcia** e **Antonio** por toda ajuda e apoio ofertado, que me permitiu estudar mais tranquilamente e com menos peso na consciência, pelo estímulo para não desistir.

Aos meus irmãos **Erick**, **Igor** e **Óliver**.

Aos meus tios **Mônica** e **Paulo**, por terem me doado sua casa para eu viver. Obrigada por terem facilitado muito a minha vida e terem tornado esse período mais leve de se viver.

Aos meus primos **Natalia**, **Giovana** e **Nelson**, pelas conversas, pela companhia, pela convivência, pelos táxis divididos.

Às minhas avós, **Maria Clara** (por todas as suas rezas e orações, eu agradeço a positividade emanada) e **Therezinha** (talvez, no fundo, você ainda se lembre de mim).

Às minhas tias **Maria Jaci**, **Maria Thereza**, **Paula** e **Marisa** pelas conversas, pelo incentivo a continuar, pela força para não desistir.

Às minhas primas, que considero irmãs, **Vanessa** e **Carol**, e à melhor e mais antiga amiga, **Nayssa**, pelo suporte emocional, por me aguentarem todo esse tempo, por me empurrarem para frente.

Agradecimentos eternos às melhores amigas, **Jésica Vieira** e **Karyne Martins**. Eu amo vocês duas, do fundo do coração! Obrigada por tudo o que fizeram por mim, principalmente pelo suporte emocional, pelo abrigo, caronas, pela ajuda em campo e pelo álcool etílico.

Aos meus amigos mais próximos **Bianca Kotviski** (obrigada por me ensinar a usar os ônibus), **Claire Röpke** (obrigada pelo cartão!), **Renan Moura Carioca** (larga o meu cabelo). Obrigada por todo o apoio, pela amizade, por me aguentarem. Agradeço pela enorme ajuda com a disciplina de Estatística, pelas conversas, as festas, os passeios, pelo meu aniversário. Vocês estão no meu coração.

Ao meu caro *Leonard* (**Vinícius Alves**), além do supracitado, agradeço pela ajuda em campo, pelo apoio emocional, principalmente na reta final, pelos artigos e seu TCC, pelo Mr. Catra. E à sua querida **Carol**, obrigada pelas dicas preciosíssimas! Gratidão por tudo o que fizeram!

Aos amigos que se dispuseram a sofrer em campo comigo: Claire Röpke, Karyne Alves, Lino Zuanon (uma fonte constante de bom humor), Lucas Issa, Renan Moura e Vinícius Alves.

Aos demais, dentre os quais destaco, em ordem *Victorbética*: Victor Penha, Uiara Rezende, Richard Tito Leon, **Regiane Rodrigues**, Raquel Carvalho, Melina Galdiano, *Macacá* Marcela Oliveira e *Macacá* Ana Carolina Porto (desculpa, nunca saberei diferenciar vocês duas pelo nome), Lucas Issa, Luana Pfeffer, Lino Zuanon, Liégi Resende, Karen Neves, **Henrique Venâncio**, Helen Belan, Gudryan Barônio, Drielly Queiroga, Dimas Pioli, Bené Rodrigues e Ananda Barros, agradeço pelas risadas, conversas, dicas, aulas de Estatística, ideias, festas e caronas, obrigada!

À futura bióloga **Tainara Roman**, minha preciosa estagiária. Você é maravilhosa, precisa de mais oportunidades para mostrar sua excelência. Foi uma pena não termos nos conhecido antes, o trabalho não teria os furos que tem. Obrigada por todos os campos!

Aos excelentes professores da UFU, principalmente o Dr. **Ivan Schiavini**, Dr. **Oswaldo Marçal Júnior** e Dr. **Vinicius Brito**, que são pessoas extremamente educadas, solícitas e inspiradoras.

Ao Dr. **Alan Nilo**. Obrigada por tudo!

À Dra. **Luísa Pajola**, por me ajudar na minha recuperação.

À Dra. **Maria Inês**, pelo empréstimo de seu laboratório e materiais.

À Dra. **Alessandra Bartimachi**, por todas as nossas conversas no horário do almoço, por todo o carinho e apoio, mesmo nos momentos pessoais mais difíceis.

Ao Dr. **Marco Aurélio Mello**, por todo o material fantástico que disponibiliza em seu *blog* Sobrevivendo na Ciência (marcoarmello.wordpress.com).

Ao meu orientador, Dr. Heraldo Vasconcelos, por ter me aceito como orientada; aos colegas do laboratório LEIS.

À Universidade Federal de Uberlândia, aos seus motoristas e à FAPEMIG, pela bolsa de estudos e infraestrutura logística para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos vocês, a minha profunda gratidão!

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMO | IX |
| ABSTRACT | X |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 MATERIAIS E MÉTODOS | 5 |
| 2.1 LOCAL DO ESTUDO | 5 |
| 2.2 ESPÉCIES DO ESTUDO | 5 |
| 2.3 CARACTERIZAÇÃO DO PADRÃO DE BROTAMENTO | 8 |
| 2.4. TAXA DE HERBIVORIA E ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA | 9 |
| 2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS | 10 |
| 3 RESULTADOS | 11 |
| 4 DISCUSSÃO | 19 |
| REFERÊNCIAS | 23 |

RESUMO

Becker, Ingrid S. 2017. Padrões de herbivoria de espécies lenhosas de cerrado ralo em Uberlândia – MG. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia – MG. 38 p.

A herbivoria impacta diretamente o fitness da planta atacada e pode modificar a população e a comunidade vegetal. Para evitar a herbivoria, as plantas apresentam estratégias que podem ser químicas, físicas ou fenológicas. Os mecanismos de defesa tendem a não estar totalmente ativos nas folhas jovens, alvo preferencial dos herbívoros por suas altas concentrações de água e nutrientes e baixa dureza. No Cerrado, as plantas apresentam poucas defesas químicas, usando a baixa qualidade nutricional e a tolerância ao dano como principais estratégias de defesa. Apesar de bem conhecidos, não se sabe se estas plantas evitam a herbivoria por mecanismos fenológicos. Foram testadas quatro hipóteses. (i) Se a taxa de consumo de folhas varia entre as espécies de plantas do Cerrado. (ii) Se a variação na dureza das folhas influencia a taxa de dano. (iii) Se o padrão de brotamento afeta as taxas de dano. (iv) Se espécies com diferentes padrões de caducifolia apresentam diferentes taxas de dano. O estudo foi realizado em uma área de cerrado ralo, entre julho de 2015 e junho de 2016, em 14 espécies lenhosas do Cerrado. Para a caracterização do padrão de brotamento utilizou-se o Índice de Atividade (IA) e o Percentual de Intensidade de Fournier (PIF). Para o cálculo das taxas de herbivoria foram marcados até 10 folhas jovens sem qualquer dano aparente. Todas as espécies apresentaram eventos sincrônicos de produção de folhas, com picos nos meses de outubro e novembro. O pico de brotamento ocorreu em outubro para quase todas as espécies, exceto *S. ferrugineus*, cujo pico ocorreu no mês de novembro. Nas espécies sempre-verdes, a intensidade de produção de folhas foi moderada enquanto brevicíduas e decíduas apresentaram alta intensidade de brotamento. Foi encontrada uma forte correlação positiva entre a porcentagem de indivíduos em brotamento e a intensidade da brotação. A maior parte das folhas e dos indivíduos apresentou baixo dano por herbivoria, variando significativamente entre as espécies estudadas. A taxa de herbivoria da comunidade foi de 7,65% ($\pm 19,19$ DP). Não foi encontrada correlação entre a taxa de dano das espécies e área foliar específica. Não foi observada diferença significativa na taxa de herbivoria segundo o comportamento de caducifolia das espécies. A taxa de dano também não variou entre as espécies segundo a sincronia de brotação. Observou-se que as taxas de dano tenderam a aumentar conforme as plantas intensificavam sua brotação. Os resultados indicaram que, de forma geral, o consumo das plantas pelos herbívoros no Cerrado pode ser baixo, e que este consumo varia fortemente entre as espécies, e mesmo entre indivíduos de cada espécie. Observou-se a tendência de aumento nas taxas de dano conforme aumentava a brotação das plantas entre os meses de agosto e novembro. Isto sugere que as plantas não escapam temporalmente dos herbívoros na área estudada.

Palavras-chave: Cerrado, herbivoria, fuga fenológica.

ABSTRACT

Becker, Ingrid S. 2017. Herbivory patterns on woody plant species in *cerrado ralo* in Uberlândia – MG. MS.c. thesis. UFU. Uberlândia – MG. 38 p.

Herbivory directly impacts the fitness of attacked plants, and can modify the population and plant community. To avoid herbivory, plants present strategies that could be either chemical, physical or phenological. Defense mechanisms tend not to be totally active in young leaves, which are the primary target of herbivores due to their high concentrations of water and nutrients, and their low hardness. In Cerrado, plants present few chemical defenses, making use of the reduced nutritional quality and the tolerance to damage as their main defense strategies. Despite of being well-known, it is still unclear if these plants avoid herbivory by phenological mechanisms. Here we tested four hypotheses: (i) If leaf consumption rate varies between Cerrado plant species. (ii) If the variation of leaf hardness affects the damage rate. (iii) If the budding pattern influences the damage rates. (iv) If species with different deciduousness patterns present different damage rates. The study was performed in a “cerrado ralo” area, between July 2015 and June 2016, with 14 Cerrado woody plant species. To characterize the budding patterns, we used the *Índice de Atividade* (IA) and the *Percentual de Intensidade de Fournier* (PIF). We marked up to 10 young leaves without any apparent damage for the calculation of herbivory rates. All species presented synchronic leaf production events, with peaks in October and November. The budding peak occurred in October for all species, except for *S. ferrugineus*, which had its peak in November. For evergreen species, the leaf production intensity was moderate while semi-deciduous and deciduous plants presented high budding intensity. We found a strong positive correlation between the percentage of budding individuals and budding intensity. Most leaves and individuals presented low herbivory damage, with significant variation between studied species. The community herbivory rate was 7.65% (± 19.19 SD). We could not detect a correlation between species damage rate and specific leaf area. No difference in herbivory rates according to the species deciduousness patterns was found. Damage rate did not vary between species following the budding synchrony either. We observed a tendency of damage rates to increase as plants budding intensified. Our results show that, in a general way, plants consumption by cerrado herbivores may be low, and that it strongly varies between species or even individuals of each species. We also report an increasing tendency of damage as plants budding events became more numerous between August and November. This result suggests that plants do not temporally escape from herbivores in the studied area.

Key-words: Cerrado, herbivory, phenological scape.

1 INTRODUÇÃO

Herbivoria ocorre quando animais, invertebrados e vertebrados, consomem qualquer tecido vegetal vivo. Este processo pode impactar diretamente o *fitness* da planta atacada, ou seja, diminuir seu crescimento (AIDE, 1992; SULLIVAN, 2003), elevar sua suscetibilidade às doenças (COLEY *et al.*, 1985) e probabilidade de morte (COSTA, VASCONCELOS e BRUNA, 2017; KARBAN e THALER, 1999), além de reduzir a quantidade e a viabilidade das sementes produzidas (AIDE, 1992; MARQUIS, 1984; MASSAD, 2013). Estes efeitos acontecem uma vez que os recursos que seriam alocados para o crescimento e reprodução da planta são consumidos pelos herbívoros (COLEY *et al.*, 1985). Desta forma, os herbívoros podem modificar a densidade populacional das espécies exploradas, e em última análise, alterar a estrutura e composição da vegetação (ADLER *et al.*, 2001; ALTESOR *et al.*, 2005; BARTON e HANLEY, 2013; COLEY e BARONE, 1996).

Como resposta à pressão exercida pela herbivoria, as plantas apresentam diversas estratégias para minimizar os potenciais impactos negativos (BARROS e FERNANDES, 2013). Tais estratégias adotadas pelas plantas teriam como principal objetivo diminuir ao máximo a palatabilidade de seus tecidos, sem prejudicar seu crescimento e reprodução (COLEY *et al.*, 1985). Entre os mecanismos de defesa de natureza química cita-se a produção de látex, alcaloides, taninos e de compostos secundários produzidos pela planta (BI e FELTON, 1995; BIXENMANN *et al.*, 2016; FREELAND e JANZEN, 1974). Estes produtos diminuem a palatabilidade, dificultam a digestão, causam intoxicação ou até mesmo, a morte dos herbívoros (DANTAS e BATALHA, 2012; MONTEIRO *et al.*, 2005). Outros mecanismos de natureza física, como a dureza foliar ou a presença de tricomas, atuam dificultando a ingestão dos tecidos vegetais (BARONIO, 2012; COLEY, 1983; SÁNCHEZ-RAMOS *et al.*, 2010; VOLF *et al.*, 2015).

Embora os mecanismos de defesa estejam bem desenvolvidos nas folhas expandidas, os mesmos tendem a não estar totalmente ativos nas folhas jovens (COLEY, 1983). Por isso, a maior parte da herbivoria ocorre em folhas jovens durante seu processo de expansão (COLEY e BARONE, 1996). Neste período, as folhas são altamente atrativas devido as suas altas concentrações de água e nutrientes e baixa dureza (AIDE, 1991; BIXENMANN *et al.*, 2016; LAMARRE *et al.*, 2014). Assim, algumas espécies vegetais investem na produção de folhas com alta velocidade de expansão, o que permite à folha atingir seu tamanho final rapidamente, diminuindo seu período de vulnerabilidade (AIDE e LONDOÑO, 1989; BIXENMANN *et al.*, 2016; COLEY *et al.*, 2006). Além das defesas físicas e químicas as plantas podem apresentar defesas fenológicas, permitindo que escapem dos herbívoros espaço-temporalmente (COLEY e BARONE, 1996). A fuga espacial ocorre na sincronização dos fluxos de brotação e na produção de fluxos intensos (LAMARRE *et al.*, 2014). Ao sincronizar seu fluxo de brotação, as plantas diluiriam a predação entre todos os indivíduos da população, diminuindo o dano *per capita* (BACH, 1980). Quando produzem fluxos intensos, os herbívoros seriam saciados e não teriam capacidade de consumir as folhas antes de seu amadurecimento (BROWN e EWEL, 1987). Enquanto isto, a produção de folhas jovens antes de os herbívoros estarem aptos para consumi-las seria uma estratégia de fuga temporal (AIDE, 1992).

O Cerrado é a maior savana em extensão na América do Sul, apresentando gradiente de fisionomias que varia desde ambientes abertos com predominância de gramíneas até ambientes florestais (OLIVEIRA-FILHO e RATTER, 2002). Neste bioma, condições ambientais estressantes como a sazonalidade climática, solo pobre em nutrientes e frequente ocorrência de fogo, modelam as características das plantas (ALVES 2015; FRANCO *et al.*, 2005; MUNHOZ e FELFILI, 2007). Nas fisionomias tipicamente de savana a vegetação lenhosa é caracterizado por arbustos e árvores pequenas, com troncos retorcidos e

escleromórficos, com folhas duras e de baixo valor nutricional (FURLEY, 1999; MARQUIS, MORAIS e DINIZ 2002). Além disso, as plantas apresentam poucas defesas químicas, tendo a baixa qualidade nutricional e a tolerância a certo nível de dano como principais estratégias de defesa contra herbívoros (LOIOLA *et al.*, 2012; SILVA e BATALHA, 2011).

A sazonalidade do Cerrado também influencia o aparecimento e duração das fenofases na vegetação, como brotação, floração, frutificação e abscisão foliar (SANO, ALMEIDA e RIBEIRO, 2008). Na maioria das espécies, a produção de folhas se intensifica a partir de julho (em meados da estação seca) e que se prolonga até janeiro ou fevereiro (em meados da estação chuvosa; LENZA e KLINK, 2006; SILVÉRIO e LENZA, 2010). O estresse hídrico também modela o comportamento de caducifolia das plantas, que podem ser sempre-verdes, brevicíduas e decíduas (FRANCO *et al.*, 2005; SILVA JÚNIOR, 2005). Apesar de bem conhecidos, não se sabe se as plantas do Cerrado evitam a herbivoria por estes mecanismos fenológicos. Por exemplo, na estação seca o consumo poderia sobrecarregar plantas de espécies sempre-verdes, visto que as folhas em senescência disponíveis em plantas de espécies decíduas ou brevicíduas seriam um alimento de baixa qualidade, com elevada dureza, pouca qualidade nutricional e vários elementos de defesa (SCHERRER *et al.*, 2016).

No presente trabalho foram testadas quatro hipóteses. Primeira, se a taxa de consumo de folhas por herbívoros varia entre diferentes espécies de plantas do Cerrado. Segunda, se a variação na dureza das folhas entre as espécies influencia a taxa de dano, esperando-se que espécies com maior área foliar específica (um indicativo de dureza) apresentem menor herbivoria. Terceira, se o padrão de brotamento (i.e., a sincronia e a intensidade de produção de folhas na população) afeta as taxas de dano, sendo que espécies mais síncronas e que produzam folhas jovens em maior quantidade conseguiriam realizar uma fuga fenológica. Quarta, se espécies com diferentes padrões de caducifolia (decídua, brevicídua e sempre-verde) apresentariam diferentes taxas de consumo por herbívoros, uma vez que o

comportamento de caducifolia altera a qualidade das folhas disponíveis pra o consumo. Deste modo, o objetivo principal deste estudo foi determinar a área foliar específica, o padrão de brotamento e as taxas de herbivoria de 14 espécies de plantas lenhosas do Cerrado.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado na Reserva Ecológica do Panga (REP), uma área de 409,5 ha de propriedade da Universidade Federal de Uberlândia, localizada na cidade de Uberlândia, Minas Gerais (VASCONCELOS, ARAÚJO e GONZAGA, 2014). A precipitação média anual nesta região é de 1600 mm (ROSA, LIMA e ASSUNÇÃO, 1991), com uma estação seca de maio a setembro, e uma chuvosa de outubro a abril. A reserva possui diversas formações vegetais típicas do Cerrado, como cerrado sentido restrito, cerradão, mata semidecídua e vereda (CARDOSO *et al.*, 2009; SCHIAVINI e ARAÚJO, 1989). A fisionomia de interesse foi uma área de cerrado ralo, situada ao norte da reserva (Figura 1). A área é caracterizada por predominância do estrato herbáceo, com arbustos e árvores espaçadas (Figura 2).

2.2 ESPÉCIES DO ESTUDO

Para acompanhamento da brotação e determinação das taxas de herbivoria foram selecionadas 14 espécies lenhosas (arbustos e árvores) nativas do Cerrado, escolhidas por serem abundantes na fitofisionomia de interesse (VASCONCELOS, ARAÚJO e GONZAGA, 2014). Todas as espécies pertenciam a diferentes famílias, para não incorrer em pseudo-replicação filogenética. As espécies foram classificadas em sempre-verdes, brevicíduas ou decíduas (DINIZ *et al.*, 2007; FARIA *et al.*, 2015; LORENZI, 2002; PIRANI, SANCHEZ e PEDRONI, 2009; SILVÉRIO e LENZA, 2010; SOUZA *et al.*, 2015; Tabela 1).

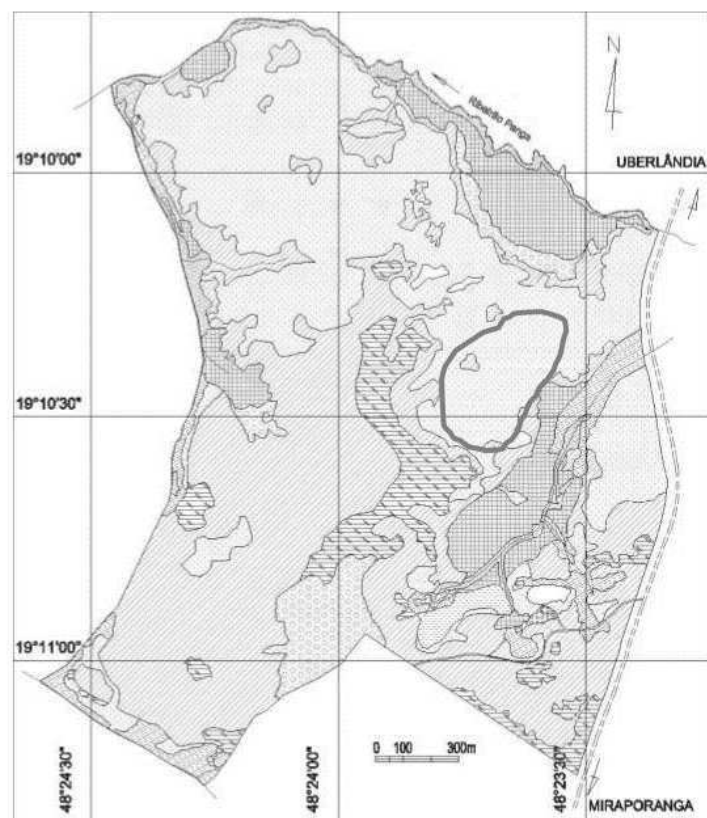


Figura 1. Mapa da cobertura vegetal da Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. Em destaque, a localização aproximada da área de cerrado ralo onde o estudo foi desenvolvido. Mapa adaptado de Cardoso *et al.*, 2009.



Figura 2. Área de cerrado ralo onde o estudo foi desenvolvido, na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG, em 2015. (Foto: Ingrid Savastano Becker)

Tabela 1. Classificação das 14 espécies de plantas lenhosas (arbustos e árvores) de uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia – MG em sempre-verde, brevicídua e decídua, segundo seu período sem folhas.

| Espécie | Família | Classificação |
|--|-----------------|---------------------------|
| <i>Annona crassiflora</i> Mart. | Annonaceae | Decídua ¹ |
| <i>Brosimum gaudichaudii</i> Trecul | Moraceae | Decídua ² |
| <i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth | Malpighiaceae | Sempre-verde ¹ |
| <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. | Caryocaraceae | Brevicídua ¹ |
| <i>Diospyros burchellii</i> Hiern. | Ebenaceae | Decídua ³ |
| <i>Erythroxylum deciduum</i> | Erythroxylaceae | Decídua ⁴ |
| <i>Himatanthus obovatus</i> (Mull. Arg) Woodson | Apocynaceae | Decídua ¹ |
| <i>Machaerium opacum</i> Vogel | Fabaceae | Decídua ⁴ |
| <i>Neea theifera</i> Orest. | Nyctaginaceae | Decídua ⁵ |
| <i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less) Baker | Asteraceae | Sempre-verde ¹ |
| <i>Qualea grandiflora</i> | Vochysiaceae | Brevicídua ⁶ |
| <i>Roupala montana</i> Aubl. | Proteaceae | Sempre-verde ⁷ |
| <i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart. | Styracaceae | Sempre-verde ⁴ |
| <i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum. | Rubiaceae | Decídua ⁶ |

¹PIRANI, SANCHEZ e PEDRONI, 2009; ²FARIA *et al.*, 2015; ³DINIZ *et al.*, 2007; ⁴LORENZI, 2002; ⁵Observação pessoal; ⁶SOUZA *et al.*, 2015; ⁷SILVÉRIO e LENZA, 2010.

Foi empregado o método de “trilhas” para seleção das plantas, que consistiu na marcação de espécimes próximos de trilhas pré-existent na área (d’EÇA-NEVES e MORELLATO, 2004). Os indivíduos foram marcados ao longo de um trecho de 400 m de trilha, até a distância de 15 m da mesma. Cada planta encontrava-se afastada pelo menos 40 cm de outras da sua espécie. Foram utilizadas no estudo plantas com 45 cm a 3 m de altura, porém esta variação deve-se à diferença de hábito entre as espécies, existindo pequena variação na altura intraespecífica.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DO PADRÃO DE BROTAMENTO

Na caracterização do padrão de brotamento de folhas foram calculados dois índices: o Índice de Atividade (IA; BENCKE e MORELLATO, 2002a) e o Percentual de Intensidade de Fournier (PIF; FOURNIER, 1974). O IA consistiu em estimar a porcentagem mensal de indivíduos que apresentavam brotação em uma amostra da população, baseado na ausência (valor 0) ou presença (valor 1) do evento fenológico em questão ($IA = \Sigma \text{valor atribuído para cada planta} / \text{número de indivíduos monitorados} * 100$). Assim, o IA representou uma medida de sincronia na produção de folhas entre as plantas de cada espécie. A brotação foi considerada um evento assincrônico nos meses que apresentaram um $IA < 20\%$ (menos de 20% dos indivíduos produzindo folhas) e evento sincrônico nos meses que apresentaram uma $IA > 20\%$ (mais de 20% dos indivíduos produzindo folhas; BENCKE e MORELLATO, 2002b). As espécies foram classificadas segundo a média do IA dos eventos sincrônicos em: baixa sincronia ($\overline{IA} < 70\%$), média sincronia (\overline{IA} de 70-85%) ou alta sincronia ($\overline{IA} > 85\%$).

O PIF consistiu em estimar a porcentagem de folhas jovens presentes por planta em uma amostra da população. Para tanto, os indivíduos foram monitorados mensalmente e a cada inspeção atribuíam-se uma nota de 0 a 4 conforme a quantidade relativa de folhas jovens dentro do total de folhas presentes na planta. Estas notas seguiram uma escala métrica semi-quantitativa de intervalos de 25% da copa constituída de folhas jovens (0, 1-25%, 26-50%, 51-75% e 76-100%, respectivamente). O percentual de intensidade para cada espécie por mês foi obtido calculando-se a média das notas atribuídas às plantas monitoradas no mês ($PIF = \Sigma \text{notas} / \text{número de plantas monitoradas} * 25\%$). O PIF permitiu determinar os picos de brotamento na população. Entre julho de 2015 a junho de 2016 foram monitoradas de 16 a 21 plantas por espécie para o cálculo dos dois índices (Tabela 2). Não foram coletados dados em dezembro de 2015, março e abril de 2016.

Tabela 2. Número médio de indivíduos de 14 espécies de plantas lenhosas (arbustos e árvores) inspecionados a cada visita mensal, de julho de 2015 a junho de 2016, em uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

| Espécie | Número médio de indivíduos |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Annona crassiflora</i> | 18 |
| <i>Brosimum gaudichaudii</i> | 21 |
| <i>Byrsonima coccolobifolia</i> | 19 |
| <i>Caryocar brasiliense</i> | 17 |
| <i>Diospyros burchellii</i> | 19 |
| <i>Erythroxylum deciduum</i> | 21 |
| <i>Himatanthus obovatus</i> | 19 |
| <i>Machaerium opacum</i> | 16 |
| <i>Neea theifera</i> | 17 |
| <i>Piptocarpha rotundifolia</i> | 20 |
| <i>Qualea grandiflora</i> | 18 |
| <i>Roupala montana</i> | 18 |
| <i>Styrax ferrugineus</i> | 20 |
| <i>Tocoyena formosa</i> | 18 |

2.4 TAXA DE HERBIVORIA E ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA

Nas mesmas plantas monitoradas para caracterização do padrão de brotamento foi realizada a estimativa de dano causado por herbívoros. Em cada observação mensal, de julho de 2015 a junho 2016, foram marcadas até 10 folhas jovens por planta, quando estas estavam presentes. Foram marcadas folhas ainda em estágio de botão foliar e sem qualquer dano aparente. As folhas marcadas foram recolhidas após 60 dias digitalizadas no laboratório. A maior parte da herbivoria tende a ocorrer em folhas jovens, sendo que o período de 60 dias correspondeu ao tempo estimado para a total expansão das folhas na maioria das espécies de plantas no Cerrado (MARQUIS *et al.*, 2001).

As imagens obtidas foram analisadas no programa ImageJ (RASBAND, 1997) para determinação da área foliar e da área consumida por herbívoros. Todas as 167 plantas

marcadas tiveram sua taxa de dano individual calculada a partir da média do dano de cada uma de suas folhas analisadas. A taxa de dano foliar foi determinada pelo razão entre a área consumida pela área total. Se algum espécime possuísse mais de uma taxa – ou seja, se suas folhas jovens foram marcadas em duas épocas diferentes –, determinou-se a média da perda em todas as marcações. Depois de digitalizadas, as folhas foram secas em estufa a 50°C por 72 horas e pesadas para obtenção da área foliar específica (AFE), que representa a quantidade de biomassa alocada pela folha por unidade de área (BARONI 2005). No cálculo da área foliar específica foram utilizadas de 2 a 7 folhas não danificadas por espécie, com idade média de 60 dias cada uma.

2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Como os dados não apresentavam normalidades, foram utilizados apenas testes não-paramétricos. Uma correlação de Spearman foi empregada para analisar a associação entre IA e PIF. Para determinar se existia diferença na taxa de herbivoria entre as 14 espécies estudadas foi realizado um teste de Kruskal-Wallis, seguido por um teste de comparações múltiplas par-a-par não paramétrico para amostras de tamanhos diferentes (ZAR 2010). Por fim, para indicar se existia relação entre a área foliar específica e a taxa de dano por espécie, utilizou-se uma correlação de Spearman. Todas as análises foram realizadas no programa Systat v.12 (SYSTAT, 2007).

3 RESULTADOS

A porcentagem de indivíduos em brotamento (IA) variou entre as espécies e ao longo dos meses (Figura 3). Todas as espécies apresentaram eventos sincrônicos de produção de folhas ($IA > 20\%$) entre os meses de julho e novembro, com picos nos meses de outubro e novembro. Em *B. gaudichaudii* e *S. ferrugineus*, grande parte das plantas manteve produção de folhas ao longo de todos os meses monitorados. No mês de pico de brotamento, a maioria das espécies ($n = 12$) apresentou um $IA > 84\%$, enquanto que *M. opacum* e *R. montana* tiveram IA próximo a 65%. Quanto ao grau de sincronia na brotação, 4 espécies foram classificadas com baixa sincronia ($\overline{IA} < 70\%$), 6 com média sincronia (\overline{IA} de 70-85%) e 4 com alta sincronia ($\overline{IA} > 85\%$; Tabela 3).

Tabela 3. Classificação segundo a sincronia de brotamento (Índice de Atividade) entre plantas de 14 espécies lenhosas (arbustos e árvores), medido entre julho de 2015 e junho de 2016 em uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. Índice de Atividade médio calculado a partir dos meses com eventos sincrônicos ($IA > 20\%$). Baixa sincronia: $\overline{IA} < 70\%$; média sincronia: \overline{IA} de 70-85%; alta sincronia: $\overline{IA} > 85\%$.

| Espécie | Índice de Atividade médio | Sincronia |
|---------------------------------|---------------------------|-----------|
| <i>Annona crassiflora</i> | 86 | Alta |
| <i>Brosimum gaudichaudii</i> | 44 | Baixa |
| <i>Byrsonima coccolobifolia</i> | 98 | Alta |
| <i>Caryocar brasiliense</i> | 76 | Média |
| <i>Diospyros burchellii</i> | 68 | Média |
| <i>Erythroxylum deciduum</i> | 81 | Alta |
| <i>Himatanthus obovatus</i> | 73 | Média |
| <i>Machaerium opacum</i> | 65 | Média |
| <i>Neea theifera</i> | 87 | Alta |
| <i>Piptocarpha rotundifolia</i> | 54 | Baixa |
| <i>Qualea grandiflora</i> | 75 | Média |
| <i>Roupala Montana</i> | 59 | Baixa |
| <i>Styrax ferrugineus</i> | 55 | Baixa |
| <i>Tocoyena formosa</i> | 65 | Média |

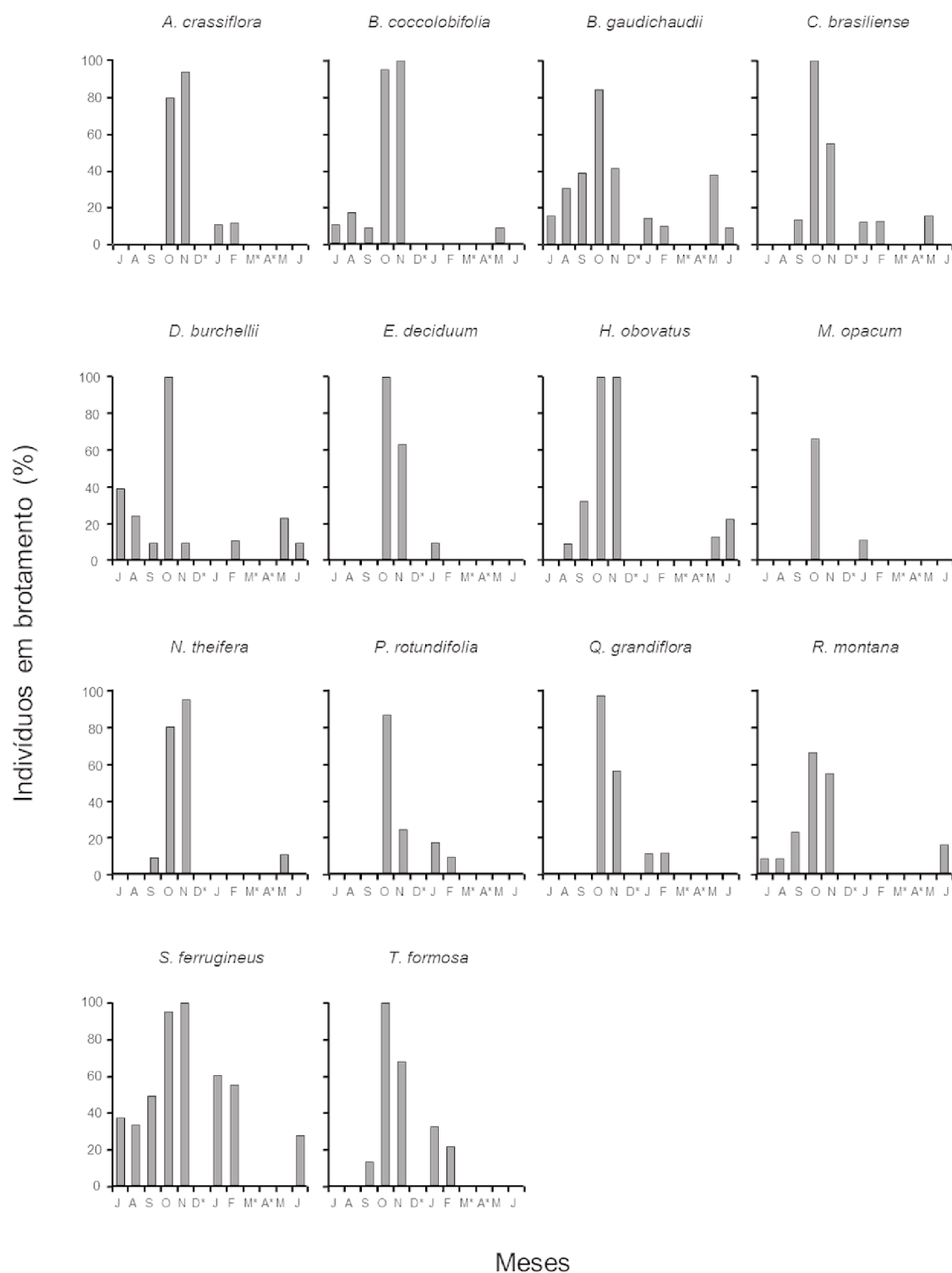


Figura 3. Variação mensal na porcentagem de plantas em brotamento (Índice de Atividade) de 14 espécies lenhosas, medido entre julho de 2015 e junho de 2016 em uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. * Meses sem dados disponíveis.

A intensidade média de brotação das plantas (PIF) também variou ao longo dos meses e entre as espécies (Figura 4). Dentre os meses monitorados, o pico de brotamento ocorreu em outubro para quase todas as espécies, exceto *S. ferrugineus*, cujo pico ocorreu no mês de novembro. Nas espécies sempre-verdes, a intensidade de produção de folhas por planta foi moderada (PIF máximo variando de 38 a 67; Tabela 4). As espécies brevicíduas e decíduas apresentaram alta intensidade de brotamento (PIF máximo > 79); exceto *M. opacum*, que mesmo exibindo comportamento decíduo, teve PIF máximo de 37 (Tabela 4). Foi encontrada uma forte correlação positiva entre a porcentagem de indivíduos em brotamento e a intensidade da brotação ($r_s = 0,907$, $N = 40$, $P < 0,001$; Figura 5).

Tabela 4. Intensidade de produção de folhas no pico de brotamento (PIF máximo), medido de julho de 2015 a junho de 2016, e padrão de caducifolia em 14 espécies de plantas lenhosas (arbustos e árvores) de uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia – MG.

| Espécie | Caducifolia | PIF máximo |
|---------------------------------|--------------|------------|
| <i>Annona crassiflora</i> | Decídua | 79 |
| <i>Brosimum gaudichaudii</i> | Decídua | 95 |
| <i>Byrsonima coccolobifolia</i> | Sempre-verde | 55 |
| <i>Caryocar brasiliense</i> | Brevicídua | 95 |
| <i>Diospyros burchellii</i> | Decídua | 98 |
| <i>Erythroxylum deciduum</i> | Decídua | 100 |
| <i>Himatanthus obovatus</i> | Decídua | 89 |
| <i>Machaerium opacum</i> | Decídua | 37 |
| <i>Neea theifera</i> | Decídua | 79 |
| <i>Piptocarpha rotundifolia</i> | Sempre-verde | 67 |
| <i>Qualea grandiflora</i> | Brevicídua | 97 |
| <i>Roupala montana</i> | Sempre-verde | 38 |
| <i>Styrax ferrugineus</i> | Sempre-verde | 42 |
| <i>Tocoyena formosa</i> | Decídua | 100 |

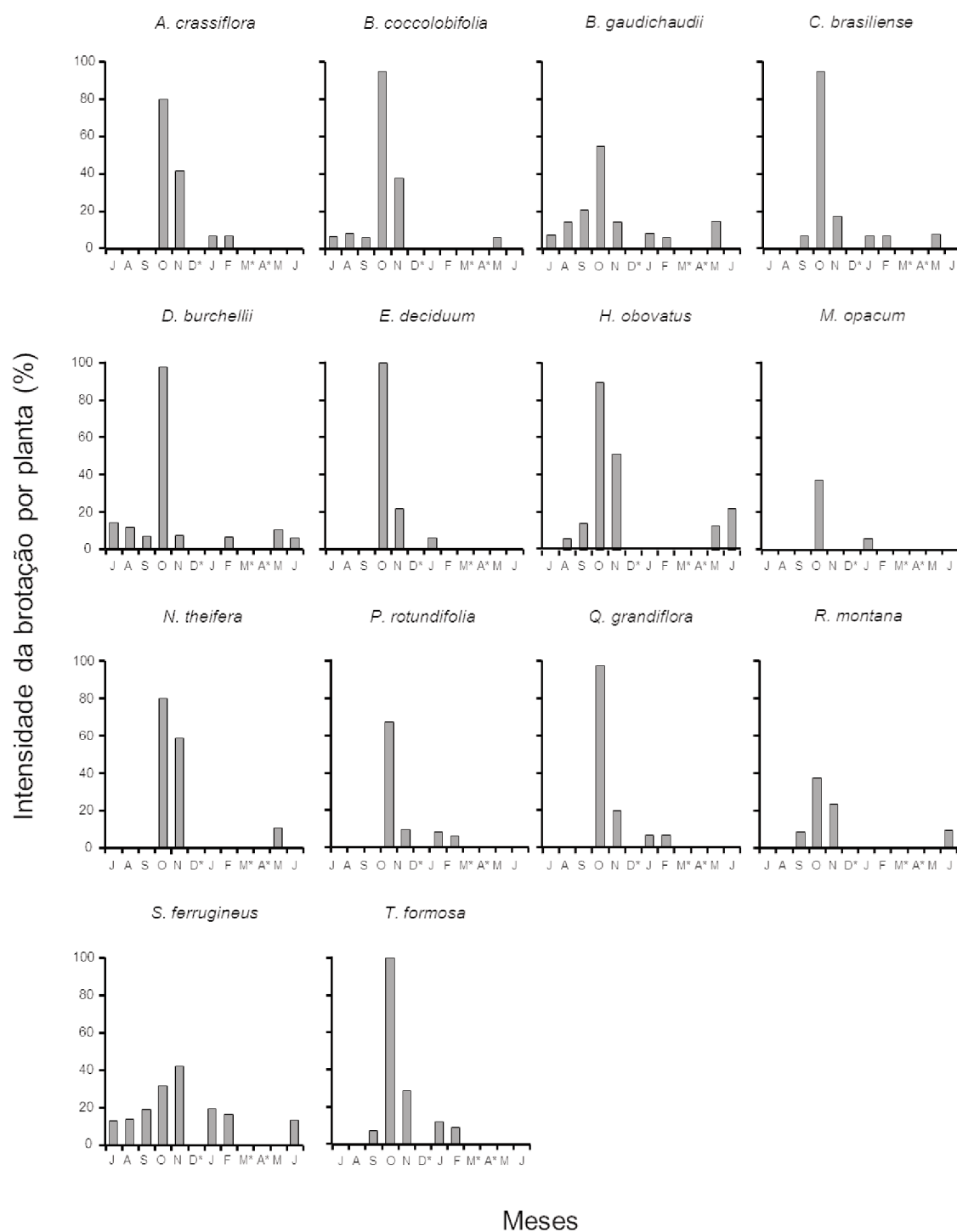


Figura 4. Variação na intensidade da brotação (Percentual de Intensidade de Fournier) de plantas lenhosas de 14 espécies, medido de julho de 2015 a junho de 2016 em uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. * Meses sem dados disponíveis.

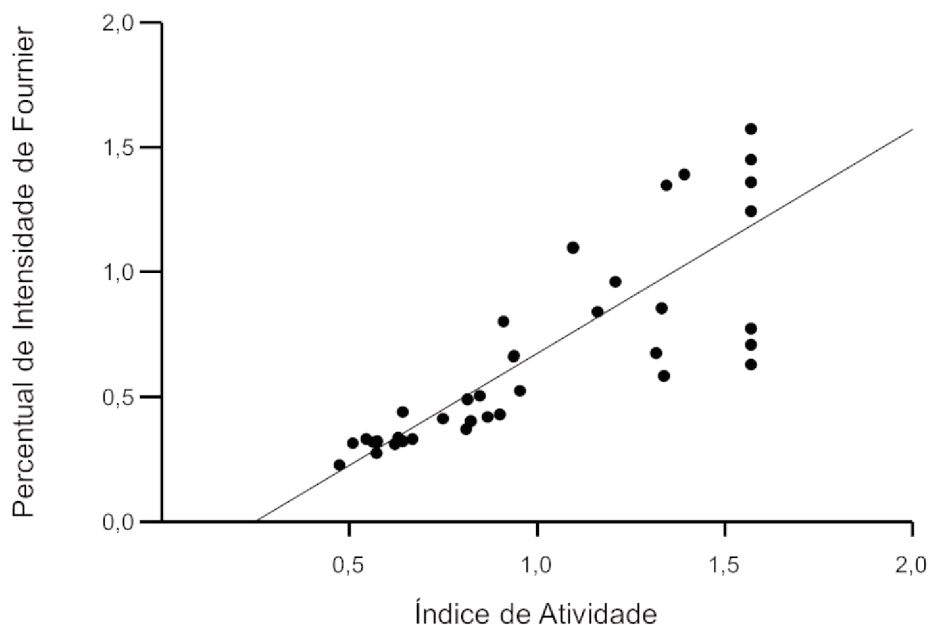


Figura 5. Correlação entre intensidade da brotação nos indivíduos (Percentual de Intensidade de Fournier) e porcentagem de indivíduos em brotamento (Índice de Atividade) de plantas lenhosas de 14 espécies, medido de julho a dezembro de 2015 em uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

Do total de folhas marcadas (N=1435), a maior parte (94,3%) apresentou um baixo dano por herbivoria (< 25% de área consumida). Enquanto isso, em apenas 1,6% das folhas havia dano moderado (de 25 a 75%) e em 4,1% dano intenso (de 75 a 100%). Destaca-se que 785 folhas (54,7%) não mostraram dano algum e 59 (4,1%) foram totalmente consumidas pelos herbívoros. O padrão de consumo medido por folha se refletiu no dano estimado por indivíduo. Dos 167 indivíduos amostrados, a maioria (92,8%) apresentou dano menor do que 25%. Da mesma forma, apenas 3% dos indivíduos apresentaram dano moderado (de 25 a 75%) e 4,2% dano intenso (de 75 a 100%). Em 34 (20,3%) indivíduos não houve dano algum, enquanto que em 5 (2,9%) indivíduos as folhas marcadas foram totalmente consumidas.

A taxa de herbivoria da comunidade foi de 7,65% ($\pm 19,19$ DP). De forma geral, o consumo pelos herbívoros foi baixo e variou significativamente entre as 14 espécies estudadas (teste de Kruskal-Wallis; $\chi^2 = 34,285$, gl = 13, $P < 0,005$; Figura 6). Contudo, em comparações

par-a-par, apenas *P. rotundifolia* e *R. montana* apresentaram diferença significativa ($Q = 3,713$, $k = 14$, $P < 0,005$; Figura 6). A espécie com a maior taxa mediana de dano foi *R. montana*, com 6,2% e variação de 0,0 a 100%, enquanto a menor taxa foi de *M. opacum*, com 0,0% variando de 0,0 a 2,5%. Não foi encontrada correlação entre a taxa de dano das espécies e área foliar específica ($r_s = -0,385$, $N = 14$, $P > 0,10$; Figura 7). Não foi observada diferença significativa na taxa de herbivoria segundo o comportamento de caducifolia das espécies (Figura 8). A taxa de dano também não variou entre as espécies segundo a sincronia de brotação ($H = 2,124$, $gl = 2$, $P = 0,346$; Figura 9). Observou-se que as taxas de dano tenderam a aumentar conforme as plantas intensificavam sua brotação. Por exemplo, em outubro, mês com a maior intensidade de brotação na comunidade, foram registradas maiores taxas de herbivoria (Figura 10).

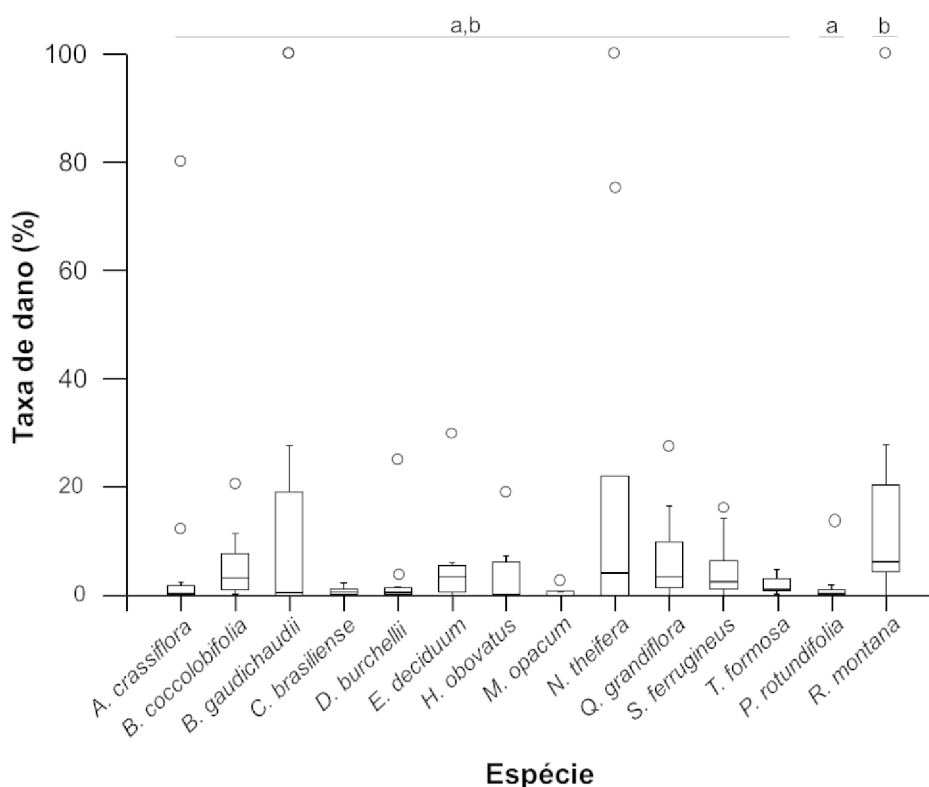


Figura 6. Variação na porcentagem de dano por herbívoros em plantas de 14 espécies lenhosas (arbustos e árvores), medido de julho a dezembro de 2015 em uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. Letras indicam diferença significativa ($P < 0,005$) em comparações par-a-par.

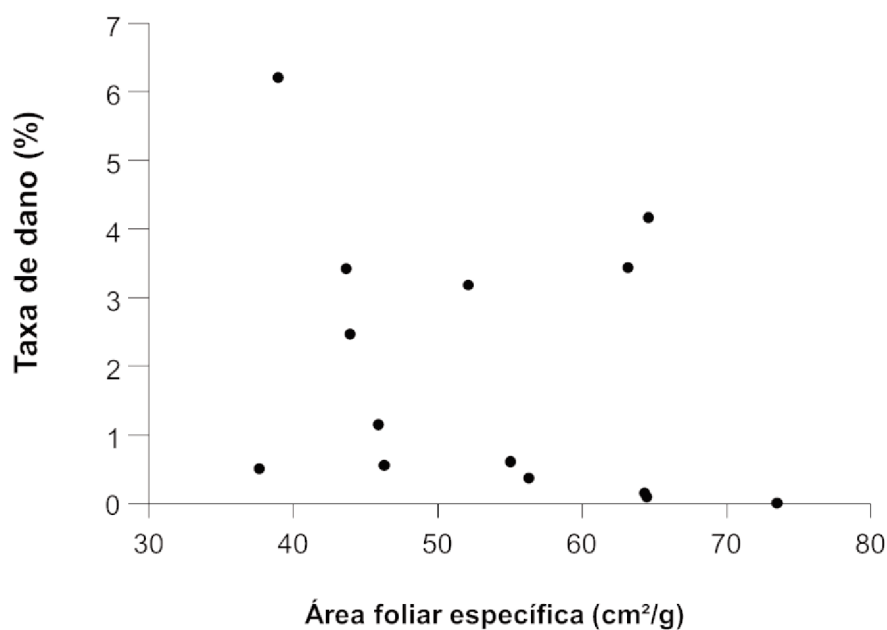


Figura 7. Correlação entre área foliar específica e a porcentagem de dano por herbívoros em plantas de 14 espécies lenhosas (arbustos e árvores), medido de julho a dezembro de 2015 em uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

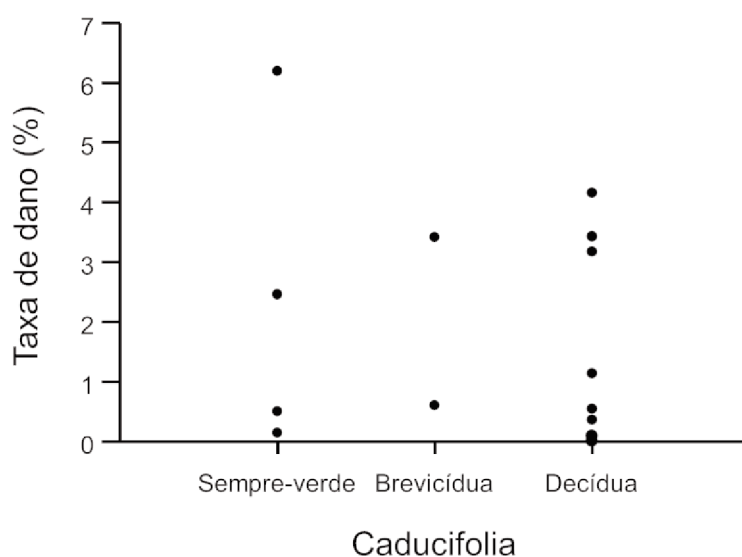


Figura 8. Variação na taxa mediana de dano por herbívoros e o comportamento de caducifolia de plantas de 14 espécies lenhosas (arbustos e árvores), medido de julho a dezembro de 2015 em uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

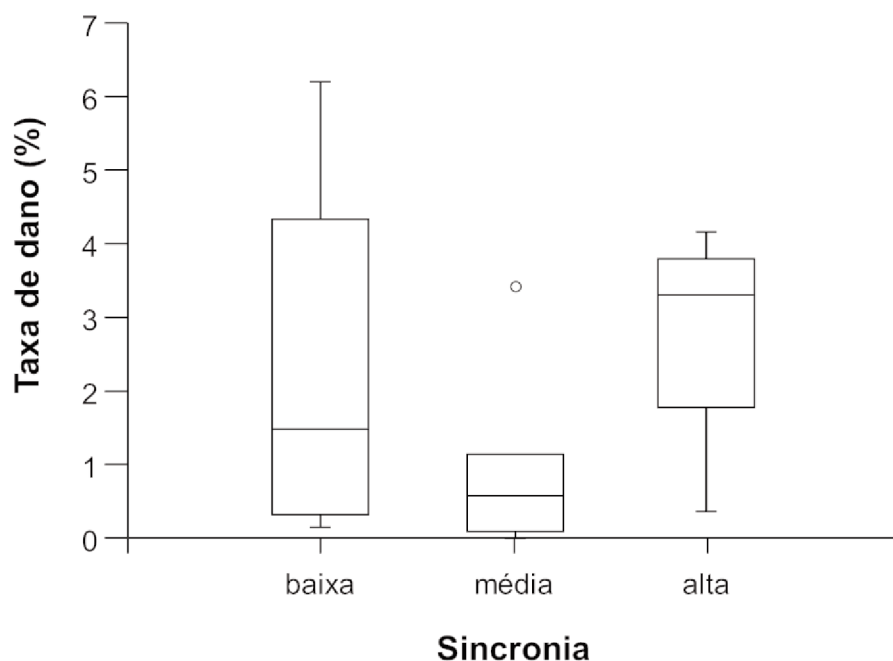


Figura 9. Variação na porcentagem de dano por herbívoros segundo a sincronia na produção de folhas jovens em plantas de 14 espécies lenhosas (arbustos e árvores), medido de julho a dezembro de 2015 em uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG.

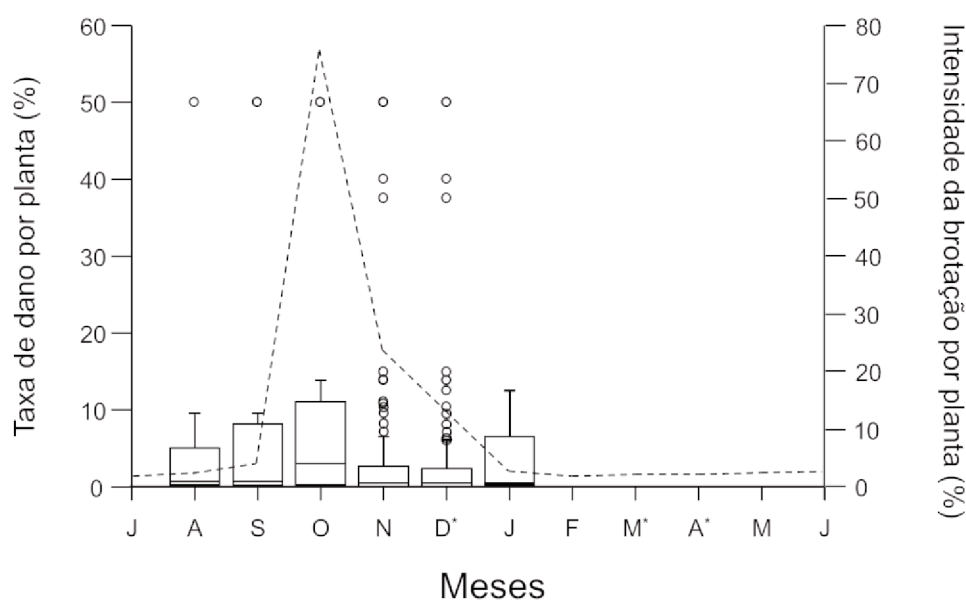


Figura 10. Variação na taxa de dano (*boxplot*) e intensidade média da brotação por planta (linha tracejada), medido de julho de 2015 a junho de 2016 em plantas de 14 espécies lenhosas (arbustos e árvores), de uma área de cerrado ralo na Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, MG. * Meses sem dados disponíveis para intensidade da brotação.

4 DISCUSSÃO

Na grande maioria dos ecossistemas, a herbivoria é um fator de grande importância para a estrutura e dinâmica da vegetação (AUGUSTINE e McNAUGHTON, 2004; ALTESOR *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2008). Em altos níveis de consumo, os herbívoros afetam o recrutamento, crescimento e reprodução das plantas, terminando por alterar a densidade relativa e composição da comunidade vegetal (ADLER *et al.*, 2001; BARTON e HANLEY, 2013; COLEY e BARONE, 1996; KNEGT *et al.*, 2008). Com isso, as plantas desenvolveram inúmeras estratégias de fuga para reduzir o impacto dos herbívoros sobre suas populações (CHEW e COURTNEY, 1991; DANTAS e BATALHA, 2012; LAMARRE *et al.*, 2014). No Cerrado, se conhece pouco sobre o nível de consumo realizado pelos herbívoros, do efeito desse consumo sobre a vegetação e do papel das defesas das plantas contra a ação dos herbívoros. Os resultados do presente trabalho indicam que a taxa geral de consumo no Cerrado pode ser bastante baixa, mas com relativa variação entre as espécies. Além disso, os resultados observados apontam que as características físicas (dureza) e fenológicas (caducifolia, sincronia e intensidade de brotamento) das plantas do Cerrado podem não atuar como eficientes defesas contra a herbivoria.

Neste trabalho, a maioria dos indivíduos analisados foi pouco danificado pelos herbívoros. Este resultado também foi encontrado em outra área de Cerrado (RABELO, 2016), ao analisar a herbivoria em 10 espécies lenhosas. As espécies vegetais apresentaram diferentes taxas de herbivoria, pois as defesas utilizadas pelas plantas são variadas, e cada espécie de herbívoro reage de uma forma contra essas defesas (COELHO *et al.*, 2012). Neste estudo, por exemplo, *R. montana* apresentou a maior taxa de dano causado por herbívoros e uma das maiores durezas foliares. Esta espécie costuma apresentar uma grande quantidade e

variedade de lagartas que se alimentam de seus tecidos (BENDICHO-LÓPEZ *et al.*, 2006; OLIVEIRA, 2010). Franco (1998) calculou que 16% da área foliar de *R. montana* foi consumida por herbívoros, a mesma média de dano encontrada neste trabalho; porém esta taxa média foi muito maior do que a mediana utilizada por mim (6,2%). *Neea theifera* também teve uma alta taxa de herbivoria, mas ao contrário de *R. montana*, tem as folhas bastante macias. Os herbívoros preferenciais de *N. theifera* são insetos sugadores, que danificam não só o ponto de inserção de seus aparelhos sugadores como a área ao redor, causando a necrose dos tecidos (MELONI, LOPES e VARANDA, 2012). Os indivíduos de *N. theifera* possuem o comportamento de abortar as folhas muito danificadas (MELONI, LOPES e VARANDA, 2012), o que poderia causar um aumento na contagem das folhas consideradas como totalmente consumidas, superestimando os dados. As altas taxas de dano encontradas em *N. theifera* e *R. montana*, que possuem durezas diferentes, suporta o resultado encontrado neste estudo de que a taxa de dano não está relacionada à área foliar específica (Figura 7).

Ao se analisar o período de produção de folhas das 14 espécies estudadas, observou-se que todo o conjunto concentrou a brotação no período de transição da estação seca para a estação úmida (entre os meses de agosto e novembro). A concentração da produção nos meses de transição da estação seca para a úmida também foi observado em outros trabalhos (LENZA e KLINK, 2006; OLIVEIRA, 2008; PILON, UDULUTSCH e DURIGAN, 2015). No presente estudo, *C. brasiliense* tiveram seu pico de produção de folhas jovens no mês de outubro. Por outro lado, em outras localidades o pico de brotação de *C. brasiliense* pode ser diferente, como ocorreu em uma área de cerrado em Brasília, cuja produção ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro (FRANÇOSO *et al.*, 2013). Na área estudada, todas as espécies apresentaram sincronização interespecífica da brotação bem como aumento na intensidade de folhas produzidas. Houve uma correlação positiva entre a sincronização e a intensidade da produção de folhas jovens, indicativo de que as plantas começam a brotação e conforme a

sincronia aumenta, maior o volume de folhas jovens produzidas pelos indivíduos. Por outro lado, a sincronia e a intensidade pareceu não funcionar como mecanismo fenológico para escape contra os herbívoros. Os dados sugerem que quando a comunidade esteve mais sincrônica e com maior produção de folhas foi também a época em que sofreu mais danos por herbivoria.

Poucos estudos quantificaram o dano causado por insetos folívoros sobre as plantas do Cerrado ao nível da comunidade. Os trabalhos existentes se dividem entre os que analisaram a herbivoria numa escala temporal discreta e os de escala temporal contínua. Das pesquisas com escala temporal discreta, ou seja, nos quais as folhas foram coletadas pontualmente, foram encontradas taxas de 4,8 – 9,3% (FOWLER e DUARTE, 1991; MARQUIS *et al.*, 2001). Nas pesquisas com escala contínua, ou seja, com várias coletas ao longo do tempo, insetos herbívoros causaram um dano de 15,1% nas folhas (RABELO, 2016). Em uma área de cerrado sentido restrito, apenas formigas cortadeiras do gênero *Atta* foram capazes de consumir de 13 a 17% da biomassa foliar produzida (COSTA *et al.*, 2008). A taxa de dano causado por insetos herbívoros encontrada no presente estudo (7,6%) foi muito semelhante às taxas das coletas pontuais e que desconsideraram as folhas completamente consumidas (FOWLER e DUARTE, 1991; MARQUIS *et al.*, 2001). Ao se desconsiderar as folhas totalmente consumidas, corre-se o risco de se subestimar os resultados (MARQUIS *et al.*, 2001), o que não ocorreu na presente pesquisa. Na área analisada neste estudo não haviam formigas cortadeiras, o que poderia explicar, ao menos em parte, porque os resultados aqui encontrados foram menores quando comparados aos de escala contínua (COSTA *et al.*, 2008; RABELO, 2016). Ainda assim, a estimativa aqui encontrada é cerca da metade da taxa de consumo foliar prevista em modelos que relacionam o dano com a precipitação anual em ecossistemas Neotropicais (MARQUIS *et al.*, 2002).

Os resultados indicaram que, de forma geral, o consumo das plantas pelos herbívoros no Cerrado pode ser baixo, e que este consumo varia fortemente entre as espécies, e mesmo entre indivíduos de cada espécie. Não foi encontrada correlação entre taxa de dano e área foliar específica, sendo que a dureza é recorrentemente apontada como um mecanismo físico para a diminuição da herbivoria. Também não houve variação na quantidade de dano sofrido pelas plantas em relação ao grau de sincronia e comportamento de caducifolia das espécies estudadas. Por outro lado, observou-se a tendência de aumento nas taxas de dano conforme aumentava a brotação das plantas entre os meses de agosto e novembro. Isto sugere que as plantas não escapam temporalmente dos herbívoros na área estudada.

REFERÊNCIAS

- ADLER, P. et al. 2001. **The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation.** *Oecologia* 128: 465–479. <https://doi.org/10.1007/s004420100737>
- AIDE, T. M. 1991. **Synchronous leaf production and herbivory in juveniles of *Gustavia superba*.** *Oecologia*, 88:511-514. <https://doi.org/10.1007/BF00317713>
- AIDE, T. M. 1992. **Dry season leaf production: an escape from herbivory.** *Biotropica*, 24:532-537. <https://doi.org/10.2307/2389016>
- AIDE, T. M. e LONDOÑO, E. C. 1989. **The effects of rapid leaf expansion on the growth and survivorship of a lepidopteran herbivore.** *Oikos*, 55:66-70. <https://doi.org/10.2307/3565873>
- ALTESOR, A. et al. 2005. **Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland.** *Plant Ecol.* 179: 83-91. <https://doi.org/10.1007/s11258-004-5800-5>
- ALVES, V. N. **O fogo sincroniza os eventos fenológicos de espécies vegetais do campo cerrado?** Botucatu: UNESP, 2015. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- AUGUSTINE, D. J. e McNAUGHTON, S. J. 2004. **Regulation of shrub dynamics by native browsing ungulates on east African rangeland.** *Journal of Applied Ecology.* 41: 4548. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2004.00864.x>
- BACH, C. E. 1980. **Effects of plant density and diversity on the population dynamics of a specialist herbivore, the striped cucumber beetle, *Acalymma vittata* (Fab).** *Ecology*, 61: 1515-1530. <https://doi.org/10.2307/1939058>
- BARONI, A. M. **Caracterização do sistema fotossintético em folhas de plantas jovens de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil).** São Paulo: Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente. 2005. 72 f. Dissertação (Biodiversidade vegetal e meio ambiente).
- BARONIO, G. J. 2012. **Leaf hairiness reduces herbivory of young and mature leaves of *Qualea multiflora* Mart. in Brazilian Savanna.** *Neotropical Biology and Conservation*, 7(2): 122-128. <https://doi.org/10.4013/nbc.2012.72.06>
- BARROS, B. e FERNANDES, M. E. B. 2013. **Herbivory.** Croácia: Intech, 86 pag.
- BARTON, K. E. e HANLEY, M. E. 2013. **Seedling–herbivore interactions: insights into plant defense and regeneration patterns.** *Annals of Botany*, 112: 643-650. <https://doi.org/10.1093/aob/mct139>
- BENDICHO-LÓPEZ et al., 2006. **Lepidópteros folívoros em *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) no cerrado sensu stricto.** *Neotropical Entomology*, 35: 182-191. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000200005>

- BENKE, C. S. C e MORELLATO, L. P. C. 2002a. **Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil.** Revista Brasil. Bot. 25(2): 237-248. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000200012>
- BENKE, C. S. C e MORELLATO, L. P. C. 2002b. **Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação.** Revista Brasil. Bot. 25(3): 269-275. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000300003>
- BI, J. L. e FELTON, G. W. J. 1995. **Foliar oxidative stress and insect herbivory:** Primary compounds, secondary metabolites, and reactive oxygen species as components of induced resistance. Journal of Chemical Ecology, 21: 1511-1530. <https://doi.org/10.1007/BF02035149>
- BIXENMANN, R. J. et al. 2016. **High herbivore pressure favors constitutive over induced defense.** Ecology and Evolution, 6: 6037-6049. <https://doi.org/10.1002/ece3.2208>
- BROWN, B. J. e EWEL, J. J. 1987. **Herbivory in complex and simple tropical successional ecosystems.** Ecology, 68(1): 108-116. <https://doi.org/10.2307/1938810>
- CARDOSO, E. et al. 2009. **Mudanças fitofisionômicas no Cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG.** Caminhos de Geografia, 10 (32), 254-268.
- CHEW, F. S. e COURTNEY, S. P. 1991. **Plant apparency and evolutionary escape from insect herbivory.** The American Naturalist, 138:729-750. <https://doi.org/10.1086/285246>
- COELHO, M. S. et al. 2012. **Herbivory among habitats on the Neotropical tree *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. in a seasonally deciduous forest.** Braz. J. Biol., 72: 453-457. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000300006>
- COLEY, P. D. 1983. **Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest.** Ecological Monographs 53(2): 209-233. <https://doi.org/10.2307/1942495>
- COLEY, P. D. e BARONE, J. A. 1996. **Herbivory and plant defenses in tropical forests.** Annu. Rev. Ecol. Syst., 27:305-335. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.27.1.305>
- COLEY, P. D. et al. 1985. **Resource availability and plant anti-herbivore defense.** Science, 230:895-899. <https://doi.org/10.1126/science.230.4728.895>
- COLEY, P. D. et al. 2006. **The effects of plant quality on caterpillar growth and defense against natural enemies.** Oikos, 115:219-228. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14928.x>
- COSTA, A. N. et al. 2008. **Do herbivores exert top-down effects in Neotropical savannas? Estimates of biomass consumption by leaf-cutter ants.** Journal of Vegetation Science 19: 849-854. <https://doi.org/10.3170/2008-8-18461>
- COSTA, A. N; VASCONCELOS, H. L; BRUNA, E. M. 2017. **Biotic drivers of seedling establishment in Neotropical savannas:** selective granivory and seedling herbivory by leaf-cutter ants as an ecological filter. Journal of Ecology, 105: 132-141. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12656>

DANTAS, V. L. e BATALHA, M. A. 2012. **Can anti-herbivory resistance explain the abundance of woody species in a Neotropical Savanna?** Botany, 90: 93-99. <https://doi.org/10.1139/b11-087>

d'EÇA-NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. 2004. **Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais.** Acta bot. bras. 18(1): 99-108. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000100009>

DINIZ, I. R. et al. 2007. **Biology and occurrence of *Inga* busk species (Lepidoptera: Oecophoridae) on cerrado host plants.** Neotropical Entomology, 36(4):489-494. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2007000400001>

FARIA, R. A. P. G. et al. 2015. **Fenologia de *Brosimum gaudichaudii* Trécul. (Moraceae) no cerrado de Mato Grosso.** Ciência Florestal, 25(1): 67-75. <https://doi.org/10.5902/1980509817464>

FOURNIER, L. A. 1974. **Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles.** Turrialba 24: 422-423.

FOWLER, H. G.; DUARTE, L. C. 1991. **Herbivore pressure in a Brazilian cerrado.** Naturalia 16: 99-102.

FRANCO A.C. et al. 2005. **Leaf functional traits of Neotropical Savanna trees in relation to seasonal water deficit.** Trees 19:326-335. <https://doi.org/10.1007/s00468-004-0394-z>

FRANCO, A. C. 1998. **Seasonal patterns of gas exchange, water relations and growth of *Roupala montana*, an evergreen savanna species.** Plant Ecology 136: 69-76. <https://doi.org/10.1023/A:1009763328808>

FRANÇOSO, R. D. et al. 2013. **Herbivoria e biomassa foliar em *Peltogyne confertiflora* (Mart. ex Hayne) Benth. Fabales Bromhead Fabaceae Lindl. em ambientes de Floresta e Cerrado.** Ecologia Austral 23: 222-226.

FREELAND, W. J. e JANZEN, D. H. 1974. **Strategies in herbivory by mammals: The role of plant secondary compounds.** The American Naturalist, 108: 269-289. <https://doi.org/10.1086/282907>

FURLEY, P. A. 1999. **The nature and diversity of Neotropical savanna vegetation with particular reference to the Brazilian cerrados.** Global Ecology and Biogeography, 8: 223-241. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.1999.00142.x>

KARBAN, R.; THALER, J. S. 1999. **Plant phase change and resistance to herbivory.** Ecology, 80: 510-517. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[0510:PPCART\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[0510:PPCART]2.0.CO;2)

KNEGT, H. J. et al. 2008. **Herbivores as architects of savannas: inducing and modifying spatial vegetation patterning.** Oikos 117: 543-554. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16403.x>

LAMARRE, G. P. A. et al. 2014. **Leaf synchrony and insect herbivory among tropical tree habitat specialists.** Plant Ecology, 215:209-220. <https://doi.org/10.1007/s11258-013-0290-y>

- LENZA, E.; KLINK, C. A. 2006. **Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF.** Revista Brasil. Bot. 29(4): 627-638. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400013>
- LOIOLA, P. P. et al. 2012. **Underdispersion of anti-herbivore defence traits and phylogenetic structure of cerrado tree species at fine spacial scale.** Journal of Vegetation Science, 3: 1095-1104. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01424.x>
- LORENZI, H., (1992). **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** São Paulo, Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2002. Vol. 02.
- MARQUIS, R. J. 1984. **Leaf herbivores decrease fitness of a tropical plant.** Science, 226: 537–539. <https://doi.org/10.1126/science.226.4674.537>
- MARQUIS, R. J. et al. 2001. **Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian Cerrado.** J. Trop. Ecol. 17: 127–148. <https://doi.org/10.1017/S0266467401001080>
- MARQUIS, R. J.; MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R. Interactions among Cerrado plants and their herbivores: unique or typical? In: OLIVEIRA, P. S., MARQUIS, R. J. **The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a Neotropical savanna.** New York: Columbia University Press, 2002. p. 306-328. <https://doi.org/10.7312/oliv12042-015>
- MASSAD, T.J., 2013. **Ontogenetic differences of herbivory on woody and herbaceous plants: a meta-analysis demonstrating unique effects of herbivory on the young and the old, the slow and the fast.** Oecologia 172: 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2470-1>
- MELONI, F.; LOPES, N.P.; VARANDA, E.M. 2012. **The relationship between leaf nitrogen, nitrogen metabolites and herbivory in two species of Nyctaginaceae from the Brazilian cerrado.** Enviromental and Experimental Botany, 75: 268-276. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.07.010>
- MONTEIRO, J. M. et al. 2005. **Taninos: Uma abordagem da química à ecologia.** Química Nova, 28: 892-896. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>
- MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. 2007. **Reproductive phenology of an herbaceous-subshrub layer of a savannah (campo sujo) in the Cerrado Biosphere Reserve I, Brazil.** Braz. J. Biol., 67(2): 299-307. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000200015>
- OLIVEIRA, L. B. **Diversidade e fenologia de lagartas folívoras em *Roupala montana* (Proteaceae) no Cerrado do Brasil Central.** Brasília: UNB, 2010. 115 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.
- OLIVEIRA, P.E.A.M. 2008. **Fenologia e biologia reprodutiva das espécies do Cerrado.** In: Ecologia e flora. Embrapa, Brasília, pp. 275-286.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. T. Vegetation physiognomies and wood flora of the Cerrado biome. In: _____. **The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a Neotropical savanna.** New York: Columbia University Press, 2002. p. 91-120. <https://doi.org/10.7312/oliv12042-005>

PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G.; DURIGAN, G. 2015. **Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo**. Hoehnea, 42(3): 425-443. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-07/2015>

PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F. 2009. **Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil**. Acta Botânica Brasileira, 23(4): 1096-1109. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000400019>

RABELO, J. S. **Herbivoria foliar no estrato lenhoso dentro do gradiente de fisionomias vegetais em uma área de savana neotropical**. Catalão: UFG, 2016. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Goiás.

RASBAND, W.S. **Image J**: Image processing and analysis in Java. Disponibilizado por U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. Disponível em: <http://rsb.info.nih.gov/ij/>, 1997.

ROSA, R.; LIMA, S.C. e ASSUNÇÃO, W. L. 1991. **Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG)**. Sociedade e Natureza 3: 91-108.

SÁNCHEZ-RAMOS, G. et al. 2010. **Estudio de la herbivoría de la palma Camedor (*Chamaedorea radicalis*) Mart., en la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas, México**. Acta Zoológica Mexicana, 26: 153-172. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.261685>

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. 2008. **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrados, Brasília, DF, v. 1.

SCHERRER, S. et al., 2016. **Seasonal variation in diet breadth of folivorous Lepidoptera in the Brazilian cerrado**. Biotropica, 48: 491-498. <https://doi.org/10.1111/btp.12325>

SCHIAVINI, I., e G. M. ARAÚJO. 1989. **Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia-MG)**. Sociedade e Natureza 1: 61-66.

SILVA JÚNIOR M.C. 2005. **100 árvores do Cerrado: Guia de campo**. 1º volume, 1ª edição. Rede de Sementes do Cerrado. Brasília. 278 pag.

SILVA, D. M. e BATALHA, M. A. 2011. **Defense syndromes against herbivory in a cerrado plant community**. Plant Ecology, 212: 181-193. <https://doi.org/10.1007/s11258-010-9813-y>

SILVÉRIO, D. V. e LENZA, E., 2010. **Fenologia de espécies lenhosas em um cerrado típico no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil**. Biota Neotropica, 10(3):205-216. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000300024>

SOUZA, M. C. et al., 2015. **Ecological strategies of Al-accumulating and non-accumulating functional groups from the cerrado sensu stricto**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 87: 813-823. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520140222>

SULLIVAN, J.J., 2003. **Density-dependent shoot-borer herbivory increases the age of first reproduction and mortality of Neotropical tree saplings**. Oecologia 136: 96–106. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1233-4>

SYSTAT, 2007. **Systat for Windows**, version 12. Disponível em <https://systatsoftware.com/>, 2017.

VASCONCELOS, H.L.; ARAÚJO, G.M.; GONZAGA, E.A.R. **Plano de manejo: RPPN Reserva Ecológica do Panga**. 2014.

VOLF, M. et al. 2015. **To each its own:** differential response of specialist and generalist herbivores to plant defense in willows. *Journal of Animal Ecology*, 84: 1123-1132. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12349>

ZAR, J. H., 2010. **Biostatistical Analysis**. 5ª edição. Pearson Prentice Hall. New Jersey. 944 pag.