



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS DE PORTO NACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE BIODIVERSIDADE, ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

**MAÍRA JÉSSICA GOMES DE SOUZA**

BIOMETRIA DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS SEMINAL DE  
*Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* E *Magonia pubescens*,  
E INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS DE *Parkia platycephala* E DO SOMBREAMENTO  
NA GERMINAÇÃO E/OU DESENVOLVIMENTO INICIAL DESSAS ESPÉCIES

PORTO NACIONAL - TO

2019

**MAÍRA JÉSSICA GOMES DE SOUZA**

BIOMETRIA DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS SEMINAL DE  
*Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* E *Magonia pubescens*, E INFLUÊNCIA DOS  
EXTRATOS DE *Parkia platycephala* E DO SOMBREAMENTO NA GERMINAÇÃO  
E/OU DESENVOLVIMENTO INICIAL DESSAS ESPÉCIES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação da Universidade Federal do Tocantins, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade, Ecologia e Conservação.

Orientador: Dr. Wagner de Melo Ferreira

PORTO NACIONAL –TO

2019

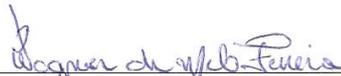
Maíra Jéssica Gomes de Souza

BIOMETRIA DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS SEMINAL DE *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* E *Magonia pubescens*, E INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS DE *Parkia platycephala* E DO SOMBREAMENTO NA GERMINAÇÃO E/OU DESENVOLVIMENTO INICIAL DESSAS ESPÉCIES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade, Ecologia e Conservação e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 15/04/2019

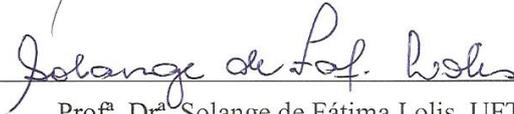
Banca Examinadora:



Prof.º. Dr.º. Wagner de Melo Ferreira (Orientador), UFT



Prof.º. Dr.º. Joseano Carvalho Dourado, Unitins



Prof.ª. Dr.ª. Solange de Fátima Lolis, UFT

Porto Nacional, 2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

- D467b De Souza, Máira Jéssica.  
BIOMETRIA DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS SEMINAL DE  
Dipteryx alata, Enterolobium gummiferum E Magonia pubescens, E  
INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS DE Parkia platycephala E DO  
SOMBREAMENTO NA GERMINAÇÃO E/OU DESENVOLVIMENTO  
INICIAL DESSAS ESPÉCIES. / Máira Jéssica De Souza. – Porto Nacional, TO,  
2019.  
59 f.  
Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins  
– Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Pós-Graduação  
(Mestrado) em Biologia, Ecologia e Conservação, 2019.  
Orientador: Wagner de Melo Ferreira  
1. Cerrado. 2. Biometria. 3. Fabaceae. 4. Sapindaceae. I. Título

**CDD 577**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por mais essa conquista.

Agradeço aos meus pais e ao meu irmão, muito obrigado pela força, incentivo e confiança que vocês sempre depositaram em mim, principalmente nos momentos finais desse trabalho, o carinho e as palavras de conforto foram essenciais. Pai, obrigada por cada conselho, pode ter certeza que irei sempre guarda-los comigo. Mãe, obrigada por todo apoio, dedicação e preocupação sempre arrumando um jeito de estar bem juntinho de mim. Vocês fizeram esse etapa se tornar mais fácil.

À Universidade Federal do Tocantins, principalmente ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Ecologia e Conservação pela oportunidade de realizar esse trabalho.

Ao meu orientador, Wagner de Melo, muito obrigada pela oportunidade de trabalhar ao seu lado além de toda paciência e dedicação na busca de torná-lo possível.

Ao professor Rafael José de Oliveira por toda colaboração e disponibilidade. Quando crescer quero ser igual a você.

À minha amiga e irmã Silene Lívia Aires, que foi meu braço direito e muitas vezes o esquerdo também. Não tenho palavras para expressar o tamanho do meu amor e admiração por você. Obrigada por sempre despertar o melhor de mim.

Às minhas amigas Keline Oliveira e Andressa Hulmann mulheres que tenho grande admiração, muito obrigada pela amizade e apoio.

Aos colegas de laboratório de Cultivo de Plantas *in vitro* (Neamb-UFT). A Dona Fran, por cuidar das minhas plantinhas quando não podia estar disponível; Loury Lay por sempre se mostrar prestativa e me ajudar na biometria de frutos e sementes; Paulo Rogério e Bárbara por todo o incentivo e, em especial a Laís Ramos e Jaderson Roney por todos os ensinamentos e pela grande amizade que conquistamos nesse trajeto. Com todos vocês aprendi que realmente a união faz a força.

Ao Blayth que nunca deixou de acreditar em mim, até mesmo quando eu mesma duvidei. Obrigada por todo incentivo, companheirismo e amor.

Aos meus colegas de mestrado por compartilharem muitos momentos desta caminhada.

À Banca Examinadora, por aceitar fazer a avaliação desse estudo, contribuindo com o seu aperfeiçoamento.

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito

**Obrigada! ♥**

*“Eu aprendi que a coragem não é a ausência de medo, mas o triunfo sobre ele. O homem corajoso não é aquele que não sente medo, mas aquele que conquista por cima do medo.”*

*Nelson Rolihlahla Mandela*

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	5
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	7

### CAPÍTULO I - Caracterização biométrica de sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens*

RESUMO .....	10
ABSTRACT .....	11
1 INTRODUÇÃO .....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	13
2.1 Descrição das espécies .....	13
2.2 Biometria das sementes .....	14
2.3 Desenvolvimento pós seminal .....	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
3.1 <i>Dipteryx alata</i> .....	15
3.2 <i>Enterolobium gummiferum</i> .....	18
3.3 <i>Magonia pubescens</i> .....	22
4 CONCLUSÃO .....	25
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25

### CAPÍTULO II - Influência dos extratos de *Parkia platycephala* na germinação e no desenvolvimento de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens* e o desempenho dessas três espécies em função de diferentes níveis de sombreamento

RESUMO .....	30
ABSTRACT .....	31
1 INTRODUÇÃO .....	32
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	34
2.1 Espécie doadora.....	34
2.2 Espécies receptoras .....	35
2.3 Preparação dos extratos .....	35
2.4 Análise da germinação .....	36
2.5 Análise dos efeitos dos extratos no desenvolvimento inicial das plantas .....	37
2.6 Análise dos efeitos do sombreamento no desenvolvimento inicial das plantas.....	38
2.7 Quantificação das clorofilas .....	38
2.8 Análises estatísticas .....	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
3.1 Efeitos dos extratos de <i>Parkia platycephala</i> na germinação e desenvolvimento inicial .....	39
3.2 Efeito de diferentes níveis de sombreamento no desenvolvimento inicial.....	45
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52

## INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado é um dos mais importantes complexos vegetacionais do Brasil, possuindo uma enorme heterogeneidade espacial que abrange a mais diversa flora savânica do mundo, com alto grau de endemismo. Trata-se do segundo maior domínio fitogeográfico brasileiro (FERREIRA et al., 2016), considerado um *hotspot* de biodiversidade global (MYERS et al., 2000). No entanto, ele vem sofrendo, nas últimas décadas, grandes e preocupantes transformações de origem antrópica, tendo sua vegetação substituída em grande escala, principalmente por pastagens e lavouras (KLINK; MACHADO, 2005; FERREIRA et al., 2016). Cerca de 60% da vegetação original do Cerrado já foi suprimida, e este tem sido considerado o domínio fitogeográfico brasileiro mais fragmentado, no qual resta apenas algo em torno de 40% de sua área conservada (LAHSEN et al., 2016).

A restauração ambiental tem se tornado uma atividade cada vez mais comum e necessária para promover a recuperação de áreas antropizadas. Todavia, a conservação, o uso sustentável e a restauração dessas áreas do Cerrado são dependentes de conhecimentos básicos sobre o desenvolvimento e adaptação das espécies nelas ocorrentes. Compreender a flora desde a caracterização biométrica das sementes até as interações ecológicas entre as espécies é altamente relevante, principalmente para estudos de regeneração natural.

Características biométricas de frutos e sementes são fundamentais para revelar a variabilidade genética dentro de uma população da mesma espécie e as possíveis relações dessa variabilidade com fatores ambientais (SILVA et al., 2014), e também podem subsidiar programas de melhoramento genético proporcionando a homogeneidade de sementes (GOUDEL et al., 2013). Os estudos morfológicos que envolvem frutos, sementes e, principalmente, plântulas são importantes para a identificação das espécies em campo (BRITO et al., 2014). Essa identificação a partir de plântulas muitas vezes torna-se uma tarefa complexa, uma vez que os caracteres externos nos estágios iniciais do desenvolvimento pós-germinativo podem ser diferentes dos observados na planta adulta ou em indivíduos de espécies e gêneros afins (PINHEIRO et al., 1989). Observações sobre o desenvolvimento pós-seminal colaboram para o entendimento da regeneração natural (SANTOS-MOURA et al., 2016) como também para estudos ecológicos e taxonômicos (KELLERMANN et al., 2016) auxiliando, assim, na compreensão da dinâmica populacional de plantas e na identificação de suas fases no processo de sucessão ecológica.

A liberação de metabólitos secundários pelas plantas é um fenômeno que incide naturalmente no ambiente e abrange vegetais e microrganismos (PINTO et al. 2016). Essa

liberação, de acordo com Rice (1984), pode causar efeitos prejudiciais e/ou benéficos entre plantas através de interações bioquímicas provocadas por esses metabólitos (alelopatia). Todas as plantas produzem metabólitos secundários, que variam em qualidade e quantidade de espécie para espécie, assim como existem espécies mais sensíveis do que outras (FERREIRA; AQUILA, 2000). Segundo Aquila e Silva (2006) a liberação de compostos químicos influencia a sucessão vegetal primária e secundária, a estrutura e composição de comunidades vegetais e na predominância de algumas espécies vegetais, afetando assim, a biodiversidade local.

A energia luminosa, dependendo da sua qualidade, quantidade, presença ou ausência, pode acarretar diferentes respostas fisiológicas nas plantas, e afeta suas características anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001) por exercer efeito direto sobre a fotossíntese, abertura estomática e síntese de clorofila (KOZLOWSKI et al., 1991) dentre outros processos fisiológicos. Trabalhos realizados em condições controladas com o uso de sombreamento artificial permitem verificar a tolerância de cada espécie a diferentes condições de luminosidade (BORGES et al., 2014). Geralmente, características relacionadas ao crescimento são utilizadas para inferir a capacidade que uma espécie tem de adaptar-se à diferentes níveis de sombreamento (SCALON et al., 2002; MIELKE; SCHAFFER, 2010). Os dados obtidos a partir dessas investigações auxiliam no entendimento do padrão ótimo de desenvolvimento inicial de cada espécie, que poderá ser aplicado, por exemplo, no perfil da área a ser restaurada (CÂMARA; ENDRES 2008).

Neste contexto, o presente estudo foi desenvolvido com os seguintes objetivos: avaliar as características biométricas de sementes de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens* bem como o desenvolvimento pós-seminal dessas espécies com o intuito de gerar informações para subsidiar futuros estudos taxonômicos, ecológicos e silviculturais como também programas de conservação e de recuperação de áreas degradadas (Capítulo 1), e analisar a influência dos extratos de folhas de *Parkia platycephala* na germinação e desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens* e avaliar o desempenho dessas três espécies em função de diferentes níveis de sombreamento (Capítulo 2).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUILA, M. E. A.; SILVA, F. M. Contribuição ao estudo do potencial alelopático de espécies nativas. **R. Árvore**, v.30, n.4, p.547-555, 2006.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.
- BORGES, V. P.; COSTA, M. A. P. C.; RIBAS, R. F. Emergência e crescimento inicial de *Tabebuia heptaphylla*(vell.) Toledo em ambientes contrastantes de luz. **Revista Árvore** v. 38, n. 3, p. 523-531, 2014.
- BRITO, S. F.; SOUSA, J. E. F.; SILVA, J. A.; BEZERRA, A. M. E. Morfometria de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Acnistumar borescens*. **Amazonian Journal of Agriculture and Environmental Sciences**, v. 57, n. 4, p. 422-428, 2014.
- CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *mimosa caesalpiniiifolia* benth. *esterculiafoetidal*. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **FLORESTA**, v. 38, n. 1, 2008.
- FERREIRA, R. Q. S.; CAMARGO, M. O.; TEIXEIRA, P. R.; SOUZA, P.B; VIANA, R. H. O. Uso potencial e síndromes de dispersão das espécies de três áreas de Cerrado *sensu stricto*, Tocantins. **Global Science and Technology**. v. 9, n. 3, p. 73-86, 2016.
- FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v.12(Edição Especial), p. 175-204, 2000.
- GOUDEL, F.; SHIBATA, M.; COELHO, C, M. M.; MILLE, P. R. M. Fruit biometry and seed germination of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 1, p. 147-154, 2013.
- KELLERMANN, B.; BONA, C.; DE SOUZA, L. A. Morfoanatomia da plântula e comparação da folha nas fases juvenis e adulta de *Piptocarpha angustifolia* (Asteraceae). **Rodriguésia**, v. 67, n. 3, p. 627-638. 2016.
- KLINK C. A.; Machado, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P. J.; PALTARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**, San Diego: Academic Press, 1991p.
- LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DALLA-NORA, E. L. Under valuing and over exploiting the brazilian Cerrado at our peril. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**. v. 58, n.6, p. 4-15, 2016.
- MIELKE, M. S.; SCHAFFER, B. Photosynthetic and growth responses of *Eugenia uniflora* L. seedlings to soil flooding and light intensity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 68, n. 2, p. 113-121, 2010.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B, KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858,2000.

PINHEIRO, A. L.; RAMALHO, R. S.; VIDAL, W.N.; VIDAL, M. R. R. Estudos dendrológicos com vistas à regeneração natural de Meliaceae na microrregião de Viçosa. I. Identificação e descrição de dez espécies. **Revista Árvore**, v.13, n.1, p.1-66, 1989.

PINTO, E. N. F.; SOUTO, J. S.; LEONARDO, F. A. P.; BORGES, C. H. A.; BARROSO, R. F.; MEDEIROS, A. C. Crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) em solo oriundo de um povoamento de *Luetzelburgia auriculata*(Allemão) Ducke. **Revista Verde**, v. 11, n.2, p.33-38, 2016.

RICE, E. L. **Allelopathy**. London: Academic Press Inc, 1984p.

SANTOS-MOURA, S. S.; GONÇALVES, E. P.; MELO, F. D. L. A.; PAIVA, L. G.; SILVA, T. M. Morphology of fruits, diaspores, seeds, seedlings, and saplings of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 3, p. 652-660, 2016.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.

SILVA, A. L.; DIAS, D. C. F. S.; LIMA, L. B.; MORAIS, G. A. Methods for overcoming seed dormancy in *Ormosia arborea* seeds, characterization and harvest time. **Journal of seed Science**, v. 36, n. 318-325, 2014.

## **CAPÍTULO I**

**Caracterização biométrica de sementes e desenvolvimento pós-seminal de  
*Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens***

## RESUMO

*Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens* são espécies de Cerrado que possuem atributos funcionais potencialmente importantes para sua utilização em plantios de restauração, por apresentarem, por exemplo, rápido crescimento e baixa taxa de mortalidade. Levando-se isso em consideração, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características biométricas bem como o desenvolvimento pós-seminal dessas espécies com o intuito de gerar informações para subsidiar futuros estudos taxonômicos, ecológicos e silviculturais como também programas de conservação e de recuperação de áreas degradadas. Para o estudo biométrico foi mensurado as medidas de comprimento, largura, espessura e a massa das sementes. Para a descrição e ilustração do desenvolvimento pós-seminal até a formação da plântula, 50 sementes de cada espécie foram colocadas para germinar em placas de Petri com 14 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel filtro umedecidas com água deionizada. As placas foram mantidas em câmara de germinação com temperatura de 25°C. As sementes de *D. alata* possuem média de comprimento, largura, espessura e massa de 26,33 mm, 10,92 mm e 7,85 mm e 1,33 g, respectivamente. Sua germinação é do tipo epígea fanecotiledonar. A protusão da raiz ocorre três dias após a sementeira e a plântula está completamente formada aproximadamente no décimo segundo dia. As sementes de *E. gummiferum* possuem média de comprimento, largura, espessura e massa 13,90 mm, 8,68 mm, 5,58 mm e 0,43 g, respectivamente. Sua germinação também é do tipo epígea fanecotiledonar, iniciando-se no segundo dia após a sementeira e a formação completa da plântula é verificada a partir no décimo segundo dia. As sementes de *M. pubescens* possuem média de comprimento, largura, espessura e massa 4,56 cm, 8,72cm, 2,66 mm e 1,82 g, respectivamente. Sua germinação é do tipo semi-hipógea criptocotiledonar tendo início no terceiro dia após a sementeira e a plântula está completamente formada em torno do vigésimo segundo dia.

**Palavras-chave:** Cerrado, biometria, Fabaceae, plântula, Sapindaceae

## ABSTRACT

*Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* and *Magonia pubescens* are Cerrado species that possess functional attributes potentially important for use in restoration plantations, for example, presenting rapid growth and low mortality rates. Taking this into consideration, the present work aimed to evaluate the biometric characteristics as well as the post-seminal development of these species with the purpose of generating information to support future taxonomic, ecological and silvicultural studies as well as conservation and recovery programs of degraded areas. The biometric study was performed by measuring the length, width, thickness and mass of the seeds. For the description and illustration of post-seminal development until seedling formation, 50 seeds of each species were placed to germinate in 14 cm diameter Petri dishes containing two sheets of filter paper moistened with deionized water. The plates were kept in a germination chamber with a temperature of 25°C. The seeds of *D. alata* had a mean length, width, thickness and mass of 26.33 mm, 10.92 mm and 7.85 mm and 1.33 g, respectively. Its germination is of the epigeic type fanecotiledonar. The protrusion of the root occurs three days after sowing and the seedling is completely formed approximately on the twelfth day. The seeds of *E. gummiferum* have mean length, width, thickness and mass 13.90 mm, 8.68 mm, 5.58 mm and 0.43 g, respectively. Its germination is also of the epigeic type fanecotiledonar, beginning on the second day after sowing and the complete formation of the seedling is verified from the twelfth day. The seeds of *M. pubescens* have an average length, width, thickness and mass of 4.56 cm, 8.72 cm, 2.66 mm and 1.82 g, respectively. Its germination is of the semi-hypogeal cryptocotiledonar type beginning on the third day after sowing and the seedling is completely formed around the twenty-second day.

**Keywords:** Cerrado, biometry, Fabaceae, seedling, Sapindaceae

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os biomas existentes no território brasileiro destaca-se o Cerrado, que engloba um terço da biodiversidade brasileira e cerca de 5% da flora e fauna mundial, sendo intitulado como a savana mais biologicamente diversificada do mundo (SAWYER, 2002). No entanto, esse complexo vegetacional tem sido pouco valorizado em termos de conservação em virtude da elevada expansão do agronegócio, uso predatório do solo, além de poucas áreas de incentivos conservacionistas (STRASSBURG, 2017). Diante disso, estudos para o conhecimento e a preservação da sua flora se tornam imprescindíveis.

O manejo e a conservação do Cerrado bem como a reconstituição de áreas antropizadas dessa vegetação dependem de um maior entendimento sobre dados e padrões que possibilitem a precisa identificação das espécies vegetais a partir de suas fases juvenis, permitindo a distinção de grupos taxonômicos muito semelhantes entre si (OLIVEIRA et al., 2014). Os estudos morfológicos que envolvem frutos, sementes e, principalmente, plântulas são importantes para a identificação das espécies em campo (BRITO et al., 2014). Essa identificação a partir de plântulas muitas vezes torna-se uma tarefa complexa, uma vez que os caracteres externos nos estágios iniciais do desenvolvimento pós-germinativo podem ser diferentes dos observados na planta adulta ou em indivíduos de espécies e gêneros afins (PINHEIRO et al., 1989).

Observações sobre o desenvolvimento pós-seminal colaboram para o entendimento regeneração natural (SANTOS-MOURA et al., 2016) como também para estudos ecológicos e taxonômicos (KELLERMANN et al., 2016) auxiliando, assim, na compreensão da dinâmica populacional de plantas e na identificação de suas fases no processo de sucessão ecológica. Apesar disso, ainda são poucas as informações disponíveis nessa área, o que dificulta estudos relacionados ao processo de regeneração natural, à atividades de silvicultura e à preservação de espécies, com destaque para aquelas que correm risco de extinção (BARRETTO; FERREIRA, 2011).

Características biométricas de frutos e sementes são fundamentais para revelar a variabilidade genética dentro de uma população e as possíveis relações dessa variabilidade com fatores ambientais (SILVA et al., 2014), e também podem subsidiar programas de melhoramento genético proporcionando a homogeneidade de sementes (GOUDEL et al., 2013). Classificações morfométricas em sementes permitem adotar estratégias para padronizar a emergência de plântulas e a aquisição de mudas de tamanhos semelhantes e de maior vigor (CARVALHO; NEKAGAWA, 2000) sendo fundamentais para amparar a produção de novas

plantas em viveiros florestais (LEONHARDT et al., 2008). Além disso, é importante ressaltar que embora os estudos taxonômicos em angiospermas se fundamentem essencialmente em caracteres vegetativos e florais, eles nem sempre são suficientes para a caracterização de alguns grupos, razão pela qual frutos e sementes têm sido utilizados como caracteres decisivos (CAMACHO et al., 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características biométricas de sementes de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens* bem como o desenvolvimento pós-seminal dessas espécies com o intuito de gerar informações para subsidiar futuros estudos taxonômicos, ecológicos e silviculturais como também programas de conservação e de recuperação de áreas degradadas. Essas espécies foram escolhidas por possuírem atributos funcionais potencialmente importantes para sua utilização em plantios de restauração, por apresentarem, por exemplo, rápido crescimento e baixa taxa de mortalidade (PILON et al., 2013) além disso, elas foram objeto de estudo realizado pelo grupo de pesquisa em propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado do Núcleo de Estudos Ambientais (NEAMB) da Universidade Federal do Tocantins.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição das espécies

*Dipteryx alata* Vog., popularmente conhecida como baru, é uma árvore frutífera pertencente à família Fabaceae. Encontra-se distribuída em toda área do Cerrado, sendo mais abundante nas fitofisionomias cerradão e mata seca (RATTER et al., 2000). É uma espécie secundária tardia (SIQUEIRA, 1993). Apresenta floração de novembro a fevereiro e frutificação de janeiro a março, excepcionalmente até julho. É uma espécie de interesse econômico (madeira, fruto e sementes), apresentando tronco reto, tamanho elevado (atinge até 15 m de altura), sendo muito utilizada para construção civil e naval (ALMEIDA et al., 1998). A polpa dos frutos serve como alimento na culinária regional juntamente com as sementes que são ricas em cálcio, fósforo e manganês (TOGASHI, 1994).

*Enterolobium gummiferum* (Mart.) J. F. Macbr, conhecida popularmente como orelha-de-macaco e tamboril, e pertencente família Fabaceae, é encontrada em matas secas, cerradões e cerrados sentido restrito e, segundo Lorenzi (1998), é uma espécie climática. É uma árvore dotada de grande copa podendo atingir até 5 metros de altura. Sua floração ocorre nos períodos

de agosto a novembro e frutificação de maio a agosto. É usada amplamente na medicina popular: a seiva da árvore e as folhas são usadas contra afecções pulmonares e o fruto contém saponina que é utilizada na limpeza de úlceras e dermatites (ALMEIDA et al., 1998).

*Magonia pubescens* A. St.-Hil., conhecida popularmente como tinguí ou timbó, pertence à família Sapindaceae. É uma árvore considerada pioneira (MACEDO et al., 2009) por ser adaptada a terrenos fracos, porém, sempre altos e bem drenados (SILVA JÚNIOR, 2005). Possui ocorrência em áreas de Cerrado sentido restrito e cresce até 10 metros (ALMEIDA et al., 1998). Floresce nos meses de julho a setembro e frutifica de agosto a novembro; a maturação dos frutos ocorre quase simultaneamente com a nova florada (LORENZI, 2009). É utilizada na construção civil, fabricação de álcool e carvão (PAULA; ALVES, 1997), além de ser indicada para plantios de áreas degradadas de preservação permanente. Suas sementes são usadas na confecção de arranjos florais (LORENZI, 1992) como também para a fabricação de sabão caseiro, que fornece tratamento para pele (CALDEIRA; TOKASHIKI, 2000). Entretanto, elas provocam abortos em bovinos, o que tem provocado sua retirada de pastagens naturais do Cerrado, sendo por isso ameaçada à extinção (BRANDÃO et al., 2002).

## 2.2 Biometria das sementes

Os frutos de *E. gummiferum* e *M. pubescens* foram coletados na Fazenda São Judas Tadeu, município de Porto Nacional, embaixo de três matrizes da primeira espécie e de frutos em início de deiscência ainda ligados a seis matrizes no caso da segunda espécie. Aqueles de *D. alata* foram colhidos em baixo de cinco matrizes na fazenda Bom Jardim, município de Ponte Alta do Tocantins, embaixo das matrizes. Após a coleta, os frutos foram levados para a Seção de Propagação e Desenvolvimento de Plantas de Cerrado do Núcleo de Estudos Ambientais (Neamb), localizado no *Campus* de Porto Nacional da Universidade Federal do Tocantins, para a retirada das sementes.

A biometria das sementes foi realizada em 100 sementes selecionadas ao acaso. Determinou-se o comprimento, a largura e a espessura de cada uma, utilizando-se um paquímetro digital de precisão de 0,1 mm e uma régua milimetrada. O comprimento foi considerado como a medida da base ao ápice (maior dimensão) e a largura e espessura foram medidas na linha mediana das sementes perpendicularmente ao comprimento. A massa das sementes foi obtida através da pesagem de 50 sementes individualmente, em balança analítica com precisão de 0,0001g. Os dados biométricos das sementes foram avaliados mediante análise

estatística descritiva. Para cada característica foram calculados a média aritmética, valores máximo e mínimo, coeficiente de variação, erro-padrão da média e a frequência relativa.

### 2.3 Desenvolvimento pós-seminal

Para a descrição e ilustração do desenvolvimento pós-seminal até a formação da plântula, 50 sementes de cada espécie foram colocadas para germinar em placas de Petri medindo 14 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel filtro umedecidas com água deionizada. As placas foram mantidas em câmara de germinação com temperatura de  $26\pm 1^\circ$  C. Concomitantemente para auxiliar a descrição da morfologia pós-seminal, 15 sementes de cada espécie foram postas para foram postos para germinar em copos plásticos de 200 ml, contendo substrato Bioplant (substrato comercial, Nova ponte, MG) e solo do cerrado na proporção 4:1.

Com base em testes preliminares observou-se que as sementes de *E. gummiferum* possuem dormência tegumentar e, para acelerar o processo de germinação, as sementes foram escarificadas com lixa elétrica na região oposta ao hilo. Com a finalidade de diminuir a proliferação de fungos, as sementes passaram por um processo de assepsia, antes da distribuição nas placas de Petri. As sementes de *M. pubescens* foram imersas em solução de 50% de hipoclorito de sódio comercial em água deionizada e autoclavada e em seguida lavadas duas vezes por 10 minutos com água deionizada e autoclavada. As sementes *D. alata* e *E. gummiferum* foram imersas em hipoclorito de sódio comercial puro durante 20 minutos por apresentarem um tegumento mais espesso, e em seguida lavadas duas vezes por 10 minutos com água deionizada e autoclavada.

Para a descrição morfológica das sementes foram considerados os aspectos externos relativos à forma e a cor. No caso do desenvolvimento pós-seminal, os diferentes estágios (desde a emissão da radícula até a fase de plântula) foram avaliados diariamente, considerando como plântula quando os eófilos se mostraram totalmente expandidos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 *Dipteryx alata*

A análise descritiva geral para as variáveis analisadas nas sementes de *D. alata* encontra-se na tabela 1. As sementes apresentaram médias de 26,33 mm de comprimento, 10,92 mm de largura, 7,85 mm de espessura e 1,33 g de massa. Ferreira et al. (1998) trabalhando com a mesma espécie no estado de Minas Gerais, encontraram médias de comprimento e largura

inferiores (17,9 mm e 9,7 mm, respectivamente) enquanto que a média de espessura foi superior à verificada no presente estudo (8,3 mm). Zuffo et al. (2014) também trabalhando com *D. alata* em dois anos consecutivos (2012 e 2013) na região leste de Mato Grosso encontraram valores médios para comprimento e largura menores que o presente estudo e valores para espessura maiores. Para massa das sementes o valor obtido por esses autores foi inferior ao verificado no presente estudo.

Em relação ao comprimento a classe de maior frequência relativa (Figura 1) foi a de 25,12 - 26,86 mm (37%) seguido da classe 26,87 - 28,60 mm (28%). Para largura as classes com maiores frequências foram 10,19 - 10,77 mm (35%) e 10,78 - 11,35 mm (29%). Em termos de espessura aquelas com maiores frequências foram 7,47 - 8,59 mm (62%) e 6,33 - 7,46 mm (30%). Para a massa das sementes a classe 1,16 - 1,34 g foi a que apresentou maior frequência com 38%.

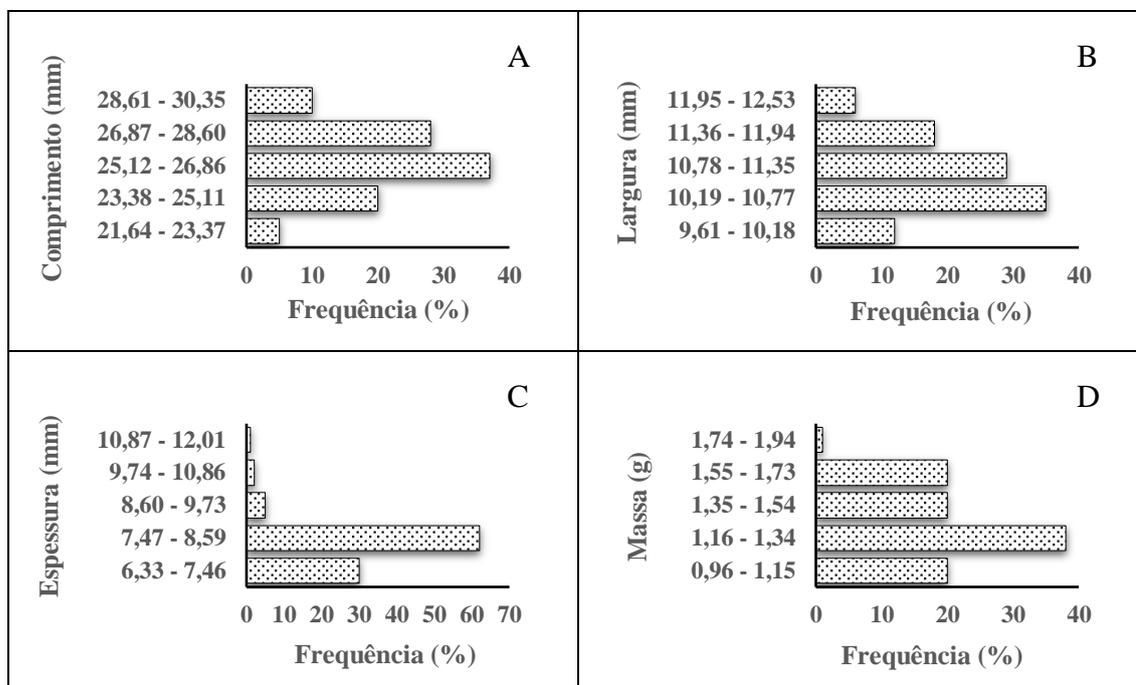
**Tabela 1.** Estatística descritiva para as variáveis comprimento, largura, espessura e massa de sementes de *Dipteryx alata*.

Parâmetros	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Massa (g)
Média	26,33	10,92	7,85	1,33
Valor mínimo	21,64	9,61	6,33	0,96
Valor máximo	30,25	12,43	11,91	1,84
Coefficiente de variação (%)	6,90	5,76	9,53	15,98
Erro padrão da média	0,18	0,06	0,07	0,03

Sano et al. (1999) e Corrêa et al. (2008) observaram que frutos e sementes *D. alata* podem ter suas características morfológicas modificadas anualmente, assim como podem ocorrer variações em árvores próximas e de diferentes locais. Zuffo et al. (2014) aborda que essas modificações anuais podem estar relacionadas às condições meteorológicas. Isso evidencia a influência de fatores ambientais nas características morfométricas e a presença de variabilidade genética dentro da população. Estudos biométricos compõem um instrumento importante para revelar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie assim como ajuda na diferenciação de espécies do mesmo gênero (GUSMÃO et al., 2006).

As sementes de *Dipteryx alata* apresentaram pouca variação em suas dimensões, o que é demonstrado pelos baixos valores de coeficiente de variação. A maior variação foi observada para a massa das sementes (CV = 15,98%). As sementes dessa espécie estudadas por Zuffo et

al (2014) também mostraram pouca variação biométrica, resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo.



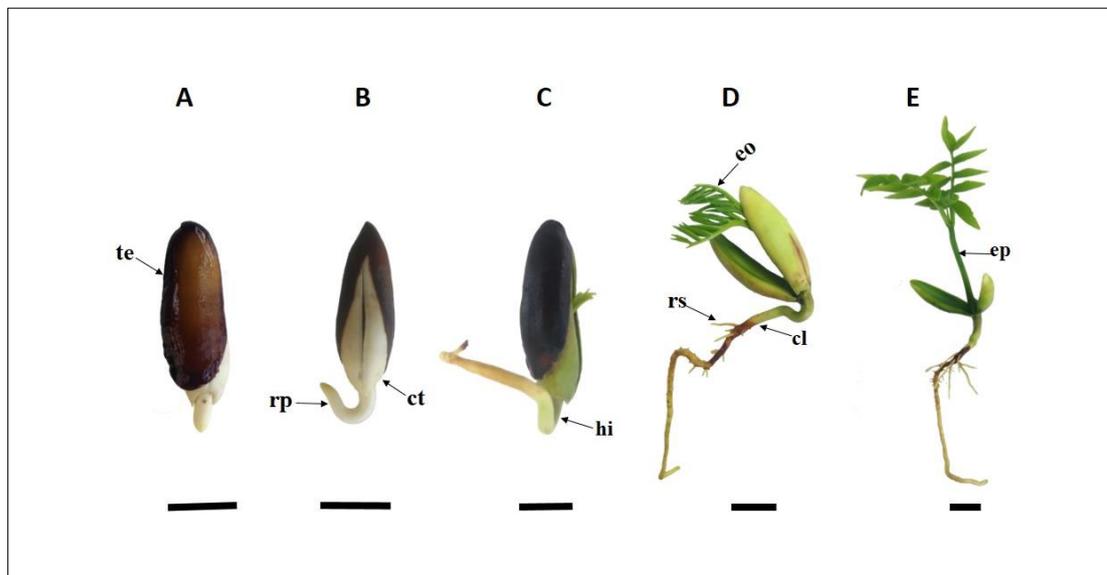
**Figura 1.** Frequências de comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa (D) de sementes de *Dipteryx alata*.

A semente de *D. alata* apresenta forma variando entre levemente ovalada a largamente elíptica, ápice levemente arredondado, hilo na forma elíptica e micrópila quase imperceptível localizada abaixo do hilo. A cor do tegumento varia de marrom amarelado ou avermelhado a quase preto, eventualmente com manchas mais escuras ou fendas transversais.

A germinação da semente é do tipo epígea fanerocotiledonar, ou seja, os cotilédones se elevam acima da superfície do solo e o tegumento se desprende do cotilédone, esse processo se inicia três dias após a semeadura, rompendo o tegumento na base das sementes (Figura 2A). A raiz primária possui coloração esbranquiçada a perolada ou amarelada na região da coifa. Para Barbosa (2008) quando a germinação ocorre no intervalo de dois a cinco dias, a semente se enquadra na categoria daquelas que apresentam germinação rápida (= ou < uma semana).

Dois dias após o início da germinação, o tegumento começa a se desprender ocorrendo aberturas longitudinais nas laterais dos cotilédones (Figura 2B). Aproximadamente três dias após a protrusão, a raiz primária que é axial ou pivotante começa a se diferenciar do hipocótilo, tornando-se posteriormente ferrugínea, fina e amarelada na extremidade onde está a coifa, enquanto o hipocótilo tem uma cor verde-clara sendo bem curto e cilíndrico, levemente achatado. O colo torna-se perceptível devido as diferenças supracitadas, possuindo uma cor

amarelada. Os eófilos começam a sair dos cotilédones que ainda estão relativamente fechados (Figura 2C).



**Figura 2.** Morfologia pós seminal de *Dipteryx alata*. rp = raiz primária, te = tegumento, hi = hipocótilo, ct = cotilédone, cl: colo, rs: raiz secundária, ep = epicótilo, eo = eófilo. Barras = 1,5 cm.

No décimo dia após a semeadura as raízes secundárias que são curtas e de coloração amarelada, já estão presentes (Figura 2D). O epicótilo alonga-se rapidamente, sendo inicialmente curvado nesta fase até torna-se reto, cilíndrico, longo, fino e de coloração verde claro. Os eófilos ficam completamente expandidos a partir do décimo segundo dia (Figura 2E). Eles são compostos, paripenados, com 4 a 6 pares de folíolos com peciólulo bastante curto de coloração verde claro e disposição oposta com forma elíptica, ápice acuminado, base obtusa, bordo inteiro e com nervação peninervea semelhante ao descrito por Ferreira et al. (1998). Nesta fase os cotilédones já estão completamente expandidos, possuindo coloração, verde-claro na face dorsal e verde-escuro na face ventral, sendo persistentes, carnosos, glabros, opostos e sésseis. As próximas folhas apresentam características similares às descritas para as primeiras folhas, exceto pela coloração que de verde claro passa a ser escuro.

### 3.2 *Enterolobium gummiferum*

As sementes de *E. gummiferum* apresentaram médias de 13,90 mm de comprimento, 8,68 mm de largura, 5,58 de espessura e 0,43 g de massa (Tabela 2). Essas dimensões são

diferentes das observadas por RAMOS e FERRAZ (2008) para a espécie do mesmo gênero *E. schomburgkii*, que foram 7,7 mm de comprimento, 3,7 mm de largura e 2,7 mm de espessura.

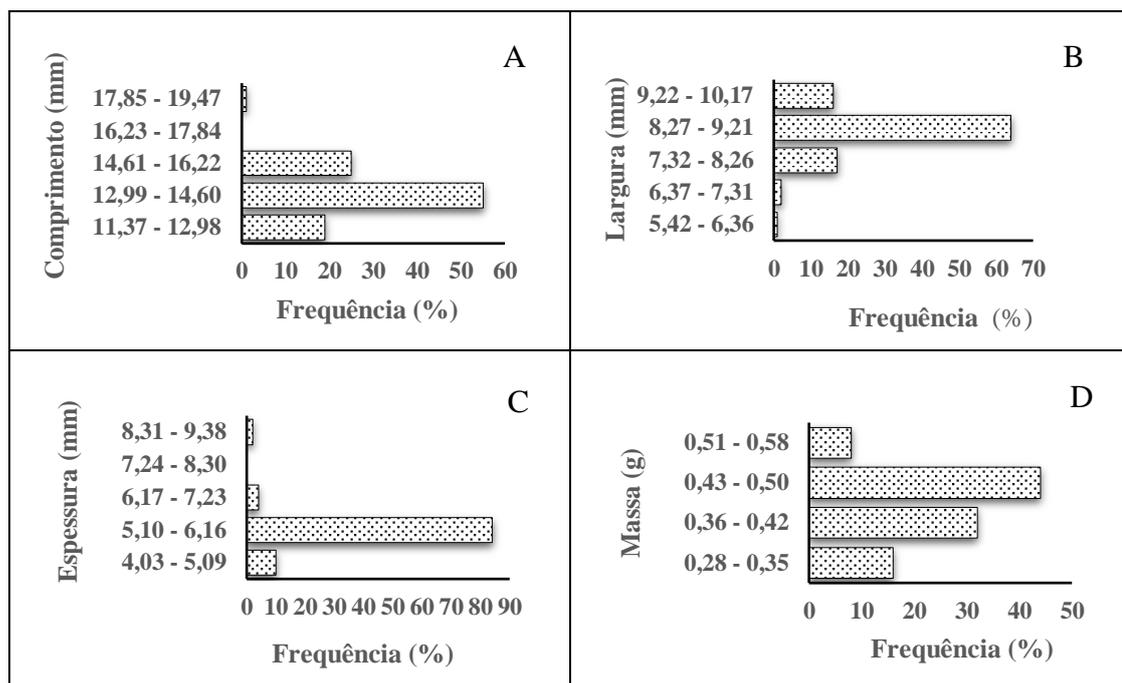
Para comprimento das sementes, a classe de frequência relativa com maior representatividade foi a 12,99 - 14,60 mm (55%) seguido da classe 14,61 - 16,22 mm (25%). Para a largura as classes com maiores frequências foram a de 8,27-9,21mm (64%) e de 7,32 - 8,26 mm (17%). Em termos de espessura aquelas com maiores frequências foram a de 5,10 - 6,16 mm (84%) e a de 4,03 - 5,09 mm (10%), e para massa das sementes a classe 0,43 - 0,50 g foi a de maior frequência (44%) seguida da classe 0,36-0,42 g (32%) (Figura 3).

**Tabela 2.** Estatística descritiva para as variáveis comprimento, largura, espessura e massa de sementes *Enterolobium gummiferum*.

Parâmetros	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Massa (g)
Média	13,90	8,68	5,58	0,43
Valor mínimo	11,37	5,42	4,03	0,28
Valor máximo	19,37	10,07	9,28	0,56
Coefficiente de variação (%)	7,89	7,97	11,33	14,81
Erro padrão da média	0,100	0,060	0,060	0,009

Ramos e Ferraz (2008) ao realizarem um estudo com sementes e plântulas de *E. schomburgkii* observaram que as sementes coletadas ao longo de quatro anos apresentaram maior frequência nas classes 7,8 - 8,2 mm de comprimento, 3,7 - 3,9 mm de largura, 2,4 - 2,5 mm de espessura e 0,033 - 0,093 g de massa, resultados muito inferiores aos encontrados no presente estudo. Isso mostra que a caracterização biométrica é de grande utilidade na identificação e diferenciação de espécies do mesmo gênero.

As sementes analisadas de *E. gummiferum* apresentaram comprimento variando de 11,37 a 19,37 mm, largura de 5,42 a 10,07 mm, espessura de 4,03 a 9,28 mm e massa de 0,28 a 0,56 g (Tabela 2). Considerando outras espécies da família Fabaceae, Cruz et al. (2001) encontrou para as sementes de *Hymenaea intermedia* comprimento variando de 23,1 a 25,2 mm, largura de 14,2 a 15,1 mm e espessura de 13,9 a 15,0 mm, valores muito maiores do que os encontrados no presente estudo. Enquanto que Silva et al. (2013) relatou para as sementes de *Melanoxylon brauna* (Fabaceae) comprimento variando de 9,86 a 15,60 mm, largura de 2,21 a 8,14mm e espessura de 2,02 a 6,99, valores inferiores a do presente estudo para *E. gummiferum*.



**Figura 3.** Frequências de comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa (D) de sementes de *Enterolobium gummiferum*.

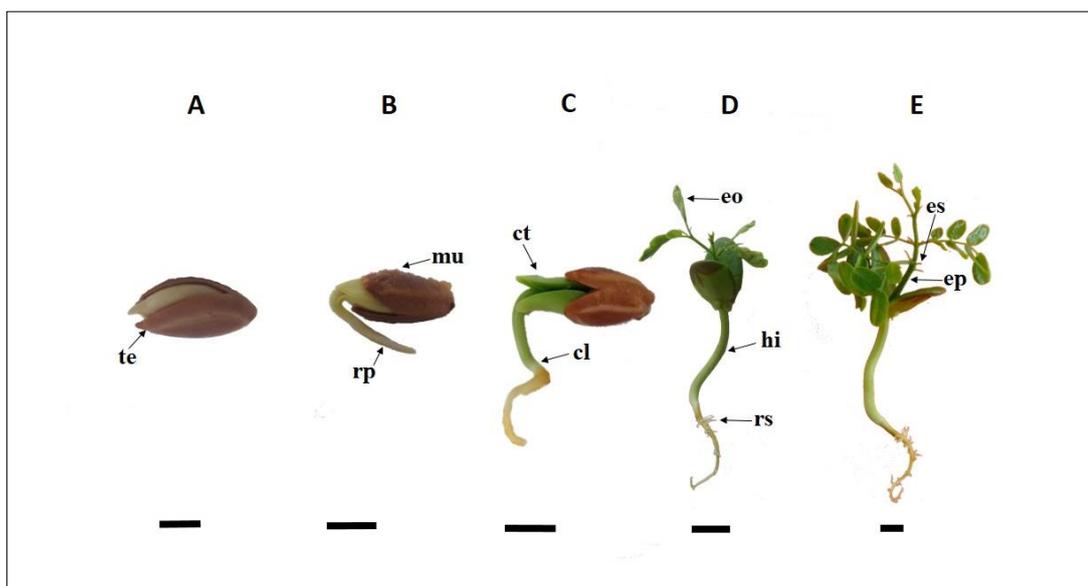
As sementes de *E. gummiferum* apresentam formato elíptico e coloração marrom-escuro brilhante, possuindo em ambas as faces a presença do pleurograma apical-basal de coloração amarelada que representa cerca de 90% do seu comprimento. O hilo é pequeno e da mesma colocação da semente, de formato circular, localizado na base da semente em uma pequena protuberância. A micrópila está localizada logo abaixo do hilo, sendo pouco perceptível a olho nu.

A germinação da semente de *E. gummiferum* é do tipo epígea fanerocotilefonar, iniciando-se no segundo dia após a semeadura com a protrusão da radícula, período em que há pequeno aumento de volume da semente com a liberação gradual de uma mucilagem translúcida que se origina do tégmen (Figura 4A e B). Andrade et al. (2008) também descreveram a presença de uma substância mucilaginosa nas sementes de *Crotalaria lanceolata* (Arecaceae), caso elucidado por Damião Filho (2005) como característica de algumas leguminosas pela absorção de água em grande quantidade. Esse tipo de germinação (fanerocotiledonar) também foram descritas em outras espécies de Fabaceae: *Hymenaea courbaril* (FLORES e BENAVIDES, 1990), *Cassia fistula* (ARAÚJO e MATOS, 1991) e *Caesalpinia peltophoroides* (SORIANO; TORRES, 1992) e também para a espécie do mesmo gênero *E. schomburgkii*

(RAMOS; FERRAZ, 2008) a qual, como *E. gummiferum* tem sua germinação iniciada 2 a 3 dias após a sementeira.

O tegumento começa a se desprender dos cotilédones a partir do quarto dia do processo germinativo. O hipocótilo alonga-se rapidamente apresentando uma leve curvatura inicialmente (Figura 4C) até se tornar ereto e cilíndrico. O colo é visível principalmente pela diferença entre os tecidos do hipocotilo e a da raiz principal. Segundo Oliveira (1993) essa região é um elemento de identificação nas plântulas, mostrando forma constante nas espécies em que ocorre.

No 10º dia os cotilédones encontram-se semi-abertos, aparecendo entre eles o primeiro par de eófilos. O epicótilo é cilíndrico, piloso, muito pequeno e quase imperceptível. Ainda neste estágio, as primeiras raízes secundárias emergem logo abaixo do colo (Figura 4D). A raiz é do tipo axial com a raiz principal fina e cilíndrica de coloração amarelada com formação de raízes secundárias curtas distribuídas irregularmente e de coloração amarelo claro.



**Figura 4.** Morfologia pós seminal de *Enterolobium gummiferum*. mu = mucilagem, rp = raiz primária, te = tegumento, hi = hipocótilo, ct = cotilédone, rs: raiz secundária, ep = epicótilo, eo = eófilo, es = estípula. Barras = 1,0 cm

O epicótilo posteriormente se torna glabro, cilíndrico e de coloração verde. Os cotilédones são persistentes de coloração verde-escuros, opostos, sésseis, carnosos e glabros, de formato elíptico-oblongo com ápice obtuso e base subcordada. No 12º dia os eófilos se encontram totalmente expandidos (Figura 4E). Eles são recompostos, verdes e dotados de estípulas, com dois folíolos constituídos de seis a oito foliólulos peninérveos. A presença de

estípulas também foram observadas por Finger et al. (1979) para as espécies de *Apuleia leiocarpa* e *Senna macranthera*, ambas da família Fabaceae.

### 3.3 *Magonia pubescens*

As sementes de *M. pubescens* apresentaram médias de 4,56 cm de comprimento, 8,72 cm de largura, 2,66 mm de espessura e 1,82 g de massa (Tabela 3). Vieira e Gusmão (2008) trabalhando com a espécie *Talisia esculenta* também pertencente à família Sapindaceae obtiveram médias de comprimento, largura e massa das sementes de 25,08 mm, 13,62 mm e 4,49 g respectivamente, sendo o comprimento e largura inferiores ao presente estudo e a massa superior.

Para comprimento das sementes, a frequência relativa se concentrou em duas classes com 38% cada, e 4,2 - 4,7 cm e 4,8 - 5,2 cm. Para a largura a classe com maior frequência foi a 8,4 - 9,0 (47%) seguida da classe 9,1 - 9,7cm com (35%). Para a espessura as classes com maiores frequências foram 1,83 -2,57 mm (42%) e 2,58 -3,33mm (30%), e para massa das sementes a classe de 1,87 - 2,30 g foi a de maior frequência (54%), seguida da classe 1,42 - 1.86 g (24%) (Figura 5). Esses resultados indicam que a uniformidade das dimensões e da massa das sementes são caracteres determinados geneticamente para cada espécie (OLIVEIRA et al., 2000).

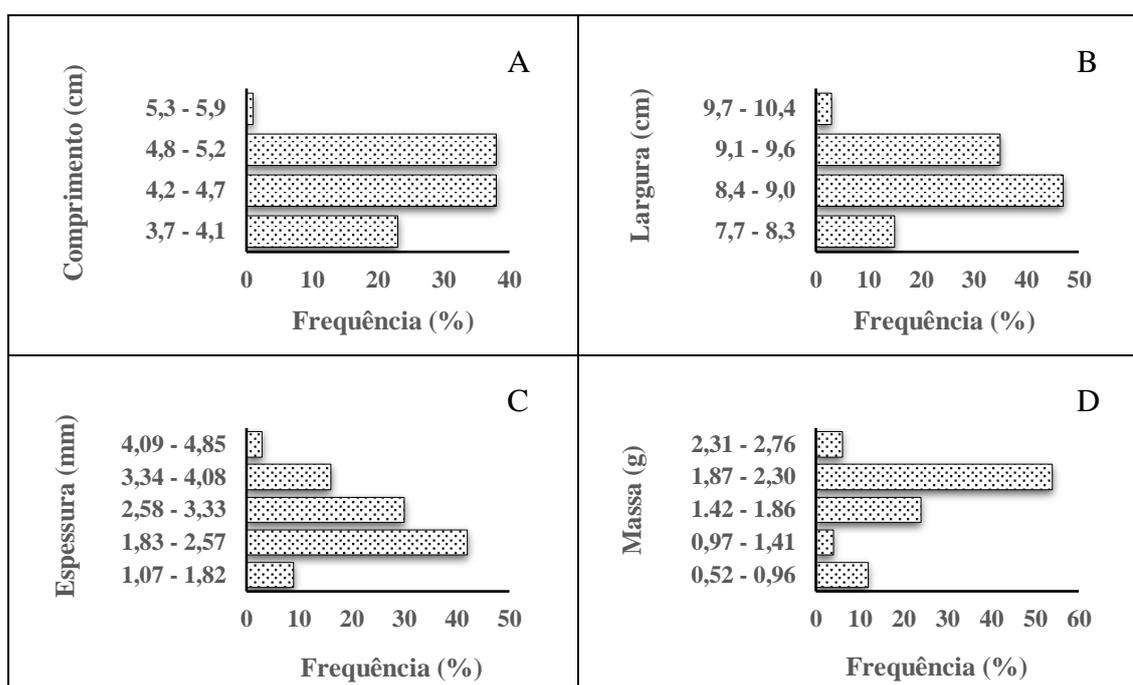
**Tabela 3.** Estatística descritiva para as variáveis comprimento, largura, espessura, massa de sementes de *Magonia pubescens*.

Parâmetros	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (mm)	Massa (g)
Média	4,56	8,72	2,66	1,82
Valor mínimo	3,70	7,70	1,07	0,52
Valor máximo	5,40	10,10	4,75	2,66
Coeficiente de variação (%)	8,28	5,31	26,35	28,07
Erro padrão da média (s)	0,030	0,047	0,007	0,070

Macedo et al. (2009), também trabalhando com *M. pubescens*, observaram que a maioria das sementes apresentaram comprimento de 3,9 a 5,1 cm (que correspondem a 91% do comprimento encontrado no presente estudo), largura de 6,25 a 8,67 cm e massa de 2,33 a 4,23 g valores inferiores e superiores, respectivamente, aos encontrados no presente estudo. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), um fator que pode ter grande influência sobre o comportamento

da semente e da plântula resultante, é teor protéico que varia se acordo com o local de origem da semente e causam diferenças no processo germinativo e nas dimensões das sementes.

A variáveis que apresentaram maiores variabilidade em *M. pubescens* foi a massa da semente seguida da espessura. A variação na massa das sementes ocorre tanto entre indivíduos de uma mesma espécie, quanto entre sementes de um mesmo individuo (VAUGHTON; RAMSEY, 1998). As variáveis comprimento e largura apresentaram as menores variações.



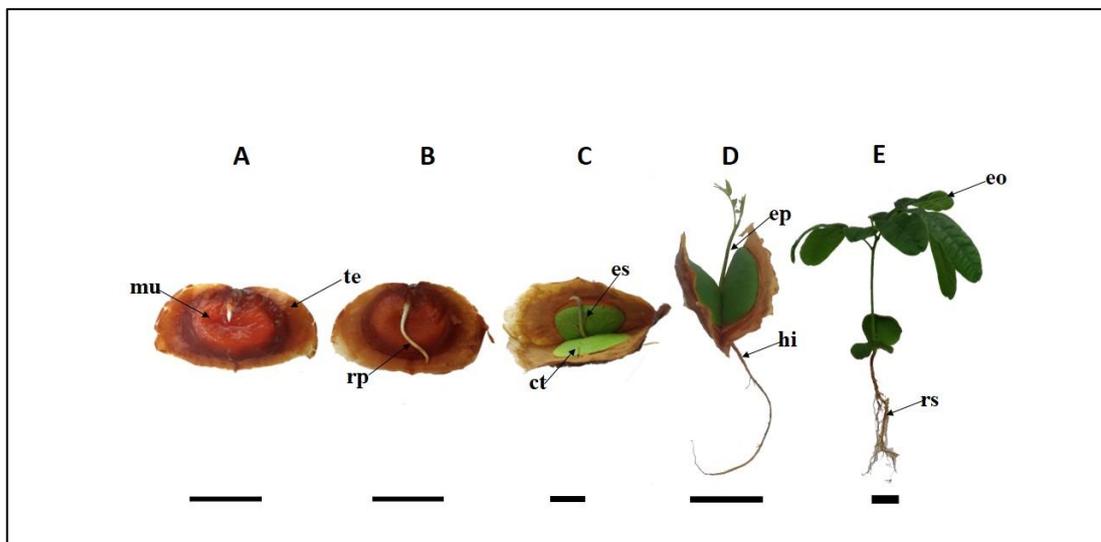
**Figura 5.** Frequências de comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa (D) de sementes de *Magonia pubescens*

A semente de *Magonia pubescens* é alada, possuindo o tegumento bem fino de coloração marrom e forma aproximadamente elíptica. A germinação (Figura 6A) teve início no terceiro dia após a semeadura, sendo do tipo semi-hipógea criptocotiledonar, isto é, os cotilédones permanecem no nível do substrato envolvidos pelo tegumento, com hipocótilo bastante reduzido. Paoli et al. (1998) e Paoli et al. (2008) estudando a morfologia e germinação de *Pseudima frutescens* e *Sapindus saponaria*, respectivamente, ambas da família Sapindaceae, observaram que a germinação era do tipo hipógea e criptocotiledonar, como observado para *M. pubescens*. Entretanto, foi estabelecido para outras espécies da família Sapindaceae germinação do tipo epígea e fanerocotiledonar, ou seja, quando os cotilédones se desprendem do tegumento como em *Koelreuteria paniculata* (SANTOS JUNIOR; SILVA, 2017). Segundo Sommer

(2009) esse fator é devido à família ser cosmopolita e constituída por árvores, arbustos, lianas e ervas localizadas em diferentes nichos tropicais e subtropicais.

Pouco tempo depois que a semente entra em contato com a água, forma-se uma grande quantidade de mucilagem, fazendo com que a semente tenha um aumento considerável de seu volume. Com isso, o cotilédone, cuja coloração varia de verde claro a verde escuro fica exposto. Essa camada de mucilagem favorece a germinação em tempos de seca prolongada, disponibilizando água para a plântula em desenvolvimento (MACEDO et al., 2009), e para auxiliar a semente aderir à superfície do solo (FAHN, 1990).

A raiz primária é lisa e de coloração esbranquiçada (Figura 6B). No sexto dia observou-se um rápido alongamento da raiz principal que passou a ter coloração amarronzada e no sétimo dia já se verifica a presença das raízes secundárias. O hipocótilo é curto, cilíndrico, glabro e de cor verde bem claro. Os cotilédones são carnosos, sésseis, verdes e cobertos pela testa da semente (Figura 6C).



**Figura 6.** Morfologia pós seminal de *Magonia pubescens*. mu = mucilagem, rp = raiz primária, te = tegumento, hi = hipocótilo, ct = cotilédone, rs = raiz secundária, es = escama, ep = epicótilo, eo = eófilo. Barras = 3,0 cm

No 14º dia o epicótilo encontra-se ereto, alongado, de cor verde e com presença de escamas. Os eófilos possuem coloração verde-oliva (Figura 6D) e à medida em que eles vão se expandindo a coloração vai alterando para a coloração verde escuro. No 22º dia os eófilos encontram-se totalmente expandidos, sendo compostos, imparipinados com 3 a 7 folíolos de formato elíptico a oblongo, bordos ondulados, com a nervura principal bem evidente na face abaxial. Nesta etapa o sistema radicial encontra-se evidente sendo pivotante e de coloração

marrom, possuindo raízes secundárias com ramificações laterais, longas e finas (Figura 6E). Em conjunto com o surgimento dos metafílos, nota-se ainda a permanência dos cotilédones verdes, provavelmente devido à presença de grandes quantidades de reservas.

#### 4. CONCLUSÃO

As sementes de *D.alata* possuem média de comprimento, largura, espessura e massa de 26,33 mm, 10,92 mm e 7,85 mm e 1,33 g, respectivamente. Sua germinação é do tipo epígea fanecotiledonar. A protusão da radícula ocorre três dias após a semeadura e a plântula está completamente formada aproximadamente no décimo segundo dia.

As sementes de *E. gummiferum* possuem média de comprimento, largura, espessura e massa 13,90 mm, 8,68 mm, 5,58 mm e 0,43 g, respectivamente. Sua germinação é do tipo epígea fanecotiledonar, iniciando-se no segundo dia após a semeadura e a formação completa da plântula é verificada a partir no décimo segundo dia.

As sementes de *M. pubescens* possuem média de comprimento, largura, espessura e massa 4,56 cm, 8,72cm, 2,66 mm e 1,82 g, respectivamente. Sua germinação é do tipo semi-hipógea criptocotiledonar tendo início no terceiro dia após a semeadura e a plântula está completamente formada em torno do vigésimo segundo dia.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**, Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998, 464p.

ANDRADE, D. A. V.; ORTOLANI, F. A.; MORO, J. R.; MORO, F. V. Aspectos morfológicos de frutos e sementes e caracterização citogenética de *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (Papilionoideae - Fabaceae). **Acta Botânica Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 621-625, 2008.

ARAÚJO, S. S.; MATOS, V. P. Morfologia da semente e de plântula de *Cassia fistula* L. **Revista Árvore**, v. 15, n. 3, p. 217-223, 1991.

BARBOSA, C. D. A. Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhos da caatinga com germinação rápida. P. 625-656. In: LEAL,R.; TABARELLI,M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2008, 625-656p.

BARRETTO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenathera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P.; MACEDO, J. F. **Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528p.

BRITO, S. F.; SOUSA, J. E. F.; SILVA, J. A.; BEZERRA, A. M. E. Morfometria de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Acnistus arborescens*. **Amazonian Journal of Agriculture and Environmental Sciences**, v. 57, n. 4, p. 422-428, 2014.

CALDEIRA, S. F.; TOKASHIKI, S. C. Efeito de beneficiamento e armazenamento na germinação de sementes de *Magonia pubescens* A, St.-Hi. **Resvista Agricultura Tropical**, v. 4, n. 1, p. 58-68, 2000.

CAMACHO R. L.; GONZÁLEZ R. M.; CANO, M. *Acacia farnesiana* (L.) Willd. (Fabaceae: Leguminosae), una especie exótica con potencial invasivo en los bosques secos de la isla de Providencia (Colombia). **Biota Colombiana**, v.13 p. 232-246, 2012.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CORRÊA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; ZICA, L. F. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* vog.) em três populações nos cerrados do estado de goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, n. 2, p. 5-11, 2000.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revistata brasil. Botânica**, v. 24, n. 2, p.161-165, 2001.

DAMIÃO FILHO, C. F. **Morfologia vegetal**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2005. 172p.

FAHN, A. **Plant anatomy**, 4th edn. London, UK: Pergamon Press, 1990. 522–525p.

FERREIRA, R. A.; BOTLHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântulas e mudas de *Dipteryx alata* Vogel – Baru (Leguminosa Papilionoideae). **CERNE**, v. 4, n. 1, p.73-87, 1998.

FLORES, E. M.; BENAVIDES, C. E. Germinación y morfología de la plántula de *Hymenaea courbaril* L. (Caesalpinaceae). **Revista de Biología Tropical**, v. 38, n. 1, p. 91-98, 1990.

GOUDEL, F.; SHIBATA, M.; COELHO, C, M. M.; MILLE, P. R. M. Fruit biometry and seed germination of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 1, p. 147-154, 2013.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA-JUNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, v. 12, n.1, p.84-91, 2006.

KELLERMANN, B.; BONA, C.; DE SOUZA, L. A. Morfoanatomia da plântula e comparação da folha nas fases juvenis e adulta de *Piptocarpha angustifolia* (Asteraceae). **Rodriguésia**, v. 67, n. 3, p. 627-638. 2016.

LEONHARDT, C.; BUENO, O. L.; CALIL, A. C.; BUSNELLO, A.; ROSA, R. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, v.63, n. 1, p. 5-14, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, Nova Odessa: Plantarum, 1998, v.2, 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5. ed. v.1. Nova Odessa-SP: Plantarum, 2009. 347p.

MACEDO, M. C.; SCALON, S. P. Q.; SARI, A. P.; SCALON FILHO, H.; ROSA, Y. B. C. J.; ROBAINA, A. D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* St.Hil Sapindaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.

OLIVEIRA, A. N.; QUEIROZ, M. S. M.; RAMOS, M. B. P. Estudo morfológico de frutos e sementes de trefósia (*Tephrosia candida*.- Papilinoideae) na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p.193-199, 2000.

OLIVEIRA, J. H. G.; IWAZAKI, M. C.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia das plântulas, anatomia e venação dos cotilédones e eofilos de três espécies de Mimosa (Fabaceae, Mimosidae). **Rodriguésia**, v. 65, n. 3, p. 777-789, 2014.

PAOLI, A. A. S.; BIANCONI, A. Caracterização Morfológica de Frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (SAPINDACEAE), **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n.2, p.146-155, 2008.

PAOLI, A. S.; SANTOS, M. R. O. Caracterização Morfológica de Frutos, sementes e plântulas de *Sapindus saponaria* L. (SAPINDACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p.147-153, 1998.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**, Brasília, DF: Fundação Mokiti Okada, 1997p.

PILON, N. A.; DURIGAN, G. Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 389-399, 2013.

PINHEIRO, A. L.; RAMALHO, R. S.; VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. Estudos dendrológicos com vistas à regeneração natural de Meliaceae na microrregião de Viçosa. I. Identificação e descrição de dez espécies. **Revista Árvore**, v.13, n. 1, p.1-66, 1989.

RAMOS, M. B. P.; FERRAZ, I. D. K. Estudos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Brasil. Bot**, v.31, n.2, p.227-235. 2008.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F.; DIAS, T. A. B, Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos Estados compreendidos pelo Bioma Cerrado, **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 5, p. 5-43, 2000.

SANTOS JUNIOR, R. N.; SILVA, A. G. Caracterização Morfológica de Sementes e Plântulas de *Koelreuteria paniculata* Laxm. **Enciclopédia biosfera**, v. 14 n. 25; p. 2017.  
SANTOS-MOURA, S. S., GONÇALVES, E. P., MELO, F. D. L. A., PAIVA, L. G., SILVA, T. M.; Morphology of fruits, diaspores, seeds, seedlings, and saplings of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 3, p. 652-660, 2016.

SANO, E. E.; BARCELLOS, A.O.; BEZERRA, H. S. **Área e distribuição espacial de pastagens cultivadas no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999, 21p.

SAWYER, D. **População, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no cerrado**. Campinas: NEPO/UNICAMP: PRONEX, v. 2, p. 295, 2002.

SHEPHERD, G. J., GIULIETTI, A. M., MELHEM, T. S. (eds.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. **Instituto de Botânica**, São Paulo, v. 6, p. 195-256, 2009.

SILVA, A. L.; DIAS, D. C. F. S.; LIMA, L. B.; MORAIS, G. A. Methods for overcoming seed dormancy in *Ormosia arborea* seeds, characterization and harvest time. **Journal of seed Science**, Londrina, v. 36, n. 318-325, 2014.

SILVA, T. M.; Morphology of fruits, diaspores, seeds, seedlings, and saplings of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 3, p. 652- 660, 2016.

SILVA JÚNIOR, M. C. **100 árvores do Cerrado: guia de campo**. Brasília-DF: Rede de sementes do Cerrado, 2005. 278 p.

SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA J. C. B.; KAGEYAMA. P. Y. Conservação dos recursos genéticos ex situ do cumbaru (*Dipteryx alata*) Vog. – Leguminosae. **Revista Instituto Florestal**, v. 5, n. 2, p. 231-43, 1993.

SOMNER, G. V.; CARVALHO, A. L. G.; SIQUEIRA, C. T. Sapindaceae da Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, p.485-507, 2009.

SORIANO, S.; TORRES, R. B. 1992. **Descrição de plântulas de árvores nativas**. In Anais do IX Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo. Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas, p. 27-46.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOK, T.; FELTRAN-BARBIERI. R.; IRIBARREM. A.; CROUZEILLES,R.; LOYOLA,R.; LATAWIEC, A. E.; FILHO,F. J. B. O.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, p. 1-3, 2017

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V.C. Caracterização química parcial do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.).**Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 14, n.1, p. 85-95, 1994.

VAUGHTON, G.; RAMSEY, M. Sources and consequences of seed mass variation in *Banksia marginata* (Proteaceae). **Journal of Ecology**, v. 86, p. 563-573, 1998.

VIEIRA, F. A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* radlk (Sapindaceae). **Ciência e agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1073-1079, 2008.

ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; JUNIOR, J. M. Z. Caracterização biométrica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v.37 n.4, p.463-471. 2014.

## **CAPÍTULO II**

**INFLUÊNCIA DOS EXTRATOS DE *Parkia platycephala* NA GERMINAÇÃO E NO  
DESENVOLVIMENTO DE *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* E *Magonia pubescens*  
E O DESEMPENHO DESSAS TRÊS ESPÉCIES EM FUNÇÃO  
DE DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

## RESUMO

A conservação e o uso sustentável de áreas do Cerrado dependem de conhecimentos básicos sobre o desenvolvimento, adaptação e interações das espécies ocorrentes nesse complexo vegetacional. Um trabalho realizado anteriormente verificou que a espécie *Parkia platycephala* (Fabaceae) possivelmente atua como facilitadora para o estabelecimento de algumas espécies arbóreas de Cerrado encontradas sob sua copa e em áreas adjacentes, dentre elas *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens*. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivos analisar os efeitos de diferentes concentrações de extratos de folhas de *P. platycephala* na germinação e desenvolvimento inicial dessas três espécies e avaliar a influência de diferentes níveis de sombreamento no seu desenvolvimento inicial. Os extratos foram obtidos a partir da mistura de folhas trituradas em moinho com água destilada obedecendo à proporção de 100g do material vegetal seco para 1.000mL de água deionizada, sendo este considerado o extrato bruto (100% de concentração). Diluições para 75%, 50% e 25% foram feitas a partir do extrato bruto. Para o estudo do sombreamento plântulas foram submetidas a quatro tratamentos: pleno sol, 50% e 75% de sombreamento, além do tratamento em sombra natural (sob copa da *P. platycephala*). Os resultados obtidos mostraram que os extratos de folhas de *P. platycephala* até 75% não interferiram na germinação das sementes das espécies. Em relação ao desenvolvimento as concentrações dos extratos da *P. platycephala* até 25 e 75% promoveram resultados superiores ao controle para *E. gummiferum* e *D. alata*, respectivamente, em relação à maioria das variáveis analisadas. A concentração de 100% foi inibitória para a altura das plantas de *D. alata* em relação aos demais tratamentos. Em *M. pubescens* verificou-se que o aumento na concentração dos extratos até 75% favoreceu um acréscimo no comprimento das raízes e que essa concentração foi significativamente superior ao controle. No que se refere aos diferentes níveis de sombreamento, a análise de parâmetros biométricos e fisiológicos em seu conjunto revelou que, de maneira geral, a manutenção de plantas de *D. alata*, *E. gummiferum* e *M. pubescens* sob sombreamento propiciou melhores condições de desenvolvimento, resultando em plantas mais vigorosas. Dessa forma, a partir dos dados obtidos no presente estudo, em conjunto com aqueles relatados por Cabral (2017), é possível sugerir que *P. platycephala*, até certo grau de desenvolvimento dos seus ramos e folhas, atue como espécie facilitadora, proporcionando mudanças biológicas e físicas no ambiente de modo que essas espécies se estabeleçam sob sua copa ou em áreas adjacentes.

**Palavras-chaves:** *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum*, Fabaceae, *Magonia pubescens*, Sapindaceae

## ABSTRACT

The conservation and sustainable use of Cerrado areas depends on basic knowledge about the development, adaptation and interactions of the species occurring in this vegetation complex. A previous work verified that the species *Parkia platycephala* (Fabaceae) possibly acts as a facilitator for the establishment of some Cerrado tree species found under its crown and in adjacent areas, among them *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* and *Magonia pubescens*. In this sense, the present study aimed to analyze the effects of different concentrations of *P. platycephala* leaf extracts on the germination and early development of these three species and to evaluate the influence of different levels of shading on their initial development. The extracts were obtained from the mixture of mill-crushed leaves with distilled water according to the ratio of 100g of dry plant material to 1000mL of deionized water, which was considered the crude extract (100% concentration). Dilutions to 75%, 50% and 25% were made from the crude extract. For the study of shading seedlings were submitted to four treatments: being full sun, 50% and 75% shading, in addition to the natural shade treatment (under glass of *P. platycephala*). The results obtained in the present study showed that extracts of leaves of *P. platycephala* up to 75% did not interfere in the germination of the seeds of the species. Regarding the development, the concentrations of *P. platycephala* extracts up to 25 and 75% promoted superior results to the control for *E. gummiferum* and *D. alata*, respectively, in relation to most of the variables analyzed. The concentration of 100% was inhibitory to the height of *D. alata* plants in relation to the other treatments. In *M. pubescens*, it was verified that the increase in the concentration of the extracts up to 75% favored an increase in the length of the roots and that this concentration was significantly superior to the control. Regarding the different levels of shading, the biometric and physiological parameters analysis showed that, in general, the maintenance of *D. alata*, *E. gummiferum* and *M. pubescens* plants under shading provided better development conditions, resulting in more vigorous plants. Thus, from the data obtained in the present study, together with those reported by Cabral (2017), it is possible to suggest that *P. platycephala*, to a certain degree of development of its branches and leaves, acts as a facilitating species, providing biological changes and physical in the environment so that these species settle down under their canopy or adjacent areas.

**Keywords:** *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum*, Fabaceae, *Magonia pubescens*, Sapindaceae

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os países com maior diversidade biológica, porém, contraditoriamente, essa diversidade é uma das menos estudadas (NERY et al., 2007). O Cerrado, constitui um dos mais importantes complexos vegetacionais do país, possui uma enorme heterogeneidade espacial que abrange a mais diversa flora savânica do mundo, com alto grau de endemismo. Entretanto, apenas 19,8% de sua vegetação nativa encontra-se inalterada (STRASSBURG et al., 2017). A degradação que essa vegetação vem sofrendo ao longo das três últimas décadas, provocada por diversas atividades como urbanização, agropecuária, e empreendimentos hidroelétricos, dentre outros (LAHSEN et al., 2016), tem acarretado efeitos preocupantes sobre sua biodiversidade e recursos genéticos. Para mitigar impactos causados em áreas degradadas, a restauração ecológica tem se mostrado como uma alternativa para amenizar ou reverter os efeitos negativos das ações antrópicas, de modo a promover o processo de sucessão que se assemelhe o máximo possível ao efeito natural, resultando em uma comunidade estável e diversa (REIS et al., 2003). Para que isso seja possível se faz necessário conhecer as condições mais favoráveis para o desenvolvimento de cada espécie bem como suas exigências particulares, incluindo as interações intra e interespecíficas.

As relações interespecíficas entre as plantas atuam fortemente na estrutura e dinâmica da comunidade, tendo influências positivas ou negativas. As interações em que pelo menos um dos membros sai beneficiado ou não se prejudica, são comumente chamadas de facilitadoras/positivas (STACHOWICZ, 2001). Espécies facilitadoras, empregadas na fase inicial de um programa de restauração da vegetação, ocasionam mudanças biológicas e físicas modificando as condições da comunidade de modo que outras tenham maior facilidade de colonização, por exemplo, amenizando o estresse térmico por meio do sombreamento, proporcionando maior umidade no solo, ou promovendo o acúmulo de matéria orgânica. Contudo, em comunidades vegetais existem outras formas de encontros interespecíficos em que plantas vizinhas interagem de maneira negativa, estabelecendo uma competição ou inibindo a emergência e/ou desenvolvimento de outra (RICKLEFS; RELYEA 2016). As espécies competidoras disputam por fatores ambientais como água, nutrientes e luz, dificultando o desenvolvimento de outras espécies na comunidade (BENGTSSON; FAGERSTRÖM, 1994). As espécies inibidoras, além de requererem o maior uso de espaço e recursos, provocam uma redução no estabelecimento e no desenvolvimento de outras espécies por meio da liberação de substâncias químicas - alelopatia (RICE, 1984; RICKLEFS; RELYEA, 2016). No entanto, Rice (1984) também definiu alelopatia como a capacidade que as plantas (ou microrganismos)

possuem de beneficiarem de modo direto ou indireto, umas as outras através das interações bioquímicas, embora a maioria dos relatos pareça concentrar-se no seu efeito prejudicial (NOVAES et al., 2016; COSTA et al., 2018; PEREIRA et al., 2018).

Cabral (2017) ao desenvolver um trabalho de campo em uma área de Cerrado com o objetivo de analisar a influência de *Parkia platycephala* Benth. (Fabaceae) na composição, diversidade e riqueza da assembléia de plantas sob sua copa (área de influência direta - AID) e nas áreas adjacentes (área de influência indireta - AII), evidenciou que as densidades de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens*, além de outras espécies, foram muito superiores (maiores que o dobro) na AID quando comparadas com as das áreas adjacentes. Assim, segundo o autor, a espécie *P. platycephala* foi considerada facilitadora para o estabelecimento das referidas espécies, apesar de ter proporcionado, de maneira geral, uma diminuição na diversidade das espécies encontradas abaixo da sua copa.

Dentre os vários aspectos que podem ter influenciado o estabelecimento das espécies acima mencionadas estão o sombreamento (que causa diminuição na luminosidade e a manutenção da umidade do solo) e a liberação de substâncias, ambos proporcionados pela presença de *P. platycephala*. Esses dois fatores, isolados ou associados entre si e a outros, podem causar alterações no ambiente e promover a formação de microhabitats específicos que favorecem o estabelecimento e/ou desenvolvimento de determinadas espécies. A energia luminosa, dependendo da sua qualidade, quantidade, presença ou ausência, pode acarretar variações morfológicas e fisiológicas na planta ao exercer efeito direto sobre a fotossíntese, abertura estomática e síntese de clorofila (KOZLOWSKI et al., 1991) dentre outros processos fisiológicos. Assim, o estudo dos efeitos de diferentes níveis de sombreamento é essencial para avaliar o potencial das espécies em programas de restauração da vegetação, pois a disponibilidade de luz constitui um dos fatores determinantes no seu desenvolvimento (SCALON et al., 2003). Além disso, como mencionado anteriormente, as plantas tem a capacidade de liberar substâncias químicas no ambiente, principalmente no solo, por mecanismos como a lixiviação foliar, decomposição de resíduos vegetais, volatilização e exsudação radicial (SOUZA; GUILHON, 2010). Estudos indicam que a liberação desses compostos influencia funções fisiológicas como respiração, fotossíntese e absorção de íons. Eles também estão associados à mudanças aparentes na germinação das sementes, redução do crescimento e desempenho geral das plantas receptoras (KIHLI; BATISH, 1998). Assim, pesquisas que englobem aspectos relacionados com a luminosidade e a liberação de compostos químicos pelas plantas são importantes para ampliar a compreensão sobre as condições mais

favoráveis para o desenvolvimento de cada espécie de modo que a restauração ecológica possa ser promovida. No caso específico do presente estudo, o entendimento de como esses fatores influenciam no desempenho germinativo e no desenvolvimento das espécies acima referidas pode auxiliar na elucidação do papel facilitador de *P. platycephala*, espécie de grande ocorrência no Cerrado tocantinense.

Assim, a presente investigação teve como objetivos: a) analisar os efeitos de extratos de folhas de *P. platycephala* na germinação e desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens* e b) avaliar a influência de diferentes níveis de sombreamento no desenvolvimento dessas espécies arbóreas do Cerrado que atendem os critérios de espécies nativas com grande potencial para restauração.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos na Seção de Propagação e Desenvolvimento de Plantas de Cerrado do Núcleo de Estudos Ambientais (Neamb/UFT) e no Laboratório de Fitoquímica do Curso de Ciências Biológicas, ambos localizados no *Campus* de Porto Nacional da Universidade Federal do Tocantins.

### **2.1. Espécie doadora**

A espécie arbórea *Parkia platycephala* Benth., pertencente à família Fabaceae e conhecida popularmente como faveira, faveira-de-bolota, fava-de-bolota, visgueiro, fava-de-boi e sabiú, é encontrada principalmente nos domínios do Cerrado, Caatinga e Amazônia (FORZZA et al. 2010). É uma planta arbórea que atinge alturas que variam entre 8 e 18 metros com diâmetro variando de 30 a 60 cm (LORENZI, 1998). Ao contrário de muitas das leguminosas, sua reprodução ocorre anualmente e a queda das folhas decorre tardiamente na seca (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002). Sua madeira é usada em construções e a espécie ainda se destaca por apresentar características paisagísticas com grande copa e flores vermelhas reunidas em glomérulos; suas vagens quando maduras funcionam como suplemento alimentício para ruminantes (LORENZI, 2002). Devido a sua grande ocorrência no Tocantins foi escolhida a planta símbolo do Estado do Tocantins de acordo com a lei nº 915, de 16 de julho de 1997

## 2.2. Espécies receptoras

*Dipteryx alata* Vog. popularmente conhecida como baru, é uma árvore frutífera pertencente à família Fabaceae. Encontra-se distribuída em toda área do Cerrado, sendo mais abundante nas fitofisionomias cerradão e mata seca (RATTER et al., 2000). Apresenta floração de novembro a fevereiro e frutificação de janeiro a março, excepcionalmente até julho. É uma espécie de interesse econômico (madeira, fruto, sementes), apresentando tronco reto, tamanho elevado (atinge até 15 m de altura), sendo muito utilizada para construção civil e naval (ALMEIDA et al., 1998). A polpa dos frutos serve como alimento na culinária regional juntamente com as sementes que são ricas em cálcio, fósforo e manganês (TOGASHI, 1994). Na sucessão ecológica é considerada uma espécie secundária tardia (SIQUEIRA, 1993)

*Enterolobium gummiferum* (Mart.) J. F. Macbr., pertencente a família Fabaceae e conhecida popularmente como orelha-de-macaco e tamboril, é encontrada em áreas de mata, cerradão distrófico e cerrado sentido restrito. É uma árvore dotada de grande copa podendo atingir até 5 m de altura. Sua floração ocorre nos períodos de agosto a novembro e frutificação de maio a agosto. É usada amplamente na medicina popular; a seiva da árvore e as folhas são usadas contra afecções pulmonares e o fruto contém saponina que é utilizada na limpeza de úlceras e dermatites (ALMEIDA et al., 1998). Na sucessão ecológica é considerada uma espécie climácica (LORENZI, 1998).

*Magonia pubescens* A. St.-Hil. conhecida popularmente como tinguí ou timbó, pertence à família Sapindaceae. É uma árvore considerada pioneira (MACEDO et al., 2009) por ser adaptada a terrenos fracos, porém, sempre altos e bem drenados (SILVA JÚNIOR, 2005). Possui ocorrência em áreas de Cerrado sentido restrito e cresce até 10 metros (ALMEIDA et al., 1998). Floresce nos meses de julho a setembro e frutifica de agosto a novembro; a maturação dos frutos ocorre quase simultaneamente com a nova florada (LORENZI, 2009). Sua floração ocorre no período de julho e maturação dos frutos em novembro. É utilizada na construção civil, fabricação de álcool e carvão (PAULA; ALVES, 1997). Suas sementes são usadas na confecção de arranjos florais (LORENZI, 1992) como também para a fabricação de sabão caseiro, que fornece tratamento para pele (CALDEIRA; TOKASHIKI, 2000) além de ser indicada para plantios de áreas degradadas de preservação permanente.

## 2.3. Preparação dos extratos

A preparação dos extratos foi realizada seguindo a metodologia adaptada de Gatti et al. (2004) e Grisi et al. (2011). Foram utilizadas folhas completamente expandidas coletadas de

pelo menos cinco indivíduos de *P. platycephala*. Após a coleta, as folhas foram lavadas em água corrente por aproximadamente cinco minutos para a retirada de possíveis resíduos e, em seguida, transferidas para a estufa de secagem com temperatura de 45°C por 96 horas. Decorrido esse tempo as folhas foram trituradas em moinho de facas elétrico (Modelo MA 340-Marconi) até ficarem em forma de pó. Os extratos foram obtidos a partir da mistura do pó das folhas com água deionizada obedecendo à proporção de 100g do material vegetal seco para 1.000mL de água deionizada, sendo este considerado o extrato bruto (100% de concentração). O extrato foliar aquoso permaneceu em repouso por 1 hora em refrigerador a 4°C e após esse período foi filtrado com auxílio de uma bomba elétrica de vácuo acoplada a um Kitasato com funil de Buckner coberto com duas camadas de papel de filtro qualitativo. O extrato resultante foi recolhido em um béquer e a partir desse extrato concentrado foram realizadas diluições em água deionizada para 75%, 50% e 25%. O efeito destas quatro concentrações foi comparado com o da água deionizada, considerada como controle (0%).

#### **2.4. Análise da germinação**

Para analisar a influência dos extratos no processo de germinação foram utilizadas sementes de *E. gummiferum* e *M. pubescens* oriundas de frutos coletados na Fazenda São Judas Tadeu, município de Porto Nacional, embaixo das matrizes da primeira espécie e de frutos em início de deiscência ainda ligados às plantas no caso da segunda espécie. As sementes de *D. alata* foram retiradas de frutos colhidos na fazenda Bom Jardim, município de Ponte Alta do Tocantins, embaixo das matrizes. Como as sementes de *E. gummiferum* apresentam dormência física elas foram escarificadas mecanicamente do lado oposto ao hilo. Antes da semeadura as sementes de *M. pubescens* foram imersas em solução de 50% de hipoclorito de sódio comercial em água deionizada e autoclavada (v/v) e em seguida lavadas duas vezes com água deionizada e autoclavada por 10 minutos. As sementes *D. alata* e *E. gummiferum* foram imersas em hipoclorito de sódio comercial puro durante 20 minutos por apresentarem um tegumento mais espesso, e em seguida lavadas duas vezes com água deionizada e autoclavada por 10 minutos. Esses tratamentos de assepsia tiveram como finalidade de diminuir a proliferação de fungos e foram realizadas em câmara de fluxo laminar.

Em seguida as sementes foram postas para germinar em placas de Petri de 14 cm de diâmetro forradas com dupla camada de papel filtro e previamente esterilizadas em autoclave à 121°C e 105 kPa por 20 minutos. Após a distribuição das sementes foram colocados 25 mL dos extratos (de acordo com os tratamentos citados no Item 2.3.) nas placas de Petri. Para *D. alata*

e *E. gummiferum* foram realizadas cinco repetições para cada tratamento. Cada repetição consistiu de uma placa de Petri contendo 15 sementes (n=75). Para *M. pubescens*, por possuir sementes de tamanho bem maior, foram realizadas 5 repetições, cada uma constituída de duas parcelas experimentais (placas de Petri) com 5 sementes (n=50). As placas de Petri contendo as sementes foram mantidas em sala de crescimento à temperatura de  $26 \pm 1^\circ \text{C}$ , com fotoperíodo de 16 horas por meio do uso de lâmpadas fluorescentes com radiação fotossinteticamente ativa de  $35\text{-}40 \mu\text{mol. m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . As leituras foram realizadas a cada 12 horas durante o período de 10 dias. Foram adicionados mais 15 mL dos extratos em cada placa de Petri cinco dias após o início do experimento. Para verificar a influência das concentrações dos extratos no processo de germinação utilizaram-se os seguintes parâmetros: germinabilidade (porcentagem de germinação - G), velocidade média de germinação (VMG) de acordo com Santana e Ranal (2004).

## **2.5. Análise dos efeitos dos extratos no desenvolvimento inicial das plantas**

Para estudar os efeitos dos extratos no desenvolvimento inicial foram usadas 15 plântulas provenientes dos diferentes tratamentos de germinação as quais foram transferidas para copos plásticos de 200 ml, contendo o substrato composto por Bioplant (substrato comercial, Nova Ponte, MG) e solo de Cerrado na proporção de 4:1. O solo do Cerrado foi coletado numa área de cerrado típico antropizado no município de Porto Nacional próximo ao Campus de Porto Nacional da Universidade Federal do Tocantins. No momento da transferência e em intervalos de 10 dias as plântulas receberam 15 mL dos respectivos extratos aquosos. Nos demais dias foram irrigadas com água de torneira até o ponto de saturação hídrica. As plantas foram mantidas em sala de crescimento com temperatura de  $26 \pm 1^\circ \text{C}$  e fotoperíodo de 16 horas por meio do uso de lâmpadas fluorescentes com intensidade luminosa de  $35\text{-}40 \mu\text{mol. m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ .

O desenvolvimento das plantas submetidas às diferentes concentrações de extratos, foi avaliado 30 dias após o transplântio por meio da coleta de dados de altura, diâmetro do caule, comprimento da maior raiz e massas da matéria seca da parte aérea e radicial. A altura foi medida desde o nível do solo até o meristema apical do caule. O diâmetro caulinar foi medido um centímetro acima da superfície do solo. Foi realizada também a determinação dos teores foliares das clorofilas *a* e *b* bem como o de clorofila total.

## 2.6. Análise dos efeitos do sombreamento no desenvolvimento inicial das plantas

Para analisar os efeitos do sombreamento no desenvolvimento inicial, plantas oriundas da germinação de sementes em laboratório foram transplantadas para vasos de plásticos individuais (7 cm altura x 6 cm de diâmetro basal) contendo o substrato Bioplant e solo de cerrado na proporção de 4:1. Estas foram mantidas em sala de crescimento com temperatura de  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 30 dias. Após esse período as mudas de *D. alata*, *E. gummiferum* e *M. pubescens* foram submetidas a quatro níveis de sombreamento: 0, 50 e 75% de sombreamento e sombra natural. Os níveis de 50 e 75% de sombreamento foram obtidos com tela de polietileno de coloração preta (sombrite) e a sombra natural a abaixo da copa da *P. platycephala* que correspondeu a um sombreamento de 83%, estimado a partir de medição realizada com luxímetro digital (General Tools DLM2) comparando-se com pleno sol. Foram utilizadas 20 plantas (repetições) em cada tratamento.

As mudas foram irrigadas diariamente até a capacidade campo. Sessenta dias após a transferência das plantas para os níveis de sombreamento avaliados foram mensurados a altura, diâmetro do caule, número de folhas, massas da matéria seca da parte aérea e radicular e teor de clorofilas. A partir dos dados iniciais e finais foram calculadas as taxas de crescimento absoluto de altura e diâmetro caulinar.

## 2.7. Quantificação das clorofilas

Com a finalidade de avaliar os efeitos dos extratos da *P. platycephala* e do sombreamento nos conteúdos foliares de clorofilas (*a*, *b* e clorofila total) das três espécies, foi realizada a determinação dos teores desses pigmentos por meio do método de colorimetria proposto por Arnon (1949). Para isto, foi utilizada a última folha completamente expandida do ápice para a base de três indivíduos, das quais foram retirados três discos foliares com 1 cm de diâmetro. Os discos foram embebidos em 5mL de solução de Dimetilsulfóxido (DMSO) em tubos de ensaio completamente cobertos com papel alumínio para impedir a entrada de luz. Os tubos foram deixados em bancadas por 30 horas em temperatura ambiente. Após este período foram realizadas as leituras da densidade ótica a 470, 645 e 663 nm. Os teores de clorofila foram determinados através das equações propostas por Arnon (1949) e Lichtenthaler (1987).

## 2.8. Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para obter os pressupostos paramétricos, a homogeneidade foi testada pelo teste de Levene e a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, sendo transformada de acordo com Box-Cox quando necessário. As análises foram feitas utilizando os softwares estatísticos R, versão 3.4.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008) e o Sisvar, versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Efeitos dos extratos de *P. platycephala* na germinação e desenvolvimento inicial

O valor do pH para o extrato aquoso bruto (100%) de *P. platycephala* foi de 5,50. Além disso, é importante ressaltar que os solos de Cerrado são relativamente ácidos (SANTOS; FONSECA 2015) e as espécies nativas germinam e se desenvolvem nessas condições. Isso significa que esse fator possivelmente não causou interferência no processo de germinação, visto que estudos mostram que tanto a germinação quanto o desenvolvimento são afetados negativamente apenas em situações em que o meio se encontra em concentrações muito elevadas de acidez ou de alcalinidade (SOUZA FILHO et al., 1997). De acordo com Ferreira e Aquila (2000), conhecer o pH do extrato é fundamental, pois permite fazer distinções entre os efeitos causados pela presença de solutos, como açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, que podem influenciar na embebição das sementes e na captação de água pelas plântulas.

Os resultados relativos à influência dos extratos das folhas *P. platycephala* na germinação das sementes de *D. alata*, *E. gummiferum* e *M. pubescens* estão apresentados na tabela 1. Os resultados mostraram que diminuições significativas na germinabilidade em relação ao controle foram detectadas somente em 100% para *D. alata* e *M. pubescens*. Nesta última espécie, a germinação foi maior em 25% do que no tratamento controle. Não houve diferença significativa entre as concentrações do extrato aquoso de folhas de *P. platycephala* sobre a germinação das sementes de *E. gummiferum*, evidenciando que as diferentes concentrações do extrato não foram eficientes para causar efeito inibitório (alelopático) sobre a germinação. Souza Filho et al. (2005) com o objetivo de isolar, identificar e caracterizar a atividade alelopática de metabólitos secundários produzidos por *Parkia pendula* (Fabaceae) e

seu efeito na germinação de sementes e no desenvolvimento da radícula das plantas daninhas *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia* ambas da família Fabaceae, observaram que as substâncias isoladas (dois compostos fenólicos e um terpenóide) apresentaram baixo potencial inibitório na germinação das sementes, e que essa inibição aumentava com o incremento das concentrações das substâncias. Ferreira e Aquila (2000) afirmam que todas as plantas produzem metabólitos secundários e que esses compostos podem promover ou inibir processos fisiológicos dependendo da sensibilidade das espécies. No presente estudo também se verificou que o efeito dos extratos no processo germinativo variou entre as espécies.

Levando-se em consideração o efeito de extratos foliares de espécies de outros gêneros da família Fabaceae na germinação, Ferreira et al. (2010) observaram que a germinabilidade de sementes de *Phaseolus lunatus* quando submetidas a extratos foliares de *Mimosa caesalpiniaefolia* foi mais elevada em concentrações de 50 e 100% e menor no tratamento controle (água pura) o qual não diferiu significativamente das concentrações de 25 e 75%. Piña-Rodrigues e Lopes (2001) constataram que o extrato bruto de folhas de *Mimosa caesalpiniaefolia* (1 parte de folha em 8 partes de água destilada) não inibiu a porcentagem de germinação de sementes de *Tabebuia alba* quando comparado ao controle (água destilada) e promoveu a germinação em relação às concentrações mais baixas, mas causaram efeito alelopático a medida que ocorria um atraso na germinação (menor VMG) das sementes em relação ao tratamento controle.

De acordo com Ferreira e Aquila (2000) o processo germinativo é menos sensível aos efeitos alelóquímicos do que a fase de crescimento inicial da plântula. Isso se deve ao fato de que em geral a germinação ocorre num período muito mais curto de tempo, não suficiente para que esses compostos possam atuar e influenciar fortemente o processo. Por outro lado, ainda que a porcentagem final de germinação não seja significativamente afetada, o padrão da germinação pode ser alterado, através das diferenças de velocidade e na sincronia de germinação de sementes em contato com tais compostos (SANTANA et al., 2006).

Em termos de velocidade de germinação, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para *D. alata* e *E. gummiferum*. Para *M. pubescens* a VMG foi significativamente superior na concentração de 25% do extrato foliar. Durante a estação chuvosa a água da chuva escorre pelas folhas de *P. platycephala* antes de atingir o solo abaixo do seu dossel e as áreas circundantes. É provável que essa água carregue em solução compostos

**Tabela 1.** Efeitos de diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas de *Parkia platycephala* na germinação e desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens*. Os valores seguidos da mesma letra (linhas) não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. G = percentagem de germinação; VMG = velocidade média de germinação; ALT = altura da planta; DC = diâmetro do caule ; CR = comprimento da maior raiz; MSPA= matéria seca da parte aérea ; MSR = matéria seca da raiz.

Variáveis	Controle (H <sub>2</sub> O)	25%	50%	75%	100%
<i>Dipteryx alata</i>					
G	93,3 a	91,1 a	93,3 a	82,2 ab	66,6 b
VMG	0,151 a	0,162 a	0,142 a	0,139 a	0,138 a
ALT (cm)	7,87 a	9,11 a	10,07 a	10,11 a	6,71 b
DC (mm)	2,65 a	2,93 a	2,94 a	3,03 a	2,72 a
CR (cm)	13,02 a	11,81 a	12,49 a	11,86 a	9,98 a
MSPA (g)	0,433 a	0,447 a	0,593 a	0,632 a	0,398 a
MSR (g)	0,087 a	0,103 a	0,116 a	0,099 a	0,079 a
<i>Enterolobium gummiferum</i>					
G	100 a	98,3 a	95,0 a	96,65 a	93,3 a
VMG	0,020 a	0,035 a	0,021 a	0,016 a	0,015 a
ALT (cm)	5,62 a	7,00 a	6,76 a	6,63 a	5,90 a
DC (mm)	2,16 a	2,17 a	2,19 a	2,02 a	2,16 a
CR (cm)	7,74 a	7,95 a	5,56 a	6,00 a	5,15 a
MSPA (g)	0,197 a	0,166 a	0,177 a	0,175 a	0,164 a
MSR (g)	0,012 a	0,013 a	0,012 a	0,012 a	0,013 a
<i>Magonia pubescens</i>					
G	84,0 a	94,0 a	74,0 ab	70 ab	57,5 b
VMG	0,203 b	0,260 a	0,197 b	0,203 b	0,172 b
ALT (cm)	9,20 a	9,81 a	11,34 a	10,08 a	10,23 a
DC (mm)	2,37 a	2,28 a	2,14 a	2,17 a	2,22 a
CR (cm)	10,60 b	12,89 ab	12,94 ab	15,20 a	12,22 ab
MSA (g)	2,389 a	2,281 a	2,304 a	2,306 a	2,540 a
MSR (g)	0,160 a	0,155 a	0,130 a	0,153 a	0,152 a

foliares (em concentrações muito baixas) que influenciem significativamente a VMG de *M. pubescens* e não interfira nessa variável em relação às outras duas espécies. Vale a pena ressaltar que a velocidade média de germinação das três espécies foi aumentada em 25% do extrato aquoso (quando comparado ao controle) e esta é uma possível indicação de que a água da chuva contendo vestígios de certos compostos das folhas de *P. platycephala* possa acelerar a germinação dessas espécies. Ferreira et al. (2010) também observaram que as diferentes

concentrações do extrato aquoso de *Mimosa caesalpiniaefolia* não causaram efeito significativo no índice de velocidade de germinação das sementes de *P.lunatus*. Gatti et al. (2007) considerando a necessidade de estudos em áreas de Cerrado, avaliaram as possíveis atividades alelopáticas de 12 espécies desse complexo vegetacional e observaram que dentre todos os extratos foliares testados apenas aquele oriundo de *Aspidosperma tomentosum* (Apocynaceae) não ocasionou uma diminuição na velocidade de germinação dos aquênios de alface. É importante destacar que nesse estudo a porcentagem de germinação dos aquênios não apresentou diferença significativa quando sob a influência dos extratos quando comparados com o controle.

Em conjunto, os resultados obtidos no presente trabalho indicam que os extratos utilizados até 75% não interferiram significativamente na germinação das sementes das espécies avaliadas. No caso da *M. pubescens* a concentração de 25% do extrato não apenas ocasionou um acréscimo na porcentagem de germinação, mas também favoreceu um aumento significativo na cinética desse processo.

No que se refere ao desenvolvimento inicial das plantas, a altura de *D. alata* foi favorecida pelo aumento da concentração dos extratos até 75%. Os extratos também estimularam o aumento no comprimento das plantas de *E. gummiferum* e *M. pubescens* sendo maior em todas as concentrações testadas quando comparadas ao controle apesar de não terem sido observadas diferenças significativas entre as diferentes concentrações utilizadas. Zanardi et al. (2016) também verificaram que a altura das plântulas de *Lactuca sativa* apresentaram um aumento linear com o aumento da concentração dos extratos de *Morus nigra* (Moraceae). Uma possível explicação para o estímulo no crescimento das plântulas em altura pode estar relacionado à ação do extrato sobre a produção hormonal da espécie alvo (RICE, 1984), que neste caso poderia estar associado principalmente ao aumento na síntese de giberelinas. Sabe-se que esse grupo hormonal estimula a expansão de células caulinares (MOUCO et al., 2010). Por outro lado, Paula et al. (2014) e Rodrigues (2002) relataram que geralmente o efeito dos metabólitos secundários (presentes nos extratos vegetais) no crescimento inicial das plantas pode se manifestar na redução do eixo hipocótilo-radícula das plântulas estudadas, o que afetaria, a altura dos indivíduos. Todavia, considerando o tratamento controle no presente estudo, uma redução na altura da plantas foi observada apenas na concentração de 100% em *D. alata*.

Não foram observadas diferenças significativas no diâmetro do caule entre os tratamentos para *D. alata* e *E. gummiferum* embora um aumento gradual tenha sido detectado

até 75% e 50% nas duas espécies, respectivamente. Em *M. pubescens* não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, embora o melhor resultado tenha sido observado no controle. Costa e Freire (2018) avaliando o potencial alelopático dos extratos aquosos das folhas, raízes e cascas de *Prosopis juliflora* (Fabaceae) observaram uma redução no diâmetro caulinar em plântulas de *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae), apresentando um comportamento linear com o extrato de raízes, enquanto que os de folhas e cascas proporcionaram efeito quadrático decrescente. Laynez e Méndez (2013) não relataram diferenças significativas em relação ao diâmetro caulinar de *Lactuca sativa* quando submetida a extratos aquosos de folhas de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae), embora a altura das plantas e o comprimento de raízes tenham sofridos efeitos alelopáticos deletérios a medida que se aumentava as concentrações.

De maneira geral o crescimento da raiz não foi fortemente afetado pelas diferentes concentrações testadas. Em *D. alata* o crescimento da raiz foi ligeiramente menor na presença dos extratos, embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre os tratamentos. O menor comprimento foi observado em 100%. Em *E. gummiferum* 25% apresentou o melhor resultado e diminuições discretas mas não significativas foram verificadas em concentrações mais elevadas. Alguns autores relatam que as raízes se apresentam mais sensíveis que outros órgãos, provavelmente devido o maior contato existente entre elas e o extrato no substrato ou em alguns casos essa maior sensibilidade seria reflexo da fisiologia distinta entre os diferentes órgãos (CHUNG et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2016).

Em *M. pubescens* aumentos no comprimento da raiz foram verificados até 75%, cujo resultado foi significativamente mais elevado que o tratamento controle. Isso demonstra que até essa concentração o extrato aquoso apresentou benefícios para o crescimento longitudinal das raízes, provavelmente favorecendo a multiplicação e expansão celular (FERREIRA et al., 2010). Resultado semelhante, porém para o comprimento da radícula, foi encontrado por Rosa et al. (2011), que ao testarem extratos de folhas frescas e secas de *Panicum maximum* (Poaceae) na germinação de sementes de *Peltophorum dubium* e *Parapiptadenia rigida* ambas da família Fabaceae, observaram que no tratamento controle o comprimento médio da radícula da primeira espécie foi de 2,03 cm enquanto que o das plântulas oriundas das sementes embebidas nas demais concentrações foi superior a 5,5 cm; o comprimento da radícula de *Panicum maximum* não foi afetado. Martinelli e Silva (2018) também observaram que doses acima de 25% de extratos aquosos de plantas inteiras de *Secale cereale* (Poaceae) causaram estímulos no crescimento de raízes de *Beta vulgaris* (Amaranthaceae).

Um aumento na concentração de extratos até 50 e 75% favoreceu o acúmulo de matéria seca nas raízes e na parte aérea de *D. alata*, respectivamente. Em *E. gummiferum* o melhor resultado da matéria seca da parte aérea foi observado no tratamento controle. Em relação a massa seca das raízes praticamente não foram observadas diferenças marcantes entre os tratamentos. Em *M. pubescens* o acúmulo de matéria seca na parte aérea foi maior na concentração 100 % enquanto que nas raízes o acúmulo foi maior no tratamento controle. Entretanto, nas três espécies diferenças significativas não foram observadas entre nenhum dos tratamentos. Paula et al. (2015) estudando plântulas de *L.sativa* e *Allium cepa* submetidas a extratos de *Bauhinia unguilada* (Fabaceae) não verificaram alterações significativas na matéria seca total das plantas. Borella (2014) também relataram que extratos aquosos de folhas de *Trema micrantha* (Ulmaceae) também não interferiram na matéria seca total das plântulas de *Raphanus sativus* (Brassicaceae). Kremer et al. (2016) avaliando os efeitos de extratos aquosos de *Croton glandulosus* sobre *L. sativa*, verificaram que o menor valor da matéria seca total ocorreu no controle, e o maior valor na concentração de 20%.

Os pigmentos fotossintéticos são elementos essenciais e de grande importância para o processo da fotossíntese e, por isso, estão diretamente relacionados com o desenvolvimento das plantas (FAVETTA et al., 2017). Vários autores têm relatado que alguns compostos secundários possuem a capacidade de inibir a fotossíntese por induzir mudanças no conteúdo de clorofila de plantas receptoras (BLUM; REBBECK, 1989; CARMO et al., 2007). A tabela 2 mostra que os extratos não interferiram significativamente nos teores da clorofilas nas plantas de *D. alata*, *E. gummiferum* e *M. pubescens*. Entretanto, verificou-se que em *D. alata* e *M. pubescens* os tratamentos controle e 25% favoreceram os teores de clorofila *a*, *b* e total quando comparados com concentrações mais elevadas do extrato. O oposto foi observado em *E. gummiferum*. Todavia, não foi possível associar essas tendências com os resultados obtidos para o desenvolvimento das três espécies. Borella et al. (2009) observaram que extratos de folhas secas de *Persea amaricana* (Lauraceae) também não alteraram os teores de clorofila *a* e clorofila total em *L. sativa*, mas os teores de clorofila *b* diminuíram com o aumento da concentração dos extratos. No entanto, Carmo et al. (2007) relataram que extratos aquosos de folhas e cascas do tronco de *Ocotea odorifera* (Lauraceae) reduziram os teores de clorofila total de plântulas de *Sorghum bicolor* (Poaceae).

De maneira geral, embora os extratos não tenham influenciado nos teores de clorofila, cabe ressaltar que a diminuição ou aumento deste pigmento possui relação com a inibição ou estímulo da sua biossíntese (YANG et al., 2004). Neste sentido, Rice (1984), sugere que os

compostos secundários podem influenciar na síntese de precursores de porfirina presente na molécula de clorofila, Sendo assim, é possível deduzir que o extrato aquoso das folhas de *P. platycephala* não provocam ação sob nenhuma das vias metabólicas acima mencionadas.

**Tabela 2:** Teores de clorofilas (em µg/g de matéria seca seca) em plantas de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens* sob diferentes concentrações de extratos foliares da *Parkia Platycephala*. Valores seguidos da mesma letra (linhas) não diferem significativamente entre si de acordo com o teste do Tukey a 5% de probabilidade.

	0%	25%	50%	75%	100%
<b><i>Dipteryx alata</i></b>					
Clorofila <i>a</i>	96,63 a	92,97 a	82,97 a	77,62 a	87,22 a
Clorofila <i>b</i>	51,89 a	51,63 a	42,92 a	41,70 a	46,00 a
Clorofila total	147,87 a	153,70 a	131,98 a	134,60 a	138,73 a
<b><i>Enterolobium gummiferum</i></b>					
Clorofila <i>a</i>	72,64 a	71,33 a	75,04 a	93,96 a	86,19 a
Clorofila <i>b</i>	44,11 a	39,73 a	37,48 a	47,17 a	46,39 a
Clorofila total	115,54 a	113,46 a	121,36 a	149,46 a	137,10 a
<b><i>Magonia pubescens</i></b>					
Clorofila <i>a</i>	103,58 a	100,62 a	92,46 a	98,67 a	100,01 a
Clorofila <i>b</i>	72,38 a	72,09 a	77,40 a	70,18 a	69,04 a
Clorofila total	164,75 a	160,04 a	147,07 a	156,95 a	159,07 a

Os trabalhos citados ao longo dessa discussão bem como os resultados obtidos para as espécies no presente estudo corroboram a definição do termo alelopatia, que se refere tanto a efeitos positivos quanto negativos de compostos vegetais em relação a diferentes processos fisiológicos de plantas. Além disso, em se tratando de espécies crescendo em ambientes naturais, Goldfarb et al. (2009) afirmam que, dependendo da concentração, os compostos secundários presentes em extratos oriundos de diferentes partes vegetais podem proporcionar estímulo ou inibição ao crescimento e desenvolvimento de plantas já estabelecidas. Assim, é possível que os resultados obtidos por Cabral (2017) tenham sido decorrentes dos efeitos da lixiviação das folhas de *P. platycephala* pela água das chuvas.

### 3.2. Efeito de diferentes níveis de sombreamento no desenvolvimento inicial

A espécie *D. alata* apresentou os maiores valores de clorofila *a*, *b* e total quando cultivadas sob a copa da *P. platycephala*, porém esses dados não diferiram significativamente

daqueles obtidos sob condições de 75% de sombreamento (Tabela 3). Observou-se que o tratamento pleno sol ocasionou uma diminuição significativa desses teores em relação ao sombreamento proporcionado pela *P. platycephala*. Como essa espécie é secundária tardia, é provável que condições mais baixas de luminosidade (75% de sombreamento e sob a *P. platycephala*) tenham favorecido a presença de teores mais elevados de clorofila. Mota et al. (2012) trabalhando com *D. alata* também encontraram maiores concentrações de clorofila em ambientes mais sombreados. Boardman (1977) afirma que folhas mantidas sob baixas intensidades de luminosidade podem apresentar maiores teores de clorofilas por unidade de massa. Além disso, é possível também que a diminuição no teor das clorofila nos níveis maiores de luminosidade tenha sido resultante da foto-oxidação desses pigmentos (MOTA et al., 2012).

No que se refere ao desenvolvimento, de maneira geral, os melhores resultados foram obtidos em 50% de sombreamento (Tabela 4). Para altura destaca-se apenas uma diminuição significativa no tamanho dos indivíduos mantidos sob a copa de *P. platycephala* em relação a 50% de sombreamento. Mota et al. (2012) relataram que os indivíduos de *D. alata* apresentaram maior altura sob 50% de sombreamento quando comparado a tratamentos com maior (pleno sol) e menor (70% de sombreamento) níveis de luminosidade, como observado no presente estudo. Freitas et al (2018) também observaram menores alturas em plantas de *Plathymenia foliolosa* quando submetidas em ambiente de sombra natural.

O número de folhas foi significativamente inferior sob a copa de *P. platycephala* quando comparado aos demais tratamentos. Ao realizar um estudo comparativo com indivíduos de *D. alata* crescendo em ambiente sombreado por árvores e a pleno sol, Bassini (2008) também relatou que o número de folhas de *D. alata* foi significativamente reduzido em plantas que cresceram embaixo de copas de árvores quando comparado àquelas expostas a pleno sol. Para a matéria seca da parte aérea e das raízes 50% de sombreamento foi significativamente superior aos tratamentos 75% de sombreamento e sob a copa de *P. platycephala*. Silva et al. (2007) afirma que plantas submetidas a intensidades luminosas mais altas exibem maior acúmulo de matéria seca nas raízes, o que permite maior absorção de água e nutrientes, estratégia que auxilia a planta a tolerar taxas mais elevadas de transpiração em ambientes mais iluminados. A taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule mostrou-se indiferente aos níveis de sombreamento avaliados. Resultado semelhante foi relatado por Pinto et al. (2016) em plantas de *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae) crescendo sob pleno sol e 30, 50 e 70% de sombreamento.

Os maiores teores de clorofila *a*, *b* e total encontrados para essa espécie no presente estudo sob a copa de *P. platycephala* podem ter sido uma resposta às condições de baixa

luminosidade e não contribuíram para uma melhor resposta dos indivíduos, cujo desenvolvimento foi superior em 50% de sombreamento, condição que pode ser encontrada abaixo ou nas proximidades da copa de *P. platycephala* em ambientes naturais durante seus primeiros anos de crescimento.

**Tabela 3.** Teores de clorofilas (em µg/g de matéria seca) em plantas de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens* sob diferentes níveis de sombreamento. Valores seguidos da mesma letra (linhas) não são significativamente diferentes de acordo com o teste do Tukey no nível de 5% de probabilidade.

	<b>Pleno Sol</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b><i>P. platycephala</i></b>
<b><i>Dipteryx alata</i></b>				
Clorofila <i>a</i>	27,42 b	28,02 b	35,36 ab	42,60 a
Clorofila <i>b</i>	9,71 b	12,10 ab	13,68 ab	16,66 a
Clorofila total	43,61 b	44,57 b	56,25 ab	67,77 a
<b><i>Enterolobium gummiferum</i></b>				
Clorofila <i>a</i>	25,05 d	85,84 a	63,18 b	44,54 c
Clorofila <i>b</i>	11,12 d	45,25 a	31,74 b	19,77 c
Clorofila total	39,84 d	136,53 a	100,52 b	70,85 c
<b><i>Magonia pubescens</i></b>				
Clorofila <i>a</i>	40,44 c	78,63 b	101,02 a	97,19 a
Clorofila <i>b</i>	39,27 b	70,35 a	79,34 a	75,55 a
Clorofila total	64,32 c	125,07 b	160,69 a	154,58 a

Para a espécie *E. gummiferum* os teores de clorofila *a*, *b* e total foram significativamente mais elevados no tratamento 50% de sombreamento (Tabela 3). Embora essa espécie seja climática a condição de muito pouca luminosidade embaixo da copa da *P. platycephala* inibiu a produção de clorofila. Em pleno sol a inibição foi mais acentuada, o que provavelmente esteja associado ao fato da espécie se desenvolver melhor em ambientes mais sombreados. É possível que a alta irradiação luminosa nesse tratamento tenha gerado um estresse oxidativo, que de acordo com Silva et al. (2016) é o resultado da foto-oxidação das moléculas desse pigmento ocasionando, assim, sua deterioração. Martins et al. (2010) e Rego e Possamai (2006) relataram que para as espécies *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae) e *Cariniana legalis* (Lecythidaceae), respectivamente, as concentrações de clorofila foram maiores nos tratamentos sombreados do que naqueles onde as plantas foram cultivadas em pleno sol. Resultados semelhantes também foram obtidos por Almeida et al. (2005) para *Maclura tinctoria* (Moraceae) na qual os maiores teores de clorofila foram obtidos em 30 e 50% de sombreamento. Segundo esses autores as

espécies climácicas podem ser divididas em dois grupos: aquelas que toleram sombra e as que exigem maiores quantidades de luz. *E. gummiferum* provavelmente se enquadra no segundo grupo.

No que diz respeito ao desenvolvimento (Tabela 4), não foram observadas diferenças significativas em relação ao diâmetro caulinar, embora os valores mais elevados tenham sido observados em pleno sol. As maiores taxas de crescimento em altura foram verificadas no tratamento 75% de sombreamento e sob a copa da *P. platycephala*. Resultados bastante semelhantes foram encontrados por Scalon et al. (2013) em *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) na qual a altura das plantas também foi maior sob condições de menores níveis de luminosidade e o diâmetro caulinar se apresentou superior em pleno sol, sem diferença significativa entre os tratamentos. Sabino et al (2016) também encontraram para a espécie *Handroanthus serratifolius* (Bignoniaceae) maior crescimento em altura quando os indivíduos foram cultivados sob sombreamento. Segundo Lenhard et al (2013) a menor taxa de crescimento em altura a pleno sol pode estar relacionada aos altos níveis de radiação solar nas folhas e, conseqüentemente na intensificação na taxa respiratória, que, indiretamente, pode induzir o fechamento dos estômatos, com conseqüente redução da fixação de carbono, causando, ainda, aumento no consumo de fotoassimilados. Resultados contrastantes foram observados por Souza e Válio (2003) para a espécie climácica *Myroxylon peruiferum* (Fabaceae) cujos indivíduos apresentaram maiores alturas sob condições de pleno sol. Para o número de folhas, o maior valor foi encontrado no tratamento a pleno sol, embora este não tenha se diferenciado significativamente dos tratamentos 75% de sombreamento e sob a copa de *P. platycephala*; 50% de sombreamento promoveu uma redução significativa em relação aos níveis de maior sombreamento (75% de sombreamento e sob a copa de *P. platycephala*). Por outro lado, Lima et al. (2010) trabalhando com *E. contortisiliquum* verificaram que a exposição das plantas a pleno sol causou uma diminuição no número de folhas, o que evidencia comportamentos distintos entre espécies do mesmo gênero e com as mesmas características sucessionais.

Os maiores teores de clorofila detectados nos indivíduos em 50% de sombreamento podem ter compensado o menor número de folhas observado. Esses resultados demonstram que essa espécie parece ser mais adaptada a ambientes sombreados, porém com relativa disponibilidade de luz como descrito acima, condições que podem ser encontradas abaixo ou nas proximidades da copa de *P. platycephala* sob condições de campo. Dados sobre o acúmulo de matéria seca poderão provavelmente confirmar essa avaliação.

**Tabela 4.** Taxas de crescimento absoluto em altura (TCAA) e em diâmetro do caule (TCAD), número de folhas (NF) e matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) de plantas de *Dipteryx alata*, *Enterolobium gummiferum* e *Magonia pubescens* cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento. Valores seguidos da mesma letra (linhas) não são significativamente diferentes de acordo com o teste do Tukey no nível de 5% de probabilidade.

	Pleno Sol	50%	75%	<i>P. platycephala</i>
<b>Variáveis</b>	<b><i>Dipteryx alata</i></b>			
TCAA (cm. dia <sup>-1</sup> )	0,1112 ab	0,1435 a	0,0998 ab	0,0828 b
TCAD (mm. dia <sup>-1</sup> )	0,0057 a	0,0086 a	0,0076 a	0,0080 a
NF	3,50 a	3,78 a	3,5a	2,0 b
MSPA (g)	2,659 ab	3,060 a	1,853 bc	1,515 c
MSR (g)	1,392 ab	2,212 a	0,887 b	0,712 b
	<b><i>Enterolobium gummiferum</i></b>			
TCAA (cm. dia <sup>-1</sup> )	0,0455 c	0,0832 b	0,1216 a	0,1041 ab
TCAD (mm. dia <sup>-1</sup> )	0,0051 a	0,0043 a	0,0038 a	0,0047 a
NF	8,54 a	5,18 b	6,63 ab	7,72 a
	<b><i>Magonia pubescens</i></b>			
TCAA (cm. dia <sup>-1</sup> )	0,0486 b	0,0549 b	0,0871 a	0,0697 ab
TCAD (mm. dia <sup>-1</sup> )	0,0181 a	0,0184 a	0,0155 ab	0,0113 b
NF	1,82 ab	1,88 ab	2,29 a	1,41 b
MSPA (g)	0,6704 a	0,9885 a	0,9337 a	0,8010 a
MSR (g)	0,8607 b	1,6088 a	0,8031 b	0,6122 b

Em *M. pubescens* os maiores valores para clorofila *a*, *b* e total foram encontrados em 75% de sombreamento e sob a copa de *P. platycephala*, não havendo diferença significativa entre eles. Em relação à clorofila *a* e total os valores encontrados para esses dois tratamentos foram significativamente superiores àqueles obtidos para pleno sol e 50% de sombreamento. Para a clorofila *b* não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos 50%, e 75% de sombreamento e sob a copa de *P. platycephala*, porém eles foram significativamente superiores ao tratamento pleno sol (Tabela 3). Jeromini et al. (2015) também encontraram maiores concentrações de clorofila total em *M. pubescens* crescendo em ambientes mais sombreados. Esse aumento nos teores de clorofila nos níveis de maior sombreamento pode ser uma compensação para os indivíduos submetidos a pouca radiação (ALMEIDA et al., 2005). Isso pode ser principalmente verdade no caso de *M. pubescens* que é uma espécie pioneira e, portanto, adaptada a altos níveis de luminosidade. Segundo Taiz e Zeiger (2004) e Scaloni et al (2003) o aumento dos teores de clorofila nas folhas em condições de sombra, principalmente

de clorofila *b*, é uma característica importante em ambientes sombreados, pois a clorofila *b* capta energia de outros comprimentos de onda, principalmente do comprimento de onda azul, presente em grande quantidade em locais sombreados e a transfere para a clorofila *a*, a qual atuará nas reações fotoquímicas da fotossíntese, representando um mecanismo de adaptação à condição de maior sombreamento.

Considerando-se o desenvolvimento dos indivíduos (Tabela 4), verificou-se que em relação à altura *M. pubescens* apresentou taxa mais elevada de crescimento nas condições de maior sombreamento (75% e sob a copa de *P. platycephala*). Pacheco et al. (2013) observou que o sombreamento também induziu maior crescimento em altura de plantas de *Dalbergia nigra* (Fabaceae), espécie secundária inicial, em níveis de sombreamento acima de 90%. Segundo Oliveira e Perez (2012), quando plantas são mantidas sob intensidade luminosa inferior ao necessário para seu maior desenvolvimento mudanças nas taxas metabólicas são observadas, incluindo maiores taxas de expansão celular no caule bem como maior investimento de carbono nesse órgão, o que contribui para um crescimento mais rápido com finalidade da busca de luminosidade, ocasionando uma maior altura nos indivíduos sem proporcionar acúmulo de biomassa. No presente estudo o acúmulo de matéria seca nas raízes foi significativamente superior em 50% de sombreamento, enquanto que o da parte aérea não diferiu estatisticamente entre os tratamentos embora o maior valor tenha sido obtido nesse mesmo nível de sombreamento, o que corrobora as afirmações de Oliveira e Perez (2012). Em relação ao número de folhas, a maior quantidade foi observada no tratamento 75% de sombreamento, porém diferenças significativas não foram detectadas quando comparado a pleno sol e 50% de sombreamento. Todavia, o sombreamento proporcionado pela *P. platycephala* causou uma diminuição significativa no número de folhas em relação ao tratamento 75%. Segundo Silva et al (2007) o menor número de folhas observadas em plantas crescendo em sombra natural, pode ser devido a condição de extremo sombreamento, o que reduziria as atividades metabólicas da planta. Camâra e Endres (2008) observaram também uma diminuição significativa no número de folhas em mudas da espécie pioneira *Mimosa caesalpiniifolia* (Fabaceae) quando crescidas sob a copa de *Syzygium cumini* (Myrtaceae) em relação aos tratamentos pleno sol, 50 e 70% de sombreamento.

No que diz respeito ao diâmetro caulinar observou-se um aumento significativo na taxa de crescimento dos indivíduos mantidos em 50% de sombreamento e em pleno sol em relação àqueles sob a copa de *P. platycephala*. Ao realizarem um estudo com as espécies pioneiras *Acacia mangium* e *Senna macranthera* ambas da família Fabaceae, em três condições de

sombreamento (pleno sol, 30 e 50% de sombreamento), Almeida et al. (2005) observaram um comportamento diferencial entre as espécies. Enquanto *A. mangium* apresentou uma redução no diâmetro do caule diretamente proporcional ao aumento no sombreamento, a espécie *S. macranthera* apresentou o maior diâmetro nas condições sombreadas. Resultados semelhantes também foram encontrados por Pinto et al. (2016) em plantas de *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae) mantidas sob 50% de sombreamento quando comparado com maiores e menores níveis de luminosidade. Esses dados evidenciam que as espécies apresentam exigências particulares de luminosidade para o seu desenvolvimento justificando a importância desse tipo de estudo.

Os dados apresentados mostram que, embora *M. pubescens* seja uma espécie pioneira, seu desenvolvimento foi mais satisfatório em 50% de sombreamento não obstante o fato de que o número de folhas bem como os teores de clorofila tenham sido mais elevado em 75% de sombreamento. Assim, é possível que essa espécie apresente uma plasticidade em suas resposta à diferentes condições ambientais e que em condições de campo o sombreamento proporcionado direta ou indiretamente pela *P. platycephala*, nas condições do estudo realizado por Cabral (2017), tenham favorecido seu desenvolvimento e conseqüentemente um aumento em sua densidade quando comparado a áreas menos sombreadas.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que os extratos de folhas de *P. platycephala* até 75% não afetaram negativamente a germinação das sementes das espécies investigadas. Apenas as germinabilidades de *D. alata* e *M. pubescens* foram significativamente inibidas pela concentração de 100% do extrato. No caso da *M. pubescens* os dados indicaram que a cinética da germinação foi significativamente favorecida pela concentração de 25% do extrato. Em relação ao desenvolvimento as concentrações do extrato aquoso da *P. platycephala* até 25 e 75% promoveram resultados superiores ao controle para *E. gummiferum* e *D. alata*, respectivamente, em relação à maioria das variáveis analisadas. A concentração de 100% foi inibitória para a altura das plantas de *Dipteryx alata* em relação aos demais tratamentos. Em *Magonia pubescens* verificou-se que em relação à altura das plantas e ao comprimento das raízes todas as concentrações promoveram um aumento em relação ao controle. Houve também um aumento progressivo dessas variáveis até 50 e 75% respectivamente. O crescimento das raízes foi significativamente superior em 75% quando comparado ao tratamento controle. Não

foram observadas diferenças significativas entre as concentrações em relação aos teores de clorofila *a*, *b* e total. Esses resultados apontam para a possibilidade de que em condições naturais a água proveniente das chuvas que chega ao solo abaixo da copa de *P. platycephala* e em áreas adjacentes, mas que antes causa lixiviação de suas folhas podendo assim carregar possíveis compostos nelas presentes (neste caso muito provavelmente em concentrações inferiores às dos extratos utilizados no presente trabalho), auxiliam na germinação das sementes e no desenvolvimento das espécies investigadas.

No que se refere aos diferentes níveis de sombreamento, a análise de parâmetros biométricos e fisiológicos em seu conjunto revelou que, de maneira geral, a manutenção de plantas de *D. alata*, *E. gummiferum* e *M. pubescens* sob sombreamento propiciou melhores condições de desenvolvimento, resultando em plantas mais vigorosas. Esses resultados mostraram também que embora essas espécies pertençam a grupos sucessionais distintos, elas exibiram uma plasticidade em suas respostas ao sombreamento.

Dessa forma, a partir dos dados obtidos no presente estudo, em conjunto com aqueles relatados por Cabral (2017), é possível sugerir que *P. platycephala*, até certo grau de desenvolvimento dos seus ramos e folhas, atue como espécie facilitadora, proporcionando mudanças biológicas e físicas no ambiente de modo que essas espécies se estabeleçam sob sua copa ou em áreas adjacentes.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, n.1, p.62-68, 2005.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**, Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998, 464p.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, **Plant Physiology**, v. 24, p. 1-15, 1949.

BASSINO, F. **Caracterização de populações de barueiros (*dipteryx alata* vog. – fabaceae) em ambientes naturais e explorados** (Doutorado em Ciências ambientais). Universidade Federal de Goiás, 2008.

BENGTSSON, J.; FAGERSTRAM, T.; RYDIN, H. Competition and coexistence in plant communities, **Trends in Ecology and Evolution**, v. 9, n.7, p. 246-250, 1994.

BLUM, U.; REBBECK, J. Inhibition and recover of cucumber roots given multiple treatments of ferulic acid in nutrient culture, **Journal of Chemical Ecology**, v.15, p.917-928, 1989.

BOARDMAN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 28, p. 355-377, 1977.

BORELLA, J.; MARNAZZO, E. G; AMARANTE, A. L.; MORAES, D. M.; VILLELA, F. A. Desempenho de sementes e plântulas de rabanete sob ação de extrato aquoso de folhas de *Trema micrantha* (ulmaceae). **Bioscience Journal**, v.30, n. 1, p. 108-116, 2014.

BORELLA, J.; WANDSCHEER, A. C. D.; BONATTI, L. C.; PASTORINI, L. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 3, p. 260-265, 2009.

BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 361-369, 2002.

CABRAL, E. S. **Desempenho de três espécies arbóreas nativas de cerrado introduzidas em uma área antropizada no município de porto nacional, Tocantins** (Dissertação de mestrado) Universidade Federal do Tocantins, 2017.

CALDEIRA, S. F.; TOKASHIKI, S. C. Efeito de beneficiamento e armazenamento na germinação de sementes de *Magonia pubescens* A. St.-Hi. **Resvista Agricultura Tropical**, v. 4, n. 1, p. 58-68, 2000.

CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *mimosa caesalpiniiifolia* benth. e *sterculia foetida* l. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **FLORESTA**, v. 38, n. 1, p. 43-51, 2008.

CARMO, F. M. S.; BORGES, E. E. L.; TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorífera* (Vell.) Rohwer). **Acta botânica brasileira**, v. 21, n. 3, p. 697-705, 2007.

CHUNG, I. M.; AHN, J. K.; YUN, S. J. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crusgall*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. **Crop Protection**, v. 20, n. 10, p. 921-928, 2001.

COSTA, R. M.; FREIRE, A. L. O. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Prosopis juliflora* (SW.) D.C. na emergência e no crescimento inicial de plântulas de *Mimosa tenuiflora* (WILLD.) Poiret. **Nativa**, v. 6, n. 2, p. 139-146, 2018.

FAVETTA, V.; COLOMBO, R. C.; JÚNIOR, J. F. M.; FARIA, R. T. Light sources and culture media in the *in vitro* growth of the Brazilian orchid *Microlaelia lundii*, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n 4, p. 1775-1784, 2017.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v.12 (Edição Especial), p. 175-204, 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; SALES, G. F. A. Efeito alelopático do extrato aquoso de sabiá na germinação desementes de fava. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 463-467, 2010.

FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; MELO, M. P.; CERQUEIRA, F. B.; PEREIRA, M. A. B.; COSTA, B. S. S. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Plathymenia foliosa* sob influência do sombreamento. **Tecnologia Ciência Agropecuária**, v.12, n. 3, p.43-48, 2018.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, v. 2, Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; FERREIRA, A. G. Avaliação da Atividade Alelopática de Extratos Aquosos de Folhas de Espécies de Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 174-176, 2007.

GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**, v, 18, p, 459-472, 2004.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas, **Tecnologia Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 1, p. 23-28, 2009.

GRISI, A. B.; GUALTIERI, S. C. J.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Efeito alelopático do fruto de *Sapindus saponaria* na germinação e na morfologia de plântulas daninhas e de hortaliças. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 311-322, 2011.

IPNI – INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. **Manual internacional de fertilidade so solo**. Tradução e adaptação de Alfredo Sheid Lopes. 2.ed. Piracicaba: Potafos. **Tecnologia Ciência Agropecuária** 1988, 177p.

JEROMINI, T. S.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, S. T. S.; FACHINELLI, R.; FILHO, H. S. Armazenamento de sementes e sombreamento na emergência e crescimento inicial das mudas de *Magonia pubescens* a. St.-Hil. **Revista Árvore**, v. 39, n. 4, p. 683-690, 2015.

KIHILI, R. K.; BATISH, D.; SINGH, H. P.; ALLELOPATHY AND ITS IMPLICATION IN AGROECOSYSTEMS, **Journal of Crop Production**, v. 1, p. 169-201, 1998.

KOZLOWSKI T. T.; KRAMER, P. J.; PALTARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**, San Diego: Academic Press, 1991.

KREMER, T. C. B.; YAMASHITA, O. M.; FELITO, R. A.; FERREIRA, A. C. T.; ARAÚJO, C. F. Atividade alelopática de extrato aquoso de *Croton glandulosus* L. na germinação e no desenvolvimento inicial de alface. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 1, p. 890-898, 2016.

LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DALLA-NORA, E. L. Under valuingan dover exploiting the brazilian Cerrado atourperil, **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 58, n. 6, p. 4-15, 2016.

LAYNEZ-GARSABALL, J. A.; MÉNDEZ-NATERA, J. R. Efectos alelopático de extractos de hojas de botón de oro [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray.] sobre la germinación de semillas y crecimiento de plântulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). **Scientia Agropecuaria**, v. 4, p. 229-241, 2013.

LENHARD, N. R.; NETO, V. B. P.; SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária**, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

LIMA, A. L. S; ZANELLA, F; CASTRO, L. D. M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta amazônica**, v. 10, n. 1, p.43-48, 2010.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, Nova Odessa: Plantarum, 1992, v. 1, 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, Nova Odessa: Plantarum, 1998, v. 2, 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, Nova Odessa:Plantarum, 2002, v. 2, 368p.

- MACEDO, M. C.; SCALON, S. P. Q.; SARI, A. P.; SCALON FILHO, H.; ROSA, Y. B. C. J.; ROBAINA, A. D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* St. Hil Sapindaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.
- MARTINELLI, V. A.; SILVA, V. N. Efeito alelopático de centeio na germinação e crescimento de plântulas de beterraba. **Agrarian Academy**, v.5, n.9; p. 1 95, 2018.
- MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; SILVA, A. P. O.; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos e estrutura de cloroplastos de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciencia Rural**, v. 40, n. 1, p. 64-69, 2010.
- MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEIN, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* vog. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.
- MOUCO, M. A. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira ‘Tommy Atkins’. **Ciência Rural**, v.40, n. 2, p. 273- 279, 2010.
- NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; DOUSSEAU, S.; VIEIRA, C. V. Efeito da temperatura e do tegumento na germinação de sementes de *Calophyllum brasiliense*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1872-1877, 2007.
- NOVAES, P.; TORRES, P. B.; SANTOS, D. Y. C. S. Biological activities of Annonaceae species extracts from Cerrado. **Brazilian Journal Botany**, v. 39, v.1, p. 131–137, 2016.
- OLIVEIRA, A. K. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 263-273, 2012.
- OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. F. B.; TORRES, S. B.; DIÓGENES, F. E. P. Allelopathy by extracts of Caatinga species on melon seeds. *Semina*. **Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 557-566, 2016.
- PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L.; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (vell.) Allemão ex. Benth (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A.St.-Hil. (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**. v.37, n.5, p.945-953, 2013.
- PAULA, C. S.; CANTELI, V. C. D, SILVA, C. B.; CAMPOS, R.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Atividade alelopática do extrato e frações das folhas de *Dasyphyllum tomentosum* (Spreng.) Cabrera. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 35, n. 1, p. 47-52 2014.
- PAULA, C. S.; CANTELI, V. C.; SILVA, C. B; MIGUEL, O. G; MIGUEL, M. D, Potencial fitotóxico com enfoque alelopático de *Bauhiniaungulata*L, sobre sementes e plântulas de

alface e cebola. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 36, n. 3, p. 445-452, 2015.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso, Brasília**, Brasília: Fundação Mokiti Okada, 1997.

PEREIRA, J. C.; PAULINO, C. L. A.; GRAJA, B. S.; SANTANA, A. E. G.; ENDRESS, L.; SOUZA, R. C. Potencial alelopático e identificação dos metabólitos secundários em extratos de *Canavalia ensiformis* L. **Revista Ceres**, v. 65, n. 3, p. 243-252, 2018.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpinaefolia* Benth. sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 01, p. 130-136, 2001.

PINTO, J. R. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, R. M. O.; SOUZA, G. O.; JUNIOR, J. H. S. Crescimento e índices fisiológicos de *Tabebuia aurea* sob sombreamento no semiárido. **Floresta**. v. 46, n. 4, p. 465 – 472, 2016.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F.; DIAS, T. A. B. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos Estados compreendidos pelo Bioma Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 5, p. 5-43, 2000.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2008.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 53, p. 179-194, 2006.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

RICE, E. L. **Allelopathy**, 2nd ed, New York: Academic Press, 1984.

RICKLEFS, R.; RELYEA, R. **A economia da natureza**, 7. ed, Rio de Janeiro, 2016.

ROSA, D. M.; FORTES, A. M. T.; MAULI, M. M.,.; MARQUES, D. S.; PALMA, D. Potencial alelopático de *Panicum maximum* Jacq. sobre a germinação de sementes de espécies nativas. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 198- 203, 2011.

RODRIGUES, K. C. S. **Verificação da atividade alelopática de *Myrciaria cuspidata* Berg. (Camboim)**. 78 f. (Dissertação de Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SABINO, M.; KORPAN, C.; FERNEDA, B. G.; SILVA, A. C. Crescimento de mudas de ipê em diferentes telas de sombreamento. **Nativa**, v. 4, n. 2, p 61-65, 2016.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação - um enfoque estatístico**, Brasília: Editora UnB, p. 247, 2004.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A.; MUSTAFA, C. V.; SILVA, R. M. G. Germination measurements to evaluate allelopathic interactions. **Allelopathy Journal**, v. 17, p. 43-52, 2006.

SANTOS, D. C.; FONSECA, S. F.; BELÉM, R. A. Características físico-químicas do solo e aspectos fitofisionômicos de uma mata ciliar e cerrado típico em Pirapora-MG. **Élisée**, v.4, n.1, p.91-113, 2015.

SANTOS, K. D. G. **Germinação e desenvolvimento inicial de *Dipteryx alata* Vogel e *Parkia platycephala* Benth (Fabaceae) sob condições de campo** (Dissertação de mestrado). Porto nacional: Fundação Universidade Federal do Tocantins, 2012.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condições de sombreamento, **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SCALON, S. P. Q.; MOTA, L. H. S.; MUSSURY, R. M. Osmotic conditioning and shading on the germination and on the initial growth of *Myracrodruon urundeuva* Allemão seedlings. **Annais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 2, p.799-812, 2013.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A.V.; MORAES, W. S; SABONARO, D.Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 06, p. 1019-1026, 2007.

SILVA JÚNIOR, M. C. 100 árvores do Cerrado: guia de campo. Brasília-DF: Rede de sementes do Cerrado, 2005. 278 p.

SIQUEIRA, A. C. M. F., NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Conservação dos recursos genéticos ex situ do cumbaru (*Dipteryx alata*) Vog. – Leguminosae. **Revista Instituto Florestal**, v. 5, n. 2, p. 231-43, 1993.

SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES L. R.; RODRIGUES T. J. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 165-170, 1997.

SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, L. S. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório: revisão crítica. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.

SOUZA FILHO, A. P. S.; FONSECA, M. L.; ARRUDA, M. S. P. Substâncias químicas com atividades alelopáticas presentes nas folhas de *Parkia pendula* (LEGUMINOSAE), **Planta Daninha**. v. 23, n. 4, p. 565-573, 2005.

SOUZA, R. P.; VÁLIO, I. F. M. Seedling growth of fifteen Brazilian tropical tree species differing in successional status. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, p.35-47, 2003.

STACHOWICZ, J. J. Mutualism, facilitation, and the structure of ecological communities, **Bioscience**, v. 51, p. 235–246, 2001.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOK, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A; CROUZEILLES, R; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; FILHO, F. J. B. O.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B. Moment of truth for the Cerrado hotspot, **Nature Ecology & Evolution**, v, 1, p. 1-3, 2017.

TAIZ. L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed,. p.719, 2004.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V.C. Caracterização química parcial do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.), **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 14, n. 1, p. 85-95, 1994.

VEIMEHYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H. The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soils. **Soil Science**, v.32, n. 3, p. 181-193, 1931.

YANG, C. M.; CHANG, I. F.; LIN, S. J.; CHOU, C. H. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: II, Stimulation of consumption-orientation, **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 45, p. 119-125, 2004.

ZANARDI, B.; TORQUATO, A. S.; LUZ, E. M. Z.; KAEFER, L. A. P.; FORTES, A. M. T. Alelopatia do extrato de amoreira-negra (*Morus nigra* l (Moraceae) sobre sementes de milho (*Zeamays*). **Revista Uningá Review**, v.26, n. 2, p. 05-09, 2016.