



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

LUIS PAULO DOS SANTOS PEREIRA

**A MIRMECORIA EM ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS
DO CERRADO**

Brasília, Outubro de 2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

A MIRMECORIA EM ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS DO CERRADO

Aluno: Luís Paulo dos Santos Pereira: 16/0134501

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosana Carvalho Cristo Martins

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Brasília, outubro de 2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**A MIRMECORIA EM ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS DO
CERRADO**

Estudante: Luís Paulo dos Santos Pereira: 16/0134501.

Menção: _____

Prof.^a Dr.^a Rosana Carvalho Cristo Martins - (Orientadora)

Prof.^a Dr.^a Juliana Martins de Mesquita Matos – (Membro da banca)

Prof.^a M.^a Ana Carolina Gomes Corrêa – (Membro da banca)

“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante.”

(Albert Schweitzer)

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, que me permitiu chegar aonde estou.

Aos meus pais, irmã e família, que me ajudaram, me apoiaram e me incentivaram em todos os momentos, especialmente à minha mãe, que batalhou durante toda a vida, me dando educação e discernimento, se esforçando e lutando, fazendo de tudo para que eu conseguisse chegar até aqui.

Aos meus amigos que me apoiaram nos momentos bons e ruins e que estiveram sempre ao meu lado.

À minha orientadora Professora Doutora Rosana, pelo apoio e pelo compartilhamento de conhecimentos não só para a produção deste trabalho, mas também durante toda a graduação.

À todos professores que fizeram parte da minha formação, contribuindo para que eu me tornasse um ótimo profissional e uma excelente pessoa.

Aos amigos que fiz no decorrer desses anos, compartilhando diversos momentos nessa etapa de aprendizagem de nossas vidas, dividindo experiências em tempos de estudos, aventuras em campos, em trabalhos, em pesquisas e em comemorações.

Por fim, à todos que de alguma forma se fizeram presente nesta caminhada e que tive contato durante essa belíssima e encantadora jornada.

RESUMO

A dispersão de sementes é processo chave no ciclo de vida das plantas, proporcionando uma ótima reprodução e sobrevivência da vegetação. Um dos principais meios de dispersão é a mirmecoria, que é a dispersão das sementes onde os agentes dispersores são as formigas. Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura acerca da dispersão de sementes de espécies arbóreas e arbustivas por formigas no Cerrado brasileiro. Com os estudos realizados, mostrou-se que as formigas são relatadas como importantes dispersoras primárias e secundárias em regiões do cerrado, se destacando em formações mais abertas, como os campos, sendo a dispersão secundária a mais comum, e que a remoção de sementes por formigas parece ser influenciada pela riqueza de espécies de formigas, tipo de ambiente e tamanho do diásporo. As formigas dos gêneros *Atta* e *Pheidole* formam as que tiveram maiores registros, respectivamente com 14% e 11% em relação ao total de aparições nos estudos pesquisados. Verificou-se que dentro dos 13 estudos pesquisados, 63 espécies de árvores/arbustos foram alvos de estudo, as espécies mais privilegiadas pela mirmecoria, foram as do gênero *Croton*, *Miconia* e *Copaífera*. O sucesso para mirmecoria está em atrativos para as formigas, como arilos e elaiossomas ou diásporos carnudos em plantas não mirmecóricas. Com tamanha importância desses animais para o ecossistema é preciso que sejam feitos mais estudos na área, a fim de contribuir para a preservação, manutenção e restauração do bioma Cerrado.

Palavras-chave: Dispersão, formigas, sementes, diásporos.

ABSTRACT

Seed dispersion is a key process in the life cycle of plants, providing an optimal reproduction and survival of the vegetation. One of the main ways of dispersal is myrmecory, which is the dispersal of seeds where the dispersing agents are ants. This project aims to carry out a literature review on the dispersal of tree and shrub species seeds by ants in the Brazilian Cerrado. With the studies carried out, it was shown that ants are reported as important primary and secondary dispersers in cerrado regions, standing out in more open formations such as fields, with secondary dispersion being the most common, and that the removal of seeds by ants seems to be influenced by ant species richness, type of environment and diaspore size. Ants of the *Atta* and *Pheidole* genus form the ones that had the highest records, respectively with 14% and 11% in relation to the total of appearances in the researched studies. It was found that within the 13 studies surveyed, 63 species of trees/shrubs were studied, the species most privileged by myrmecory were those of the genus *Croton*, *Miconia* and *Copaifera*. Success for myrmecoria lies in attractants to ants, such as arils and elaiosomes or fleshy diaspores in non-myrmecoric plants. With such importance of these animals for the ecosystem, more studies are needed in the area, in order to contribute to the preservation, maintenance and restoration of the Cerrado biome.

Keywords: Dispersal, ants, seed, diaspore.

SUMÁRIO

RESUMO	6
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVO GERAL.....	13
2.1 Objetivos específicos	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 O bioma Cerrado.....	13
3.1.2 Fitofisionomias do Cerrado	16
3.2 Frutos	16
3.3 Sementes	17
3.3.1 Dormência.....	18
3.4 Dispersão	19
3.4.1 Síndrome Floral	20
3.4.2 Tipos de dispersão	21
3.5 Formigas	22
3.6 Mirmecoria	25
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Estudos selecionados	26
5.2 Gêneros e espécies de formigas estudadas nos últimos 15 anos.	27
5.2.1 – Fatores que beneficiam a dispersão de sementes.....	29
5.2.2 –Gêneros de formigas que obtiveram maiores aparições nos estudos selecionados.	30
5.2.3 – Dispersão de diásporos não mirmecóricos.....	32

5.3 Espécies arbustivas e arbóreas do cerrado estudadas.	33
5.3.1 – Locais de maiores incidências	36
5.4 Espécies que mais se beneficiaram da mirmecoria.....	36
5.5 Gêneros que mais se beneficiaram da mirmecoria.	38
5.4.1 – Famílias mais recorrentes	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1- Fitofisionomias do bioma Cerrado.....	16
Figura 2 - Exemplos de frutos com dispersão mirmecórica	17
Figura 3 - Formigas interagindo com diásporos não mirmecóricos caídos ao solo no cerrado.	24

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos selecionados.....	26
Tabela 2 - Formigas registradas realizando a dispersão de sementes.....	27
Tabela 3 - Gêneros de formigas com maiores ocorrências.....	30
Tabela 4 – Espécies e respectivas famílias arbustivas e arbóreas registradas nos estudos nos últimos 15 anos.....	33
Tabela 5 – Frequência de espécies arbóreas e arbustivas do Cerrado estudadas.....	36
Tabela 6 – Frequência das família que foram estudados nos últimos 15 anos.....	39

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Frequência de gêneros arbóreos e arbustivos que foram estudados nos últimos 15 anos.....	38
---	----

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é um dos biomas mais importantes do Brasil, localizado na parte central do país, possuindo uma riqueza em espécies vegetais e animais, além de ser um importante distribuidor de águas para as demais localidades, sendo considerado o berço das águas brasileiras (SFB, 2019; MMA, 2021; MAPA, 2019). Entretanto, vem sendo fortemente desmatado, com intensas queimadas e intensas degradações para atividades agrícolas, ocasionando diversos problemas para o seu ecossistema e para evitar que esse bioma deixe de existir, a fauna efetua um papel fundamental na convivência com a sua vegetação.

A interação planta-animal é fundamental para a sobrevivência e reprodução da vegetação desde a polinização, até a dispersão de sementes. É de extrema importância para as plantas, em regiões tropicais, a inter-relação com animais polinizadores e/ou dispersores de sementes, pois as angiospermas precisam da fauna para o transporte de pólen ou de suas sementes e a fauna se beneficia de recursos alimentares como pólen, óleo, néctar, frutos e sementes com polpas suculentas e nutritivas (MORELLATO e LEITÃO-FILHO, 1992, apud STEFANELLO et al., 2010).

A dispersão de sementes é um dos principais meios para a perpetuação das plantas, pois a distribuição de sementes acontece em vários habitats, favorecendo uma maior quantidade de novas plantas e ajudando nos processos de competição, predação e reprodução da espécie (NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000).

Existem quatro processos de dispersão feitos a partir de um determinado agente dispersor, a anemocoria (dispersão feita pela água), autocoria (dispersão sem a necessidade de um agente), hidrocória (dispersão pelo vento) e zoocoria (dispersão feita por animais) (PERES, 2016). Dentro da zoocoria ocorre a mirmecoria, que é a dispersão das sementes por formigas.

As formigas pertencem a um grupo sociais de insetos com mais ocorrência no meio ambiente, apresentando uma distribuição geográfica ampla. Elas possuem uma grande diversidade morfológica, sendo bastante conhecidas por apresentar cuidados cooperativos à prole. Apresentam diferentes tipos comportamentais e uma variedade de formas, pilosidade, coloração, agressividade e chegando a ter diferenças extremas de tamanho dentro de um mesmo gênero.

São um dos principais agentes dispersores de plantas, em que diversos gêneros de Formicidae, no Cerrado, brasileiro fazem a dispersão de sementes, como as formigas

cortadeiras *Atta e Acromyrmex*, removendo o elaiossoma das sementes e também fazendo o seu transporte (LEAL & OLIVEIRA, 1998).

O elaiossoma é uma estrutura gordurosa presa externamente à semente e rica em lipídeos no qual as plantas mirmecóricas produzem (FERNANDES, 2018). Esses corpos gordurosos são atrativos para muitas espécies de formigas, beneficiando a sua dispersão. Já em interações entre formigas e plantas não mirmecóricas, as formigas podem atuar como dispersoras secundárias (RENATA et al, 2004).

Esses pequenos insetos têm a capacidade de efetuar grandes influências no ciclo de vida e evolução de diversas plantas, exibindo uma grande plasticidade comportamental e alta densidade populacional nas comunidades locais graças a sua diversidade. As formigas exercem uma importante função ecológica na dinâmica do ambiente e na composição da vegetação (LÉVIEUX, 1982), trazendo muitos benefícios e influenciando na regeneração de áreas, permitindo a conservação da biodiversidade.

2 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão bibliográfica desenvolvida em estudos nos últimos 15 anos sobre dispersão de sementes por formigas, processo conhecido por mirmecoria, de espécies arbóreas e arbustivas nativas do bioma Cerrado.

2.1 Objetivos específicos

Identificar os gêneros e/ou espécies de formigas, árvores e arbustos que tiveram uma maior frequência nos trabalhos estudados, a fim de demonstra a importância da mirmecoria para a conservação e permanência da biodiversidade do Cerrado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O bioma Cerrado

O Brasil é um país florestal com cerca de 500 milhões de hectares, o equivalente a 59% do seu território, de florestas naturais e plantadas, sendo uma das maiores áreas florestais do mundo, ficando atrás apenas da Rússia (SFB, 2019; MAPA, 2019). Este país continental possui

a maior biodiversidade do mundo, abrigando mais de 20% de todas as espécies do planeta, com mais de 116.000 espécies animais e mais de 46.000 espécies vegetais conhecidas e distribuídas por seus seis biomas terrestres (MMA, 2021).

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, é encontrado, em especial, na região central do Brasil (Planalto Central), presente em 11 estados brasileiros. É um dos hotspots mundiais (Myers et al. 2000), possui por volta de 2,03 milhões de km² de extensão e abrange 22% do território nacional (ICMBio, 2020; MMA, 2020). Dispõe de ampla diversidade climática com características tropicais, subtropicais, com suas duas estações, seca de inverno e outra úmida de verão, bem definidas (NASCIMENTO; NOVAIS, 2020).

As condições climáticas, o solo e o clima contribuíram para formação de fitofisionomias diversificadas e uma diversidade florística. Em cada uma dessas áreas prevalecem espécies da flora e da fauna com diferenciadas formas de vida, crescimento, reprodução e o arranjo da sua vegetação é condicionada por diversos fatores ambientais (Ratter et al. 1997).

As plantas tiveram que superar essas características climáticas com estratégias de sobrevivência e devido a esse fator, exista uma alta taxa de endemismo. A vegetação teve que enfrentar épocas de secas intensas, as quais anualmente são submetidas, e diversas queimadas que as atingem nesse período. Assim, pode-se ver plantas com várias adaptações, com o objetivo de acumular, evitar a perda de água e de se proteger do fogo.

Existem também características nas folhas que evitam perda excessiva de água e espécies que têm a floração fomentada pelo fogo. Com essas particularidades, as plantas do Cerrado conseguem, em pouco tempo, após a primeira chuva, se reerguer (FURQUIM, 2018).

Alguns indivíduos da flora tem a capacidade de se recuperar rapidamente das queimadas. As árvores do Cerrado possuem troncos grossos e tortuosos, com casca grossa ou mesmo troncos subterrâneos que as protegem, as raízes profundas são capazes de explorar regiões do solo onde há água adaptados para o clima e proteção contra o fogo, característica geral desse tipo de vegetação arbustivo-herbácea predominante nessa formação savânica (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Tais características também se dão presentes devido à localização desse bioma. Situado entre os paralelos 2° e 24° de latitude sul e os meridianos 41° e 60° de longitude oeste, o bioma apresenta dimensões continentais e uma grande diversidade climática com características equatoriais, subtropicais e tropicais, e a característica climática mais evidente do Cerrado é a

presença de duas estações do ano bem estabelecidas, o inverno seco e frio e o verão, bastante úmido (NASCIMENTO; NOVAIS, 2020).

O Cerrado possui solos pobres de nutrientes, intemperizados, ácidos e deficientes de nutrientes, porém são profundos e bem drenados com alta concentração de alumínio. O ferro (óxido de ferro) também é bastante encontrado, sendo o causador da coloração avermelhada dos Latossolos Vermelhos, tipo de solo mais encontrado na região do Centro-Oeste. Por se tratar de uma categoria de solos profundos e porosos, retratam condições apropriadas para um favorável crescimento radicular em profundidade (EMBRAPA. 2021).

O seu subsolo é importante tal qual a sua vegetação na superfície, visto que as raízes das árvores atingem grandes profundidades, buscando água em épocas de estiagem, absorvendo e contendo água da chuva.

Com as características do solo juntamente com as características da vegetação, é feita a distribuição da água retida para várias nascentes durante todo o ano e abastece as principais bacias hidrográficas brasileiras, inclusive a bacia Amazônia, distribuindo água para os três aquíferos mais importantes, o Bamuí, Guarani e Urucuaia (WWF, 2020). As cabeceiras das principais bacias hidrográficas brasileiras estão localizadas no Cerrado, são elas: Araguaia, Tocantins, Xingu, Tapajós, Paraguai e São Francisco (SFB 2019).

A fauna tem grande importância para a sobrevivência e reprodução da vegetação desde a polinização, até a dispersão de sementes. As árvores necessitam dos animais para o transporte de pólen ou de suas sementes e a fauna se beneficia de recursos alimentares como pólen, óleo, néctar, frutos e sementes com polpas suculentas e nutritivas (MORELLATO e LEITÃO-FILHO, 1992, apud STEFANELLO et al., 2010), sendo uma inter-relação entre planta e animal benéfica para ambos os lados.

Há diversidade de invertebrados presente no bioma é muito importante, porém ainda é pouco estudada. Os insetos se destacam neste grupo, onde é estimado aproximadamente 90 mil espécies, número que está em constante mudança, devido a novas inclusões. De acordo com a oferta de recursos para esses animais, como água e comida mais disponíveis no período chuvoso, a sua população vai variando pois os insetos são influenciados pela sazonalidade do clima (OLIVEIRA, 2020).

3.1.2 Fitofisionomias do Cerrado

O Cerrado apresenta fitofisionomias que contam com formações florestais, savânicas e campestres. Nas áreas de florestas são encontradas espécies arbóreas com formação de dossel contínuo, a Mata de Galeria e a Mata Ciliar, são fitofisionomias relacionadas aos cursos de água, o cerradão e a mata seca sucedem nos interflúvios em áreas bem drenadas, sem relação aos cursos de água.

Formações savânicas englobam quatro fitofisionomias principais, o Cerrado Sentido Restrito (Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo e Cerrado Rupestre), o Parque de Cerrado, o Palmeiral e a Vereda, que não apresentam um dossel contínuo, exibindo zonas com árvores e arbustos espalhados sobre gramíneas.

Já as formações campestres apresentam áreas com dominância de espécies herbáceas e algumas arbustivas, sem a presença de árvores na paisagem (RIBEIRO; WALTER, 1998). A figura a seguir (Figura 1) apresenta como ocorre as diferentes fitofisionomias no bioma Cerrado.

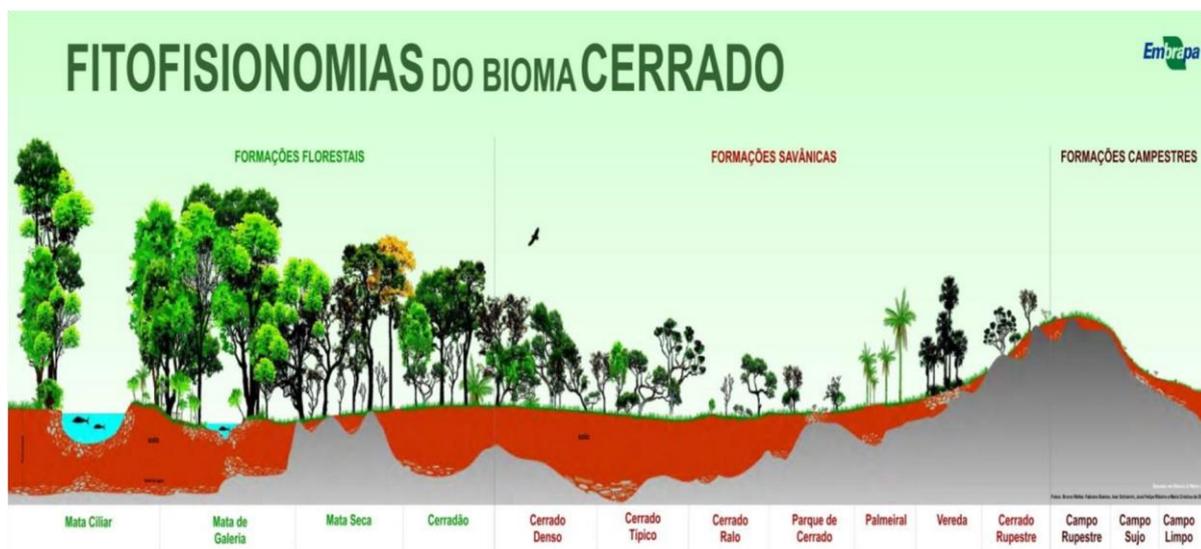


Figura 1- Fitofisionomias do bioma Cerrado. Fonte: Embrapa, 2021.

3.2 Frutos

As plantas atingiram um novo patamar no processo evolutivo quando ocorreu o surgimento dos frutos, que teve uma contribuição significativa para o aumento da eficiência da dispersão de sementes (LORTS et al., 2008; FLEMING & KRESS, 2011). Geralmente, os

frutos tem uma finalidade de proteger as sementes e favorecer a sua dispersão e podem ser classificados como carnosos ou secos.

Com uma vasta fauna os frutos carnosos detêm alta variedade, seu estado maduro é perceptível de acordo com a coloração da casca, normalmente para amarela ou vermelha, e sua polpa apresenta um aspecto mais comestível, já os frutos secos não são constituídos de polpa e possuem um atributo denominado como deiscência, que é comparado à maturação dos frutos carnosos, sendo uma estratégia de dispersão de sementes utilizada por muitas espécies de plantas (KERBAUY, 2019).

É importante entender que a diversidade dos tipos de frutos e das diferentes estratégias de dispersão de sementes está relacionada com a filogenia das plantas de um bioma, que é um fator muito importante para estudar os mecanismos evolutivos presentes nesse processo chave do ciclo de vida da vegetação (JANZEN, 1970; FLEMING, 2011; JORDANO, 2000).

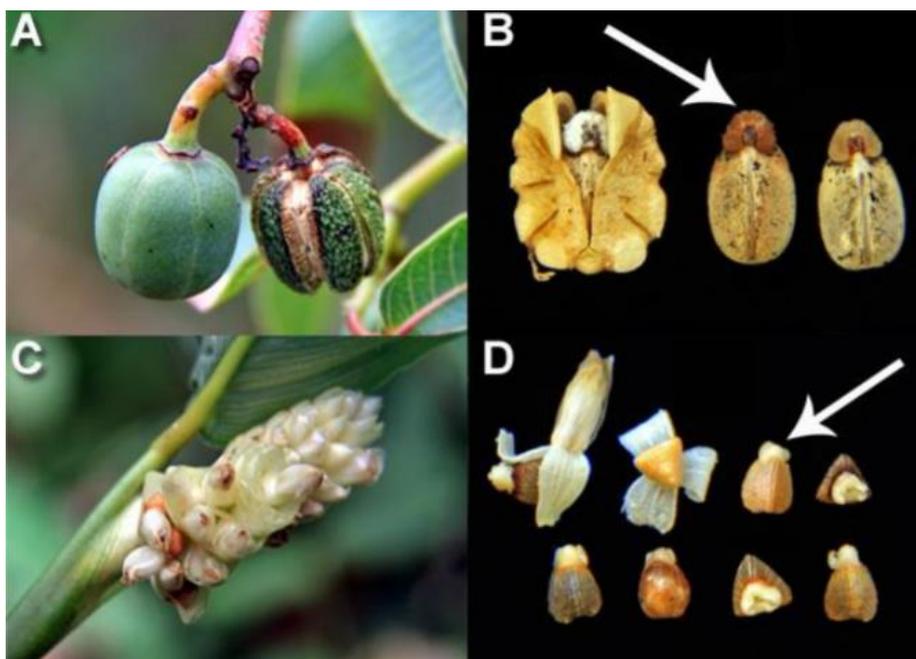


Figura 2 - Exemplos de frutos com dispersão mirmecócrica: A, B – *Manihot violacea*; C, D – *Myrosma cannifolia* (Fotos: M. Kuhlmann). Fonte: PERES, 2016.

3.3 Sementes

A Semente se dá após a fecundação e o desenvolvimento do óvulo, ela é uma porção do fruto que possui o embrião no estado de vida latente. Seu ciclo de vida inclui o desenvolvimento de uma semente com sua germinação e o progresso pós-germinativo através do crescimento da

planta. A semente é uma estrutura primordial no processo de proliferação de novos seres dentro do ambiente (PESKE et al, 2012).

Sendo um óvulo maduro fecundado, a semente é dividida em embrião; endosperma, que é um tecido de reserva nutritivo, mas em alguns casos pode não estar presente; e o tegumento, que é um envoltório protetor com uma função de proteger o embrião contra ataques de organismos biodeterioradores.

Resistindo a condições adversas, as sementes representam um ciclo de sobrevivência das espécies vegetais, mesmo que depois da morte ou da extinção de sua matriz (planta mãe, que deu a sua origem), elas podem se desenvolver e originar novas plantas.

A semente é meio de reprodução fundamental das espécies vegetais no decorrer do tempo e do espaço, e uma forma de manter a variabilidade genética às sucessivas gerações.

Apesar da sociedade dar o valor nutricional como a principal importância das sementes, a função biológica de uma semente é germinar e estabelecer uma nova planta. Portanto, o desenvolvimento da capacidade de germinação e, na maioria dos casos, a competência de conservar essa habilidade após a secagem e dispersão, são aspectos significativos da maturação das sementes.

A classificação das sementes pode se dar de acordo com seu comportamento fisiológico relacionado à dessecação. Quando a espécie resiste à dessecação, ela é classificada como ortodoxa; caso contrário ela é classificada como recalcitrante, existe também as espécies intermediárias em que alguns momentos apresenta comportamento parecido com sementes ortodoxas e em outros com as sementes recalcitrantes (CARVALHO et al., 2006)

3.3.1 Dormência

Uma semente que está dormente, significa dizer que possui uma inibição/dificuldade para sua germinação, pois precisa de estímulos ambientais específicos para conseguir germinar. Esse comportamento que algumas sementes têm, permite mais tempo para a dispersão, que pode ser por questões geográficas ou para proteção da espécie de eventos climáticos, favorecendo a uma taxa de sobrevivência maior da plântula devido a inibição da germinação em condições que não sejam favoráveis para o seu desenvolvimento (TAIZ et al., 2017).

Várias espécies possuem sementes que se tornam dormentes na fase intermediária de maturação, impedindo o seu processo de germinação. Em determinadas espécies, a semente permanece dormente após a dispersão e necessita de condições específicas para que ocorra a germinação.

3.3.1.1 Tipos de dormência

De acordo com Kerbauy (2019), os tipos de dormência podem ser divididos em: fisiológico, morfológico, morfofisiológico, físico e químico.

A dormência fisiológica é causada por mecanismos inibitórios relacionados à processos metabólicos fazendo o controle do desenvolvimento na semente.

Na dormência morfológica, as sementes são liberadas da matriz sem estar totalmente desenvolvidas, com o embrião diferenciado e imaturo, antes da germinação ocorre o crescimento intraseminal causada por condições ambientais apropriadas.

Quando a semente possui a dormência morfológica e a fisiológica, ela é classificada como uma semente com dormência morfofisiológica, nesses casos é preciso ocorrer a estratificação ou outros tratamentos para a dormência fisiológica ser quebrada e para acontecer o crescimento do embrião.

A dormência física é encontrada em sementes que possuem uma ou mais camadas de células impermeáveis à água. Para acontecer a hidratação e, conseqüentemente, a quebra da dormência é preciso fazer aberturas no hilo e na lente (estruturas anatômicas especializadas) localizadas na superfície da semente para facilitar a entrada da água.

Por fim, a dormência química, que é gerada por substâncias produzidas no fruto, na semente ou por inibidores de crescimento, que são encontrados no pericarpo, e quando são transportadas para o embrião resultam na inibição do desenvolvimento.

3.4 Dispersão

A dispersão de sementes é processo chave no ciclo de vida das plantas e entender esse processo em comunidades naturais, de um ponto de vista ecológico e evolutivo, pode ajudar a prever fatores ambientais necessários para a reprodução e sobrevivência da vegetação, auxiliando trabalhos de conservação e recuperação de áreas degradadas, como aqueles presentes no bioma Cerrado. Como nem sempre a semente é a unidade dispersa, utiliza-se o termo diásporo, que designa a unidade de dispersão.

A dispersão de sementes é um processo vital para o ciclo de reprodução da flora, pois ocorre a distribuição das sementes em vários habitats, favorecendo o aumento de novas plantas e contribuindo para os processos de competição, predação e reprodução da espécie (NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000).

De acordo com MORELLATO e LEITÃO-FILHO (1992, apud STEFANELLO et al., 2010) é fundamental para as plantas, em regiões tropicais, a interação com animais polinizadores e/ou dispersores de sementes, porque as angiospermas precisam da fauna para o transporte de pólen ou de suas sementes. Em contrapartida, as plantas fornecem recursos alimentares para estes animais como pólen, óleo, néctar, frutos e sementes com polpas suculentas e nutritivas.

O ecossistema é sustentado por diversas inter-relações e a interação entre a fauna e a flora é muito importante para a sobrevivência e manutenção da vegetação nativa, desde a polinização, até a dispersão de sementes. A flora evolui junto com a fauna, favorecendo uma combinação de fatores, como as formas de vida das plantas, tamanhos das sementes, forma da flor e disponibilidade de animais, cada animal tem um papel importante dentro desse ecossistema.

O sucesso da dispersão de sementes está relacionado a taxa de conservação dos ecossistemas. A manutenção das espécies vegetais está diretamente associada com essa dependência entre planta e dispersor, pois a retirada de um ou de outro pode ocasionar um desequilíbrio das populações, podendo trazer problemas irreversíveis (TERBORGH, 1986 apud STEFANELLO et al., 2010). Essa interferência em ecossistemas pode levar à extinção ecológica e biológica de espécies vegetais que dependem dos animais para se dispersarem ou mesmo para controlar suas populações (DIRZO & DOMINGUES, 1986; TERBORGH, 1986 apud STEFANELLO et al., 2010).

A fauna contribui com a perpetuação da vegetação nativa, vivendo em harmonia e mantendo as gerações futuras através da polinização e da dispersão de sementes. Algumas espécies florísticas são adaptadas à dispersão através de fauna específica. O tipo de dispersão ligado ao estrato da vegetação e o ambiente, influenciam diretamente na capacidade dispersiva e na distribuição geográfica das espécies de plantas.

3.4.1 Síndrome Floral

Síndrome floral é o conjunto de diferentes características morfológicas de várias espécies de flores e com diferentes tipos de vetores de polinização. Essa polinização pode ser feita por fenômenos naturais, como a água (hidrofilia) e o vento (anemofilia ou anemogamia), ou pode ser feita por animais: insetos (entomofilia); moscas (miofilia); abelhas (melitofilia); formigas (mirmecofilia); pássaros (ornitofilia); morcegos (quiropterofilia); entre outros. Tais características influencia no tipo de vetor que será atraído, como a cor, formato, tamanho, tipo

de néctar e duração da floração, para que estes sejam agentes de dispersão mais prováveis e com utilidade potencial na dispersão dentro de uma comunidade em um determinado lugar e tempo.

3.4.2 Tipos de dispersão

A classificação dos processos de dispersão das sementes são feitos de acordo com o agente dispersor. Historicamente, percebe-se que as plantas que possuem sementes coevoluíram junto com os seus dispersores, permitindo uma maior efetividade no processo de dispersão. Existem quatro formas de dispersar a semente: anemocoria, autocoria, hidrocoria e zoocoria.

Anemocoria é a dispersão feita através do vento, esse meio de dispersão não consegue dispersar qualquer estrutura, sendo preciso adaptações para favorecer esse processo. Nessa forma de dispersão os frutos ou sementes possuem formas aladas, plumadas ou sementes minúsculas e leves que são capazes de flutuar no ar e serem transportadas pelo vento (PERES, 2016). Esse tipo de dispersão proporciona para as sementes uma distância maior da planta mãe, diminuindo a competição por recursos naturais.

Hidrocoria é uma dispersão na qual as sementes dispõem de estruturas que favorecem a dispersão feita pela água, como a presença de ar em suas estruturas, favorecendo na flutuação, com a finalidade de se distanciar o mais longe da planta mãe. (PERES, 2016), normalmente, a água é o agente responsável que faz o transporte de estruturas de plantas que se desenvolvem próximas a rios e lagos.

Autocoria é uma dispersão feita sem a necessidade de um agente, a própria planta lança as suas sementes, normalmente os frutos são secos, têm abertura explosiva e a capacidade de arremessar as sementes longe da planta mãe ou apresentam diásporos que não possuem adaptação evidente a agentes dispersores específicos, que são liberados de forma passiva da planta mãe quando se tornam maduros – autocoria passiva (PERES, 2016).

Zoocoria no reino vegetal é um dos tipos de dispersão mais realizados, é um termo amplo para designar a dispersão de sementes feita por animais, porém, grupos específicos são denominados de uma forma menos geral, como: ornitocoria (pássaros), mamaliocoria (mamíferos), ictiocoria (peixes), saurocoria (répteis), quiroptecoria (morcegos) e mirmecoria (formigas) (SANTOS, 2020). Essa dispersão pode ser feita de várias formas, através das fezes dos animais, após a ingestão de frutos com sementes, como através do carregamento de diásporos, por meio dos pelos, pela boca, garras, patas, entre outras estruturas.

Dessa forma, o processo de dispersão de sementes é essencial para a reprodução vegetal, uma vez que a semente precisa de um bom lugar longe de sua matriz para se estabelecer e germinar, com a intenção de se distanciar de competições e de predação (JANZEN, 1970; HOWE, 1993 apud STEFANELLO et al., 2010) o que, por sua vez, acaba influenciando a distribuição espacial dessas plantas.

3.5 Formigas

As formigas são o grupo de insetos sociais com mais ocorrência e apresentam uma distribuição geográfica ampla, bastante distribuídas em todo planeta Terra. O primeiro registro fóssil de uma formiga foi encontrado no médio Cretáceo, se tornando abundante nos depósitos de âmbar de acúmulos terrestres do Oligoceno e Mioceno (PERES 2016). Possuem uma grande diversidade morfológica, facilmente amostradas e separadas em morfo-espécies, com uma divisão em castas reprodutivas, sendo bastante conhecidas por apresentar cuidados cooperativos à prole.

As formigas apresentam diferentes tipos comportamentais e uma variedade de formas chegando a ter diferenças extremas de tamanho (desde 1 milímetro a mais de 4 cm), pilosidade, coloração e agressividade dentro de um mesmo gênero. Estando presente em quase todos os ambientes terrestres, uma única colônia pode chegar a ter alguns milhões de indivíduos, com ninhos em copas de árvores e em profundidades abaixo do solo.

De acordo com Hölldobler e Wilson (1990), as formigas “São organismos importantes no fluxo de energia e biomassa dos ecossistemas terrestres e na evolução da estrutura das comunidades desses ecossistemas como um todo”, uma de suas notáveis características ecológica é a sua abundância em certa localidade comparada com outros artrópodos (STORK, 1991) e são funcionalmente importantes em todos os níveis tróficos. É estimado que formigas e cupins representam juntos por volta de 1/3 da biomassa animal em florestas da Amazônia (HOLLDOBLER & WILSON, 1994). Como são sensíveis à cobertura vegetal e suscetíveis às mudanças ecológicas, as formigas podem ser como bioindicadores em ambientes terrestres, tornando-as uma ferramenta de comparação da estrutura das comunidades locais.

Esses animais exibem uma grande plasticidade comportamental e alta densidade populacional nas comunidades locais graças a sua diversidade, exercendo uma importante função ecológica na dinâmica do ambiente (LÉVIEUX, 1982). As populações de formigas têm um grande impacto no meio que estão, pois podem se comportar como predadoras de artrópodes

e pequenos herbívoros invertebrados coletores de pólen e néctar, e até mesmo competirem com mamíferos na coleta de sementes (DAVIDSO et al., 1980).

Pesquisas atuais tem mostrado que formigas podem executar uma função ecológica significativa na composição da vegetação (PIK et al., 2002; DEL CLARO et al., 1996). Em grupos arborícolas as formigas protegem as árvores para defender suas colônias, favorecendo a redução da herbivoria e possivelmente aumentando potencial reprodutivo.

A composição da fauna de formigas tem influência na disponibilidade de alimento e de sítios de nidificação (LEVINGS & TRANIELLO, 1981; BECKER et al., 1990). A necessidade de se alimentar fez com que as formigas evoluíssem de diferentes formas na sua morfologia, bioquímica e etologia (CARROL & JANSEN, 1973), construindo grupos funcionais distintos.

Sendo um grupos de animais bem resistentes com capacidade de se adaptar em condições adversas e extremas do meio e em áreas urbanas, algumas espécies de formigas conseguiram ocupar nichos em ambientes extremamente degradados. Algumas espécies são vistas como praga para culturas agrícolas por terem suas atividades beneficiadas em função de alterações feitas pelo homem no ambiente, trazendo prejuízo para os agricultores.

As formigas possuem vários meios e técnicas para conseguirem se alimentar. Os métodos de forrageamento usualmente utilizados por formigas de colônias sedentárias são divididos em: método individual, no qual uma operária coleta alimentos independentemente das outras; método com recrutamento, em que as operárias buscam o alimento isoladamente; e a coleta feita por um sistema coordenado entre indivíduos e de grupo, onde operárias coletam independentemente, mas movendo-se por trilhas ou colunas definidas (BERNSTEIN, 1975). Estes três tipos de comportamento podem ser representados pelos grupos Ponerini, Camponotini e Attini.

Vários gêneros de Formicidae são descritos como dispersores de sementes, como *Formica*, *Myrmica* e *Aphaenogaster*, encontrados em florestas temperadas da Europa e América do Norte e também espécies de *Rhytidoponera*, *Pheidole* e *Iridomyrmex*, localizadas na Austrália (HANDEL e BEATTIE, 1990). Já no Cerrado brasileiro foram descritos, por Leal e Oliveira (1998), diversos gêneros de *Attini*, que fazem a dispersão de sementes como *Cyphomyrmex*, *Mycetarotes*, *Mycocepurus*, *Myrmicocrypta*, *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex*, além das formigas cortadeiras *Atta* e *Acromyrmex*, removendo o elaiossoma das sementes e também transportando em distâncias de cerca de 12 m. De acordo com esses autores, as *Attini*

podem beneficiar as sementes de plantas superiores quando se comportam como dispersoras secundárias.

Existem diferentes espécies de formigas, do ponto de vista biológico e morfológico, que interagem com sementes, do mesmo modo em que espécies de plantas mirmecóricas se diferenciam no tamanho das suas sementes e de seus elaiossomas (GORB e GORB, 1999; GORB et al., 2000). Sementes menores, na maioria das vezes, são removidas por formigas pequenas e sementes maiores, por formigas grandes, que possuem fortes mandíbulas.

A remoção de diásporos, unidade de dispersão das plantas composta por uma semente ou esporo e tecidos adicionais que ajudem à dispersão, promovida pelas formigas pode sofrer interferência de acordo com o nível de perturbação dos ecossistemas, o que afeta a estrutura e a composição da vegetação local.

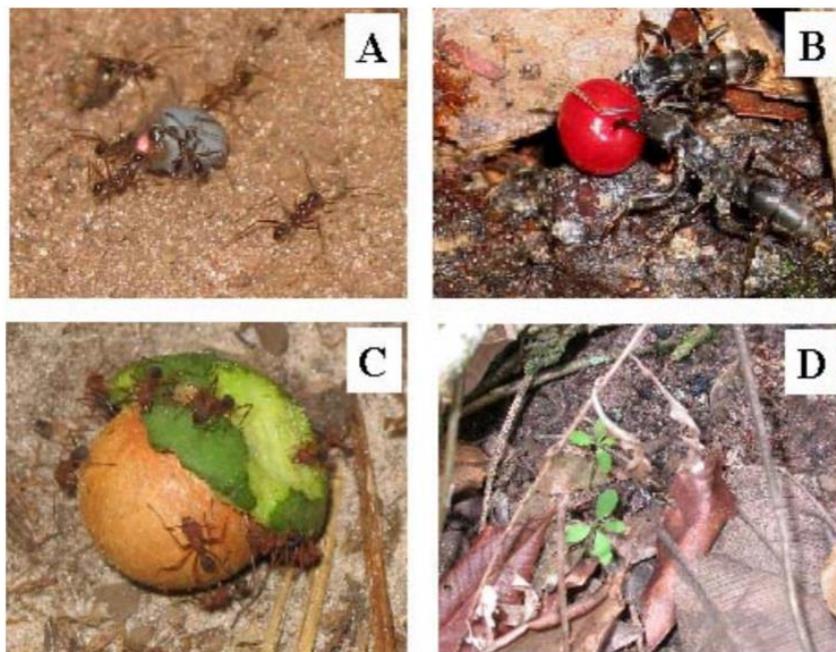


Figura 3 - Formigas (Formicidae) interagindo com diásporos não mirmecóricos caídos ao solo no cerrado. (A) *Pheidole* sp. removendo semente arilada de *Xylopia aromatica* (Annonaceae); (B) *Pachycondyla striata* removendo fruto de *Erythroxylum pelleterianum* (Erythroxylaceae); (C) *Acromyrmex coronatus* removendo a polpa de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae); (D) Plântulas de *E. pelleterianum* na lixeira de um ninho de *Odontomachus chelifer*. Fonte: CHRISTIANINI, 2007.

3.6 Mirmecoria

A mirmecoria é a dispersão das sementes por formigas, essa atividade das formigas não é um fenômeno considerado especializado, pois existe uma diversidade de formigas associadas às sementes (DEMINICIS et al., 2009). A atividade feita pela maioria das formigas denominada “forrageamento” constitui a seleção, o corte e o transporte do material vegetal para o ninho. O forrageamento é efetuado por meio de trilhas marcadas quimicamente e de trilhas físicas bem construídas.

De acordo com Fernandes (2018) as plantas mirmecóricas produzem sementes com elaiossoma (estrutura gordurosa preso externamente à semente e rica em lipídeos) aderida às sementes. Esses corpos gordurosos inibem a germinação das sementes, porém são atrativos para muitas espécies de formigas. Diversas espécies de *Atta* (Formicidae) coletam e transportam sementes com elaiossoma para seus ninhos onde usam esta estrutura para cultivar seu jardim de fungos (SOUZA et al 2015). No caminho para o ninho as formigas podem remover o elaiossoma das sementes, favorecendo sua germinação em locais mais afastados da planta mãe onde a competição seria menor (FERNANDES et al 2018).

Normalmente sementes com elaiossoma encontradas pelas formigas são transportadas invariavelmente até o ninho. No ninho o elaiossoma é consumido e a semente pode ser predada, pois as formigas se beneficia do endosperma e o embrião, ou pode ser descartada com a possibilidade de germinar (HUGHES; WESTOBY, 1992 apud RODRIGUES, 2007).

Interações entre formigas e plantas não mirmecóricas (cujas sementes não estão adaptadas para a dispersão por formigas) são pouco documentadas. No entanto, diásporos não mirmecóricos podem vir a ser dispersos por formigas (MILESI e CASENAVE, 2004; PASSOS e OLIVEIRA, 2003 apud FARNESE, 2011), que podem atuar como dispersoras secundárias (RETANA et al., 2004)

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia do presente trabalho consistiu em realizar uma revisão de literatura acerca da dispersão de sementes de espécies arbóreas e arbustivas por formigas (mirmecoria), no Cerrado brasileiro.

Foi utilizado a plataforma do Google Acadêmico para pesquisa e levantamento de resultados em publicações de artigos, livros e pesquisas científicas que foram desenvolvidos e publicados nos últimos 15 anos, utilizando o ponto de vista e resultados dos autores, a fim de sustentar uma discussão geral do tema estudado.

Foi realizado um filtro para selecionar os trabalhos que foram utilizados como base para a confecção dessa pesquisa, focando no objetivo e na análise de sua temática. Palavras chaves de buscas foram pesquisadas para escolher determinados artigos que tivessem tal relação, como por exemplo: “mirmecoria”; “dispersão de sementes” e “formigas no Cerrado” e aqueles que não se adequaram a esse filtro foram descartados.

Dentre os diversos levantamentos efetuados foram selecionados 13 artigos que passaram no filtro, pois são os que englobam os termos de referência utilizados para a pesquisa. A partir dos 13 trabalhos selecionados, foi feita a leitura e análise, auxiliando na elaboração e na criação de tabelas e gráficos, a fim de facilitar a compreensão dos resultados e contribuir para a discussão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estudos selecionados

Diversas pesquisas foram feitas em artigos científicos na plataforma Google Acadêmico, e dentre eles foram selecionados 13 estudos para esta pesquisa (Tabela 1), na qual foi abordado alguns temas relacionados como a mirmecoria, a dispersão de sementes e espécies arbóreas e arbustivas que sofreram interações com as formigas.

Tabela 1 - Trabalhos selecionados.

Título	Autor(es)	Ano
Papel das formigas na dispersão de sementes de <i>Alibertia edulis</i>	Rodrigues	2007
Interações entre formigas, frutos e sementes em solo de cerrado: o papel de formigas na biologia de sementes e plântulas.	Christianini et al.	2007
Remoção de sementes por formigas, aves e roedores em área de Cerrado e seu efeito sobre o recrutamento de plântulas.	Ferreira et al.	2008

Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais.	Deminicis, B. B. et al	2009
Dispersão e predação de sementes de Mirindiba (<i>Buchenavia tomentosa</i>) em Cerrado Sentido Restrito	Farias	2010
Dispersão de diásporos não mirmecóricos por formigas: influência do tipo e abundância do diásporo	Farnese	2011
Exploitation of fallen diaspores by ants: are there ant-plant partner choices?	Christianini et al.	2012
Remoção de sementes por formigas: efeito do tamanho da semente, hábitat e riqueza de espécies.	Padilha	2013
Estratégias de dispersão de sementes no bioma cerrado: considerações ecológicas e filogenéticas.	Peres	2016
Dispersão secundária de sementes de " <i>Siparuna guianensis</i> " (Siparunaceae) por formigas em vegetação de cerrado.	Magalhães et al.	2016
Caracterizando o papel da mirmecoria e da predação por curculionídeos na germinação das sementes de <i>Copaífera oblongifolia</i> (Fabaceae)	Cangussu	2018
Dispersão de sementes arbóreas pela formiga-cortadeira <i>Atta Sexdens</i> em cerrado na região sul do Tocantins. 2019.	Oliveira	2019
Formigas removedoras de sementes apresentam potencial para auxiliar na regeneração de áreas impactadas	Silva et al.	2020

5.2 Gêneros e espécies de formigas estudadas nos últimos 15 anos.

Na tabela a seguir (Tabela 2) foi feito o registro de formigas encontradas fazendo a dispersão de sementes em espécies arbóreas ou arbustivas do Cerrado brasileiro.

Tabela 2 - Formigas registradas realizando a dispersão de sementes.

Gênero	Espécie	Nº de estudos por gênero	Autor(es) e ano(s)
<i>Acromyrmex</i>	<i>Acromyrmex coronatus</i> <i>Acromyrmex laticeps</i>	5	Christianini et al. (2007) Deminicis et al (2009) Farnese (2011) Christianini et al. (2012) Padilha (2013) Peres (2016)

<i>Atta</i>	<i>Atta sp.</i> <i>Atta sexdens</i> <i>Atta laevigata</i>	11	Christianini et al. (2007) Rodrigues (2007) Ferreira et al. (2008) Deminicis et al (2009) Farias (2010) Farnese (2011) Christianini et al. (2012) Padilha (2013) Peres (2016) Oliveira et al. (2018) Oliveira (2019)
<i>Azteca</i>	<i>Azteca sp.</i>	1	Christianini et al. (2012)
<i>Brachymyrmex</i>	<i>Brachymyrmex sp.</i>	1	Christianini et al. (2012)
<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus sp.</i>	2	Christianini et al. (2012) Silva et al. (2020)
<i>Carebara</i>	<i>Carebara sp.</i> <i>Carebara brevipolosa</i>	2	Christianini et al. (2012) Silva et al. (2020)
<i>Cephalotes</i>	<i>Cephalotes depressus</i> <i>Cephalotes pusillus</i>	2	Christianini et al. (2012)
<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster sp.</i> <i>Crematogaster curvispinosa</i> <i>Crematogaster evallans</i>	2	Christianini et al. (2012) Silva et al. (2020)
<i>Cyphomyrmex</i>	<i>Cyphomyrmex sp.</i>	2	Deminicis et al (2009) Christianini et al. (2012)
<i>Dinoponera</i>	<i>Dinoponera australis</i>	1	Christianini et al. (2012)
<i>Dorymyrmex</i>	<i>Dorymyrmex sp.</i> <i>Dorymyrmex brunneum</i>	2	Christianini et al. (2012) Silva et al. (2020)
<i>Ectatomma</i>	<i>Ectatomma sp.</i> <i>Ectatomma brunneum</i> <i>Ectatomma edentatum</i> <i>Ectatomma opaciventre</i> <i>Ectatomma planidens</i>	5	Ferreira et al. (2008) Christianini et al. (2012) Padilha (2013) Magalhães et al. (2016) Silva et al. (2020)
<i>Forelius</i>	<i>Forelius sp.</i>	1	Silva et al. (2020)
<i>Linepithema</i>	<i>Linepithema sp.</i> <i>Linepithema cerradense</i>	3	Ferreira et al. (2008) Christianini et al. (2012) Padilha (2013)
<i>Megalomyrmex</i>	<i>Megalomyrmex sp.</i>	1	Christianini et al. (2012)
<i>Mycetarotes</i>	<i>Mycetarotes sp.</i>	1	Deminicis et al (2009)
<i>Mycocepurus</i>	<i>Mycocepurus sp.</i> <i>Mycocepurus goeldii</i>	2	Deminicis et al (2009) Christianini et al. (2012)
<i>Myrmicocrypta</i>	<i>Myrmicocrypta sp.</i>	1	Deminicis et al (2009)
<i>Ochetomyrmex</i>	<i>Ochetomyrmex s.p</i>	1	Silva et al. (2020)
<i>Odontomachus</i>	<i>Odontomachus sp.</i> <i>Odontomachus chelifer</i> <i>Odontomachus bauri</i>	4	Christianini et al. (2007) Christianini et al. (2012) Magalhães et al. (2016) Silva et al. (2020)

<i>Pachycondyla</i>	<i>Pachycondyla striata</i> <i>Pachycondyla villosa</i> <i>Pachycondyla verenae</i>	5	Christianini et al. (2007) Ferreira et al. (2008) Christianini et al. (2012) Padilha (2013) Magalhães et al. (2016)
<i>Paratrechina</i>	<i>Paratrechina sp.</i>	1	Christianini et al. (2012)
<i>Pheidole</i>	<i>Pheidole sp.</i> <i>Pheidole megacephala</i> <i>Pheidole Solenopsis</i>	8	Christianini et al. (2007) Ferreira et al. (2008) Deminicis et al (2009) Christianini et al. (2012) Padilha (2013) Magalhães et al. (2016) Peres (2016) Silva et al. (2020)
<i>Pseudomyrmex</i>	<i>Pseudomyrmex sp.</i>	1	Christianini et al. (2012)
<i>Sericomyrmex</i>	<i>Sericomyrmex sp.</i>	1	Deminicis et al (2009)
<i>Solenopsis</i>	<i>Solenopsis s.</i>	3	Ferreira et al. (2008) Christianini et al. (2012) Padilha (2013)
<i>Tetramorium</i>	<i>Tetramorium simillimum</i>	1	Silva et al. (2020)
<i>Trachymyrmex</i>	<i>Trachymyrmex sp.</i>	4	Deminicis et al (2009) Christianini et al. (2012) Padilha (2013) Silva et al. (2020)
<i>Wasmannia</i>	<i>Wasmannia auropunctata</i>	2	Christianini et al. (2012) Padilha (2013)

5.2.1 – Fatores que beneficiam a dispersão de sementes.

As formigas são relatadas como importantes dispersoras primárias e secundárias, em regiões do cerrado, a dispersão secundária é a mais comum (RODRIGUES, 2007; CHRISTIANNI et al. 2007; FARIAS, 2010; CHRISTIANNI et al. 2012; PERES, 2016; MAGALHÃES, 2016 & OLIVEIRA, 2019). Generalizando, não existe um padrão para a mirmecoria nos diferentes ecossistemas, as consequências da remoção e do transporte das sementes dependerão de alguns fatores, tais como: a da densidade dos indivíduos; a disponibilidade de recursos em cada ecossistema; a riqueza de sementes; as características do local de deposição e as características das sementes como peso, presença de polpa ou elaiossoma, são características fundamentais quando se trata de interações planta-formiga com plantas para o consumo e remoção de sementes, de acordo com os estudos selecionados.

Vale ressaltar que o jeito no qual as formigas carregam as sementes é outro fator importante. A forma e o tamanho das formigas influenciam no transporte, por isso ela escolhe

o melhor local da semente para fixar suas mandíbulas. Habitualmente, sementes maiores são carregadas pelo elaiossoma e as pequenas são pelo corpo da semente (GORB e GORB, 1999).

Em alguns casos em que a formiga é menor que a semente, possuindo mandíbulas pequenas devido sua morfologia, não as permitem carregar as sementes, sendo observado que alguns gêneros só interagiram com as sementes consumindo os elaiossomas ou os líquidos. Porém, no geral, as sementes pequenas tem maiores chances de ser removidas por formigas pequenas e sementes grandes, por formigas grandes, que possuem fortes mandíbulas.

Já em outros casos observados, as formigas não dispersam sementes grandes, mas facilitam a sobrevivência pela limpeza da sementes e redução no ataque de fungos (PERES, 2016; CHRISTIANNI et al. 2007; FARIAS, 2010 & CHRISTIANNI et al. 2012).

5.2.2 –Gêneros de formigas que obtiveram maiores aparições nos estudos selecionados.

É possível observar na tabela 3 os gêneros de formigas que possuíram um maior número de registro nos trabalhos pesquisados fazendo a dispersão de sementes em espécies arbóreas ou arbustivas do Cerrado brasileiro com suas respectivas frequências e porcentagens.

Tabela 3 - Gêneros de formigas com maiores ocorrências.

Gênero	Frequência	%
<i>Atta</i>	11	14
<i>Pheidole</i>	8	11
<i>Acromyrmex</i>	5	7
<i>Ectatomma</i>	5	7
<i>Pachycondyla</i>	5	7
<i>Odontomachus</i>	4	5
<i>Trachymyrmex</i>	4	5
<i>Linepithema</i>	3	4
<i>Solenopsis</i>	3	4
<i>Camponotus</i>	2	3
<i>Carebara</i>	2	3
<i>Cephalotes</i>	2	3
<i>Crematogaster</i>	2	3
<i>Cyphomyrmex</i>	2	3
<i>Dorymyrmex</i>	2	3
<i>Mycocepurus</i>	2	3
<i>Wasmannia</i>	2	3
<i>Azteca</i>	1	1
<i>Brachymyrmex</i>	1	1
<i>Dinoponera</i>	1	1
<i>Forelius</i>	1	1
<i>Megalomyrmex</i>	1	1

<i>Mycetarotes</i>	1	1
<i>Myrmicocrypta</i>	1	1
<i>Ochetomyrmex</i>	1	1
<i>Paratrechina</i>	1	1
<i>Pseudomyrmex</i>	1	1
<i>Sericomyrmex</i>	1	1
<i>Tetramorium</i>	1	1

As formigas dos gêneros *Atta* e *Pheidole* foram as que tiveram maiores registros (Tabela 3), respectivamente com 14% e 11% em relação ao total de aparições nos estudos pesquisados.

Formigas do gênero *Atta* e *Acromyrmex* apresentam hábitos alimentares generalistas (FARNESE 2011), por isso há uma maior probabilidade, que talvez, esse seja o motivo pelo qual elas foram registradas interagindo com diásporos mirmecóricos e não mirmecóricos.

A espécie do Gênero *Atta*, *Atta sexdens*, foi a espécie mais importante em número de interações. As Formigas do gênero *Pheidole* foram observadas em praticamente todas as fitofisionomias do Cerrado, limpando sementes da polpa, removendo partes das frutas caídas, ou carregando diásporos para seus ninhos.

Acromyrmex, *Ectatomma* e *Pachycondyla*, também obtiveram um maior número de ocorrência, em comparação com os demais gêneros. Espécies de porte pequeno como *Solemopsis* e *Linepithema*, normalmente, foram encontradas consumindo o arilo das sementes ou retirando partes dele e transportando.

As espécies que agrupam muitos indivíduos de operárias, como as do gênero *Pheidole*, e as formigas de grande porte, como as dos gêneros *Atta*, *Ectatomma* e *Pachycondyla*, carregaram as sementes para dentro dos seus ninhos, sendo *Atta* o gênero que removeu mais sementes ou teve interações com sementes já predadas por outros animais (mirmecoria secundária).

As Aves são os agentes que dispersam as sementes para locais mais distantes, colonizando novos sítios, enquanto formigas rearranjam a sombra de sementes em distâncias menores, depositando-as em sítios onde a sobrevivência das plântulas é ampliada.

As formigas cortadeiras (*Atta* e *Acromyrmex*) mostraram algumas preferências, especialmente por diásporos ricos em carboidratos. Estes favoritismos podem ser devidas às defesas químicas da folha de algumas espécies de plantas do cerrado, sendo as plantas mais propícias para essas formiga, fazendo com que sejam dependentes destes frutos carnosos para o cultivo de fungo no interior dos ninhos, enquanto grandes formigas predadoras (*Ponerinae*)

são atraídas principalmente por diásporos lipídicos (PIZO & OLIVEIRA, 2001; PIZO et al., 2005).

As formigas carnívoras têm mais chances de interagir com diásporos ricos em lipídios, provavelmente porque estes atuam como análogos químicos de insetos mortos (CARROL & JANZEN, 1973). Em alguns casos estudados é mostrado que diferentes guildas de formigas, como fungívoras ou carnívoras, preferem diferentes tipos de frutos, pelo conteúdo químico presente na polpa (PIZO & OLIVEIRA, 2001), essa relação pode ter influência na evolução de características dos frutos, tanto dos mirmecóricos como dos não mirmecóricos.

De acordo com Gottsberger e SilberbauerGottsberger (1983) o bioma Cerrado está localizado em solos pobres em nutrientes na região central do Brasil e quase 65% de seus arbustos e árvores produzem diásporos carnudos adaptados para dispersão por vertebrados, especialmente pássaros e mamíferos. Entretanto, as formigas terrestres acabam se beneficiando e agindo de forma oportunista desses diásporos, pois a maioria do frutos do Cerrado que são produzidos caem sob as árvores mãe e assim, tornam-se disponíveis para as formigas, influenciando no destino da semente.

5.2.3 – Dispersão de diásporos não mirmecóricos.

A dispersão de diásporos mirmecóricos é um processo mais especializado que a dispersão de diásporos não mirmecóricos, por isso a remoção de diásporos não mirmecóricos é uma técnica menos significativa, comparada com a dispersão de diásporos não mirmecóricos.

Por outro lado, as formações savânicas que compõem o cerrado brasileiro possuem a maior parte das espécies de árvores e arbustos, que crescem em solos pobres, produzindo diásporos carnosos cuja dispersão primária é realizada por vertebrados (GOTTSBERGER & SILBERBAUER- GOTTSBERGER, 1983). Estas características fazem do cerrado um local onde a mirmecoria pode conferir algumas vantagens adaptativas.

Processos no qual a dispersão de sementes engloba mais de um agente no decorrer de suas atividades são conhecidos como diplocóricos (VANDER WALL & LONGLAND, 2004). Apesar de que a maioria das árvores e arbustos não apresentam adaptações aparentes para a mirmecoria, estudos atuais relatam que formigas interagem com muitos desses diásporos não mirmecóricos caídos ao solo e podem trazer muitos benefícios para as plantas.

As formigas cortadeiras são espécies que mais interagem com estes tipos de diásporos para o cultivo de fungo no interior dos ninhos, elas têm a capacidade de dispersarem os

diásporos a uma longa distância, maior do que os outros gêneros conseguem, sendo isso, provavelmente, devido ao seu corpo robusto (SANTO, 2007)

As formigas são um dos principais seres para estudar quando o assunto se trata de sistemas diplocóricos para dispersão de sementes no cerrado, porque é possível fazer um ótimo monitoramento da interação de formigas na remoção de diásporos que caem. Possivelmente, a presença de polpa em diásporos não mirmecóricos tem efeito análogo ao elaiossoma em sementes mirmecóricas, a dispersão desses diásporos é um processo importante para plantas não mirmecóricas.

5.3 Espécies arbustivas e arbóreas do cerrado estudadas.

Na tabela a seguir (Tabela 4) foi feito o registro das espécies vegetais encontradas que foram alvo da dispersão de seus diásporos pelas formigas.

Tabela 4 – Espécies e respectivas famílias arbustivas e arbóreas registradas nos estudos nos últimos 15 anos

Nome científico	Família	Estrato	Nº de estudos	Autor(es) e ano(s)
<i>Aegiphila lhotskiana</i>	Verbenaceae	Arbustivo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Alibertia edulis</i>	Rubiaceae	Arbóreo	1	Rodrigues (2007)
<i>Amaioua guianensis</i>	Rubiaceae	Arbóreo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Annona crassiflora</i>	Annonaceae	Arbóreo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Bredemeyera floribunda</i>	Polygalaceae	Arbustivo	1	Peres (2016)
<i>Bredemeyera laurifolia</i>	Polygalaceae	Arbustivo	1	Peres (2016)
<i>Buchenavia tomentosa</i>	Combretaceae	Arbóreo	2	Farias (2010) Oliveira (2019)
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Malpighiaceae	Arbóreo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Campomanesia pubescens</i>	Myrtaceae	Arbustivo	1	
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	Arbóreo	1	
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae	Arbóreo	2	Christianini et al. (2007) Christianini et al. (2012)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Facabeae	Arbóreo	2	Christianini et al. (2012) Peres (2016)
<i>Copaifera oblongifolia</i>	Facabeae	Arbóreo	2	Peres (2016) Oliveira et al. (2018)

<i>Cnidoscolus urens</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	Peres (2016)
<i>Coussarea hydrangeaefolia</i>	Rubiaceae	Árboreo	1	Ferreira et al. (2008)
<i>Croton betaceus</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	Peres (2016)
<i>Croton campestris</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Croton heliotropoifolius</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Croton hirtus</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Croton priscus</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	Deminicis et al (2009)
<i>Croton regelianus</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	Peres (2016)
<i>Croton subacutus</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Croton urucurana</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Davilla elliptica</i>	Dilleniaceae	Arbustivo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Didymopanax vinosus</i>	Araliaceae	Árboreo	1	
<i>Diospyros hispida</i>	Ebenaceae	Árboreo	1	
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	Erythroxylaceae	Árboreo	2	Christianini et al. (2007) Christianini et al. (2012)
<i>Eugenia puniceifolia</i>	Myrtaceae	Árboreo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Guapira graciliflora</i>	Nyctaginaceae	Árboreo	1	Ferreira et al. (2008)
<i>Guapira noxia</i>	Nyctaginaceae	Árboreo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Gymnanthes schottiana</i>	Euphorbiaceae	Árboreo	1	Peres (2016)
<i>Hancornia speciosa</i>	Apocynaceae	Árboreo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Hirtella glandulosa</i>	Chrysobalanaceae	Árboreo	1	Oliveira (2019)
<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	Peres (2016)
<i>Jatropha mollissima</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Maprounea guianensis</i>	Euphorbiaceae	Árboreo	1	Ferreira et al. (2008)
<i>Matayba guianensis</i>	Sapindaceae	Árboreo	1	
<i>Miconia albicans</i>	Melastomataceae	Árboreo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Miconia fallax</i>	Melastomataceae	Árboreo	1	
<i>Miconia rubiginosa</i>	Melastomataceae	Árboreo	3	Christianini et al. (2007) Christianini et al. (2012) Peres (2016)
<i>Microstachys daphnoides</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	Peres (2016)
<i>Microstachys hispida</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Microstachys marginata</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Monihot anomala</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Monihot cecropiifolia</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Monihot tomentosa</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Monihot violacea</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Myrcia lingua</i>	Myrtaceae	Árboreo	2	Christianini et al. (2012) Peres (2016)
<i>Ocotea pulchella</i>	Lauraceae	Árboreo	1	Christianini et al. (2012)

<i>Ouratea spectabilis</i>	Nyctaginaceae	Arbóreo	1	
<i>Pouteria torta</i>	Sapotaceae	Arbóreo	1	
<i>Psidium cinereum</i>	Myrtaceae	Arbustivo	1	
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	
<i>Sapium glandulatum</i>	Euphorbiaceae	Arbustivo	1	Farnese (2011)
<i>Siparuna guianensis</i>	Siparunaceae	Arbóreo	2	Ferreira et al. (2008) Magalhães et al. (2016)
<i>Solanum lycocarpum</i>	Solanaceae	Arbustivo	1	Christianini et al. (2012)
<i>Styrax ferrugineus</i>	Styracaceae	Arbóreo	1	
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Mimosaceae	Arbóreo	1	
<i>Tocoyena formosa</i>	Rubiaceae	Arbustivo	1	
<i>Turnera trigona</i>	Turneraceae	Arbustivo	1	Peres (2016)
<i>Virola Sebifera</i>	Myrtaceae	Arbóreo	2	Ferreira et al. (2008) Peres (2016)
<i>Virola urbaniana</i>	Myrtaceae	Arbóreo	1	Peres (2016)
<i>Xylopia aromatica</i>	Annonaceae	Arbóreo	2	Christianini et al. (2007)

Árvores ou arbustos mirmecóricos são plantas que têm em suas sementes a presença de substâncias e apêndices atrativos, como polpa, arilo ou elaiossoma. Vários trabalhos mostram a importância de formigas para a germinação de sementes ocasionando um bom recrutamento de plântulas. Através do consumo da polpa, do arilo ou do elaiossoma das sementes, é possível haver uma maior facilidade para a sua germinação e seu transporte, sendo transportados para ambientes mais favoráveis.

O peso e a presença de substâncias atrativas, como elaiossoma e arilos foram essenciais para o aumento no número de remoção de sementes das espécies, sementes menores como as de *Siparuma guianensis* e *Guapira graciliflora* foram rapidamente e quase que exclusivamente removidas por formigas. Reforçando a ideia de que a interferência de formigas em espécies com presença de recursos energéticos é fundamental para a atratividade de formigas.

A germinação de uma semente é inibida pela presença de elaiossoma, possivelmente pela atividade de compostos alelopáticos. A retirada do elaiossoma das sementes é um benefício que as formigas proporcionam para as plantas, porque quando esse tecido gorduroso rico em nitrogênio e lipídeo é removido, compostos inibidores da germinação de sementes também são retirados, o que pode evitar competições intraespecíficas, uma vez que as sementes são transportadas para longe da planta mãe (CANGUSSU et al., 2017). A germinação também é favorecida por injúrias provocadas na casca das sementes pelos predadores, facilitando a entrada de água nas sementes e acelerando seu processo germinativo.

Várias sementes são transportadas para o interior do ninho, diminuindo a predação das mesmas por outros organismos, como outros insetos, pássaros ou roedores (ANDERSEN et al., 1998). Após ser feita a extração das substâncias atrativas dentro dos ninhos, a semente é descartada pelas formigas em “lixeiros”. Nestas lixeiras ficam concentrados nutrientes essenciais para o estabelecimento de plântulas (LEAL, 2003)

5.3.1 – Locais de maiores incidências

Diferentemente das outras síndromes de dispersão, a mirmecoria se destacou em formações mais abertas como os campos, onde há uma maior ocorrência de frutos secos capsulares com sementes com elaiossoma. (CHRISTIANINI et al. 2007; FERREIRA et al., 2008; FARNESE, 2011; CHRISTIANINI et al. 2012; PERES, 2016 & SILVA et al., 2020).

Plantas com estruturas menores apresentam uma menor concentração de energia para produção de diásporos e precisam de uma menor escala de dispersão para ficar longe o suficiente da planta-mãe (GILADI, 2006), sendo favorecidas pela mirmecoria. Vale ressaltar que as taxas de remoção de sementes pelas formigas são mais frequentes no verão e na primavera.

5.4 Espécies que mais se beneficiaram da mirmecoria.

A partir dos resultados obtidos da coluna “Nº de estudos” da Tabela 4, foi feita Tabela 5 e o Gráfico 1 a fim de mostrara frequência, respectivamente, de espécies e gêneros arbóreos e arbustivos que foram estudadas.

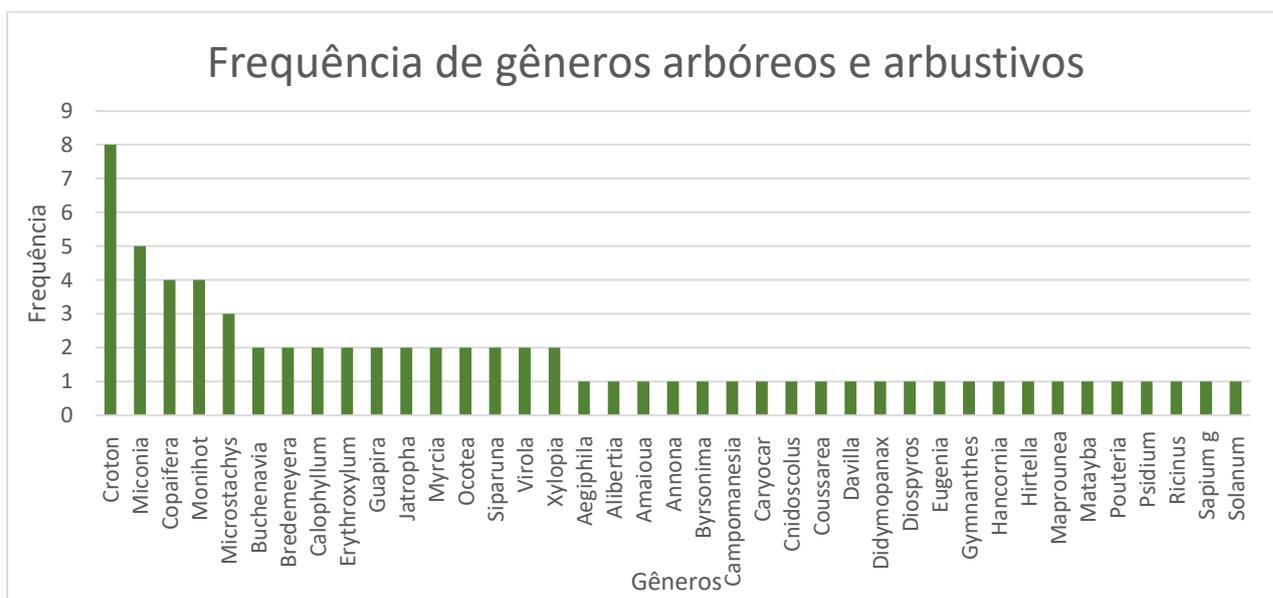
Tabela 5 – Espécies de árvores e arbustos do Cerrado com maiores ocorrências nos estudos pesquisados.

Nome científico	Frequência
<i>Croton betaceus</i>	8
<i>Croton campestris</i>	
<i>Croton heliotropoifolius</i>	
<i>Croton hirtus</i>	
<i>Croton priscus</i>	
<i>Croton regelianus</i>	
<i>Croton subacutus</i>	
<i>Croton urucurana</i>	
<i>Miconia rubiginosa</i>	5
<i>Miconia albicans</i>	

<i>Miconia fallax</i>	
<i>Copaifera langsdorffii</i>	4
<i>Copaifera oblongifolia</i>	
<i>Monihot anomala</i>	4
<i>Monihot cecropiifolia</i>	
<i>Monihot tomentosa</i>	
<i>Monihot violacea</i>	
<i>Microstachys daphnoides</i>	3
<i>Microstachys hispida</i>	
<i>Microstachys marginata</i>	
<i>Buchenavia tomentosa</i>	2
<i>Bredemeyera floribunda</i>	2
<i>Bredemeyera laurifolia</i>	
<i>Calophyllum brasiliense</i>	2
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	2
<i>Guapira graciliflora</i>	2
<i>Guapira noxia</i>	
<i>Jatropha curcas</i>	2
<i>Jatropha mollissima</i>	
<i>Myrcia lingua</i>	2
<i>Ocotea pulchella</i>	2
<i>Ouratea spectabilis</i>	
<i>Siparuna guianensis</i>	2
<i>Virola Sebifera</i>	2
<i>Xylopia aromatica</i>	2
<i>Aegiphila lhotskiana</i>	1
<i>Alibertia edulis</i>	1
<i>Amaioua guianensis</i>	1
<i>Annona crassiflora</i>	1
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	1
<i>Campomanesia pubescens</i>	1
<i>Caryocar brasiliense</i>	1
<i>Cnidoscolus urens</i>	1
<i>Coussarea hydrangeaefolia</i>	1
<i>Davilla elliptica</i>	1
<i>Didymopanax vinosus</i>	1
<i>Diospyros hispida</i>	1
<i>Eugenia puniceifolia</i>	1
<i>Gymnanthes schottiana</i>	1
<i>Hancornia speciosa</i>	1

<i>Hirtella glandulosa</i>	1
<i>Maprounea guianensis</i>	1
<i>Matayba guianensis</i>	1
<i>Pouteria torta</i>	1
<i>Psidium cinereum</i>	1
<i>Ricinus communis</i>	1
<i>Sapium glandulatum</i>	1
<i>Solanum lycocarpum</i>	1
<i>Styrax ferrugineus</i>	1
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	1
<i>Tocoyena formosa</i>	1
<i>Turnera trigona</i>	1
<i>Virola urbaniana</i>	1

Gráfico 1- Frequência de gêneros arbóreos e arbustivos que foram estudados nos últimos 15 anos.



5.5 Gêneros que mais se beneficiaram da mirmecoria.

Na Tabela 4, observa-se que, dentro dos 13 estudos, 63 espécies de árvores/arbustos foram alvos de estudo. Isso se deve ao fato de que alguns trabalhos estudaram mais de uma espécie e em outros a espécie foi repetida. As espécies arbustivas e arbóreas do Cerrado mais privilegiadas pela mirmecoria, de acordo com os trabalhos que foram selecionados (tabela 1),

foram arbustos do gênero *Croton* (*Croton betaceus*, *Croton campestris*, *Croton heliotropoifolius*, *Croton hirtus*, *Croton priscus*, *Croton regelianus*, *Croton subacutus* e *Croton urucurana*), seguidos dos gêneros arbóreos *Miconia* (*Miconia rubiginosa*, *Miconia albicans* e *Miconia fallax*) e *Copaifera* (*Copaifera langsdorffii* e *Copaifera oblongifolia*).

Formigas como as dos clados *Attini* (*Atta* e *Acromyrmex*) e as do gênero *Pheidole* interagem com grande diversidade de diásporos caídos no solo, gêneros com maiores ocorrências no estudos (Tabela 3), facilitando a germinação de várias espécies, como *Copaifera*, *Hymenaea*, *Myrcia*, *Miconia* e *Virola*, limpando e removendo a polpa ao redor da semente, evitando o ataque de fungos e também transportando as sementes para sítios mais favoráveis ao estabelecimento.

Tabela 6 – Frequência das família que foram estudadas nos últimos 15 anos.

Família	Nº de registros
Euphorbiaceae	22
Myrtaceae	8
Melastomataceae	5
Facabaeae	4
Rubiaceae	4
Annonaceae	3
Nyctaginaceae	3
Clusiaceae	2
Combretaceae	2
Erythroxylaceae	2
Siparunaceae	2
Apocynaceae	1
Araliaceae	1
Caryocaraceae	1
Chrysobalanaceae	1
Dilleniaceae	1
Ebenaceae	1
Lauraceae	1
Malpighiaceae	1
Mimosaceae	1
Polygalaceae	1
Sapindaceae	1
Sapotaceae	1
Solanaceae	1
Styracaceae	1
Turneraceae	1
Verbenaceae	1

5.4.1 – Famílias mais recorrentes

A tabela 6 traz informações pertinentes em relação ao número de estudos por família e mostra que a família que concentra o maior número de estudos, nos últimos 15 anos, para gêneros arbustivos é a família Euphorbiaceae, e para gêneros arbóreos espécies da família Myrtaceae.

A família com maior presença (Euphorbiaceae) apareceu 22 vezes nos estudos analisados, seguida da família Myrtaceae, sendo registrada 8 vezes. O fato de que espécie da família Euphorbiaceae ser bastante recorrente nos estudos pode ser devido ao fruto possuir capsulas ou esquizocarpos, com deiscência explosiva, alados ou não, com suas sementes globosas, ovais e angulares, frequentemente ariladas ou com carúncula amarela, branca ou vermelha. (RODRIGUES 2007), sendo um ótimo atrativo para as formigas.

A família das Myrtaceae pode ter aparecido na segunda colocação das família mais estudadas devido ao seu fruto. Todas as espécies de Myrtaceae encontradas no Brasil apresentam frutos carnosos ricos em água e carboidratos e pobre em proteínas e lipídeos (PIZO, 2002), favorecendo a mirmecoria secundária, na qual apresentou formigas mais generalistas (Atta, Acromyrmex e Pheidole) atuando sobre seus diásporos, em que foram os gêneros que apareceram mais vezes nos estudos (Tabela 3).

Já para a família das Miconias, segundo maior gênero estudado (Gráfico 2), a família Melastomataceae, terceira família com mais estudos (Tabela 6), apresenta em seus diásporos uma proteção resistente à mastigação, arilo e polpa carnosa e aromática apresentando cores muito forte, características essas que são propensas à atração de formigas, além de que os frutos de Melastomaceae são geralmente ricos em proteínas, carboidratos e lipídeos (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Como já foi abordado anteriormente, plantas com estruturas menores apresentam uma menor concentração de energia para produção de diásporos e precisam de uma menor escala de dispersão para ficar longe o suficiente da planta-mãe (GILADI 2006). Por esses motivos as famílias arbustivas no Cerrado Euphorbiaceae e Polygalaceae se destacaram nessa relação. Outras famílias que possuem grandes chances de atraírem as formigas com a presença de elaiossoma nos diásporos, como é o caso da família Turneraceae (ARBO, 2013), tiveram poucas aparições.

A família Fabaceae, quarta família com mais registros (Tabela 6), se destaca por ter grande importância econômica sendo uma das famílias mais estudadas em diversas áreas. A mirmecoria representa um importante papel no estabelecimento das populações dessa família,

como é o caso em espécies de *Copaifera oblongifolia* e *Copaifera oblongifolia* por exemplo, pois as formigas retiram o arilo carnoso e colorido que envolve as sementes promovendo maior germinação das sementes.

Existem estudos que indicam, para a família Fabaceae, uma grande capacidade dessas espécies a serem utilizadas para a recuperação de áreas degradadas e uso medicinal, além de apresenta importantes funções ecológicas devido ao acúmulo de biomassa, favorecendo a recuperação do solo por meio da adubação verde, por causa da abundância de nutrientes como: fósforo, potássio, cálcio e nitrogênio (CARIM et al)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos artigos selecionados para esse trabalho, a remoção de sementes por formigas parece ter influenciada pela riqueza de espécies desse inseto, tipo de ambiente e tamanho de diásporo. Como há uma maior documentação de eventos de plantas mirmecóricas em ambientes com formação vegetal mais aberta e em solo mais pobres, estima-se que as taxas de interferências por formigas em sementes nesses locais sejam maiores. No geral, quanto maior for a riqueza de espécies de formigas, maior será a frequência de ocorrências de remoção de sementes.

O sucesso para mirmecoria está em atrativos para as formigas, como arilos e elaiossomas ou diásporos carnudos em plantas não mirmecóricas. Em indivíduos não mirmecóricos o ataque de formigas removendo a polpa de fruto após a dispersão tem apresentado uma redução na mortalidade de sementes, devido ao menor número no ataque de fungos.

O carregamento das sementes por formigas pode trazer mudanças na deposição feita por dispersores primários, atuando no sucesso reprodutivo das espécies arbóreas e arbustivas e na estrutura espacial de populações vegetais. Desta forma, pressupõe que esses pequenos insetos tem a capacidade de efetuar grandes influências no ciclo de vida e evolução de diversas plantas, trazendo benefícios e influenciando na regeneração áreas, permitindo a conservação da biodiversidade.

A mirmecoria é um processo muito importante, visto que outros animais que são fundamentais na dispersão de sementes, como aves e pequenos mamíferos, são afetados diretamente pela fragmentação resultante do desmatamento e urbanização. Como o Cerrado é um dos mais importantes hotspots mundiais (MYERS et al., 2000) a crescente urbanização

acompanhada de grandes desmatamentos e com um número de incêndios florestais crescentes a cada ano, vem preocupando a extinção de diversas espécies desta savana brasileira. O nível de preocupação com as espécies do Cerrado é grande, com o aumento da perturbação e degradação do Cerrado, coligado ao fato do bioma ter poucas pesquisas voltadas a espécies que possuem potencial para restauração de ambientes que tenham sido degradados.

A carência da mirmecoria pode afetar o processo de regeneração em habitats degradados, visto que a maioria destes insetos são responsáveis pela dispersão secundária de sementes, além de contribuírem para o aumento do recrutamento das plântulas conseguindo dispersar as sementes em maiores distâncias.

Formigas são apontadas como organismos que se recuperam rapidamente após distúrbios (PIK et al., 2002), tornando-se um dos primeiros organismos a recolonizar ambientes perturbados, sendo muitos importantes em locais alterados, auxiliando na regeneração natural e recolonizando estes ambientes através da remoção de sementes, podendo, gradualmente, melhorar a dinâmica e autonomia do funcionamento do ecossistema.

O vínculo entre plantas mirmecóricas e formigas é estudada há pouco tempo (HANDEL e BEATTIE, 1990). As pesquisas ainda são escassas, existe um o baixo número de estudos para as espécies pesquisadas e selecionadas para este trabalho e nas diversas outras espécies em que aqui não foram citadas. Com isso, é bastante dificultoso a visualização da importância dessas interações em condições naturais, no qual ecossistemas são formados por uma diversidade de formigas e espécies vegetais que coexistem e interagem. Com isso, possivelmente, ainda não foram feitos estudos em muitas espécies que podem ter grande importância econômica e relevância ecológica no Cerrado.

Por fim, é necessária a realização de estudos nas áreas, tanto focados em espécies e famílias que possuem baixo número de estudos, quanto em espécies e famílias que ainda não foram alvos de estudos, além de espécies que são potenciais para recuperação de áreas degradadas do cerrado, a fim de contribuir para a preservação, manutenção e restauração do bioma Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, Daniela; SANTOS, Henrique; KÜLL, Claudia. **Uma atividade investigativa para o estudo da paisagem: o solo do Cerrado em foco**. 2021.
- ANDERSEN, A.N.; MORRISON, S.C. Myrmecochory in Australia's seasonal tropics: **Effects of disturbance on distance dispersal**. Australian Journal of Ecology, V. 23, N. 5, P. 483-491. 1998.
- ANDERSEN, ALAN N.; ASHTON, DAVID H. **Rates of seed removal by ants at heath and woodland sites in southeastern Australia**. Australian Journal of Ecology, v. 10, n. 4, p. 381-390, 1985.
- ARBO, M.M., 2013. **Turneraceae, in: Flora de Sergipe**. pp. 533–459
- BACCARO F.B., et al. **Guia para gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Ed: INPA, 2015. 338p. doi: 10.5281/zenodo.32912.
- BECKERS, Ralph et al. **Tomada de decisão coletiva por meio de recrutamento de alimentos**. Insectes sociaux, v. 37, n. 3, pág. 258-267,1990.
- BERNSTEIN, Ruth A. **Estratégias de forrageamento de formigas em resposta a densidade alimentar variável**. Ecologia, v. 56, n. 1, pág. 213-219, 1975.
- CANGUSSU, Emanuely Oliveira; COUTINHO, Ritiely Durães; SANTOS, Henrique Tadeu Dos; GOMES, Ingrid Lara; ALKMIM, Barbara Ramos; FAGUNDES, Marcilio. **Caracterizando o papel da mirmecoria e da predação por curculionídeos na germinação das sementes de *Copaifera oblongifolia* (Fabaceae)**. Montes Claros, MG. Unimontes, 2017. Disponível em <http://www.fepeg2018.unimontes.br/anais/download/a8c8b98e-49d8-47db-8ace-e37f0405ae56>. Acesso em: 04/09/2021
- CARROLL, C. Ronald; JANZEN, Daniel H. **Ecologia do forrageamento por formigas**. Revisão Anual de Ecologia e Sistemática, v. 4, n. 1, pág. 231-257,1973.
- CARIM, S.; SCHWARTZ, G.; SILVA, M. F. F. **Riqueza de espécies, estrutura e composição florística de uma floresta secundária de 40 anos no leste da Amazônia**, Acta bot. Bras. 21 (2): 293-308.2007.
- CARVALHO, Leticia Renata de; SILVA, Edvaldo Aparecido Amaral da; DAVIDE, Antonio Claudio. **Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento**. Revista Brasileira de Sementes, v. 28, p. 15-25, 2006.
- CHRISTIANINI, Alexander V.; MAYHÉ-NUNES, Antônio J.; OLIVEIRA, Paulo S. **Exploitation of fallen diaspores by ants: are there ant-plant partner choices?** Biotropica, v. 44, n. 3, p. 360-367, 2012.
- CHRISTIANINI, Alexander Vicente et al. **Interações entre formigas, frutos e sementes em solo de cerrado: o papel de formigas na biologia de sementes e plântulas**. 2007.

DA SILVA, Grazielle Santiago et al. **Formigas removedoras de sementes apresentam potencial para auxiliar na regeneração de áreas impactadas**. Revista Científica MG. Biota, v. 12, n. 2, p. 44-54, 2020.

DAVIDSON, Diane W.; BROWN, James H.; INOUE, Richard S. **Competição e a estrutura das comunidades granívoras**. BioScience, v. 30, n. 4, pág. 233-238, 1980.

DE CASTRO, Renato Delmondez; BRADFORD, Kent J.; HILHORST, Henk WM. **Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. Germinação: Do básico ao aplicado** (AG Ferreira & F. Borghetti, eds.). Artmed, Porto Alegre, p. 51-68, 2004.

DE SOUZA, Danival José; SILVA, Anderson. **Interação entre *Atta sexdens* e espécie arbórea *Copaifera langsdorfii* Desf. em remanescente florestal de Cerrado**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 9, n. 3, p. 182-189, 2014.

DEL-CLARO, Kleber; BERTO, Vanderlei; RÉU, Wilson. **Efeito da dissuasão de herbívoros por formigas na frutificação de uma planta nectária extrafloral, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae)**. Journal of Tropical Ecology, v. 12, n. 6, pág. 887-892, 1996.

DEMINICIS, B. B. et al. **Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais**. Archivos de Zootecnia, v. 58, n. 224, p. 35-58, 2009.

EMBRAPA. **Bioma Cerrado**. Brasil, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado>>. Acesso em: 01/08/2021

FARNESE, F. D. S., Campos, R. B. F., & Fonseca, G. A. (2011). **Dispersão de diásporos não mirmecócricos por formigas: influência do tipo e abundância do diásporo**. Revista Árvore, 35(1), 125-130.

FERNANDES, V. T. et al. **Seed manipulation by ants: disentangling the effects of ant behaviours on seed germination**. Ecological Entomology, Viçosa, jun 2018.

FERREIRA, Alana Vaz et al. **Remoção de sementes por formigas, aves e roedores em área de Cerrado e seu efeito sobre o recrutamento de plântulas**. 2008.

FERREIRA, A. G. & BORGHETTI, F. 2004. **Germinação: do básico ao aplicado**. Ed. Artmed, Porto Alegre, 323 p.

FLEMING, Theodore H.; KRESS, W. John. **A brief history of fruits and frugivores**. Acta Oecologica, v. 37, n. 6, p. 521-530, 2011.

FOWLER, João Antonio Pereira; BIANCHETTI, Arnaldo. **Dormência em sementes florestais**. Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E), 2000.

FURQUIM, L. C.; SANTOS, M. P. dos; ANDRADE, C. A. O. de; OLIVEIRA, L. A. de; EVANGELISTA, A. W. P. **Relação entre plantas nativas do Cerrado e água**. V.5 N.2: Científica – Multidisciplinary Journal, 2018. Disponível em

<<http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/download/2553/2248/>>.
Acesso em 30/10/2021.

GILADI, Itamar. **Escolha de benefícios ou parceiros: uma revisão das evidências para a evolução da mirmecoria**. Oikos, v. 112, n. 3, pág. 481-492, 2006.

GOLDBLATT, P. **Floristic diversity in the cape flora of South Africa**. Biodiversity and conservation. V. 6, pp 359 – 377. 1997

GORB, S. N.; GORB, E. V. **Dropping rates of elaiosome-bearing seeds during transport by ants (*Formica polyctena* Foerst.): Implications for distance dispersal**. Acta Oecologica, v.20, n.5, p.509-518, 1999.

GORB, S. N.; GORB, E. V. **Removal rates of seeds of five myrmecochorous plants by the ant *Formica polyctena* (Hymenoptera: Formicidae)**. Oikos, v.73, p.367-374, 1995.

GORB, S. N.; GORB, E. V.; PUNTTILA, P. **Effects of redispersal of seeds by ants on the vegetation pattern in a deciduous forest: a case study**. Acta Oecologica, v. 21, n. 4-5, p.293-301, 2000.

GOTTSBERGER, GERHARD; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, ILSE **Dispersão e distribuição na vegetação de cerrado do Brasil**. Sonderbd. Naturwiss. Ver. Hamburgo, v. 7, p. 315-352, 1983.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. 2ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2009.

HANDEL, S. N.; BEATTIE, A. J. **Seed dispersal by ants**. Scientific American, v. 263, n. 2, p. 76-83, 1990.

HOLLDODLER, Bert; WILSON, Edward O. **Journey to the ants: a story of scientific exploration**. Belknap Press of Harvard University Press, 1994.

HOLLDODLER, B.; WILSON, E.O. **The ants**. Massachusetts: Harvard University, Cambridge, 1990.

JANZEN, D. H. **Herbivores and the number of tree species in tropical forests**. American Naturalist, 104: 501–528. 1970.

JORDANO, Pedro et al. **Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação**. 2006.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. 430 p.

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. **A conservação do Cerrado brasileiro**. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LEAL, I.R. **Dispersão de sementes por formigas na Caatinga** In: Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J. M.C. – Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p.593-624.

LÉVIEUX, J. et al. **Quelques observations sur l'activité de nutrition en saison sèche de la fourmi *Myrmicaria striata* Stitz (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) dans une savane préforestière de Côte d'Ivoire.** 1982.

LEVINGS, Sally C.; TRANIELLO, James FA. **Territorialidade, dispersão de ninhos e estrutura comunitária em formigas.** *Psique*, v. 88, n. 3-4, pág. 265-319, 1981.

LORTS, Claire M. et al. **Evolução dos tipos de frutos e dispersão de sementes: um retrato filogenético e ecológico.** *Jornal de sistemática e evolução*, v. 46, n. 3, pág. 396-404, 2008.

MAGALHÃES, Verônica Bernardino de Souza et al. **Dispersão secundária de sementes de "*Siparuna guianensis*" (Siparunaceae) por formigas em vegetação de cerrado.** 2016.

MILEWSKI, A. V.; Bond, W. J.; **Convergence of myrmecochory in Mediterranean Australia and South Africa.** *Geobotany*. V 4, pp. 89 – 98. 1982.

MYRES N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GA, Kent J. 2000. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** *Nature*, 403(6772), 853-858.

NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. **Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas.** Goiás, 2020.

NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, H. C. **Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment.** *Tree* 15: 278-285, 2000.

OLIVEIRA, Charles Martins de.; FRIZZAS, Marina Regina. **Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 26 p. Disponível em <<https://core.ac.uk/download/pdf/15430996.pdf>>. Acesso em 30/10/ 2021

OLIVEIRA, Cléia Almeida. **Dispersão de sementes arbóreas pela formiga-cortadeira *Atta Sexdens* em cerrado na região sul do Tocantins.** 2019.

OLIVEIRA, Luiz. **Temas em Fisiologia Vegetal.** Lavras – MG, 2009. Disponível em: <<http://www.ledson.ufla.br/metabolismo-da-germinacao/morfologia-de-sementes/>>. Acesso em: 15/08/2021.

OLIVEIRA, P.S.; Galetti, M.; Pedroni, F. & Morellato, L.P.C. 1995. **Seed cleaning by *Mycocepurus goeldii* ants (Attini) facilitates germination in *Hymenaea courbaril* (Caesalpinaceae).** *Biotropica* 27(4): 518-522.

PADILHA, M. A. (2013). **Remoção de sementes por formigas: efeito do tamanho da semente, hábitat e riqueza de espécies.**

PANIZZZI, A. R. e PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Editora Manole, 1991. p.131-223.

PERES, Marcelo Kuhlmann. **Estratégias de dispersão de sementes no bioma cerrado: considerações ecológicas e filogenéticas**. 2016.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ª edição. Pelotas: Editora rua Pelotas, 2012.

PIK, A. J. et al. **The use of invertebrates to detect small-scale habitat heterogeneity and its application to restoration practices**. Environmental Monitoring and Assessment. v.75, p.179–199. 2002

PIZO, M.A. 2002. **The seed dispersers and fruit syndromes of Myrtaceae in Brazilian Atlantic forest**. In Frugivores and seed dispersers biodiversity and conservation perspectives. (D.J. Levey, W.R. Silva & M. Galetti, eds.), CABI Publishing, Wallingford, p.129-143

PIZO, Marco A.; GUIMARÃES JR, Paulo R.; OLIVEIRA, Paulo S. **Seed removal by ants from faeces produced by different vertebrate species**. Ecoscience, v. 12, n. 1, p. 136-140, 2005.

PIZO, Marco A.; OLIVEIRA, Paulo S. **Size and lipid content of nonmyrmecochorous diaspores: effects on the interaction with litter-foraging ants in the Atlantic rain forest of Brazil**. Plant Ecology, v. 157, n. 1, p. 37-52, 2001.

RATTER JA, Ribeiro JF, Bridgewater S. 1997. **The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity**. Annals of Botany, 80(3), 223-230.

RETANA, J.; PICÓ, F. X.; RODRIGO, A. **Dual role of harvesting ants as seeds predators and disperses of a non-myrmecorous Mediterranean perennial herb**. Oikos, v.105, p.377-385, 2004.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE), 1998.

RICO-GRAY, V.; P. OLIVEIRA. **The ecology and evolution of ant-plant interactions**. Chicago: University of Chicago Press. 2007.

RODRIGUES, Inês Ferreira; DE ALBUQUERQUE, Lidiamar Barbosa. **Papel das formigas na dispersão de sementes de *Alibertia edulis* (LL Rich) AC Rich**. Multitemas, 2007.

RODRIGUES, Andresa Soares. **As tribos Dalechamptieae Müll. Arg. e Manihoteae Melchior (Euphorbiaceae) no Distrito Federal, Brasil**. 2007.

SANTOS, Humberto; ZARONI, Maria & CLEMENTE, Eliane. **Latossolos Vermelhos**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica – AGEITEC. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html#:~:text=Ag%C3%A2ncia%20Embrapa%20de%20Informa%C3%A7%C3%A3o%20Tecnol%C3%B3gica>

A7%C3%A3o%20Tecnol%C3%B3gica,e%20estrutura%20uniformes%20em%20profundidad e.≥. Acesso em: 01/08/2021

SANTO, Mário Marcos do Espírito. **Secondary seed dispersal of *Ricinus communis* Linnaeus (Euphorbiaceae) by ants in secondary growth vegetation in Minas Gerais**. Revista *Árvore*, v. 31, p. 1013-1018, 2007.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "**Dispersores de sementes**"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/dispersores-de-sementes.htm>. Acesso em 31 de outubro de 2021.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.florestal.gov.br/publicacoes/1737-florestas-do-brasil-em-resumo-2019>>. Acesso em: 26/07/2021

SILVESTRE, Rogerio. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

STORK, N. E. **The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees**. *Journal of tropical Ecology*, v. 7, n. 2, p. 161-180, 1991.

SOUZA, L. M. et al. **Key factors affecting seed germination of *Copaifera langsdorffii*, a Neotropical tree**. *Acta Botânica Brasílica*, Belo Horizonte, v. 29, n.4, pp. 473-477. 2015.

STEFANELLO, Daniel et al. **Síndromes de dispersão de diásporos das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência-MT**. *Acta Amazonica*, v. 40, p. 141-150, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. A.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6^a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

VANDER WALL, Stephen B.; LONGLAND, William S. **Diplochory: Dois dispersores de sementes são melhores do que um?** *Tendências em ecologia e evolução*, v. 19, n. 3, pág. 155-161, 2004.

XAVANTINA, NOVA; M. GROSSO-BRASIL. **Dispersão e predação de sementes de *Mirindiba (Buchenavia tomentosa eichler - Combretaceae)* em Cerrado Sentido Restrito, Barra do Garças, MT**.