

Diversidade de frutos e sementes em fitofisionomias de Cerrado e suas implicações para a conservação na Serra Dourada, Goiás, Brasil

Edson Ferreira Duarte^{1*}, Samuel de Oliveira Loures^{1,a}, Aristônio Magalhães Teles^{1,b}, Heleno Dias Ferreira^{1,c}, Lidyanne Yuriko Saleme Aona^{2,d} & Grênivel Mota da Costa^{2,e}

¹ Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

² Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

Resumo – Neste estudo, foram investigados os tipos carpológicos e as síndromes de dispersão de espécies em diferentes fitofisionomias de Cerrado na Serra Dourada, Mossâmedes, Goiás, Brasil. O levantamento foi realizado ao longo de dois transectos com gradiente de altitude, abrangendo cinco fitofisionomias e amostrando 66 espécies. Nas fitofisionomias campestres, os frutos foram predominantemente secos e leves, associados às síndromes de dispersão autocórica e anemocórica. Nas fitofisionomias florestais, os tipos de frutos mais comuns foram cariopses, núcunânios e legumes, com predominância de espécies com síndromes de dispersão autocórica e zoocórica. A compreensão do padrão de distribuição dos tipos de frutos e sementes nas fitofisionomias da Serra Dourada poderá maximizar a colheita de sementes e contribuir para a restauração de áreas degradadas.

Palavras-chave adicionais: diásporos, esforço reprodutivo, massa das sementes, síndromes de dispersão.

Abstract (Diversity of fruits and seeds across Cerrado phytophysionomies and its implications to conservation in Serra Dourada, Goiás, Brazil) – This study investigated carpolological types and dispersal syndromes of species across distinct phytophysionomies of Cerrado within Serra Dourada, Mossâmedes, Goiás state, Brazil. The survey was conducted along two transects with an altitudinal gradient, comprising five phytophysionomies and sampling 66 species. In the natural grasslands, the fruits were dry and light, facilitating autochory and anemochory dispersal syndromes. In the forests, caryopses, nuculanian and legumes emerged as the predominant fruit types, with a prevalence of autochory and zoochory dispersal syndromes. Understanding the distribution pattern of fruit and seed types across the phytophysionomies in Serra Dourada can optimise seed harvesting and contribute to the restoration of degraded areas.

Additional keywords: diaspores, dispersal syndromes, reproductive effort, seed mass.

Os tipos de frutos e sementes, assim como seus mecanismos de dispersão, exercem um impacto direto na capacidade de estabelecimento de novos indivíduos (Beckman & Rogers 2013) e colonização de novas áreas (Jara-Guerrero et al. 2011). Assim, é fundamental identificar os diversos tipos de frutos e síndromes de dispersão em uma região, a fim de compreender o funcionamento de suas comunidades (Gentry 1983), bem como a formação e manutenção de diferentes fitofisionomias.

A diversidade de frutos pode resultar em variações na quantidade de sementes e em diferentes taxas de aborto. Um exemplo é a tendência de maior perda de sementes em legumes, seguidos por bagas, cápsulas, drupas, frutos esquizocárpicos e frutos monospermicos (Ramirez & Berry 1993). Consequentemente, os tipos de frutos influenciam o potencial reprodutivo das espécies. A produção de frutos e sementes, sua dispersão e o estabelecimento de novas plantas refletem as oportunidades e desafios enfrentados pela vegetação,

tornando-se especialmente relevante em um cenário de mudanças climáticas (Kuhlmann & Ribeiro 2016).

O investimento energético das plantas na produção de flores, frutos e sementes está diretamente relacionado ao seu esforço reprodutivo (Bazzaz et al. 2000), e a produção de diásporos representa a última fase do ciclo reprodutivo das plantas (Janzen 1970). Frutos carnosos, por exemplo, demandam mais recursos da planta do que frutos secos, e diásporos maiores costumam conter mais reservas nas sementes, aumentando as chances de sobrevivência nas fases iniciais de crescimento e recrutamento da planta (Ibarra-Manríquez et al. 2001; Ressel et al. 2004; Ruxton & Schaefer 2012). Em contraste, espécies com frutos ou sementes menores tendem a aumentar suas chances de sucesso produzindo um número maior de unidades de propagação (Greene & Johnson 1994).

As características dos frutos e sementes, como forma, cor e época de maturação, a presença ou não de estruturas acessórias, como alas, tricomas e excrescências carnosas, são determinantes para as síndromes e os agentes de dispersão. A dispersão pode ocorrer a curtas ou longas distâncias (Van der Pijl 1972; Vilela et al. 2012), envolvendo agentes abióticos (vento e água) e bióticos (animais dos mais variados grupos taxonômicos) (Howe & Smallwood 1982; Carmona 1992; Saravy et al. 2003). Muitas espécies coevoluíram com seus dispersores, e seus frutos e sementes estão

*Autor para correspondência: efd@ufg.br;

^aosamuel@discente.ufg.br; ^bteles@ufg.br; ^cheleno@ufg.br;

^dlidyanne.aona@gmail.com; ^egrenivel@gmail.com

Editor responsável: Alessandro Rapini

Submetido: 2 maio 2023; aceito: 3 out. 2023

Publicação eletrônica: 10 out. 2023; versão final: XXXX

adaptados a esses agentes. Esses mecanismos de dispersão contribuem então para a heterogeneidade espacial das populações, permitindo às plantas alcançarem vizinhos reprodutivos e responderem às pressões seletivas (Dekker 2011).

No contexto do Cerrado, um domínio fitogeográfico sujeito a atividades antrópicas que têm reduzido substancialmente a área de vegetação nativa, especialmente a partir da década de 1960, a biodiversidade tem sido significativamente ameaçada (Ratter et al. 1997; Aguiar et al. 2004). Assim, o estudo da vegetação tem um papel crucial na compreensão de processos evolutivos e pode auxiliar na formulação de estratégias de conservação, uma vez que o Cerrado abrange um mosaico de fitofisionomias (Ribeiro & Walter 2008).

A obtenção de informações acerca das características biológicas e ecológicas das espécies do Cerrado, incluindo a capacidade reprodutiva de suas espécies e os padrões de dispersão em suas fitofisionomias, é fundamental para a elaboração de planos de restauração em áreas degradadas (Barbosa et al. 2009). Neste estudo, investigamos os tipos carpológicos, esforço reprodutivo e síndromes de dispersão em plantas de diferentes fitofisionomias na Serra Dourada, localizada no município de Mossâmedes, Goiás, Brasil. Nessa região, variações no relevo contribuem para a formação de diferentes fitofisionomias (Dantas & Silva 2013a). O conhecimento sobre o padrão de distribuição dos diferentes tipos de frutos e sementes entre essas fitofisionomias poderá auxiliar na colheita de sementes e assim contribuir para a conservação e a restauração de áreas degradadas ao longo da Serra Dourada.

MATERIAL E MÉTODOS

A Serra Dourada está localizada entre os municípios de Buriti Alegre de Goiás, Goiás e Mossâmedes, no estado de Goiás, Brasil (Figura 1A). Na Serra Dourada, são encontradas diferentes fitofisionomias de Cerrado, incluindo áreas com formações do tipo Cerrado Rupestre, localizadas nas áreas mais altas (900–1.000 m s.n.m.), Campo Limpo (800–900 m s.n.m.) e Campo Sujo (790–950 m s.n.m.), localizados nas encostas da serra, Mata Seca Semidecídua (700–800 m s.n.m.) e Mata de Galeria (700–750 m s.n.m.), nas áreas mais baixas (Figura 1D); além da presença de Palmeiral, com predominância do buriti (*Mauritia flexuosa* L.f), denominado Buritizal (Moreira & Teles 2014), e Cerrado sentido restrito (Dantas & Silva 2013a).

O clima é do tipo Aw (tropical com inverno seco), com chuvas de outubro a abril, temperatura média 23,6°C (Köppen 1948; Cochrane et al. 1985), altitudes de 700 a 1000 m e os incêndios são recorrentes na estação seca. A área abrange três unidades de conservação: a Área de Proteção Ambiental da Serra Dourada, o Parque Estadual da Serra Dourada (PESD) e a Reserva Biológica Prof. José Ângelo Rizzo, esta última pertencente à Universidade Federal de Goiás.

Apresenta alta riqueza biológica, com 154 espécies vegetais já registradas (Miranda et al. 2007; Dantas & Silva 2013a,b; Sodré et al. 2012, 2014; Moreira & Teles 2014; Ribeiro & Teles 2015), incluindo espécies raras e endêmicas (Rizzo 1970).

Foram traçados dois transectos ao longo de um gradiente de altitude, percorrendo diferentes fitofisionomias na face sul da Serra Dourada, em Mossâmedes, e abrangendo áreas das três unidades de conservação (Figuras 1B, C; Tabela 1). Com auxílio do Google Earth Pro (2017; programa computacional, Google Inc.), foram selecionados 15 pontos amostrais, cada ponto cerca de 200 m distante do ponto mais próximo. Entre os meses de fevereiro a novembro de 2017, durante as estações chuvosa e seca, foram coletados todos os exemplares férteis (com flores ou frutos) encontrados num raio de 30 m de cada ponto. As coletas e o processamento do material botânico seguiram os procedimentos usuais (e.g., Mori et al. 2011) e os exemplares foram depositados nos herbários da Universidade Federal de Goiás (herbário UFG) e da Universidade do Recôncavo da Bahia (herbário HURB) (acrônimos segundo Thiers 2023). No momento da amostragem, a altura das unidades de dispersão nas plantas foi determinada com auxílio de uma trena metálica.

As fitofisionomias foram determinadas conforme a terminologia e os critérios propostos por Ribeiro & Walter (2008). Os tipos carpológicos foram determinados conforme a nomenclatura e os critérios adotados por Barroso et al. (1999), Marzinek et al. (2008) e Kuhlmann & Ribeiro (2016). As síndromes de dispersão foram determinadas conforme os critérios descritos por Van der Pijl (1972).

A massa de mil sementes ou propágulos foi calculada em unidades de propagação secas de 47 espécies com base nas recomendações (8 repetições de 100 sementes) de Brasil (2009) e de Ferraz & Calvi (2011) e na disponibilidade de sementes ou propágulos. Sempre que possível, foi mantido o número de oito repetições, com redução do número recomendado de sementes (100) em cada repetição, exceto para espécies com sementes muito leves, em que o número de repetições foi reduzido para seis, de modo que a massa apresentasse pelo menos 0,0010 g, permitindo uma avaliação segura em balança analítica com quatro casas decimais de precisão. Também foram utilizadas informações do SID - *Seed Information Database* (SER/INSR/RKKBG, 2023) para três espécies cujas amostras não alcançaram o número suficiente de sementes para a análise.

O conjunto de variáveis ambientais (fitofisionomias e altitude) associadas às estratégias de dispersão (tipo de sementes ou propágulos e síndromes de dispersão) e ao esforço reprodutivo (altura das unidades de dispersão e sua massa) foram avaliadas por meio de análise fatorial múltipla com auxílio do software R, pacote FactoMiner (Lê et al. 2008; Husson et al. 2020); as variáveis de texto foram convertidas em numéricas.

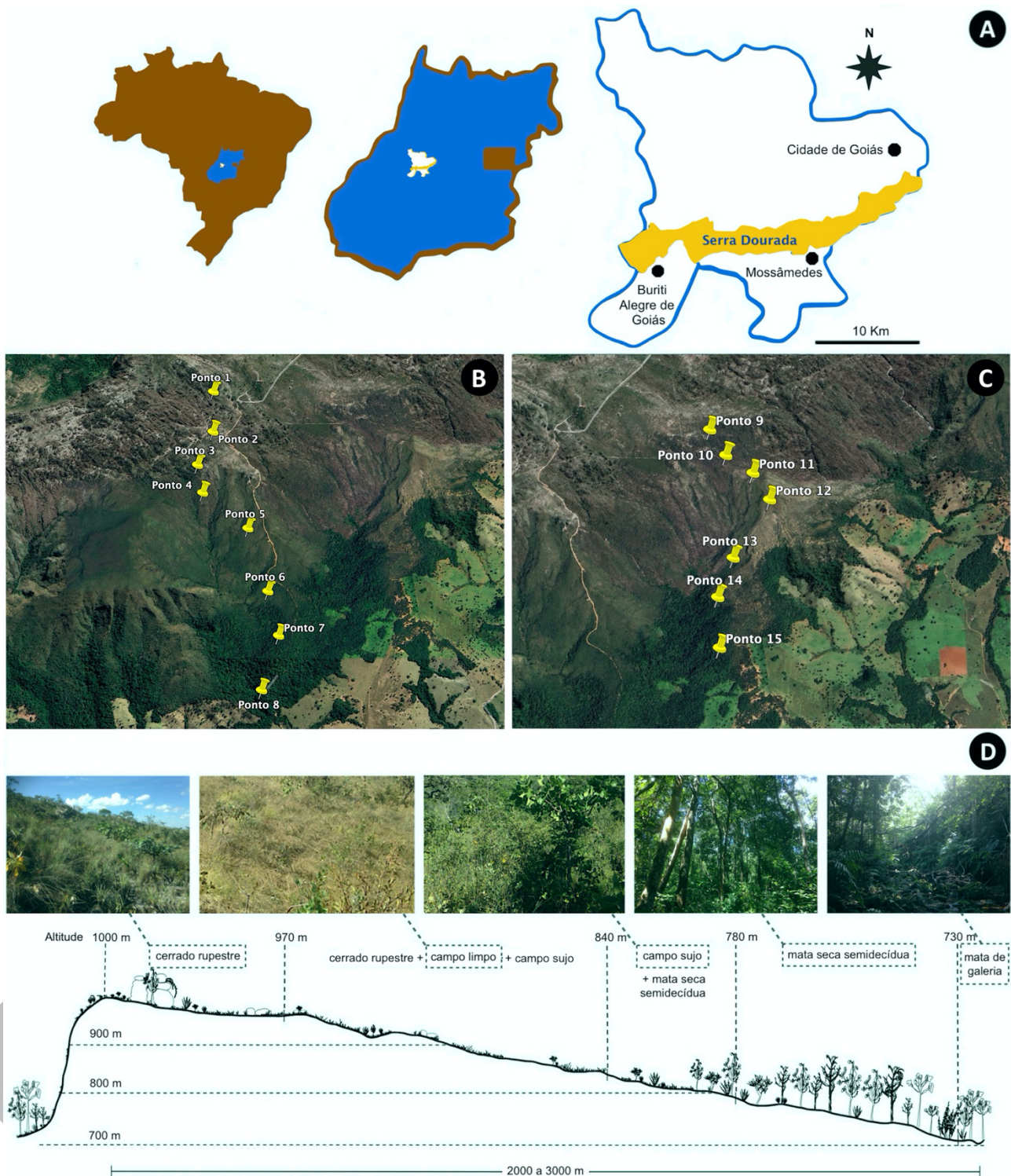


Figura 1. Área de estudo, inserida na Área de Proteção Ambiental da Serra Dourada, no Parque Estadual da Serra Dourada (PESD) e na Reserva Biológica Prof. José Ângelo Rizzo. **A-** Mapas indicando a localização da Serra Dourada, Mossâmedes, Goiás, Brasil (adaptados do IBGE 2023). **B, C-** Transectos 1 e 2, indicando os pontos amostrais. **D-** Fitofisionomias e diagrama com o perfil da distribuição fitofisionômica em um gradiente de altitude na face sul da Serra Dourada.

RESULTADOS

Tipos carpológicos. Foram coletadas amostras de 73 plantas, representando 66 espécies (Tabela 2). Antécio e cápsula (15,1% cada) foram os tipos carpológicos mais frequentes, seguidos por legume (9,6%), aquênio, cipsela

e nuculânio (8,2% cada), cariopse (6,8%), bacídio e foliculo (4,1% cada), drupa e samarídio (2,7% cada) e, finalmente, por frutos dos tipos acrossarcídio, bacáceo, carcerulídio, coca, craspédio, esquizocarpo, núcula, sâmara, sicônio, solanídio e velatídio, cada qual representando 1,4% da amostragem (Figura 2).

Tabela 1. Pontos de coleta em dois transectos com gradientes altitudinais na Serra Dourada, Mossâmedes, Goiás, Brasil (Figura 1).

Transecto	Pontos	Coordenadas		Altitude (m s.n.m.)	Fitofisionomias
		Latitude	Longitude		
1	1	16°04'33.50"S	50°11'28.03"O	1002	Cerrado Rupestre
	2	16°04'45.15"S	50°11'28.01"O	996	Cerrado Rupestre
	3	16°04'54.36"S	50°11'32.27"O	972	Cerrado Rupestre
	4	16°05'1.54"S	50°11'30.89"O	908	Campo Sujo
	5	16°05'11.12"S	50°11'18.12"O	856	Campo Limpo
	6	16°05'27.80"S	50°11'12.53"O	763	Campo Sujo
	7	16°05'39.58"S	50°11'9.60"O	750	Mata Seca Semidecídua
	8	16°05'53.73"S	50°11'14.35"O	703	Mata de Galeria
2	9	16°04'35.89"S	50°10'32.55"O	990	Cerrado Rupestre
	10	16°04'41.71"S	50°10'40.21"O	954	Cerrado Rupestre
	11	16°04'45.82"S	50°10'33.74"O	943	Campo Sujo
	12	16°04'51.89"S	50°10'29.78"O	918	Campo Limpo
	13	16°05'4.66"S	50°10'38.46"O	787	Campo Sujo
	14	16°05'13.66"S	50°10'42.13"O	763	Mata Seca Semidecídua
	15	16°05'25.16"S	50°10'41.67"O	733	Mata de Galeria

Nas áreas de Campo Sujo, os frutos secos do tipo aquênio (23,1%) e cápsula (15,4%) totalizaram 38,6% dos tipos carpológicos, enquanto nas áreas de Campo Limpo, apenas duas espécies foram amostradas, uma com frutos do tipo antécio (50%) e outra do tipo cipsela (50%) (Figura 2). Nas áreas de Cerrado Rupestre, houve predominância de frutos dos tipos cápsula (21,7%) e antécio (17,4%). Nas formações florestais do tipo Mata de Galeria, a maioria dos frutos foram dos tipos antécio (35,7%) e nukulânio (21,4%). Já nas áreas de Mata Seca

Semidecídua, houve predominância de cipselas (30,8%) e legumes (38,5%) (Figura 2).

Síndromes de dispersão. A síndrome autocórica foi a mais comum na Serra Dourada, observada em 39,7% das espécies amostradas, seguida pelas síndromes anemocórica (31,5%) e zoocórica (28,8%). Entre as fitofisionomias, destaca-se o predomínio da síndrome anemocórica no Cerrado Rupestre, a zoocórica na Mata Seca Semidecídua e a autocórica na Mata de Galeria (Figura 3).

Tabela 2. Espécies amostradas por fitofisionomia de Cerrado na Serra Dourada, Mossâmedes, Goiás, Brasil, indicando o material-testemunho depositado no herbário UFG, altitude da coleta, tipo de fruto e/ou unidade de dispersão, síndrome de dispersão (Anemo = Anemocórica, Auto = Autocórica, Zoo = Zoocórica), altura da unidade de dispersão nas plantas e massa de mil sementes/unidades de dispersão.

Fitofisionomia	Espécie	Registro na UFG	Altitude (m)	Fruto/Unidade de dispersão	Síndrome de dispersão	Altura na planta (m)	Massa de mil (g)
	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	61031	985	Folículo/Semente	Anemo	5,0	270,1040
	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip var. <i>peronadenia</i> H.S.Irwin & Barneby	61054	1000	Legume	Auto	0,4	32,8120
	<i>Chomelia ribesoides</i> Benth. ex A.Gray	61098	1000	Nuculânio	Zoo	0,5	14,4467
	<i>Diplusodon sessiliflorus</i> Koehne	61058	985	Cápsula	Anemo	1,3	0,6134
	<i>Evolvulus pterocaulon</i> Moric.	61042	985	Cápsula	Auto	0,4	10,5000
	<i>Ficus</i> sp.	61066	1000	Sicônio/Núculas	Zoo	1,8	1,2670
	<i>Fimbristylis</i> sp.	61038	1000	Aquênio	Anemo	0,4	7,5560
	<i>Galactia</i> sp.	61052	936	Legume	Auto	0,4	27,9666
	<i>Ichnanthus nemoralis</i> (Schrad. ex Schult.) Hitchc. & Chase	61087	959	Antécio	Anemo	1,7	0,4927
Cerrado Rupestre	<i>Ipomoea pinifolia</i> Meisn.	61043	936	Cápsula	Auto	2,0	8,4766
	<i>Manihot pulchrifolius</i> M.J.Silva	61048	1000	Coca	Auto	0,8	74,2500
	<i>Mimosa gracilis</i> Benth.	61053	985	Craspédio	Auto	1,0	7,7657
	<i>Palicourea rigida</i> Kunth	61099	1000	Nuculânio	Zoo	0,6	10,9495
	<i>Panicum</i> sp. 1	61085	1000	Antécio	Anemo	0,3	0,1629
	<i>Panicum</i> sp. 2	61088	985	Cariopse	Anemo	1,6	0,1766
	<i>Panicum</i> sp. 3	61089	959	Cariopse	Auto	1,2	0,2665
	<i>Pilosocereus machrisii</i> (E.Y.Dawson) Backeb.	ICB-0030	985	Acrossarcídio	Zoo	0,5	0,7180
	Poaceae sp. 1	61086	1000	Antécio	Anemo	0,5	0,1040
	Poaceae sp. 2	61090	959	Antécio	Anemo	0,4	1,5875
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	61103	1000	Cápsula	Anemo	2,0	15,2234
	<i>Serjania velutina</i> Cambess.	61101	936	Samarídio	Anemo	1,5	59,1000
	<i>Smilax polyantha</i> Griseb.	61102	1000	Bacídio	Zoo	1,2	44,9156
	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	61065	856	Folículo	Zoo	4,0	701,0000
	<i>Aristida</i> sp.	61091	856	Antécio	Zoo	1,2	1,5134
Campo Limpo	<i>Dimerostemma vestitum</i> (Baker) S.F.Blake	61034	856	Cipsela	Auto	0,7	6,5960
	<i>Banisteriopsis</i> sp.	61063	782	Samarídio	Anemo	1,2	58,6562
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	61064	782	Drupa	Zoo	2,2	-
Campo Sujo	<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	61047	891	Folículo	Zoo	1,0	33,0152
	<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	61033	891	Cipsela	Anemo	1,5	2,6830

Tabela 2 (cont.)

Fitofisionomia	Espécie	Registro na UFG	Altitude (m)	Fruto/Unidade de dispersão	Síndrome de dispersão	Altura na planta (m)	Massa de mil (g)
Campo Sujo	<i>Gymneia interrupta</i> (Pohl ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore	61057	782	Núcula	Auto	1,0	0,2551
	<i>Hyptis velutina</i> Pohl ex Benth.	61056	793	Carcerulídio	Auto	0,5	1,1312
	<i>Microlicia insignis</i> Schldtl.	61060	793	Velatídio/ Semente	Anemo	0,5	0,0243
	<i>Paepalanthus chiquitensis</i> Herzog	ICB-0029	891	Cápsula	Anemo	1,5	1,3585
	<i>Paspalum</i> sp.	61070	942	Cariopse	Anemo	0,6	-
	<i>Rhynchospora pilosa</i> Boeckeler	61039	942	Aquênio	Auto	0,8	0,7229
	<i>Rhynchospora pilosa</i> Boeckeler	61046	891	Aquênio	Auto	0,6	-
	<i>Rhynchospora pilosa</i> Boeckeler	61040	793	Aquênio	Auto	0,4	-
Mata Seca Semidecídua	<i>Trimezia juncifolia</i> (Klatt) Benth. & Hook.	ICB-0028	891	Cápsula	Auto	0,5	4,9469
	<i>Barbieria pinnata</i> (Pers.) Baill.	61055	739	Legume	Auto	1,8	-
	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	61050	739	Legume	Auto	2,0	-
	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	61049	739	Legume	Auto	1,5	-
	<i>Bidens subalternans</i> DC.	61036	739	Cipsela	Zoo	0,4	4,2000
	<i>Canavalia saueri</i> Fantz	ICB-0030	761	Legume	Auto	1,8	-
	<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	66876	761	Cipsela	Anemo	2,0	0,2103
	<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	61032	739	Cipsela	Anemo	1,4	-
	<i>Clidemia</i> sp.	61062	739	Bacídio	Zoo	0,3	-
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	66878	775	Legume	Zoo	4,0	-
	<i>Ipomoea syringifolia</i> Meisn.	61041	739	Cápsula	Anemo	1,2	3,5041
	<i>Macroditassa adnata</i> (E.Fourn.) Malme	61045	739	Folículo/ Semente	Anemo	1,8	-
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	66880	775	Cápsula	Auto	6,0	-
	<i>Olyra ciliatifolia</i> Raddi	61069	739	Antécio	Auto	1,0	6,2714
	<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	66877	761	Cápsula/ Semente	Anemo	7,0	1,5299
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	66789	761	Sâmara	Anemo	12,0	-
	Poaceae sp. 5	61068	739	Cariopse	Auto	1,7	-
	Poaceae sp. 6	61067	739	Cariopse	Auto	0,5	-
	<i>Psychotria</i> sp.	61092	739	Nuculânio	Zoo	0,5	-
	<i>Scleria</i> sp.	61037	739	Aquênio	Zoo	1,3	-
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	66881	775	Esquizocarpo	Zoo	7,0	-	
<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H.Rob.	66875	761	Cipsela	Anemo	3,5	0,0808	

Tabela 2 (cont.)

Fitofisionomia	Espécie	Registro na UFG	Altitude (m)	Fruto/Unidade de dispersão	Síndrome de dispersão	Altura na planta (m)	Massa de mil (g)
	<i>Cenchrus polystachios</i> (L.) Morrone	61084	703	Antécio	Zoo	1,5	0,2580
	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	61061	733	Bacídio	Zoo	0,5	0,1075
	<i>Coccocypselum aureum</i> (Spreng.) Cham. & Schlttdl.	61095	703	Solanídio	Zoo	0,2	10,9495
	<i>Coccocypselum</i> sp.	61094	733	Nuculânio	Zoo	0,7	12,8093
	<i>Coccocypselum</i> sp.	61097	703	Nuculânio	Zoo	0,3	-
	<i>Guettarda pohliana</i> Müll. Arg.	61096	703	Drupa	Zoo	1,7	438,6975
Mata de Galeria	<i>Mandirola multiflora</i> (Gardner) Decne.	61059	703	Cápsula	Auto	0,2	-
	<i>Olyra latifolia</i> L.	61081	733	Antécio	Auto	20,0	12,1968
	<i>Olyra latifolia</i> L.	61080	703	Antécio	Auto	13,0	-
	Poaceae sp. 3	61083	733	Antécio	Auto	20,0	2,0035
	Poaceae sp. 4	61082	733	Antécio	Auto	2,0	0,3286
	<i>Psychotria prunifolia</i> (Kunth) Steyererm.	61093	733	Nuculânio	Zoo	6,0	10,8453
	<i>Sabicea brasiliensis</i> Wernham	61100	733	Bacáceo	Zoo	5,0	8,0221
	<i>Scleria</i> sp.	61035	733	Aquênio	Auto	15,0	0,5566

Análise fatorial múltipla. A Dimensão 1 (eixo X) está associada à altitude, principal variável moduladora das fitofisionomias, influenciando o aporte de massa nas sementes. A Dimensão 2 (eixo Y) ajuda a compreender como a altura das plantas está relacionada à formação das unidades de dispersão (i.e., esforço reprodutivo) e suas síndromes. Finalmente, a Dimensão 3 (eixo Z) complementa a compreensão da Dimensão 2, relacionando a altura das plantas com as síndromes de dispersão de forma distinta. Assim, as síndromes de dispersão não estão relacionadas exclusivamente ao tipo de unidade de dispersão, mas também a altura das plantas. Juntas, as três dimensões explicam 73,24% (31,58% + 23,74% + 17,92%) da variância (Figura 4). As variáveis ambientais estão mais associadas à Dimensão 1, mas também à Dimensão 3, enquanto as variáveis associadas ao esforço reprodutivo, como a altura das unidades reprodutivas nas plantas e a massa das sementes, estão mais relacionadas às Dimensões 2 e 1, respectivamente.

DISCUSSÃO

A coleta de amostras ao longo de um gradiente de altitude na Serra Dourada revelou uma estreita relação entre a elevação e as fitofisionomias (Figuras 1B–D e 4). No entanto, é importante lembrar que as fitofisionomias Buritizal e Cerrado sentido restrito, mencionadas por Dantas & Silva (2013a), Moreira &

Teles (2014) e por Ribeiro & Teles (2015), não ocorreram nos transectos estudados.

Tipos carpológicos. As proporções dos tipos carpológicos amostrados neste estudo diferem das relatadas por Kuhlmann & Ribeiro (2016) para o Cerrado brasileiro a partir de uma amostragem mais ampla (3.200 espécies vegetais) e uma classificação mais geral dos tipos carpológicos. As variações nas síndromes de dispersão e nas proporções de frutos entre fitofisionomias na Serra Dourada podem ser atribuídas à partição de nicho entre os componentes herbáceo e arbóreo, que está relacionada principalmente à disponibilidade hídrica (Silva & Batalha 2011) e a diferentes efeitos macroambientais (Vetaas 1992).

De modo geral, regiões tropicais tendem a apresentar uma predominância de zoocoria em ambientes com maior disponibilidade hídrica, enquanto a dispersão abiótica aumenta à medida que a água se torna um fator limitante (Gentry 1982; Morellato & Leitão-Filho 1992; Oliveira et al. 2022). A disponibilidade de água é um fator determinante para o desenvolvimento dos frutos (Marco & Paéz 2002), o que reforça sua importância para as plantas mesmo durante a estação seca. A alta proporção de frutos carnosos (bacáceos, bacídios, drupas, nuculânios e solanídios) nas áreas de Mata de Galeria evidencia a importância dessas áreas como fontes de alimento para animais frugívoros, além de indicar um maior esforço reprodutivo das espécies vegetais. Ainda assim, as síndromes de dispersão abiótica foram predominantes.

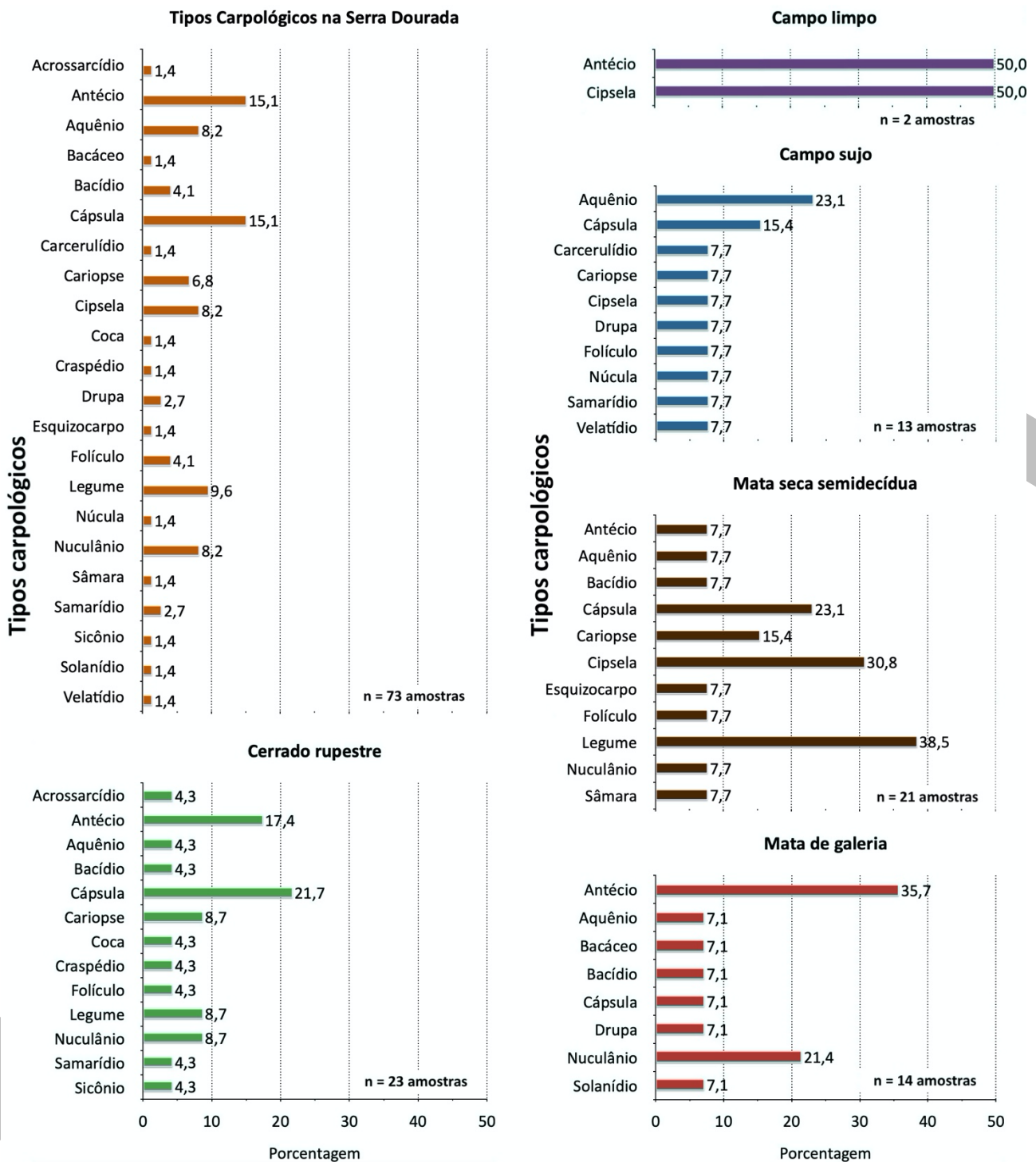


Figura 2. Frequência dos tipos carpológicos na Serra Dourada, Mossâmedes, Goiás, Brasil, e em suas fitofisionomias (Figura 1 e Tabela 1).

De modo geral, observou-se a predominância de frutos secos e leves na Serra Dourada. Esses frutos demandam menor custo energético e, conseqüentemente, menor esforço reprodutivo para a maioria das espécies. Embora a altura das unidades de dispersão nas plantas e sua massa representem parte do esforço reprodutivo das plantas, não foi evidenciada uma relação entre a altura das unidades de dispersão nas plantas e as fitofisionomias amostradas na região.

Nas áreas savânicas, abrangendo Campo Sujo, Campo Limpo e Cerrado Rupestre, caracterizadas por serem mais secas, expostas aos ventos e localizadas em altitudes mais elevadas, os tipos carpológicos são predominantemente secos, deiscentes (cápsulas) ou indeiscentes (antécios, aquênios, cariopses e cipselas). Esse padrão sugere que a oferta de água e recursos nutricionais é menor nessas fitofisionomias, favorecendo o estabelecimento de espécies com frutos

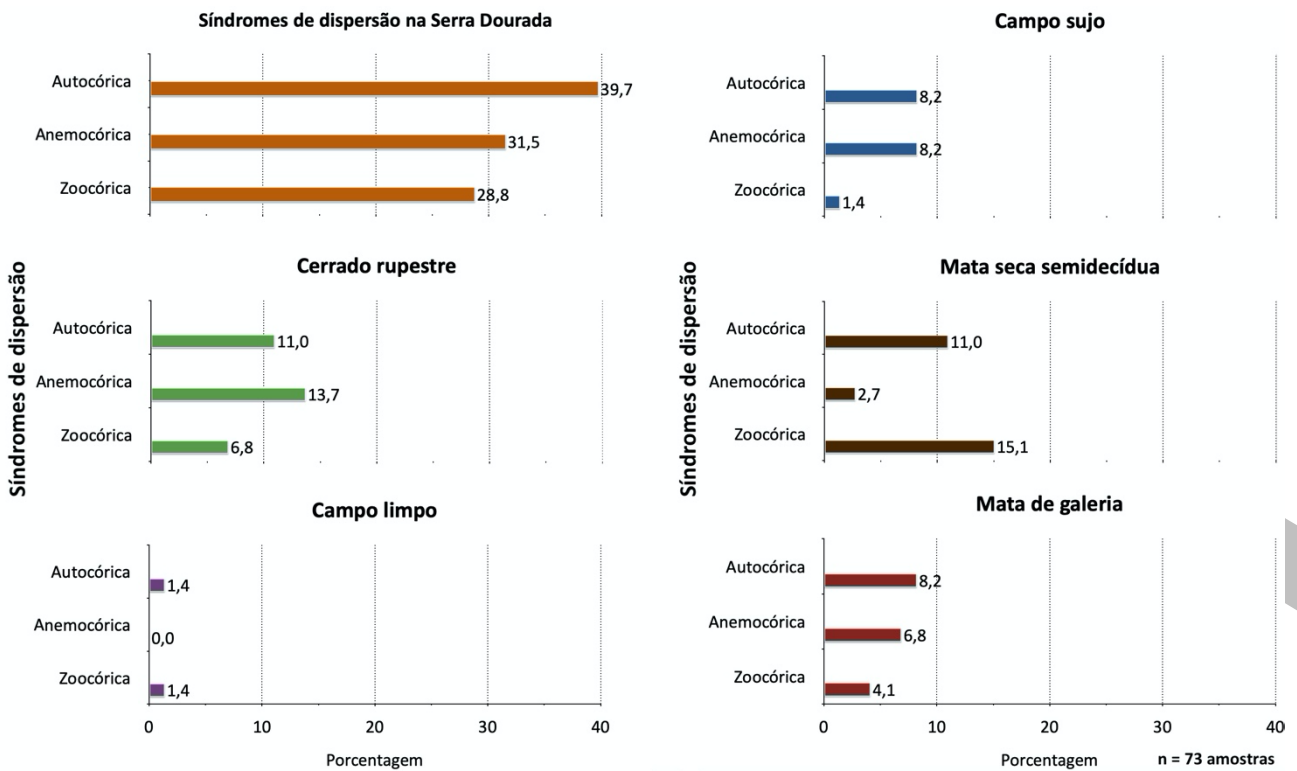


Figura 3. Frequência das síndromes de dispersão na Serra Dourada, Mossâmedes, Goiás, Brasil, e sua distribuição entre as fitofisionomias (Figura 1 e Tabela 1).

secos, menores e mais leves, que exigem menor investimento reprodutivo. A predominância de frutos secos limita a oferta de alimentos para os animais frugívoros nas paisagens campestres. Verificou-se apenas cinco tipos de frutos carnosos (bacídios, drupas, núculas, nuculânios, sicônios) e eles apresentaram menos de 8,7% das ocorrências em cada uma dessas fitofisionomias. Em paisagens campestres, as unidades de dispersão tendem a ter massa inferior a 1 g (Tuthill et

al. 2023), o que também foi verificado para parte das espécies em Campo Sujo e Campo Limpo na Serra Dourada. Os frutos secos e leves também podem compor a dieta da avifauna, e foram observadas aves consumindo cariopses durante este estudo.

A produção de frutos carnosos representa um maior esforço reprodutivo para as plantas (Bazzaz et al. 2000; Larcher 2000), que, ao atraírem animais, também podem aumentar a predação das sementes (Ruxton &

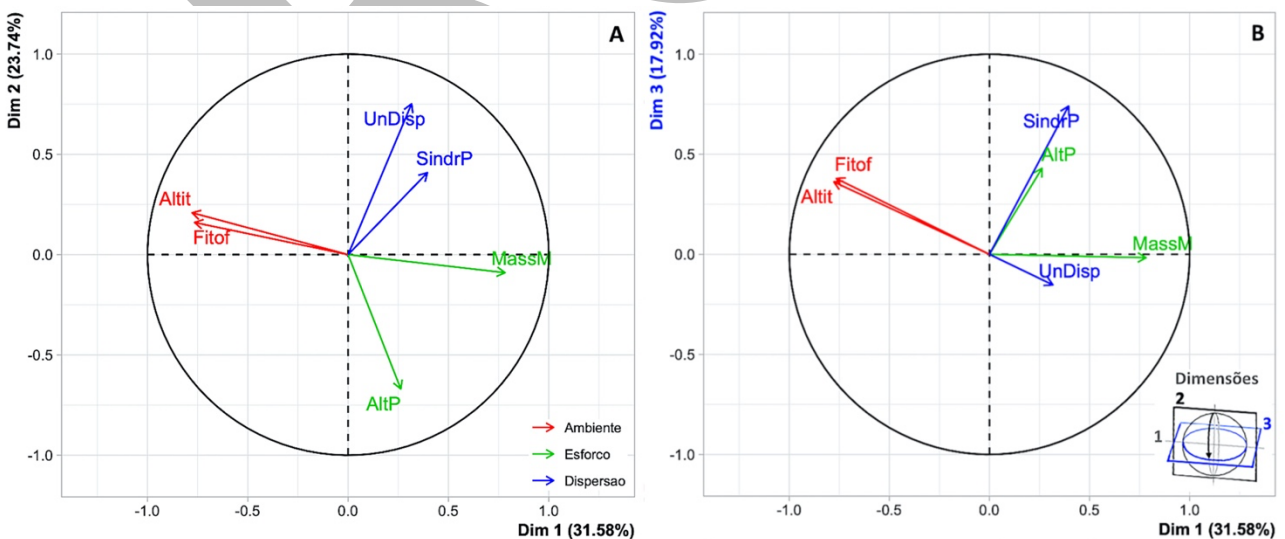


Figura 4. Análise fatorial múltipla das variáveis ambientais (Ambiente), de dispersão (Dispersão) e de esforço reprodutivo (Esforço) das plantas na Serra Dourada, Mossâmedes, Goiás, Brasil. **A-** dimensões 1 e 2. **B-** Dimensões 1 e 3. Altit = Altitude, AltP = Altura das unidades de dispersão nas plantas; Fitof = Fitofisionomias, MassM = Massa de mil sementes/unidades de dispersão, SindrP = Síndromes de dispersão primária; UnDsp = Unidades de dispersão.

Schaefer 2012; Christianini & Martins 2015), reduzindo o potencial reprodutivo das plantas. Nas fitofisionomias com menor altitude, as plantas parecem investir mais recursos nas unidades de dispersão, o que foi evidenciado pela relação inversa entre altitude/fitofisionomia e massa das unidades de dispersão. Entretanto, esse maior investimento em massa também pode estar relacionado à formação de estruturas de proteção das sementes (pericarpo e/ou tegumento) ou ao armazenamento de reservas, o que aumenta as chances de predação. Portanto, é essencial compreender as síndromes de dispersão, bem como o investimento energético das plantas em relação a cada tipo carpológico.

Síndromes de Dispersão. Na Serra Dourada, observou-se uma predominância da síndrome autocórica, seguida pela anemocórica e a zoocórica. Vale ressaltar que a autocoria pode limitar a ocupação de novos espaços. Dessa maneira, as espécies autocóricas, mais comuns na Mata Seca Semidecídua e na Mata de Galeria, podem ser mais suscetíveis à influência humana, justificando uma priorização na conservação dessas fitofisionomias.

A anemocoria é favorecida principalmente em fitofisionomias mais abertas, sem dossel contínuo (Howe & Smallwood 1982), enquanto as formações florestais tendem a apresentar uma predominância de zoocoria (Gentry 1983). Um padrão semelhante foi observado na Mata Seca Semidecídua da Serra Dourada. Na Restinga, uma fitofisionomia da Mata Atlântica, mais úmida que o Cerrado, a maioria das espécies (77,8%) apresentou síndrome zoocórica, e a autocórica não foi observada (Oliveira et al. 2022). Esse padrão contrasta com os resultados gerais deste estudo, mas está em consonância com a maior proporção de síndrome zoocórica nas fitofisionomias mais úmidas da Serra Dourada. A frugivoria desempenha um papel fundamental, com animais de pequeno porte, como as aves, selecionando frutos/sementes menores e animais de maior porte selecionando frutos maiores; nesses casos, as unidades de dispersão também são vistosas e aromáticas (Valenta & Nevo 2020). É possível, no entanto, que frutos secos também sejam dispersos por animais frugívoros, mesmo não se enquadrando na síndrome zoocórica típica, como pode acontecer com cariopses, cápsulas, legumes e sâmaras (Green et al. 2021). Isso ajuda a explicar as menores porcentagens de zoocoria na Mata de Galeria em relação à Mata Seca Semidecídua, onde a diversidade de tipos de frutos foi maior.

Na Serra Dourada, as síndromes de dispersão não apresentaram relação direta com as fitofisionomias, nem com o investimento na massa acumulada em unidades de dispersão ou na altura em que elas são produzidas na planta (esforço reprodutivo). Aparentemente, as plantas apresentaram uma variedade de síndromes e unidades de dispersão, bem como uma variação no esforço reprodutivo entre as fitofisionomias.

A proporção das síndromes de dispersão autocórica, anemocórica e zoocórica na Serra Dourada foi 1,4:1,1:1,

diferindo da proporção 1:1:1 encontrada em um estudo desenvolvido por Kuhlmann & Ribeiro (2016). Esse padrão sugere que a dispersão na maioria das espécies da região é abiótica, com pouca dependência de animais, talvez porque a maioria das espécies estudadas sejam de ambientes campestres e savânicos, mais sujeitos à ação dos ventos. A dispersão abiótica de frutos e sementes tende a ser mais errática (ou aleatória) na paisagem, com menor potencial reprodutivo, já que esses diásporos podem ser depositados em locais desfavoráveis à germinação e ao estabelecimento de novas plantas. Nessas situações, a incerteza reprodutiva é frequentemente compensada pela produção de um maior número de sementes por planta. Entretanto, apesar de observada em diversas espécies, essa relação não é uma regra (Greene & Johnson 1994; Duarte et al. 2016b; Qiu et al. 2022).

As estratégias de dispersão predominantemente anemocóricas podem minimizar o risco de redução da biodiversidade vegetal. Espécies que produzem sementes leves, com síndrome de dispersão pelo vento, têm maior potencial de invasão, pois conseguem alcançar maiores distâncias, o que também está relacionado à altura em que as sementes estão nas plantas (Nathan et al. 2008; Thomson et al. 2011). No entanto, outros fatores, como as reservas acumuladas na semente, também contribuem para o potencial de invasão de uma espécie vegetal, uma vez que influenciam a sobrevivência no solo e o crescimento das plântulas (Daws et al. 2007). A massa das sementes e a altura em que são produzidas, portanto, influenciam a distribuição espacial das espécies e devem ser consideradas em estudos populacionais. Áreas florestais da Serra Dourada, com unidades de dispersão mais pesadas e maior variação na altura em que são produzidas, podem funcionar como tampão, evitando a invasão de espécies vegetais com unidades de dispersão mais leves, por exemplo.

Os aspectos ambientais parecem ser determinantes para que as síndromes de dispersão abiótica sejam predominantes nas fitofisionomias da Serra Dourada, especialmente devido aos solos rasos e pedregosos (neossolos litólicos), oriundos de rochas graníticas (Nascimento 1992; Miranda 2008). Essas condições, encontradas em áreas mais elevadas, também limitam a disponibilidade de nutrientes e podem reduzir o crescimento vegetativo e a produção de frutos e sementes (Larcher 2000; Silva et al. 2022). Dessa forma, a estratégia da maioria das espécies em ambientes mais restritivos, em regiões mais altas e nas encostas da Serra Dourada, foi a produção de unidades de dispersão leves, com envoltório alado ou pericarpo seco. A produção de sementes/unidades leves na Mata Seca Semidecídua e na Mata de Galeria sugere uma adaptação dessas plantas a ambientes que não são tão restritivos, com a modulação do esforço reprodutivo. Isso é particularmente evidente em plantas herbáceas que ocorrem no subosque e em trepadeiras/lianas que produzem unidades de dispersão mais pesadas e/ou

creceram mais e as posicionam em locais mais altos. As unidades de dispersão mais pesadas, por sua vez, reforçam a relação inversa entre as fitofisionomias e a massa das sementes ou unidades de dispersão, mesmo que as síndromes de dispersão ainda apresentem uma certa relação com as unidades de dispersão.

A menor produção de alimentos para animais frugívoros nas áreas campestres da Serra Dourada indica uma variação espacial na capacidade de suporte animal fornecida pela vegetação, o que influencia a diversidade, a abundância e os padrões de movimento da fauna local. A Mata Seca Semidecídua foi a fitofisionomia que apresentou a maior proporção de síndrome zoocórica, seguida pelo Cerrado Rupestre e pela Mata de Galeria, indicando uma maior associação das plantas com os animais frugívoros nessas áreas. A compreensão do papel funcional dessas fitofisionomias, portanto, é essencial para a definição de estratégias de proteção e manejo ambiental, especialmente em Unidades de Conservação, pois locais que produzem uma maior quantidade de alimento para a fauna devem ser priorizados de modo a garantir a preservação de uma maior biodiversidade na região.

Conservação. A proteção da biodiversidade na Serra Dourada foi iniciada com a criação da Reserva Biológica Prof. José Ângelo Rizzo em 1969 pela UFG (UFG 2023). Em 2003, o Estado de Goiás criou o Parque Estadual da Serra Dourada (Goiás 2003). Contudo, a efetividade dessas medidas de conservação exige a implementação de um plano de manejo no Parque. Sem uma gestão adequada, as unidades de conservação não são capazes de cumprir plenamente suas funções originais (Poelking et al. 2016). As áreas de matas são as que apresentam conflitos mais frequentes com atividades humanas, o que foi verificado no Parque Estadual da Serra Dourada (PESD), com a revogação de seus limites em 2014 e a apresentação de uma nova proposta, com redução de 46% em relação aos cerca de 30 mil hectares iniciais (Goiás, 2014; Oliveira et al. 2017). Esta redução do PESD contrasta com o passivo florestal de aproximadamente 1,3 milhões de hectares de áreas de preservação permanente (APP) que protegem os cursos d'água no Cerrado brasileiro (Brasil, 2017). A redução dos limites do Parque excluiu as áreas menos acidentadas, que ainda apresentam remanescentes de formações florestais (Oliveira et al. 2017) e possuem disponibilidade hídrica. Assim, espera-se que este e outros estudos na região possam contribuir para um planejamento de ações de conservação eficiente, auxiliando na identificação de áreas prioritárias para restauração, monitoramento e proteção nas Unidades de Conservação da Serra Dourada.

O conhecimento sobre a dispersão de frutos e sementes, combinado aos dados fenológicos, também são essenciais para planejar a colheita de sementes, uma prática importante em muitas Unidades de Conservação. Duarte et al. (2016a,b) destacaram a necessidade de identificar e marcar matrizes de espécies arbóreas, compreender sua distribuição espacial e realizar o

acompanhamento fenológico para garantir a colheita de sementes de alta qualidade, em quantidades suficientes. Perdas na colheita de frutos/sementes de espécies anemocóricas podem ocorrer principalmente pela dificuldade de coleta (Zama et al. 2012; Silva et al. 2022). Por outro lado, a perda de sementes causada por aborto pode ser mais significativa em legumes e frutos bacoides, sendo menos comuns em frutos secos com apenas uma semente (Ramirez & Berry 1993). Assim, a perda durante a maturação das sementes pode ser mais expressiva na Mata Seca Semidecídua, que apresentou maior proporção de legumes, assim como no Cerrado Rupestre, que apresentou uma grande proporção de frutos mais suscetíveis ao aborto de sementes (acrossarcídios, bacídios, legumes e sicônios), seguidos pela Mata de Galeria, com proporção significativa de frutos carnosos (bacídios e solanídios). As perdas causadas pela menor quantidade de diásporos recolhidos podem ser mais expressivas no Campo Sujo. Nessa fitofisionomia, os frutos são 46% monospermióicos e secos (aquênios, cariopses, cipselas e samarídios), com síndromes autocórica e anemocórica, o que, associado ao relevo inclinado, limita a colheita dos diásporos que se espalham na encosta da Serra Dourada. Os resultados mencionados acima demonstram uma funcionalidade semelhante à observada no Cerrado Rupestre, onde frutos secos e leves (aquênios, cariopses, cocas, folículos e samarídios) favorecem a predominância das síndromes de dispersão abiótica (autocoria e anemocoria). Os padrões de tipos carpológicos e síndromes de dispersão entre as fitofisionomias da Serra Dourada podem orientar a colheita de sementes de plantas nativas, contribuindo para a restauração florestal de áreas degradadas, conforme previsto no Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa – Planaveg (Brasil, 2017).

CONCLUSÕES

Os tipos carpológicos predominantes na Serra Dourada são os secos e leves (aquênios, antécios, cápsulas, cariopses e cipselas), encontrados nas fitofisionomias campestres e savânicas, onde as plantas ficam mais expostas à ação dos ventos, favorecendo as síndromes de dispersão abiótica dos tipos autocórica e anemocórica. Já nas formações florestais, observou-se antécios, nukulânios e legumes, resultando em uma maior proporção de espécies com síndromes de dispersão autocórica e zoocórica (epizoocórica e endozoocórica). Esses resultados indicam uma adaptação das espécies às condições ambientais e à disponibilidade de recursos ao longo do gradiente de altitude da Serra Dourada. Os frutos carnosos são mais comuns na Mata de Galeria, enquanto os frutos secos e leves predominam em áreas campestres, com maior altitude. Dessa forma, a análise dos tipos carpológicos demonstrou a variação no investimento de recursos nas estruturas reprodutivas das espécies ao longo da

paisagem. Por fim, é importante salientar que as perdas na colheita de sementes podem ser maiores nas florestas por fatores intrínsecos aos tipos de frutos, enquanto nas paisagens campestres, as perdas podem estar mais relacionadas às síndromes de dispersão anemocórica e autocórica, especialmente quando associadas ao relevo inclinado.

AGRADECIMENTOS

À Profa Dra Vera Lúcia Gomes Klein, ao Prof. Dr. Marcos José da Silva, à Profa Dra Dalva Graciano Ribeiro e à Dra Daniela Cristina Zappi, que auxiliaram na identificação das espécies; também, ao biólogo Matheus Marcos de Azevedo Carvalho da Silva e aos estudantes de Biologia Gustavo Alexandre da Silva Oliveira e Andressa Emy Ogata, pelo auxílio nas atividades de campo e de laboratório; aos revisores, pelas importantes sugestões que contribuíram para melhoria do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, L.M.S.; Machado, R.B. & Marinho-Filho, J.** 2004. A diversidade biológica do Cerrado. In: L.M.S. Aguiar & A.J.A Camargo (eds), *Cerrado: ecologia e caracterização*. Embrapa Cerrados, Planaltina; Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 17–40.
- Barbosa, J.M.; Eisenlohr, P.V.; Rodrigues, M.A. & Barbosa, K.C.** 2009. Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. In: S.V. Martins (ed.), *Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil*. Editora UFV, Viçosa, p. 52–73.
- Barroso, G.M.; Morim, M.P.; Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F.** 1999. *Frutos e Sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. Editora UFV, Viçosa.
- Bazzaz, F.A.; Ackerly, D.D. & Reekie, E.G.** 2000. Reproductive allocation in plants. In: M. Fenner, (ed.), *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingford.
- Beckman, N.G. & Rogers, H.S.** 2013. Consequences of seed dispersal for plant recruitment in tropical forests: interactions within the seedscape. *Biotropica* 45(6): 666–681.
- Brasil** (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) 2009. *Regras para Análise de Sementes*. MAPA/ACS, Brasília.
- Brasil** (Ministério do Meio Ambiente) 2017. *Pla-naveg: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa*. MMA, Brasília.
- Carmona, R.** 1992. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. *Planta Daninha* 10(1/2): 5–16.
- Cochrane, T.T.; Sánchez, L.G.; Azevedo, L.G.; Porras, J.A. & Gaver, C.L.** 1985. *Land in Tropical America*, Vol 3. CIAT/EMBRAPA- CPAC, Cali.
- Christianini, A.V. & Martins, M.M.** 2015. Frugivoria e dispersão de sementes. In: F.C.M. Piña-Rodrigues, M.B. Figliolia & A. Silva (orgs), *Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção*. ABRATES, Londrina, p. 83–101.
- Dantas, M.M. & Silva, M.J.** 2013a. O gênero *Chamaecrista* (Leguminosae, Caesalpinioideae, Cassieae) no Parque Estadual da Serra Dourada, Goiás, Brasil. *Rodriguésia* 64(3): 581–595.
- Dantas, M.M. & Silva, M.J.** 2013b. O gênero *Senna* Mill. (Leguminosae, Caesalpinioideae, Cassieae) no Parque Estadual da Serra Dourada, GO, Brasil. *Hoehnea* 40(1): 99–113.
- Daws, M.I.; Hall, J.; Flinn, S. & Pritchard, H.W.** 2007. Do invasive species have bigger seeds? Evidence from intra- and inter-specific comparisons. *South African Journal of Botany* 73(1): 138–143.
- Dekker, J.** 2011. *Evolutionary Ecology of Weeds*. Agronomy Department/Iowa State University, Ames.
- Duarte, E.F.; Funch, L.S.; Souza, L.G.; Almeida, D.S. & Moreira, R.F.C.** 2016a. Distribuição espacial de árvores matrizes em áreas remanescentes de Mata Atlântica no Recôncavo da Bahia. In: E.F. Duarte (org.), *Recursos e Estratégias para a Restauração Florestal: ações para o Recôncavo da Bahia*. EDUFRRB, Cruz das Almas, p. 23–42.
- Duarte, E.F.; Funch, L.S.; Moreira, R.F.C. & Nakagawa, J.** 2016b. Produção e colheita de sementes e espécies florestais. In: E.F. Duarte (org.), *Recursos e Estratégias para a Restauração Florestal: ações para o Recôncavo da Bahia*. EDUFRRB, Cruz das Almas, p. 59–102.
- Ferraz, I.D.K. & Calvi, G.P.** 2011. Teste de germinação. In: M.J.V. Lima Júnior (coord.), *Manual de Procedimentos de Análise de Sementes Florestais*. ABRATES, Londrina.
- Gentry, A.H.** 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1–84.
- Gentry, A.H.** 1983. Dispersal ecology and diversity in neotropical forest communities. *Sonderband Naturwissenschaftlicher Verein Hamburg* 7: 303–314.
- Goiás** (Governo do Estado de Goiás) 2003. Decreto nº 5.768, de 05 de junho de 2003. Cria o Parque Estadual da Serra Dourada e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado de Goiás*, 10 jul. 2003.
- Goiás** (Governo do Estado de Goiás) 2014. Decreto nº 8.202, de 01 de junho de 2014. *Revoga o Decreto no 7.992*, de 13 de setembro de 2013, que declara de interesse social, para fins de desapropriação, a área de terras que especifica. *Diário Oficial do Estado de Goiás* (Suplemento), 1 jul. 2014.
- Green, A.J.; Baltzinger, C. & Lovas-Kiss, A.** 2021. Plant dispersal syndromes are unreliable, especially for predicting zoochory and long-distance dispersal. *Oikos* 2022(2): e08327.
- Greene, D.F. & Johnson, E.A.** 1994. Estimating the mean annual seed production of trees. *Ecology* 75(3): 642–647.
- Howe, H. F. & Smallwood, J.** 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201–228.
- Husson, F.; Josse, J. & Lê, S.** 2020. FactoMineR v. 2.4. *Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining*. Disponível em: <<http://factominer.free.fr>>. Acesso em: 1 out. 2021.
- Ibarra-Manríquez, G.; Ramos, M.M. & Oyama, K.** 2001. Seedling functional types in a lowland rainforest in Mexico. *American Journal of Botany* 88(100): 1801–1812.
- IBGE** (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) 2023. *Brasil/Goiás/Mapas*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama>>. Acesso em: 2 maio 2023.
- Janzen, D.H.** 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104(940): 501–528.
- Jara-Guerrero, A.; De la Cruz, M. & Méndez, M.** 2011. Seed dispersal spectrum of woody species in south Ecuadorian dry forests: environmental correlates and the effect of considering species abundance. *Biotropica* 43(6): 722–730.

- Köppen, W.** 1948. *Climatologia: com um estudio de los climas de la Terra*. F.C.E., Ciudad de México.
- Kuhlmann, M. & Ribeiro, J.F.** 2016. Evolution of seed dispersal in the Cerrado biome: ecological and phylogenetic considerations. *Acta Botanica Brasílica* 30(2): 271–282.
- Larcher, W.** 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. RiMa, São Carlos.
- Lê, S.; Josse, J. & Husson, F.** 2008. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software* 25(1): 1–18.
- Nascimento, M.A.L.S.** 1992. Geomorfologia do estado de Goiás. *Boletim Goiano de Geografia* 12(1): 1–22.
- Marco, D.E. & Paéz, S.A.** 2002. Phenology and phylogeny of animal-dispersed plants in a Dry Chaco forest (Argentina). *Journal of Arid Environments* 52(1): 1–16.
- Marzinek, J.; De-Paula, O.C. & Oliveira, D.M.T.** 2008. Cypsela or achene? Refining terminology by considering anatomical and historical factors. *Revista Brasileira de Botânica* 31(3): 549–553.
- Miranda, S.C.; Silva Júnior, M.C. & Salles, L.A.** 2007. A comunidade lenhosa de cerrado sentido restrito na Serra Dourada. *Heringeriana* 1(1): 43–53.
- Miranda, S.C.** 2008. *Comunidades Lenhosas de Cerrado Sentido Restrito na Serra Dourada em Dois Municípios*. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília.
- Moreira, G.L. & Teles, A.M.** 2014. A tribo Vernoneae Cass. (Asteraceae) na Serra Dourada, Goiás, Brasil. *Iheringia, série Botânica* 69(2): 357–385.
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F.** 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: L.P.C. Morellato (org.), *História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. UNICAMP, Campinas, p. 112–140.
- Mori, S.A.; Berkov, A.; Gracie, C.A. & Hecklau, E.F.** 2011. *Tropical Plant Collecting: from the field to the internet*. TECC, Florianópolis.
- Nathan, R.; Schurr, F.M.; Spiegel, O.; Steinitz, O.; Trakhtenbrot, A. & Asaf, T.** 2008. Mechanisms of long-distance seed dispersal. *Trends in Ecology and Evolution* 23(11): 638–647.
- Oliveira, W.N.; Nunes, A.W. & Siqueira, R.V.** 2017. *Estudo de Redelimitação do Parque Estadual Serra Dourada – GO: utilizando dados espaciais*. Novas Edições Acadêmicas, Goiânia.
- Oliveira, P.; Benevides, C.R.; Greco, A.V.; Leão, L.C.S.; Rodarte, A.T.A. & Lima, H.A.** 2022. Fruiting phenology and dispersal syndromes in a sandy coastal plain in southeastern Brazil. *Rodriguésia* 73: e02012019.
- Poelking, E.L.; Medauar, P.A.S. & Duarte, E.F.** 2016. Mapeamento dos remanescentes florestais na região do Recôncavo da Bahia. In: E.F. Duarte (org.), *Recursos e Estratégias para a Restauração Florestal: ações para o Recôncavo da Bahia*. EDUFRB, Cruz das Almas, p. 1–19.
- Qiu, T.; Andrus, R.; Aravena, M.C.; Ascoli, D.; Bergeron, Y.; Berretti, R.; Berveiller, D.; Bogdziewicz, M.; Boivin, T.; Bonal, R.; Bragg, D.C.; Caignard, T.; Calama, R.; Camarero, J.J.; Chang-Yang, C.H.; Cleavitt, N.L.; Courbaud, B.; Courbet, F.; Curt, T.; Das, A.J.; Daskalidou, E.; Davi, H.; Delpierre, N.; Delzon, S.; Dietze, M.; Calderon, S.D.; Dormont, L.; Espelta, J.; Fahey, T.J.; Farfan-Rios, W.; Gehring, C.A.; Gilbert, G.S.; Gratzner, G.; Greenberg, C.H.; Guo, Q.; Hackett-Pain, A.; Hampe, A.; Han, Q.; Lambers, J.H.R.; Hoshizaki, K.; Ibanez, I.; Johnstone, J.F.; Journé, V.; Kabeya, D.; Kilner, C.L.; Kitzberger, T.; Knops, J.M.H.; Kobe, R.K.; Kunstler, G.; Lageard, J.G.A.; LaMontagne, J.M.; Ledwon, M.; Lefevre, F.; Leininger, T.; Limousin, J.M.; Lutz, J.A.; Macias, D.; McIntire, E.J.B.; Moore, C.M.; Moran, E.; Motta, R.; Myers, J.A.; Nagel, T.A.; Noguchi, K.; Ourcival, J.M.; Parmenter, R.; Pearse, I.S.; Perez-Ramos, I.M.; Piechnik, L.; Poulsen, J.; Poulton-Kamakura, R.; Redmond, M.D.; Reid, C.D.; Rodman, K.C.; Rodriguez-Sanchez, F.; Sanguinetti, J.D.; Scher, C.L.; Schlesinger, W.H.; Van Marle, H.S.; Seget, V.; Sharma, S.; Silman, M.; Steele, M.A.; Stephenson, N.L.; Straub, J.N.; Sun, I.F.; Sutton, S.; Swenson, J.J.; Swift, M.; Thomas, P.A.; Uriarte, M.; Vacchiano, G.; Veblen, T.T.; Whipple, A.V.; Whitham, T.G.; Wion, A.P.; Wright, B.; Wright, S.J.; Zhu, K.; Zimmerman, J.K.; Zlotin, R.; Zywiec, M. & Clark, J.S.** 2022. Limits to reproduction and seed size-number trade-offs that shape forest dominance and future recovery. *Nature Communications* 13: 2381.
- Ramirez, N. & Berry, P.** 1993. Producción y costo de frutos y semillas relacionados a los tipos morfológicos de frutos, unidad de dispersión y síndromes de dispersión. *Ecotropicos* 6(1): 43–61.
- Ratter, J.A.; Ribeiro, J.F. & Bridgewater, S.** 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80(3): 223–230.
- Ressel, K.; Guilherme, F.A.G.; Schiavini, I. & Oliveira, P.E.** 2004. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica* 27(2): 311–323.
- Ribeiro, R.N. & Teles, A.M.** 2015. Eupatorieae (Asteraceae) no Parque Estadual da Serra Dourada, Goiás, Brasil. *Rodriguésia* 66(3): 887–903.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T.** 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro (eds), *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Cerrados, Brasília, p. 151–212.
- Rizzo, J.A.** 1970. *Contribuição ao Conhecimento da Flora de Goiás: área na Serra Dourada*. Tese (Livro-docência) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Ruxton, G. D. & Schaefer, M.** 2012. The conservation physiology of seed dispersal. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 367(1596): 1708–1718.
- Saravy, F.P.; Freitas, P.J.; Lage, M.A.; Leite, S.J.; Braga, L.F. & Sousa, M.P.** 2003. Síndrome de dispersão em estratos arbóreos em um fragmento de floresta ombrófila aberta e densa em Alta Floresta – MT. *Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais* 2(1): 1–12.
- SER/INSR/RKGB** (Society for Ecological Restoration, International Network for Seed Based Restoration and Royal Botanic Gardens Kew). 2023. *Seed Information Database (SID)*. Disponível em: <https://ser-sid.org/>. Acesso em: 2 maio 2023.
- Silva, I.A. & Batalha, M.A.** 2011. Plant functional types in Brazilian savannas. The niche partitioning between herbaceous and woody species. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 13(3): 201–206.
- Silva, J.J.; Poelking, E.L.; Costa, G.M.; Funch, L.S. & Duarte, E.F.** 2022. Environmental and plant variables influence *Dalbergia nigra* (Fabaceae) phenology – Implications for seed production. *Floresta e Ambiente* 29(3): e20220002.

- Sodré, R.C.; Carmo Júnior, J.E. & Silva, M.J.** 2012. A subfamília Crotonideae Pax (Euphorbiaceae) no Parque Estadual da Serra Dourada, Goiás, Brasil. *Heringeriana* 6(1): 93–95.
- Sodré, R.C.; Silva, M.J. & Sales, M.F.** 2014. *Croton* L. (Euphorbiaceae) no Parque Estadual da Serra Dourada, Goiás, Brasil. *Rodriguésia* 65(1): 221–234.
- Thiers, B.** 2023 [continuously updated]. *Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <<https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>>. Acesso em: 2 maio 2023.
- Thomson, F.J.; Moles, A.T.; Auld, T.D. & Kingsford, R.T.** 2011. Seed dispersal distance is more strongly correlated with plant height than with seed mass. *Journal of Ecology* 99(6): 1299–1307.
- Tuthill, J.E.; Ortega, Y.K. & Pearson, D.E.** 2023. Seed size, seed dispersal traits, and plant dispersion patterns for native and introduced grassland plants. *Plants* 12(1032): 1–12.
- UFG (Universidade Federal de Goiás)** 2023. *Reserva Biológica*. Disponível em: <<https://www.uc.ufg.br/p/2241-reserva-biologica-prof-jose-angelo-rizzo>>. Acesso em: 24 de abr. 2023.
- Valenta, K. & Nevo, O.** 2020. The dispersal syndrome hypothesis: how animals shaped fruit traits, and how they did not. *Functional Ecology* 34(6): 1158–1169
- Van der Pijl, L.** 1972. *Principles of Dispersal in Higher Plants*. 2 ed. Springer Verlag, New York.
- Vetaas, O.R.** 1992. Micro-site effects of trees and shrubs in dry savannas. *Journal of Vegetation Science* 3(3): 337–344.
- Vilela, F.S.; Flesher, K.M. & Ramalho, M.** 2012. Dispersal and predation of *Eschweilera ovata* seeds in the Atlantic Forest of Southern Bahia, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 28(2): 223–226.
- Zama, M.Y.; Bovolenta, Y.R.; Carvalho, E.S.; Rodrigues, D.R.; Araujo, C.G.; Sorace, M.A.F. & Luz, D.G.** 2012. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas no Parque Estadual Mata de São Francisco, PR, Brasil. *Hoehnea* 39(3) 369–378.