

**ATRIBUTOS FLORAIS, FLUTUAÇÃO DE RECURSOS E
INTERAÇÕES ECOLÓGICAS EM ÁREAS TROPICAIS ÚMIDAS**

Raissa Tais dos Santos

Montes Claros - MG
Março - 2024

Raissa Tais dos Santos

**ATRIBUTOS FLORAIS, FLUTUAÇÃO DE RECURSOS E
INTERAÇÕES ECOLÓGICAS EM ÁREAS TROPICAIS ÚMIDAS**

**FLORAL TRAITS, RESOURCE FLUCTUATION AND ECOLOGICAL
INTERACTIONS IN TROPICAL WETLANDS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Curso de Mestrado Acadêmico em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada para a obtenção do título de Mestre.

Orientador(a): Prof. Dra. Camila Silveira Souza
Coorientador(a): Prof. Dra. Suzana Neves Moreira
Coorientador(a): Prof. Dra. Islaine Franciely de Azevedo

Montes Claros - MG
Março - 2024

Santos, Raissa Tais dos.

S237a Atributos florais, flutuação de recursos e interações ecológicas em áreas tropicais úmidas [manuscrito] / Raissa Tais dos Santos – Montes Claros, 2024.

225 f. : il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada /PPGBOT, 2024.

Orientadora: Profa. Dra. Camila Silveira Souza.

Coorientadora: Profa. Dra. Suzana Neves Moreira.

Coorientadora: Profa. Dra. Islaine Franciely de Azevedo.

1. Fenologia. 2. Plantas - Atributos florais. 3. Filogenia. 4. Polinização. 5. Redes de interações. 6. Área tropical úmida. I. Souza, Camila Silveira. II. Moreira, Suzana Neves. III. Azevedo, Islaine Franciely de. IV. Universidade Estadual de Montes Claros. V. Título.

Catálogo: Biblioteca Central Professor Antônio Jorge

Raissa Tais dos Santos

**ATRIBUTOS FLORAIS, FLUTUAÇÃO DE RECURSOS E
INTERAÇÕES ECOLÓGICAS EM ÁREAS TROPICAIS ÚMIDAS**

**FLORAL TRAITS, RESOURCE FLUCTUATION AND ECOLOGICAL
INTERACTIONS IN TROPICAL WETLANDS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Curso de Mestrado Acadêmico em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 11 de Março de 2024.

Prof. Dra. Camila Silveira Souza - UNIMONTES

Prof. Dr. Bruno Henrique dos Santos Ferreira – KUNMING INSTITUTE OF BOTANY

Prof. Dra. Karen Cristine Bezerra da Silva Santos – UNIVERSITY OF NEW ENGLAND

Prof. Dra. Camila Aoki – UFMS

Prof. Dra. Yule Ferreira Nunes - UNIMONTES

Camila Silveira de Souza

Camila Silveira Souza

Montes Claros - MG

Março - 2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que estiveram presente durante esta etapa da minha vida, contribuindo com meu aprendizado, oferecendo todo suporte quando necessário.

Gostaria de começar agradecendo a minha orientadora Camila, que sem ela este trabalho não aconteceria. Obrigada por ter aceitado me orientar, por ter confiado no meu trabalho, por todo aprendizado pessoal e profissional. Obrigada por ter sido tão empática em tantos momentos, e pela parceria que construímos dentro e fora da vida acadêmica. Sem dúvidas, ter você neste processo tornou esta caminhada mais leve e prazerosa. Te amo.

Obrigada a minha coorientadora Suzana, que sempre esteve ao meu lado durante toda a minha graduação, e não foi diferente durante este meu processo no mestrado. Obrigada por sempre acreditar em mim e me motivar. Saudades.

E obrigada a Isla por ter aceitado ser minha coorientadora. Obrigada por ter me dado todo suporte quando necessário e por todo aprendizado que me proporcionou ao longo desses dois anos.

Também não posso deixar de agradecer aos laços que construí ao longo dessa caminhada, que me proporcionou vivências incríveis, e muito aprendizado. Em especial, Sara, Andressa, Léo, Priscila, José, Gui, Duda e todo pessoal do grupinho Nunca é de Leve. Gostaria também de agradecer ao pessoal do Laboratório de Ecologia Vegetal (LEVE) por todo suporte, em especial a professora Yule pela oportunidade de fazer parte do Peld-Veredas.

Obrigada ao Programa ecológico de longa duração (PELD-VERE) por me proporcionar a bolsa de projeto, para que eu pudesse desenvolver minha pesquisa ao longo desses dois anos. Também não posso deixar de agradecer ao RESA-FAPEMIG (FAPEMIG/RED-00253-16) por todo suporte, pela disponibilidade de matérias para o desenvolvimento da minha pesquisa. Agradeço também a Capes (CAPES 88887.136273/2017-00) e ao CNPq (CNPq 441440/2016-9; 441583/2020-2; 308877/2019-5) pela bolsa de estudos.

A minha família, especialmente a minha mãe Cleide, pois tudo o que sou é porque ela foi o meu exemplo, de coragem e força para correr atrás dos meus objetivos. Obrigada mamis, por sempre estar comigo, me ajudando, me apoiando, com todo seu carinho e amor. Ao meu cachorro Fiuk, que me traz alegria e paz em tantos momentos. A minha irmã Rafaela, por todos os conselhos, apoio e por ter acreditado que eu pudesse chegar até aqui. Agradeço também ao meu pai Gilberto, que mesmo em meio a tantas coisas que precisou enfrentar durante esses anos, ele esteve presente me ajudando e dando todo suporte necessário. Ao meu padrinho Tedy, que sempre esteve ao meu lado na minha vida acadêmica, me apoiando e acreditando no meu futuro. Agradeço a todos da minha família que confiaram no meu potencial para chegar até aqui. Amo vocês, e sou grata por serem a minha família.

Por fim, quero agradecer a minha avó Bete, que não está mais aqui fisicamente, mas que tenho a certeza de que está orgulhosa da sua neta. Obrigada por me proteger e me abençoar de onde estiver, assim como sempre me guardou em suas orações. Obrigada vózinha, por sempre torcer por mim, sinto toda sua força, seu cuidado, e sua proteção aqui. Te amo eternamente.

RESUMO

Atributos florais, flutuação de recursos e interações ecológicas em áreas tropicais úmidas

A alta diversidade de atributos florais e oferta de recursos em espécies vegetais, favorece a estrutura das interações em comunidades e o seu funcionamento. Neste trabalho, buscamos compreender o funcionamento dos ecossistemas através dos atributos florais ofertados pelas espécies de plantas, e como as interações ecológicas ocorrem em áreas úmidas tropicais (Pantanal e *veredas*). Este trabalho foi dividido em três capítulos, que abordam diferentes atributos florais e diferentes interações ecológicas. Foram investigadas as características florais, os grupos de polinizadores e as diferentes formas de vida das macrófitas aquáticas do Pantanal (capítulo 1), a fenologia da floração e a disponibilidade de recursos disponibilizados aos polinizadores em uma *vereda* (capítulo 2), a variação temporal das interações planta-polinizador em *vereda*, os atributos florais das plantas, os grupos de polinizadores e sua contribuição para a estrutura da rede de interação (capítulo 3). De acordo com os resultados apresentados no capítulo 1, as espécies de macrófitas aquáticas do Pantanal se encontram bem distribuídas dentro da filogenia, indicando uma plasticidade fenotípica, que podem estar mais relacionadas a fatores ecológicos (forma de vida) do que filogenéticos. As macrófitas aquáticas do Pantanal também possui uma grande diversidade de características florais e grupos de polinizadores, e polinização pelo vento. No capítulo 2, riqueza e abundância de plantas com flores são influenciadas positivamente pela precipitação e pela temperatura. Embora a maior quantidade de recursos teve disponibilidade durante a estação chuvosa, é importante destacar que os recursos foram ofertados ao longo do ano na *vereda* estudada. Por fim, no capítulo 3, estudo que ocorreu durante duas estações (seca e chuvosa) os resultados trouxeram que as redes da estação seca foram significativamente mais especializadas, possivelmente devido à menor disponibilidade de recursos. No geral, as plantas arbóreas são mais importantes para a estrutura da rede multicamadas. No entanto, quando avaliadas entre as estações, as plantas não arbóreas foram significativamente mais importantes na estação chuvosa para manter a diversidade de polinizadores. Este trabalho contribui com o entendimento de como as interações ecológicas ocorrem dentro de uma comunidade localizada em áreas tropicais úmidas. Através das variações temporais, atributos funcionais, ofertas de recursos, é possível moldar a estrutura de um ecossistema e entender seu funcionamento, assim contribuindo com a conservação dessas áreas. Portanto, pesquisas que contribua para uma melhor compreensão dos padrões de interação e seu papel na estrutura das comunidades de áreas tropicais úmidas é importante, já que evidenciamos uma escassez em estudos feitos nessas áreas, principalmente aqueles que englobam os grupos de polinizadores em espécies de macrófitas aquáticas do Pantanal.

Palavras-chave: Tipos florais, Recursos florais, Polinização, Filogenia, Fenologia, Redes de Interações.

ABSTRACT

Floral traits, resource fluctuation and ecological interactions in tropical wetlands

Variations in the diversity of floral traits and resource availability in plant species shape the structure of interactions in communities and their functioning. In this study, we sought to understand how the variation in the availability of resources and floral traits offered by plant species structure the ecological interactions established in tropical humid areas (Pantanal and *Veredas*). This study was divided into three chapters: floral characteristics, pollinator groups, and different life forms of aquatic macrophytes in the Pantanal (Chapter 1), flowering phenology, and the availability of resources to pollinators in a *vereda* formation (Chapter 2), the temporal variation of plant-pollinator interactions in *vereda*, floral traits, groups of pollinators, and their contribution to the network structure (Chapter 3). According to the results presented in Chapter 1, the species of aquatic macrophytes in the Pantanal are well distributed within the phylogeny, indicating phenotypic plasticity, which may be more related to ecological factors (life form) than phylogenetic factors. The aquatic macrophytes of Pantanal also have a great diversity of floral characteristics and groups of pollinators, in addition to evidence of potential wind pollination. In Chapter 2, the richness and abundance of flowering plants were positively influenced by precipitation and temperature. Although the greatest amount of resources were made available during the rainy season, it is important to highlight that the resources were offered throughout the year in the studied *vereda* in an almost uniform and non-seasonal distribution. Finally, in Chapter 3, a study conducted during two seasons (dry and rainy), the results showed that the dry season networks were significantly more specialized, possibly because of the lower availability of resources as previously found in other studies. Overall, the tree strata were the most important for the structure of the multilayer network. However, when evaluated across seasons, non-tree plants were significantly more important in the rainy season for maintaining pollinator diversity. This study contributes to the understanding of how ecological interactions occur within communities located in humid tropical areas. Furthermore, we emphasize that our research fills important gaps in understanding interactions in humid areas that are subject to constant threats, and have practically no studies on ecological aspects, especially considering mutualistic interactions. Through temporal variations, functional attributes, and resource types, it is possible to understand how the structure of an ecosystem is shaped and its functioning, thus contributing to the conservation of these areas. Therefore, research that contributes to a better understanding of the interaction patterns and their role in the structure of communities in humid tropical areas is urgent and represents a first step toward supporting conservation strategies.

Keywords: Floral types, Floral resources, Pollination, Phylogeny, Phenology, Interaction network.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS	15
Chapter 1. High floral trait diversity of aquatic plants in the Pantanal reveal different pollination strategies.....	22
Abstract.....	24
1. Introduction	25
2. Material and methods.....	27
2.1 Survey of the Pantanal Wetland aquatic plant species	27
2.2 Survey and description of floral traits and groups of potential pollinators	28
3. Results	30
4. Discussion	32
5. Conclusion	37
11. References.....	39
Chapter 2 - Continuous flowering of herbaceous and woody strata enables diverse floral resources in a vereda community	116
Abstract.....	118
Introduction.....	119
Material and Methods.....	122
Study site	122
Sampling.....	123
Data analysis	124
Results	125
Discussion.....	127
Conclusion	131
References	133
Chapter 3 - Plant-pollinator network in a vereda ecosystem: Tree and non-tree species differ in their temporal importance	170
ABSTRACT	172
INTRODUCTION	173
MATERIAL AND METHODS	176
Study area.....	176
Sampling and analysis of traits and interactions	176
Network structure	178
Species roles in the network structure	181
RESULTS.....	183

DISCUSSION	184
REFERENCES.....	188
CONCLUSÃO GERAL	193

1 INTRODUÇÃO GERAL

2

3 As mudanças na fenologia da floração, podem afetar significativamente as taxas de visitação
4 dos polinizadores. O padrão de resposta também pode variar entre as espécies de plantas, com
5 base nos atributos florais ofertados aos visitantes (PETANIDOU et al. 2014). Prever as
6 consequências reprodutivas da fenologia para plantas polinizadas por animais, requer uma
7 compreensão mecanicista de como as diferenças na fenologia da floração afetam o sucesso da
8 polinização (MORELLATO et al. 2016; GALLAGHER and CAMPBELL 2020). A morfologia
9 das flores e o conjunto de características florais (recursos, cores, fragrâncias) estão associadas
10 à atração e utilização de grupos específicos de animais, como os polinizadores, sendo
11 fundamentais para definir as suas interações (planta-polinizador) (FENSTER et al. 2004;
12 OLESEN et al. 2007; VÁZQUEZ et al. 2009; SOUZA et al. 2016; LUNA et al. 2023). Além
13 disso, certas características florais podem restringir o acesso aos recursos ofertados (SOUZA et
14 al. 2016). Dessa forma, a morfologia pode impedir determinadas visitas. Em geral, a
15 compreensão dessas relações entre planta-visitante floral contribui com a estruturação e
16 funcionamento dos ecossistemas (OLESEN et al. 2007; VÁZQUEZ et al. 2009; SOUZA et al.
17 2016).

18 Especificamente, esta previsão reflete os mecanismos pelos quais diferentes tipos de
19 características florais podem afetar a aptidão dos visitantes florais (SOUZA et al. 2016). No
20 entanto, a seleção de características florais também pode ser mediada por outros fatores bióticos
21 além dos polinizadores (GALEN, 1999; STRAUSS and WHITTALL, 2006; WHITTALL and
22 CARLON, 2009). Por exemplo, os herbívoros podem causar seleção em características florais
23 se as mesmas características que atraem polinizadores também atraem herbívoros (GÓMEZ,
24 2003, 2006). Por outro lado, fatores abióticos podem estar ligados diretamente à fenologia.

25 Caraterísticas ambientais como a precipitação, temperatura e fotoperíodo podem determinar os
26 processos de interações (ex: polinização pelo vento). Porém, embora os fatores abióticos sejam
27 muito utilizados por determinadas espécies devido suas características florais serem mais
28 suscetíveis a esta síndrome de polinização (SCHULZE-ALBUQUERQUE, 2020), existem
29 poucos estudos na literatura.

30 As interações mutualísticas entre as plantas e os seus polinizadores têm desempenhado
31 um papel importante na manutenção da biodiversidade dos ecossistemas. Para entender como
32 essas interações ocorrem, os estudos de redes ecológicas tornaram-se cada vez mais comuns
33 (OLESEN et al. 2007; INGS et al. 2008). Uma rede de polinização pode abranger todas as
34 espécies de plantas zoófilas, as espécies que visitam suas flores, e em geral, todas as suas
35 interações num local de estudo e tempo definido pelo pesquisador (BASCOMPTE, 2010).

36 As redes são frequentemente tratadas como entidades estáticas (ALARCÓN et al. 2008;
37 OLESEN et al. 2008; PETANIDOU et al. 2008). No entanto, a composição e abundância das
38 espécies, juntamente com os pontos fortes (eficiências) das interações, variam localmente
39 (TRAVESET and SAEZ 1997; DICKS et al. 2002; THOMPSON, 2019) e regionalmente entre
40 esses locais (DEVOTO et al. 2005; DUPONT AND OLESEN 2009; THOMPSON, 2019).
41 Além disso, as interações também podem mudar ao longo da estação (HERRERA, 1988;
42 TRAVESET and SAEZ 1997; BRASILIO et al. 2006; OLESEN et al. 2008) e de um ano para
43 outro (LUNDGREN and OLESEN 2005; SAHLI AND CONNOR 2007; OLESEN et al. 2008;
44 PETANIDOU et al. 2008). Assim, as redes de polinização são altamente dinâmicas tanto
45 espacial quanto temporalmente.

46 Muitos trabalhos concentram-se em redes envolvidas em um único tipo de interação.
47 Por exemplo, estudos de interações antagonistas, onde apenas os visitantes florais se beneficiam

48 dos recursos ofertados pelas espécies vegetais, ou interações mutuamente benéficas, tais como
49 plantas que ofertam recursos aos seus polinizadores (BASCOMPTE, 2010). Muito poucos
50 estudos abrangem ambas as interações, buscando compreender até que ponto redes de
51 interações podem ter estruturas variáveis com base nesses diferentes tipos de visitaçã
52 (BASCOMPTE, 2010). Além disso, estudos com relações de interações distintas
53 compartilhadas dentro das redes, contribuem para entender todo um conjunto de fatores
54 ecológicos e evolutivos, incluindo abordagens sobre o comportamento dos visitantes, a
55 morfologia das flores, fenologia da floração, ou até mesmo processos evolutivos dentro da
56 filogenia (BASCOMPTE, 2010). Desta forma, os padrões funcionais e filogenéticos podem ser
57 dissociados e fornecer informações complementares sobre a estruturação da comunidade
58 (BASCOMPTE, 2010; GARCIA et al. 2019).

59 Em ecossistemas úmidos as relações entre as espécies de plantas, seus atributos florais,
60 e as interações ecológicas são pouco estudados. Nas áreas úmidas do Cerrado, as *veredas* são
61 consideradas comunidades higrófilas, marcadas pela presença das palmeiras *Mauritia flexuosa*
62 L.f. (buriti) que emergem nas zonas mais úmidas (ARAÚJO et al. 2002; RIBEIRO and
63 WALTER 2008; OLIVEIRA et al. 2009; ÁVILA et al. 2016; NUNES et al. 2022). As
64 comunidades de *veredas* ocupam solos hidromórficos, gleys e turfas orgânicas (Gleysolos e
65 Histosolos), e estão associadas a lençóis freáticos relativamente rasos (RAMOS et al. 2006;
66 BIJOS et al. 2017; NUNES et al. 2022). A vegetação é composta por um estrato herbáceo-
67 arbustivo contínuo, e o gradiente entre zonas mais e menos úmidas determina variações na
68 composição de espécies (ARAÚJO et al. 2002; GUIMARÃES et al. 2002; OLIVEIRA et al.
69 2009; RESENDE et al. 2013; NUNES et al. 2015, 2022). Assim, o componente
70 herbáceo/arbustivo predomina em áreas abertas e solos mais úmidos, e o componente arbóreo
71 ocorre próximo à região de expansão do lençol freático (florestas higrófilas) em solos

72 geralmente permanentemente saturados (ARAÚJO et al. 2002; OLIVEIRA et al. 2009; NUNES
73 et al. 2022). Por outro lado, existe a abundância de espécies no Pantanal, um ecossistema
74 também úmido, considerado um fator chave relacionado à oferta sazonal de recursos
75 ecológicos, incluindo alimentação e nichos reprodutivos (ALHO, 2008; POTT et al. 2011).
76 Além disso, essas funções têm relações cada vez mais complexas, uma vez que a riqueza de
77 espécies ou a biodiversidade geralmente aumenta com a área, num processo evolutivo (ALHO,
78 2008; POTT et al. 2011).

79 Portanto, este trabalho buscou preencher algumas lacunas de estudos feitos com
80 espécies de plantas em ambientes úmidos. Aqui foi investigado através dos atributos florais as
81 possíveis interações ecológicas que podem ocorrer dentro desses ecossistemas úmidos, como
82 áreas de *veredas* e no Pantanal. No capítulo 1, avaliamos a alta diversidade de características
83 florais através de um banco de dados de plantas aquáticas do Pantanal, como essas espécies
84 estão distribuídas dentro da filogenia, e através das características florais quais estratégias de
85 polinização seria mais frequentes, com o objetivo de responder as seguintes perguntas: 1 –
86 Quais são as características florais e como esses diferentes atributos (tipo de flor, classe de cor,
87 recurso potencial) estão distribuídos entre as espécies de macrófitas aquáticas? 2 – Quais são
88 os potenciais modos de polinização (diferentes grupos de polinizadores, polinização pelo vento,
89 água) das plantas aquáticas do Pantanal?. No Capítulo 2, avaliamos a variação temporal na
90 disponibilidade de recursos, e nos traços florais, em um ecossistema de *vereda*, com o objetivo
91 de responder as seguintes perguntas: 1 - Qual é o padrão de floração (atividade e intensidade)
92 das espécies vegetais no ecossistema da *vereda*? 2 - Existe diferença no padrão de floração entre
93 espécies lenhosas e herbáceas? 3 - O padrão de floração está relacionado com as variáveis
94 abióticas (precipitação, fotoperíodo e temperatura)? 4 - Existe uma flutuação na disponibilidade
95 de recursos em relação ao tipo de recurso oferecido e aos diferentes atributos das flores?. No

96 Capítulo 3, observamos as interações planta-polinizador em uma formação de *vereda*, através
97 de uma amostragem fitocêntrica nas estações de seca e chuvosa. Investigamos as interações e
98 como elas variam temporalmente e como o hábito e os atributos florais das plantas e diferentes
99 grupos de polinizadores podem contribuir para a estrutura da rede de interação, com o objetivo
100 de responder as seguintes perguntas: 1 - A estrutura da rede de interação varia entre a estação
101 seca e chuvosa? 2 - Existe variação na importância das espécies arbóreas e não arbóreas e dos
102 diferentes grupos de polinizadores amostrados na rede de interação considerando as estações
103 do ano? 3- Existe variação na disponibilidade e nos tipos de recursos oferecidos entre as
104 estações? Por fim, esperamos que os estudos encontrados sejam de grande importância para o
105 preenchimento de lacunas e entendimento da estruturação de interações planta-polinizador em
106 áreas úmidas ricas em espécies.

107

108 **REFERÊNCIAS**

109 ALARCÓN, Ruben; WASER, Nickolas M.; OLLERTON, Jeff. Year-to-year variation in the
110 topology of a plant–pollinator interaction network. **Oikos**, v. 117, n. 12, p. 1796-1807, 2008.

111 ALENCAR FAGUNDES, Nathalle Cristine; FERREIRA, Expedito José. Veredas (Mauritia
112 Flexuosa palm swamps) in the southeast Brazilian savanna: Floristic and structural peculiarities
113 and conservation status. **Neotropical Biology & Conservation**, v. 11, n. 3, 2016.

114 ALHO, Cleber José Rodrigues. Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding
115 regime and to environmental degradation. **Brazilian journal of biology**, v. 68, p. 957-966,
116 2008.

- 117 ARANTES, Ana Carolina Vitorio et al. SEASONAL DIVERSITY OF VEGETATION
118 STRUCTURE OF VEREDAS, MATO GROSSO DO SUL, BRAZIL. **Oecologia Australis**, v.
119 23, n. 4. 2019.
- 120 ARAÚJO, GLEIN M. et al. Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG.
121 **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, p. 475-493, 2002.
- 122 ÁVILA, Marly Antonielle et al. Structure of natural regeneration in relation to soil properties
123 and disturbance in two swamp forests. **Cerne**, v. 22, p. 1-10, 2016.
- 124 ÁVILA, Marly Antonielle et al. Diversity and structure of natural regeneration in swamp forests
125 in southeastern Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 28, 2020.
- 126 BASCOMPTE, Jordi. Structure and dynamics of ecological networks. **Science**, v. 329, n. 5993,
127 p. 765-766, 2010.
- 128 BASILIO, Alicia M. et al. A year-long plant-pollinator network. **Austral Ecology**, v. 31, n. 8,
129 p. 975-983, 2006.
- 130 BIJOS, Natália Rodrigues et al. Composição, riqueza e diversidade de espécies vegetais nas
131 veredas do Brasil Central. **Flora**, v. 236, pág. 94-99, 2017.
- 132 CARUSO, Christina M. et al. A meta-analysis of the agents of selection on floral traits.
133 **Evolution**, v. 73, n. 1, p. 4-14, 2019.
- 134 DEVOTO, Mariano; MEDAN, Diego; MONTALDO, Norberto H. Patterns of interaction
135 between plants and pollinators along an environmental gradient. **Oikos**, v. 109, n. 3, p. 461-
136 472, 2005.

- 137 DICKS, L. V.; CORBET, S. A.; PYWELL, R. F. Compartmentalization in plant-insect flower
138 visitor webs. **Journal of Animal Ecology**, p. 32-43, 2002.
- 139 DUPONT, Yoko L. et al. Spatio-temporal variation in the structure of pollination networks.
140 **Oikos**, v. 118, n. 8, p. 1261-1269, 2009.
- 141 DUPONT, Yoko L.; OLESEN, Jens M. Ecological modules and roles of species in heathland
142 plant-insect flower visitor networks. **Journal of Animal Ecology**, p. 346-353, 2009.
- 143 FENSTER, Charles B. et al. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review**
144 **of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, p. 375-403, 2004.
- 145 GALEN, Candace et al. Dosage-dependent impacts of a floral volatile compound on pollinators,
146 larcenists, and the potential for floral evolution in the alpine skypilot *Polemonium viscosum*.
147 **The American Naturalist**, v. 177, n. 2, p. 258-272, 2011.
- 148 GALLAGHER, M. Kate; CAMPBELL, Diane R. Pollinator visitation rate and effectiveness
149 vary with flowering phenology. **American Journal of Botany**, v. 107, n. 3, p. 445-455, 2020.
- 150 GARCIA-GIRON, Jorge et al. Untangling the assembly of macrophyte metacommunities by
151 means of taxonomic, functional and phylogenetic beta diversity patterns. **Science of the Total**
152 **Environment**, v. 693, p. 133616, 2019.
- 153 GÓMEZ, Jose M. Herbivory reduces the strength of pollinator-mediated selection in the
154 Mediterranean herb *Erysimum mediohispanicum*: consequences for plant specialization. **The**
155 **American Naturalist**, v. 162, n. 2, p. 242-256, 2003.

- 156 GÓMEZ, José M.; PERFECTTI, Francisco; CAMACHO, Juan Pedro M. Natural selection on
157 *Erysimum mediohispanicum* flower shape: insights into the evolution of zygomorphy. **The**
158 **American Naturalist**, v. 168, n. 4, p. 531-545, 2006.
- 159 GUIMARÃES, Antônio José Maia; ARAÚJO, Glein Monteiro de; CORRÊA, Gilberto
160 Fernandes. Estrutura fitossociológica em área natural e antropizada de uma vereda em
161 Uberlândia, MG. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, p. 317-329, 2002.
- 162 HERRERA, Carlos M. Variation in mutualisms: the spatiotemporal mosaic of a pollinator
163 assemblage. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 35, n. 2, p. 95-125, 1988.
- 164 INGS, Thomas C. et al. Ecological networks—beyond food webs. **Journal of animal ecology**,
165 v. 78, n. 1, p. 253-269, 2009.
- 166 LUNA, Andressa Laís Lacerda et al. Temporal and spatial variation of floral resources of woody
167 species in a vereda ecosystem: Uniformity and habitat complementarity. **Flora**, v. 310, p.
168 152425, 2024.
- 169 LUNDGREN, Rebekka; OLESEN, Jens M. The dense and highly connected world of
170 Greenland's plants and their pollinators. **Arctic, Antarctic, and Alpine Research**, v. 37, n. 4,
171 p. 514-520, 2005.
- 172 MORELLATO, Leonor Patrícia Cerdeira et al. Linking plant phenology to conservation
173 biology. **Biological conservation**, v. 195, p. 60-72, 2016.
- 174 NUNES, Yule Roberta Ferreira et al. Vegetation structure and edaphic factors in veredas reflect
175 different conservation status in these threatened areas. **Forest Ecosystems**, v. 9, p. 100036,
176 2022.

- 177 OLESEN, Jens M. et al. The modularity of pollination networks. **Proceedings of the National**
178 **Academy of Sciences**, v. 104, n. 50, p. 19891-19896, 2007.
- 179 OLESEN, Jens M. et al. Temporal dynamics in a pollination network. **Ecology**, v. 89, n. 6, p.
180 1573-1582, 2008.
- 181 OLIVEIRA, Geraldo Célio; ARAÚJO, Glein Monteiro; BARBOSA, Ana Angélica Almeida.
182 Florística e zonação de espécies vegetais em veredas no Triângulo Mineiro, Brasil.
183 **Rodriguésia**, v. 60, p. 1077-1085, 2009.
- 184 PETANIDOU, Theodora et al. Long-term observation of a pollination network: fluctuation in
185 species and interactions, relative invariance of network structure and implications for estimates
186 of specialization. **Ecology letters**, v. 11, n. 6, p. 564-575, 2008.
- 187 PETANIDOU, Theodora et al. Variable flowering phenology and pollinator use in a community
188 suggest future phenological mismatch. **Acta Oecologica**, v. 59, p. 104-111, 2014.
- 189 POTT, Arnildo et al. Plant diversity of the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology**, v.
190 71, p. 265-273, 2011.
- 191 RAMOS, Marcus Vinícius Vieitas et al. Veredas of Minas Gerais Triangle: soils, water and use.
192 **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 283-293, 2006.
- 193 RESENDE, Isa Lucia de Moraes; CHAVES, Lázaro José; RIZZO, José Ângelo. Floristic and
194 phytosociological analysis of palm swamps in the central part of the Brazilian savanna. **Acta**
195 **Botanica Brasilica**, v. 27, p. 205-225, 2013.
- 196 RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. As principais fitofisionomias do
197 bioma Cerrado. **Cerrado: ecologia e flora**, v. 1, p. 151-212, 2008.

- 198 SAHLI, Heather F.; CONNER, Jeffrey K. Visitation, effectiveness, and efficiency of 15 genera
199 of visitors to wild radish, *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae). **American journal of botany**,
200 v. 94, n. 2, p. 203-209, 2007.
- 201 SCHULZE-ALBUQUERQUE, Isadora et al. Visual and olfactory floral cues related to
202 ambophilous pollination systems in Poaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.
203 192, n. 1, p. 242-257, 2020.
- 204 SILVA, Danila Moreira et al. Sexual and reproductive systems of woody species in vereda are
205 distributed according to the life form and habitat occurrence. **Austral Ecology**, v. 47, n. 7, p.
206 1528-1543, 2022.
- 207 SOUZA, Camila Silveira de et al. Floral traits as potential indicators of pollination vs. theft.
208 **Rodriguésia**, v. 67, p. 309-320, 2016.
- 209 STRAUSS, Sharon Y.; WHITTALL, Justen B. Non-pollinator agents of selection on floral
210 traits. **Ecology and evolution of flowers**, v. 1, p. 120-138, 2006.
- 211 THOMPSON, John N. The geographic mosaic of coevolution. **University of Chicago Press**,
212 2019.
- 213 TRAVESET, Anna; SÁEZ, Encarna. Pollination of *Euphorbia dendroides* by lizards and insects:
214 spatio-temporal variation in patterns of flower visitation. **Oecologia**, v. 111, n. 2, p. 241-248,
215 1997.
- 216 VANNETTE, Rachel L. The floral microbiome: plant, pollinator, and microbial perspectives.
217 **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 51, p. 363-386, 2020.

-
- 218 VÁZQUEZ, Diego P. et al. Unindo padrão e processo em redes mutualísticas planta-animal:
219 uma revisão. **Anais de botânica**, v. 103, n. 9, pág. 1445-1457, 2009.
- 220 WHITTALL, Justen; CARLSON, Matthew. Plant defense: a pre-adaptation for pollinator
221 shifts. **New Phytologist**, p. 5-8, 2009.

**Chapter 1. High floral trait diversity of aquatic plants in the Pantanal reveal different
pollination strategies**



Cabomba furcata in Pantanal Wetlands

Arquivo pessoal

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Manuscript published for the journal Aquatic botany

<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2024.103761>

High floral trait diversity of aquatic plants in the Pantanal reveals different pollination strategies

Raissa Tais dos Santos ^{1,2}, Sara Sofia Medina Benavides ^{1,2}, Daniel Maximo Correa

Alcantara ³, Suzana Neves Moreira ⁴, Vali J. Pott ⁵, Arnildo Pott ⁶, Camila Aoki ⁷, Camila

Silveira Souza ^{1,2*}

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais, Brazil

² Laboratório de Ecologia Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros, Minas Gerais, Brazil

³ Fundação Oswaldo Cruz de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil

⁴ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil

⁵ Herbário CGMS, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil

⁶ Laboratório de Ecologia Vegetal, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil

⁷ Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil

* Corresponding author: souza.camila.bio@gmail.com - Laboratório de Ecologia Vegetal/Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada/Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros, Avenida Dr. Ruy Braga S/N – Bairro Vila Mauricéia, Montes Claros, Minas Gerais 39401-089, Brazil

31 **Abstract**

32 This research brings novel information regarding the floral traits and pollinator groups of
33 aquatic macrophytes. Classifying functional traits and pollinator groups contributes to
34 understanding reproductive processes, community structuring, and ecosystem functioning.
35 Based on an extensive survey of information on 524 species of aquatic macrophyte angiosperms
36 from the Pantanal wetland, we classified the floral traits of these species to identify their
37 potential group of pollinators and how these traits are distributed throughout the botanical
38 families of aquatic plants. We classified their life forms, floral traits (flower type, color, and
39 main resource), and main pollinator groups. We also investigated trends, plotting the occurrence
40 of species throughout the phylogeny of angiosperm families, and using a network of
41 interactions, we verified how interactions with different groups of pollinators are distributed
42 within species traits. As a result, the species of aquatic macrophytes in the Pantanal are well
43 distributed within the phylogeny, indicating that they may be more related to ecological than
44 phylogenetic factors. We found a high diversity of floral traits and pollinator groups,
45 predominating white flowers, providing nectar as a resource, and bees as their primary
46 pollinators. Although bees were the main group of pollinators, we also found abiotic
47 interactions linked to the species richness in Poaceae and Cyperaceae, with pollination system
48 mainly performed by wind. Our research represents a first step towards identifying key
49 information gaps. Future studies should focus on understanding *in loco* traits to fill this gap,
50 besides information on ecological interactions with potential pollinators and species phenology.

51 **Keywords:** Bee pollination, Floral traits, Life form, Phylogeny, Wetland, Wind pollination

52

53 **1. Introduction**

54 In Species functional traits are defined as any morphological, physiological, or phenological
55 characteristic measurable at the individual level that indirectly impacts fitness through its
56 effects on growth, reproduction, and survival (Violle et al., 2007; Delalandre et al., 2023).
57 Therefore, the classification of floral traits of species is a very useful and complementary tool
58 for understanding various reproductive processes (Schleuning et al., 2015; E-Vojtkó et al.,
59 2020). Unfortunately, for some plant groups in different communities, surveys of floral traits
60 have generally been neglected (E-Vojtkó et al., 2020). However, we can expect that floral traits
61 may vary in response to biotic and abiotic factors that affect ecosystem functioning (E-Vojtkó
62 et al., 2020; Song et al., 2022) by providing connections with other trophic levels, such as
63 interactions with different groups of pollinators (Schleuning et al., 2015; Souza et al., 2018).

64 Ecological interactions shape ecosystem functioning and contribute to the evolutionary
65 history of plant species and pollinators (Schleuning et al., 2015). Knowing floral traits, systems,
66 and pollination syndromes significantly improves our understanding of the evolutionary
67 mechanism and natural scenario in which organisms are inserted (Fenster et al., 2004; Rosas-
68 Guerrero et al., 2014). Mutualistic relationships between plants and pollinators represent one
69 of the most diverse and widely distributed interactions in terrestrial ecosystems, involving many
70 invertebrate animals, mainly bees, flies, beetles, wasps, and other insects, and vertebrates, such
71 as hummingbirds and mammals (Ollerton, 2017). Thus, the morphology of the flower and its
72 set of floral traits (resources, colors, fragrances) are fundamental for defining pollination
73 interactions that are associated with the attraction and use of specific groups of animals (Fenster
74 et al., 2004; Souza et al., 2016). It is also worth highlighting that the study of ecological
75 interactions often completely ignores abiotically pollinated plant species, which in some groups

76 or communities can be represented by a large number of species, influencing the dynamics of
77 these interactions (Schleuning, 2015; Rech et al., 2016; E-Vojtkó et al., 2020).

78 The Pantanal is the largest continuous floodplain in the world and spans over 140,000
79 km² (Silva et al., 2022). Its location, surrounded by the main Brazilian vegetation domains,
80 results in a biota with representatives of these neighboring provinces. It is influenced by the
81 Amazon in the north, Chaco to the west, Atlantic Forest in the southeast and Cerrado (which
82 covers the plateau surrounding the Pantanal) in its eastern portion (Silva et al., 2022). The
83 geographical location and the interaction between soil and biogeographic factors, besides
84 seasonal flooding, explain the mosaic of vegetation types that characterize the Pantanal (Silva
85 et al., 2022). This heterogeneous landscape and differences in flooding regimes result in various
86 formations such as grasslands, savannas, riparian forests, monodominant pioneer plant
87 formations, and ponds with aquatic plants (Silva et al., 2022).

88 Among plant species, aquatic plants are an extremely representative group (Pott and
89 Pott, 2000; Ali, 2007; Lesiv, 2020). Currently, a total of 533 species have been recorded (Pott
90 and Pott, 2022), distributed in the most different life forms (amphibious, floating meadow,
91 emergent, epiphyte, free-floating, free-submerged, rooted floating, rooted submerged),
92 occupying the most diverse habitats in the Pantanal (ponds, flooded grassland, river, swamp,
93 *vereda*). The flooded area of the Pantanal can vary monthly (Pott and Pott, 2022), expanding
94 its aquatic habitats, where aquatic plants begin their establishment within a few days or weeks
95 of flooding. That indicates that the distribution and occurrence of aquatic macrophytes in the
96 Pantanal may correspond mainly to ecological factors rather than historical and phylogenetic
97 relationships (Du et al., 2016; García-Girón et al., 2020; Zhou et al., 2023). Therefore, aquatic
98 vegetation is of great importance because of its ability to retain suspended sediments and
99 nutrients, besides serving as a refuge and food for fauna in aquatic environments (Pott, 2007;

100 Pott and Pott, 2022). Although aquatic plants account for a large part of the diversity in the
101 Pantanal plain, investigations into their relationships with pollinators are still incipient. Despite
102 extensive floristic surveys and ecological research that include aquatic plant species in the
103 Pantanal wetland (e.g., Pott and Pott, 2000; Souza et al., 2018; Souza et al., 2021; Simão et al.,
104 2021), large scale studies that address and synthesize floral traits, systems, and pollination
105 syndromes are still scarce (e.g. Souza et al., 2021; Gomes et al., 2022).

106 In this study, we used an extensive and updated list of aquatic plant species recorded for
107 the Pantanal (Pott and Pott 2022) to assess the distribution of these species throughout the
108 phylogeny of the botanical families of angiosperms and classify their floral traits. We also
109 identified potential pollinator groups based on floral traits. Therefore, we asked the following
110 questions: 1) Are families widely distributed throughout the phylogeny or concentrated in a few
111 clades? 2) What are the floral traits (floral type, color class, and potential resources), and how
112 are they distributed among aquatic plant species? 3) What are the potential pollination modes
113 (different groups of pollinators, pollination by wind, and water) of aquatic plants in the
114 Pantanal? 4) How are floral traits associated with different pollinator groups? We expected a
115 high diversity of floral traits, mainly because of the high diversity of aquatic plant species in
116 Pantanal. Furthermore, we expected a high incidence of species potentially pollinated by the
117 wind but also by bees, the main group of pollinators within angiosperms.

118 **2. Material and methods**

119 **2.1 Survey of the Pantanal Wetland aquatic plant species**

120 Information on the composition of the aquatic flora in the Pantanal was primarily
121 obtained from the book written by Pott and Pott (2000). This book is a milestone in the
122 knowledge of aquatic plants in the Pantanal region, as it provides complete information on the

123 occurrence of species, habits, uses, and main aquatic environment distribution in the Pantanal.
124 Based on Pott and Pott (2000), with 247 species of aquatic macrophytes, 227 species of
125 angiosperms were selected here to determine the traits and pollinator group. After surveying
126 these species, we conducted an update including the new species mentioned in Pott and Pott
127 (2022), totaling 523 species of aquatic angiosperms included in this study. We used Flora do
128 Brasil (2020) and Taxonomic Name Resolution Service V5.1 (Boyle et al., 2013, 2021) for the
129 valid names of these listed species.

130 To classify life forms, floral traits, and potential pollinator groups, we used previously sampled
131 data when available (e.g., Souza et al., 2018; Souza et al., 2021; unpublished data from the
132 research group) and literature data. With the name of the validated species, we determined the
133 life forms based on Pott and Pott (2000, 2022) into amphibious, floating meadow, emergent,
134 epiphyte, free-floating, free-submerged, rooted floating, and rooted submerged. However, for
135 synthesis purposes and better visualization of the types of life forms, we also summarize these
136 classifications as contained in García-Girón et al. (2020): 1 - floating leaved: epiphyte, free-
137 floating and rooted floating; 2 - submerged leaved: rooted submerged and free-submerged; and
138 3 - emergent leaved: amphibious, floating meadow and emergent species.

139 **2.2 Survey and description of floral traits and groups of potential pollinators**

140 To classify floral traits, we conducted additional searches in the literature, in addition to
141 observing photos of exsiccates, reading descriptions, and complementary information on
142 species traits on the platforms Flora do Brasil (2020) and Royal Botanic Gardens Kew
143 Herbarium (Castellanos and Lewis, 2012; Pelissari et al., 2013; Stokstad, 2023). To survey
144 these traits in scientific articles, we conducted searches using the names of the species, genera,
145 and families. The searches were realized on Google Scholar and Web of Science using the

146 following keywords: pollination, floral type, floral biology, reproductive biology, and the name
147 of each species, genus, or family. A search for each term and species was conducted in
148 Portuguese, Spanish, and English. On average, we selected 150 studies to describe floral traits
149 and the main groups of pollinator potential (See supplemental material for details).

150 We classified the floral types as dish, inconspicuous (small pale flowers), tube, gullet,
151 flag, and brush (*sensu* Machado and Lopes, 2004). The rewards offered to pollinators were
152 classified into pollen, nectar, oil, floral tissue, and scent. We used color as seen by humans,
153 with color classes similar to those used in previous related studies (e.g., Carvalheiro et al., 2014;
154 Souza et al., 2018, 2021). We defined four classes of flower color: white (includes all white and
155 very pale flowers); yellow; warm colors (including all orange, red and pink/“salmon” flowers);
156 and cold colors (including all blue and purple flowers). Flowers with more than one color were
157 classified according to their predominant color. To classify the pollinator groups of each aquatic
158 plant species, a synthesis was performed using data on floral traits and literature data from
159 articles that realized studies on pollination ecology. The groups of potential pollinators
160 classified in this study were: **1** – bat, **2** – bee, **3** – bee + butterfly, **4** – bee + butterfly +
161 hummingbird, **5** - bee + butterfly + moth, **6** – bee + hummingbird, **7** - bee + moth +
162 hummingbird, **8** – bee + wind, **9** – bee + wind + fly, **10** - beetle, **11** - beetle + fly, **12** - butterfly,
163 **13** - dsi (dsi = including diverse and small insects - Souza et al., 2021), **14** - dsi + hummingbird,
164 **15** - fly, **16** - hummingbird, **17** - moth + hawkmoth + butterfly, **18** - wasp, **19** - water, **20** - wind,
165 **21** - wind + dsi. The information on floral traits and pollinator groups was graphically
166 illustrated using the count of the number of species sampled within each category.

167 To explore the occurrence trends of plant species in the Pantanal within angiosperm
168 families, we first constructed a phylogeny of botanical families of angiosperms using the

169 V.PhyloMaker2 package (Jin and Qian, 2019; 2022). The tree used in this study consisted of a
170 mega-tree derived from two recently published mega-trees (Zanne et al., 2014; Smith and
171 Brown, 2018) and includes 74,529 species and all families of extant vascular plants, comprising
172 the largest dated phylogeny for vascular plants. In the phylogenetic tree of angiosperm families,
173 we highlighted all families of aquatic plants surveyed in this study and the richness of genera
174 and species sampled within each family. The resulting phylogeny was visualized and edited in
175 R software v4.3.1 (R Core Team, 2023), using the packages tidytree (Yu, 2022), ggtree (Yu et
176 al., 2017, 2018; Yu, 2020; Yu, 2022; Xu, et al., 2022) and treeio (Wang et al., 2020; Yu, 2022).
177 Finally, after gathering all information on potential groups of pollinators of aquatic plants, we
178 built a network of interactions to illustrate the relationships between plant species, their groups
179 of potential pollinators, and their floral traits (floral type, color, and resource) using the Pajek
180 program (Batagelj and Mrvar, 1998). In this way, we created a network, including plants in the
181 rows and groups of pollinators classified in the columns. The frequency (matrix filling) was
182 considered as the sum of the number of plant species with a particular associated pollinator
183 group. In the network figure, we illustrate the main resources and main color of each plant
184 species and grouped species according to their floral type. Finally, we established interactions
185 (lines) between different groups of pollinators.

186 **3. Results**

187 The 524 species of aquatic plants included in this study are within 56 botanical families, where
188 16% of all species belong to Cyperaceae (86 species), followed by Poaceae (14%; 76 species),
189 Fabaceae (7%; 36 species) and Plantaginaceae (7%; 28 species). Onagraceae (5%; 26 species)
190 and Alismataceae (4.5%; 24 species) were also representative families, with approximately
191 10% of all species sampled. The large number of families highlights the high diversity and

192 distribution of aquatic plants in the Pantanal (Fig. 1). Life forms also showed high variation.
193 Some species presented different life forms, such as *Ludwigia peploides* (Onagraceae), varying
194 from amphibious, emergent, rooted floating to rooted submerged (Table S1). Overall, within
195 the categories of life forms summarized (*sensu* García-Girón et al., 2020), most species
196 presented emergent leaved life forms: amphibious, floating meadow and emergent species
197 (81% - 424 species), followed by floating leaved: epiphyte, free-floating and rooted floating
198 (11% - 58 species) and submerged leaved: rooted submerged and free-submerged (8% - 42
199 species; Fig. 2a).

200 Besides the extensive distribution among botanical families and high variation in life
201 forms, floral traits were highly diverse among the species sampled (Fig. 3: a-l). Among the
202 color classes, white/pale flowers were the most representative (56%), followed by yellow
203 flowers (19%), cold colors - blue and purple flowers (18%) and warm colors - orange, red and
204 pink/“salmon” flowers (6%; Fig. 2b). Regarding floral resources offered by aquatic plant
205 species in the Pantanal, nectar was the most abundant resource (56%), followed by pollen
206 (39%), nectar + scent (3%), pollen + tissue (2%), and oil flowers (1%; Fig. 2c). The most
207 abundant floral type was the inconspicuous type, mainly represented by species of Poaceae and
208 Cyperaceae (34%), followed by dish (27%), tube (20%), flag (11%), gullet (6%) and brush (1%;
209 Fig. 2d).

210 Among the 21 combinations found as potential pollinators of aquatic plant species in
211 the Pantanal, as expected, bees were the most representative group as potential pollinators
212 (43%). Besides species potentially pollinated only by bees and records of plants potentially
213 pollinated by bees, other groups of pollinators (moths, hummingbirds, butterflies, dsi, flies, and
214 hawkmoths), including wind (ambophilia) were also frequent (18%). Plants potentially

215 pollinated by wind and diverse and small insects (dsi) were the second most abundant category
216 (17%), followed by plants potentially pollinated exclusively by wind, a category that included
217 mainly species of Poaceae and Cyperaceae (11%; Fig. 2e).

218 The network of interactions between aquatic plants and potential pollinator groups
219 highlights the high diversity of interactions between species and different pollinator groups.
220 Some groups, such as bees, butterflies, hummingbirds, and flies, interact with aquatic plant
221 species with various floral traits. Furthermore, given the large number of Poaceae and
222 Cyperaceae, wind is also an essential abiotic vector for potential pollination. However, it is
223 worth highlighting the presence of species in these families potentially pollinated by different
224 groups of pollinators in addition to wind (Fig. 4).

225 **4. Discussion**

226 In this study, we found a great diversity of floral traits and pollinator groups within the aquatic
227 macrophytes of the Pantanal. Furthermore, we identified a high incidence of inconspicuous
228 white flowers, which offer nectar as a resource. As expected, bees were the primary biotic
229 pollinator group within the aquatic macrophytes. It is also worth highlighting the high variation
230 in life forms of aquatic plant species in the Pantanal, which, driven by the flood regime or cycle,
231 allows for high diversification of life forms, even within the same species (Pott and Pott, 2022).
232 Thus, the different traits and groups of pollinators identified here occur randomly in these life
233 forms, and aquatic plant species from the Pantanal are widely distributed within the angiosperm
234 families (Fig. 1).

235 The distribution of aquatic macrophytes within several families not phylogenetically
236 related suggests a probable association with ecological factors generated by specific

237 characteristics of the Pantanal region (flooding, seasonal variation, and fire), which is attributed
238 to the plasticity of these species in terms of life forms depending on environmental conditions.
239 Thus, local characteristics and temporal distribution factors can influence different species life
240 forms and within the same species (Damasceno-Junior et al., 2022; Pott and Pott, 2022). These
241 findings underline the idea that ecological niches can often evolve independently of phylogeny,
242 which is expected for functional traits that converge in different lineages and have high
243 phenotypic plasticity (e.g., form of growth and mode of reproduction; Barret et al., 1993;
244 García-Girón et al., 2020). Many quantitative studies evaluating the phylogenetic hypothesis of
245 niche conservatism, have found little evidence that closely related species would be more
246 similar regarding ecological traits, than species randomly extracted from a phylogeny (Pavoine
247 et al., 2013; García-Girón et al., 2019; García-Girón et al., 2020). There are several theoretical
248 criticisms about the analyses of phylogenetic signals (Mouquet et al., 2012; García-Girón et al.,
249 2020). Thus, some methodological issues require more attention, such as physiological,
250 morphological and life history traits. That reinforces that not only evolutionary processes, but
251 also ecological factors are relevant (Cadotte et al., 2019; García-Girón et al., 2020).

252 Within the aquatic plant species of the Pantanal, nectar is the leading resource available
253 to different groups of pollinators. Nectar is the main resource in most tropical communities,
254 including aquatic and other species (Machado and Lopes, 2004; Souza et al., 2016; Souza et
255 al., 2018, 2021; Luna et al., 2023), being widespread (Faegri and van der Pijl, 1979; Endress,
256 1994; Proctor et al., 1996). Nectar, together with pollen, is the resource most collected by
257 pollinators, constituting the primary source of carbohydrates and proteins for pollinators, such
258 as bees, which seek this resource to feed their offspring and provide for the nesting process
259 (Faegri and van der Pijl, 1979; Simpson and Neff, 1981; Barbola et al., 2000; Souza et al.,
260 2021). However, we also highlighted the presence of other types of resources within the aquatic

261 macrophytes of the Pantanal, which are important for different groups of pollinators, such as
262 tissue and oil. Floral tissue is used by different species of beetles, thrips, and flower bugs for
263 food and is also an essential resource for groups of diverse and small insects (dsi) (Krenn et al.,
264 2005; Karolyi, 2019). Floral oil is a crucial resource for solitary bees that feed the larvae with
265 an oil and pollen mixture and is also used for nest construction (Simpson and Neff, 1981). Oil-
266 collecting species of the genera *Centris* and *Epicharis* are the primary pollinators of neotropical
267 oil-producing plants (Barônio et al., 2020), which include abundant species in tropical
268 communities (for example, Malpighiaceae, Plantaginaceae and Iridaceae species; Vogel, 1990;
269 Guimaraes et al., 2021).

270 White and yellow flowers also tend to prevail in tropical plant communities such as
271 Cerrado, Caatinga and Pantanal (Machado and Lopes, 2004; Souza et al., 2016; Souza et al.,
272 2018; 2021). Additionally, the dish type is the most generalist floral type and is commonly
273 found in several communities (Machado and Lopes, 2004; Souza et al., 2016; Luna et al., 2023).
274 However, in the present study, the predominant floral type was inconspicuous, followed by the
275 dish-type flowers. That highlights the influence of the presence and richness of species of
276 Poaceae and Cyperaceae, which have inconspicuous floral types (Tzvelev, 1989; Richards,
277 2002; Vrijdaghs et al., 2011). Many pollination studies ignore certain botanical families
278 (Poaceae, Cyperaceae) because they mainly establish abiotic interactions. However, little is
279 known about the influence of biotic interactions on these families. The study by Schulze-
280 Albuquerque et al. (2019) on Poaceae showed that insects contributed directly to pollen transfer
281 from one flower to another and or indirectly through insect-induced wind pollination. This
282 mixed pollination system allows species to ensure pollination under different environmental
283 conditions (Schulze-Albuquerque et al., 2019). Furthermore, Wolowski and Freitas (2015),
284 Ruiz-Sánchez et al. (2017), and Dórea et al. (2018) concluded that a set of pollination

285 syndromes can occur in Poaceae, with them being predominantly anemophilous. However,
286 there also exists some secondary ambophilia mediated by insects.

287 Overall, the different traits of aquatic macrophytes found in this study can lead to a
288 range of potential pollinators, as evidenced by the network of interactions between plant species
289 and different groups of pollinators (Fig. 4). For example, dish flowers can have various
290 resources and colors, and can be visited or potentially pollinated by bees, butterflies, beetles,
291 hummingbirds, flies, diverse and small insects (dsi), wind, and also bats (Fig. 4). The same can
292 be evidenced with tube flowers, for example, which can have different colors and are potentially
293 pollinated by bees, butterflies, hummingbirds, diverse and small insects (dsi), wind and water.
294 Thus, a given pollination syndrome or association with a specific group of pollinators does not
295 necessarily represent exclusivity, but a high probability of frequency of visits (Faegri and van
296 der Pijl, 1979; Rech et al., 2014), a fact that is evident in the complexity of the types and
297 associations of potential pollinators of aquatic macrophytes in the Pantanal. These floral traits
298 that form each of the floral syndromes or groups of specific potential pollinators can be
299 presented as a set of convergent adaptations of flowers to the particularities of pollinators and
300 their morphological traits (van der Pijl, 1961; Rech et al., 2014; Dellinger et al., 2020), or to the
301 characteristics of the abiotic environment responsible by pollination (wind, water). However,
302 despite the high incidence of different groups of pollinators, not all can actually be effective,
303 that is, guarantee the reproductive success of plant species (Rech et al., 2014). Therefore, future
304 studies should consider the effectiveness of floral visitors as pollinators on aquatic macrophytes
305 in the Pantanal, where this apparently generalist system may reveal specialization in some cases
306 (Waser and Ollerton, 2006; Fenster et al., 2004; King et al., 2013).

307 Bees are the primary group of pollinators, well distributed within the interactions that
308 occur in the families of aquatic macrophytes in the Pantanal. The morphological and behavioral
309 diversity of bees enables this group to explore a wide variety of floral traits (Pinheiro et al.,
310 2014; Ollerton, 2017). Thus, most angiosperm species have flowers that are visited and
311 pollinated, mainly, or exclusively, by bees. That explains why bees are the most representative
312 pollinator group also within the aquatic macrophytes of the Pantanal. Furthermore, to ensure
313 their survival, bees depend on floral resources, besides having adaptive advantages compared
314 with other groups of pollinators, establishing close relationships with angiosperms throughout
315 the coevolution of both groups (Pinheiro et al., 2014; Ollerton, 2017; Shrestha et al., 2024).
316 Therefore, as we found here, interactions with bees occur in different types of flowers.
317 However, it is worth highlighting that, despite the presence of native bee species, in Pantanal
318 plant species, empirical studies show the high frequency of visits by the exotic bee *Apis*
319 *mellifera* (Boff et al., 2011, 2013; Souza et al., 2018, 2021; Santos et al., 2021). *Apis mellifera*
320 has high behavioral plasticity, being highly efficient at searching for and exploiting resources
321 and presents an indiscriminate foraging behavior (Traveset and Richardson, 2006; Valido et al.,
322 2019; Dáttilo et al., 2022). Future studies should focus on evaluating the impact of *A. mellifera*
323 on pollination of Pantanal aquatic plant species, and its floral preferences (Hung et al., 2018)
324 should be determined, as studies are still scarce (Hung et al., 2019).

325 Although abiotic pollination is present in a large number of macrophyte species, here
326 we show that biotic pollination, which can be performed by a large number of groups of
327 pollinators, mainly insects representing 87% of all groups (e.g., bees: Cunha et al., 2014; Souza
328 et al., 2018, beetles: Fava and Gomes, 2017), but also hummingbirds (e.g., *Heliconia*
329 *marginata*, *Vigna longifolia*, *Cuphea melville* - Araújo and Sazima, 2003) and even bats (e.g.,
330 *Chelonanthus alatus* - Domingos-Melo et al., 2023), has a high representation within the aquatic

331 macrophytes of the Pantanal. In contrast, abiotic interactions (34% in total), such as wind
332 pollination, occur in particular families, e.g. Poaceae and Cyperaceae, with numerous species.
333 In this way, we draw attention to the importance of wetlands, such as the Pantanal, in protecting
334 biodiversity. Wetlands are of global relevance for climate, hydrology, and the maintenance of
335 species of local fauna and flora (Wantzen et al., 2024), and have extraordinary value for the
336 conservation of biodiversity (Junk et al., 2006; Almeida-Gomes et al., 2022). However, human
337 actions do not only impact wetland biodiversity but also their functional and ecological
338 characteristics, especially in the Neotropics (Moi et al., 2022). Given the constant threats that
339 the Pantanal is undergoing (Wantzen et al., 2024), knowing biodiversity, including processes
340 that structure ecological communities, such as interactions, is extremely important to support
341 and discuss conservation strategies.

342 **5. Conclusion**

343 This research contributes novel information regarding the floral traits and pollinator groups of
344 aquatic macrophyte species in the Pantanal by synthesizing and connecting pre-existing
345 information. This is because abiotic and biotic factors shape species distribution (E-Vojtkó et
346 al., 2020). Therefore, in addition to taxonomic knowledge, listing and describing patterns of
347 functional traits of Pantanal aquatic macrophytes represents a first step towards establishing
348 future research strategies. We highlight here that there are few ecological studies regarding
349 aquatic macrophyte species in the Pantanal, which makes it difficult to classify floral traits and
350 possible groups of pollinators. There is a lack of studies addressing ecological interactions and,
351 in general, information about the reproductive biology of these macrophytes. Our research
352 represents a first step towards identifying the information to be studied. To fill this gap, future
353 studies should focus on understanding *in loco* traits as well as information on ecological

354 interactions with potential pollinators and the phenology of these species. Studies on
355 reproductive biology and, specifically, interactions and floral traits in local communities should
356 be prioritized, especially in environments with high species diversity (*hotspots*) of aquatic
357 macrophytes, such as the Pantanal.

358 **6. Funding**

359 This research was supported by the Long-term Ecological Research Network (PELD-VERE)
360 of the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 441440/2016-
361 9; 441583/2020-2; 308877/2019-5), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
362 Superior (CAPES 88887.136273/2017-00), and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de
363 Minas Gerais (FAPEMIG APQ-02166-21, APQ-04816-17; CRAPPM-00539-18). We also
364 thanks FAPEMIG (FAPEMIG/RED-00253-16) for the support and for the last author
365 scholarship.

366 **7. Author contributions**

367 RTS, SNM and CSS conducted the conception and design of the work. SNM, VJP, AP and CA
368 development support. RTS, SSMB, DMCA and CSS conducted data surveys and organization.
369 CSS and DMCA conducted statistical analysis. RTS, DMCA and CSS conducted the first draft
370 of the manuscript. RTS, SSMB, DMCA, SNM, VJP, AP, CA and CSS read and approved the
371 final manuscript.

372 **8. Declaration of Competing Interest**

373 The authors declare that they have no known competing financial interests or personal
374 relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

375 **9. Acknowledgments**

376 Postgraduate Program in Applied Botany, Plant Ecology Laboratory (Universidade Estadual de
377 Montes Claros), and Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul.

378 **10. Data availability statement**

379 The authors confirm that all the data supporting the results is available in the supplementary
380 material of the article.

381

382 **11. References**

383 Ali, M.M., Mageed, A.A., Heikal, M. 2007. Importance of aquatic macrophyte for
384 invertebrate diversity in large subtropical reservoir. *Limnologica*, 37(2), 155-169.
385 <https://doi.org/10.1016/j.limno.2006.12.001>

386 Almeida-Gomes, M., de Oliveira Roque, F., Garcia, L.C., Ganci, C.C., Pacheco, E. O.,
387 Sano, N.Y., and Schirpke, U. 2022. Local Biodiversity Supports Cultural Ecosystem
388 Services in the Pantanal. *Wetlands*, 42(7), 69. <https://doi.org/10.1007/s13157-022-01579-x>

389 Araujo, A.C., Sazima, M. 2003. The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the
390 “capões” of Southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Flora*, 198(6), 427-435.
391 <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00116>

392 Barbola, I.F., Laroca, S., Almeida, M.C. 2000. Utilization of floral resources by wild bees
393 (Hymenoptera, Apoidea) in the Floresta Estadual Passa Dois (Lapa, Parana, Brazil). *Revista*
394 *Brasileira de Entomologia*, 44(1/2), 9-1.

- 395 Barônio, G.J., de Brito, V.L.G., Nogueira, A., Rech, A.R. 2020. Beyond robbery: the role
396 of upside-down behaviour performed by small oil-collecting bees in Malpighiaceae.
397 *Arthropod Plant Interact*, 14: 613–621. <https://doi.org/10.1007/s11829-020-09770-9>
- 398 Barret, S.C.H., Eckert, C.G., Husband, B.C. 1993. Evolutionary processes in aquatic plant
399 populations. *Aquat. Bot.* 44, 105–145. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(93\)90068-8](https://doi.org/10.1016/0304-3770(93)90068-8)
- 400 Batagelj, V., Mrvar, A. 1998. Pajek-program for large network analysis. *Connections*,
401 21(2), 47-57.
- 402 Boff, S., Araujo, A.C., and Pott, A. 2013. Bees (Hymenoptera: Apoidea) and flowers in
403 natural forest patches of southern Pantanal. *Biota Neotropica.*, 13, 46-56.
404 <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000400005>
- 405 Boff, S., Luz, C.F.P., Araujo, A.C., and Pott, A. 2011 . Pollen analysis reveals plants
406 foraged by Africanized honeybees in the Southern Pantanal, Brazil. *Neotrop. Entomol.*, 40,
407 47-54. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000100007>
- 408 Boyle, B.L, Hopkins, N., Lu, Z., Garay, J.A.R., Mozzherin, D., Rees, T., Matasci, N., Narro,
409 M.L., Piel, W.H., McKay, S.J., Lowry, S., Freeland, C., Peet, R.K., Enquist, B.J. 2013. The
410 taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant
411 names. *BMC Bioinform.*, 14(1), 16. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-14-16>
- 412 Boyle, B.L., Matasci, N., Mozzherin, D., Rees, T., Barbosa, G.C., Kumar Sajja, R., Enquist,
413 B.J. 2021. Taxonomic Name Resolution Service, version 5.1. In *Botanical Information and*
414 *Ecology Network*. <https://tnrs.biendata.org/>

- 415 Cadotte, M.W., Carboni, M., Si, X., Tatsumi, S., 2019. Do traits and phylogeny support
416 congruent community diversity patterns and assembly inferences? *J. Ecol.* 107, 2065–2077.
417 <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13247>
- 418 Carvalheiro, L.G., Biesmeijer, J.C., Benadi, G., Fründ, J., Stang, M., Bartomeus, I., Kunin,
419 W. E. 2014. The potential for indirect effects between co-flowering plants via shared
420 pollinators depends on resource abundance, accessibility and relatedness. *Ecology letters*,
421 17(11), 1389-1399. <https://doi.org/10.1111/ele.12342>
- 422 Castellanos, C., Lewis, G.P. 2012. Leguminosas colombianas de la subfamilia
423 Caesalpinioideae presentes en el herbario del Real Jardín Botánico de Kew, Reino Unido.
424 *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(139), 141-
425 192.
- 426 CBS Santos, K., Souza, C.S., Arruda, R., and Araujo, A.C. 2021. Patch size changes the
427 composition of flower visitors and influences pollen flow. *Plant Ecol Divers.*, 14(5-6), 255-
428 266. <https://doi.org/10.1080/17550874.2022.2037024>
- 429 Damasceno-Junior, G.A., Pereira, A.D.M.M., Oldeland, J., Parolin, P., Pott, A. 2022. Fire,
430 Flood and Pantanal Vegetation. In *Flora and Vegetation of the Pantanal Wetland* (pp. 661-
431 688). Cham: Springer International Publishing.
- 432 Dáttilo, W., Cruz, C.P., Luna, P., Ratoni, B., Hinojosa-Díaz, I.A., Neves, F.S., and Guevara,
433 R. 2022. The Impact of the Honeybee *Apis mellifera* on the Organization of Pollination
434 Networks Is Positively Related with Its Interactive Role throughout Its Geographic Range.
435 *Diversity.*, 14(11), 917. <https://doi.org/10.3390/d14110917>

- 436 Delalandre, L., Violle, C., Coq, S., Garnier, E. 2023. Trait–environment relationships
437 depend on species life history. *J. Veg. Sci*, 34(6), e13211. <https://doi.org/10.1111/jvs.13211>
- 438 Dellinger, A.S. 2020. Pollination syndromes in the 21st century: where do we stand and
439 where may we go?. *New Phytol.*, 228(4), 1193-1213. <https://doi.org/10.1111/nph.16793>
- 440 Domingos-Melo, A., Albuquerque-Lima, S., Diniz, U.M., Lopes, A.V., and Machado, I.C.
441 2023. Bat pollination in the Caatinga: a review of studies and peculiarities of the system in
442 the New World's largest and most diverse Seasonally Dry Tropical Forest. *Flora.*, 152332.
443 <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152332>
- 444 Dórea, M.C., Santos, D.W.J., Oliveira, R.P., Funch, L.S., Santos, F.A.R. 2018.
445 Reproductive traits related to anemophily and insect visitors in two species of Poaceae from
446 the Brazilian Atlantic rainforest. *Rev. Bras. Bot.*, 41: 1–10. [https://doi.org/10.1007/s40415-
447 018-0454-z\(0123456789\(\),-volV\)\(0](https://doi.org/10.1007/s40415-018-0454-z(0123456789(),-volV)(0)
- 448 Du, Z.Y., Wang, Q.F., China Phylogeny Consortium. 2016. Phylogenetic tree of vascular
449 plants reveals the origins of aquatic angiosperms. *J. Syst. Evol.*, 54(4), 342-348.
450 <https://doi.org/10.1111/jse.12182>
- 451 Endress, P.K. 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge:
452 Cambridge University Press.
- 453 E-Vojtkó, A., de Bello, F., Durka, W., Kuehn, I., Goetzenberger, L. 2020. The neglected
454 importance of floral traits in trait-based plant community assembly. *J. Veg. Sci*, 31(4), 529-
455 539. <https://doi.org/10.1111/jvs.12877>

- 456 Faegri, K., and van der Pijl, L. 1979. The principles of pollination ecology. 3rd ed.
457 Pergamon Press, Oxford. 244p.
- 458 Fava, W.S., Gomes, V.G. 2017. “Back-to-bud” strategy in *Nymphaea amazonum*
459 (*Nymphaeaceae*): A protogynous macrophyte of the Pantanal wetlands. *Aquat. Bot.*, 140,
460 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2017.04.001>
- 461 Fenster, C.B., Armbruster, W.S., Wilson, P. 2004. Pollination syndromes and floral
462 specialization. *Annu Rev Ecol Evol Syst.*, 35:375–403.
463 <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347>
- 464 Garcia-Giron, J., Fernandez-Alaez, C., Fernandez-Alaez, M., Alahuhta, J. 2019. Untangling
465 the assembly of macrophyte metacommunities by means of taxonomic, functional and
466 phylogenetic beta diversity patterns. *Sci. Total Environ.*, 693, 133616.
467 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133616>
- 468 García-Girón, J., Heino, J., Baastrop-Spohr, L., Bove, C.P., Clayton, J., de Winton, M.,
469 Alahuhta, J. 2020. Global patterns and determinants of lake macrophyte taxonomic,
470 functional and phylogenetic beta diversity. *Science of the Total Environment*, 723, 138021.
471 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138021>
- 472 Gomes, V.G.N., Sazima, M., Arruda, R., Fischer, E., Araujo, A.C. 2022. Temporal Patterns
473 of Pollination and Seed Dispersal in Capões of the Southern Pantanal. In *Flora and*
474 *Vegetation of the Pantanal Wetland* (pp. 551-577). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-](https://doi.org/10.1007/978-3-030-83375-6_14)
475 [83375-6_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-83375-6_14)

- 476 Guimaraes, M.M., Souza, C.S., Sigrist, M.R., Miliato, K.B.M., and Maia, F.R.D. 2021.
477 Assessment of interactions between oil flowers and floral visitors in world biomes. Bot. J.
478 Linn. Soc., 134(2), 366-380.
- 479 Hung, K.L.J., Kingston, J.M., Albrecht, M., Holway, D.A., and Kohn, J.R. 2018. The
480 worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. Proc. R. Soc., B 285:
481 20172140. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2140>
- 482 Hung, K.L.J., Kingston, J.M., Albrecht, M., Holway, D.A., and Kohn, J.R. 2019. The
483 worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats.
484 <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspb.2017.2140>
- 485 Jin, Y., and Qian, H. 2019. V. PhyloMaker: an R package that can generate very large
486 phylogenies for vascular plants. Ecography, 42(8), 1353-1359.
487 <https://doi.org/10.1111/ecog.04434>
- 488 Jin, Y., and Qian, H. 2022. V.PhyloMaker2: An updated and enlarged R package that can
489 generate very large phylogenies for vascular plants. Plant Divers.,
490 <https://doi.org/10.1016/j.pld.2022.05.005>.
- 491 Junk, W. J., Brown, M., Campbell, I. C., Finlayson, M., Gopal, B., Ramberg, L., & Warner,
492 B. G. (2006). The comparative biodiversity of seven globally important wetlands: a
493 synthesis. Aquat Sci., 68, 400-414. <https://doi.org/10.1007/s00027-006-0856-z>
- 494 Leme da Cunha, N., Fischer, E., Lorenz-Lemke, A.P., and Barrett, S.C. 2014. Floral
495 variation and environmental heterogeneity in a tristylous clonal aquatic of the Pantanal
496 wetlands of Brazil. Ann. Bot., 114(8), 1637-1649. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu181>

- 497 Lesiv, M.S., Polishchuk, A.I., Antonyak, H.L. 2020. Aquatic macrophytes: ecological
498 features and functions. *Stud. Biol*, 14(2), 79-94. <http://dx.doi.org/10.30970/sbi.1>
- 499 Luna, A.L.L., Souza, C.S., Neves, J.G.S., Nunes, Y.R.F., Oliveira, P. E., Azevedo, I.F. P.
500 2024. Temporal and spatial variation of floral resources of woody species in a vereda
501 ecosystem: Uniformity and habitat complementarity. *Flora*, 310, 152425.
502 <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152425>
- 503 Karolyi, F. 2019. What's on the Menu: Floral Tissue, Pollen or Nectar? Mouthpart
504 Adaptations of Anthophilous Beetles to Floral Food Sources. In: Krenn, H. (eds) *Insect*
505 *Mouthparts*. Zoological Monographs, vol 5. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29654-4_13)
506 [3-030-29654-4_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29654-4_13)
- 507 Krenn, H.W., Plant, J.D., and Szucsich, N.U. 2005. Mouthparts of flower-visiting insects.
508 *Arthropod Struct Dev.*, 34(1), 1-40. <https://doi.org/10.1016/j.asd.2004.10.002>
- 509 Machado, I.C., and Lopes, A.V. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga,
510 a Brazilian tropical dry forest. *Ann. Bot.*, 94(3), 365-376.
511 <https://doi.org/10.1093/aob/mch152>
- 512 Moi, D.A., Lansac-Tôha, F.M., Romero, G.Q., Sobral-Souza, T., Cardinale, B.J., Kratina,
513 P., and Mormul, R.P. 2022. Human pressure drives biodiversity–multifunctionality
514 relationships in large Neotropical wetlands. *Nat. Ecol. Evol.*, 6(9), 1279-1289.
515 <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01827-7>

- 516 Mouquet, N., Devictor, V., Meynard, C.N., Muñoz, F., Bersier, L.F., Chave, J., Thuiller,
517 W. 2012. Ecophylogenetics: advances and perspectives. *Biol. Rev.* 87, 769–785.
518 <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2012.00224.x>
- 519 Ollerton, J. 2017. Pollinator diversity: Distribution, ecological function, and conservation.
520 *Annu Rev Ecol Evol Syst.*, 48, 353–376. [https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-](https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919)
521 [022919](https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919)
- 522 Pavoine, S., Gasc, A., Bonsall, M.B., Mason, N.W.H., 2013. Correlations between
523 phylogenetic and functional diversity: mathematical artefacts or true ecological and
524 evolutionary processes? *J. Veg. Sci.* 24, 781–793. <https://doi.org/10.1111/jvs.12051>
- 525 Pelissari, G., Gaglioti, A.L., Neto, S.R., São José, P.A. 2013. Contribuição do Programa
526 REFLORA/CNPq/FAPESP no avanço do conhecimento das Urticaceae Juss. no Brasil.
- 527 Pinheiro, M., Gaglianone, M. C., Nunes, C. E. P., Sigrist, M. R., Santos, I. A. D. 2014.
528 Polinização por abelhas. *Biologia da polinização*, 205-233.
- 529 Pott, V.J., and Pott, A. 2000. Plantas aquáticas do Pantanal. Brasília, DF: Embrapa
530 Comunicação para Transferência de Tecnologia; Corumbá: Embrapa-CPAP, 2000.
531 <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/806137>
- 532 Pott, V.J. 2007. Plantas aquáticas do pantanal e da alta bacia. In *Congresso de Ecologia Do*
533 *Brasil (CEB) (Vol. 13)*.
- 534 Pott, V.J., and Pott, A. 2022. Aquatic Plants. In *Flora and Vegetation of the Pantanal*
535 *Wetland (pp. 229-288)*. Cham: Springer International Publishing.

- 536 Proctor, M., Yeo, P., Lack, A. 1996. The natural history of pollination. London: Harper
537 Collins Publishers.
- 538 Rech, A.R., Avila JR, R.D., Schlindwein, C. 2014. Síndromes de polinização:
539 especialização e generalização. *Biologia da polinização*, 171-181.
- 540 Rech, A.R., Dalsgaard, B., Sandel, B., Sonne, J., Svenning, J.C., Holmes, N., Ollerton, J.
541 2016. The macroecology of animal versus wind pollination: ecological factors are more
542 important than historical climate stability. *Plant Ecol Divers.*, 9(3), 253-262.
543 <https://doi.org/10.1080/17550874.2016.1207722>
- 544 Richards, J.H. 2002. Flower and spikelet morphology in sawgrass, *Cladium jamaicense*
545 Crantz (Cyperaceae). *Ann. Bot.*, 90(3), 361-367. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf197>
- 546 Rosas-Guerrero, V., Aguilar, R., Martén-Rodríguez, S., Ashworth, L., Lopezaraiza-Mikel,
547 M., Bastida, J.M., Quesada, M. 2014. A quantitative review of pollination syndromes: do
548 floral traits predict effective pollinators?. *Ecology letters*, 17(3), 388-400.
549 <https://doi.org/10.1111/ele.12224>
- 550 Ruiz-Sanchez, E., Peredo, L., Santacruz, J.B., Ayala-Barajas, R. 2017. Bamboo flowers
551 visited by insects: do insects play a role in the pollination of bamboo flowers? *Plant Syst.*,
552 303: 51–59. DOI 10.1007/s00606-016-1351-1
- 553 Schleuning, M., Fründ, J., García, D. 2015. Predicting ecosystem functions from
554 biodiversity and mutualistic networks: an extension of trait-based concepts to plant–animal
555 interactions. *Ecography*, 38(4), 380-392. <https://doi.org/10.1111/ecog.00983>

- 556 Shrestha, M., Tai, K.C., Dyer, A.G., Garcia, J.E., Yang, E.C., Jentsch, A., and Wang, C.N.
557 2024. Flower colour and size-signals vary with altitude and resulting climate on the tropical-
558 subtropical islands of Taiwan. *Front. Plant Sci.*, 15, 1304849.
559 <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1304849>
- 560 Schulze-Albuquerque, I., Costa, A.C.G.D., Milet-Pinheiro, P., Navarro, D.M.D.A.F.,
561 Thomas, W.W., Machado, I.C. 2020. Visual and olfactory floral cues related to
562 ambophilous pollination systems in Poaceae. *J. Linn. Soc.*, 192(1), 242-257.
563 <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boz082>
- 564 Silva, J., Pott, A., Chaves, J.V.B. 2022. Classification and Mapping of the Vegetation of the
565 Brazilian Pantanal. In *Flora and Vegetation of the Pantanal Wetland* (pp. 11-38). Cham:
566 Springer International Publishing.
- 567 Simão, C.H., Alves, F.M., Barros, A.D., Simão, P.M., Pott, A., Aoki, C. 2021. Reproductive
568 phenology of aquatic macrophytes in the Cerrado-Pantanal ecotone. *Acta bot. bras.*, 35, 92-
569 103.
- 570 Smith, S.A., Brown, J.W. 2018. Constructing a broadly inclusive seed plant phylogeny. *Am.*
571 *J. Bot.*, 105(3), 302-314. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1019>
- 572 Simpson, B.B., Neff, J.L. 1981. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Ann. Mo.*
573 *Bot. Gard.*, 301-322. <https://doi.org/10.2307/2398800>
- 574 Song, B., Sun, L., Barrett, S.C., Moles, A.T., Luo, Y.H., Armbruster, W.S., Sun, H. 2022.
575 Global analysis of floral longevity reveals latitudinal gradients and biotic and abiotic
576 correlates. *New Phytol.*, 235(5), 2054-2065. <https://doi.org/10.1111/nph.1827>

- 577 Souza, C.S., Aoki, C., Ribas, A., Pott, A., Sigrist, M.R. 2016. Floral traits as potential
578 indicators of pollination vs. theft. *Rodriguésia*, 67, 309–320. [https://doi.org/10.1590/2175-](https://doi.org/10.1590/2175-7860201667203)
579 [7860201667203](https://doi.org/10.1590/2175-7860201667203)
- 580 Souza, C.S., Baronio, G.J., Weirich, C.E., Oliveira, A.F., dos Santos Ferreira, B.H., Arruda,
581 R., and Aoki, C. 2020. Ants climb plants because they cannot swim: ant presence on flowers
582 during the flood season reduces the frequency of floral visitors. *Ecol Entomol.*, 45(6), 1337-
583 1345. <https://doi.org/10.1111/een.12917>
- 584 Souza, C.S., Maruyama, P.K., Aoki, C., Sigrist, M.R., Raizer, J., Gross, C.L., Araujo, A.C.
585 2018. Temporal variation in plant–pollinator networks from seasonal tropical
586 environments: higher specialization when resources are scarce. *Journal of Ecology*, 106(6),
587 2409-2420. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12978>
- 588 Souza, C.S., Maruyama, P.K., Santos, K.C., Varassin, I.G., Gross, C.L., Araujo, A.C. 2021.
589 Plant-centred sampling estimates higher beta diversity of interactions than pollinator-based
590 sampling across habitats. *New Phytol.*, 230(6), 2501-2512.
591 <https://doi.org/10.1111/nph.17334>
- 592 Stokstad, E. 2023. Plan to move Kew herbarium roils plant world. *Science* (New York,
593 NY), 382(6667), 138-139.
- 594 Traveset, A. and Richardson, D. M. 2006. Biological invasions as disruptors of plant–
595 animal reproductive mutualisms. *Trends Ecol. Evol.*, 21: 208–216.
596 <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.01.006>

- 597 Tzvelev, N. 1989. The system of grasses (Poaceae) and their evolution. The Botanical
598 Review, 141-204. <https://www.jstor.org/stable/4354132>
- 599 Valido, A., Rodríguez-Rodríguez, M.C., and Jordano, P. 2019. Honeybees disrupt the
600 structure and functionality of plant-pollinator networks. Sci. Rep., 9: 4711.
601 <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41271-5>
- 602 Van der Pijl, L. 1961. Ecological aspects of flower evolution. II. Zoophilous flower classes.
603 Evolution., 15, 44-59. <https://doi.org/10.2307/2405842>
- 604 Violle, C., Navas, M.L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. et al. 2007. Let the
605 concept of trait be functional!. Oikos, 116, 882–892. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>.
- 607 Vogel, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. Mem. N.
608 Y. Bot. Gard., 55, 130–142.
- 609 Vrijdaghs, A., Reynders, M., Muasya, A.M., Larridon, I., Goetghebeur, P., Smets, E.F.
610 2011. Morphology and development of spikelets and flowers in *Cyperus* and *Pycurus*
611 (*Cyperaceae*). Plant Ecol Evol., 144(1), 44-63.
- 612 Wang, L., Lam, T.T.Y., Xu, S., Dai, Z., Zhou, L., Feng, T., Guo, P., Dunn, W.C., Bradley,
613 R., Jones, B.T., Bradley, T. Zhu, H., Guan, Y., Jiang, Y., Yu, G. 2020. “treeio: an R package
614 for phylogenetic tree input and output with richly annotated and associated data.” Mol. Biol.
615 Evol., 37, 599-603. <https://doi.org/10.1093/molbev/msz240>
- 616 Wantzen, K.M., Assine, M.L., Bortolotto, I.M., Calheiros, D.F., Campos, Z., Catella, A.C.,
617 Urbanetz, C. 2024. The end of an entire biome? World's largest wetland, the Pantanal, is

- 618 menaced by the Hidrovia project which is uncertain to sustainably support large-scale
619 navigation. Sci. Total Environ., 908, 167751.
620 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167751>
- 621 Waser, N.M., Ollerton, J. 2006. Plant-pollinator interactions: from specialization to
622 generalization. Chicago, USA, University of Chicago Press, 443pp.
- 623 Willmer, P. 2011. Pollination and floral ecology. Princeton University Press.
624 <https://doi.org/10.1515/9781400838943>
- 625 Wolowski, M., Freitas, L. 2015. An overview on pollination of the Neotropical Poales.
626 Rodriguésia 66: 329–336. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566204>
- 627 Xu, S., Li, L., Luo, X., Chen, M., Tang, W., Zhan, L., Dai, Z., Lam, T.T, Y., Yu, G. 2022.
628 “Ggtree: A serialized data object for visualization of a phylogenetic tree and annotation
629 data.” iMeta, 1(4), e56. <https://doi.org/10.1002/imt2.56>
- 630 Yu, G., Smith, D., Zhu, H., Guan, Y., Lam, T.T. 2017. “ggtree: an R package for
631 visualization and annotation of phylogenetic trees with their covariates and other associated
632 data.” Methods Ecol. Evol., 8, 28-36. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12628>
- 633 Yu, G., Lam, T.T., Zhu, H., Guan, Y. 2018. Two methods for mapping and visualizing
634 associated data on phylogeny using ggtree. Mol. Biol. Evol., 35, 3041-3043.
635 <https://doi.org/10.1093/molbev/msy194>
- 636 Yu, G. 2020. “Using ggtree to Visualize Data on Tree-Like Structures.” Current Protocols
637 in Bioinformatics, 69(1), e96. <https://doi.org/10.1002/cpbi.96>

- 638 Yu, G. 2022. Data Integration, Manipulation and Visualization of Phylogenetic Trees, 1st
639 edition edition. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781003279242>
- 640 Zanne, A.E., Tank, D.C., Cornwell, W.K., Eastman, J.M., Smith, S.A., FitzJohn, R.G.,
641 Beaulieu, J.M. 2014. Three keys to the radiation of angiosperms into freezing environments.
642 Nature, 506(7486), 89-92. <https://doi.org/10.1038/nature12872>
- 643 Zhou, Y.D., Qian, H., Xiao, K.Y., Wang, Q.F., Yan, X. 2023. Geographic patterns and
644 environmental correlates of taxonomic and phylogenetic diversity of aquatic plants in
645 China. J. Syst. Evol. <https://doi.org/10.1111/jse.12939>

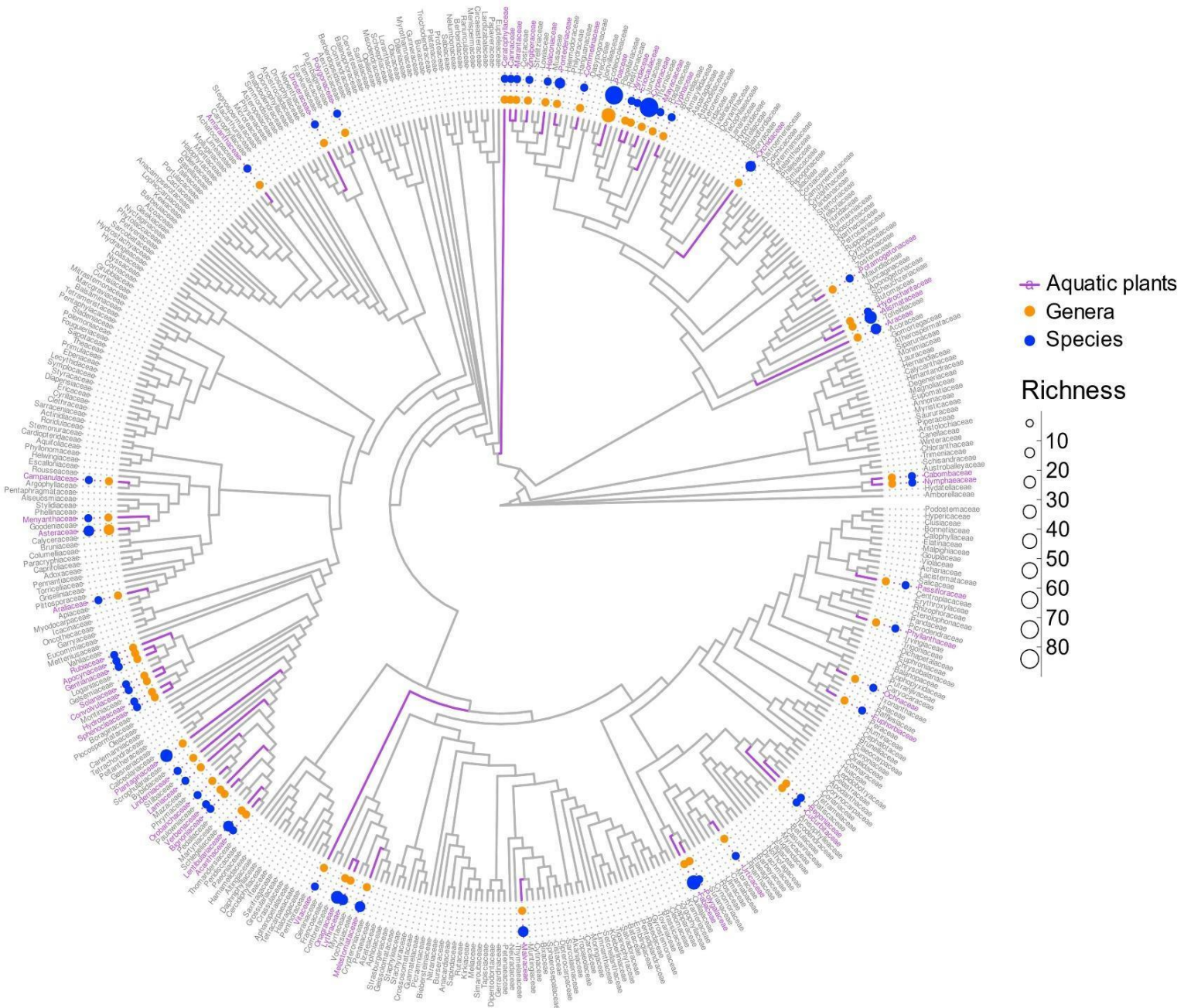


Figure 1. Phylogeny of the botanical families of angiosperms, highlighting in purple the families with records of aquatic plants sampled in this study. The richness of genera (Orange) and species (blue) of each family that include aquatic plants was illustrated by the size of the circle present in each name.

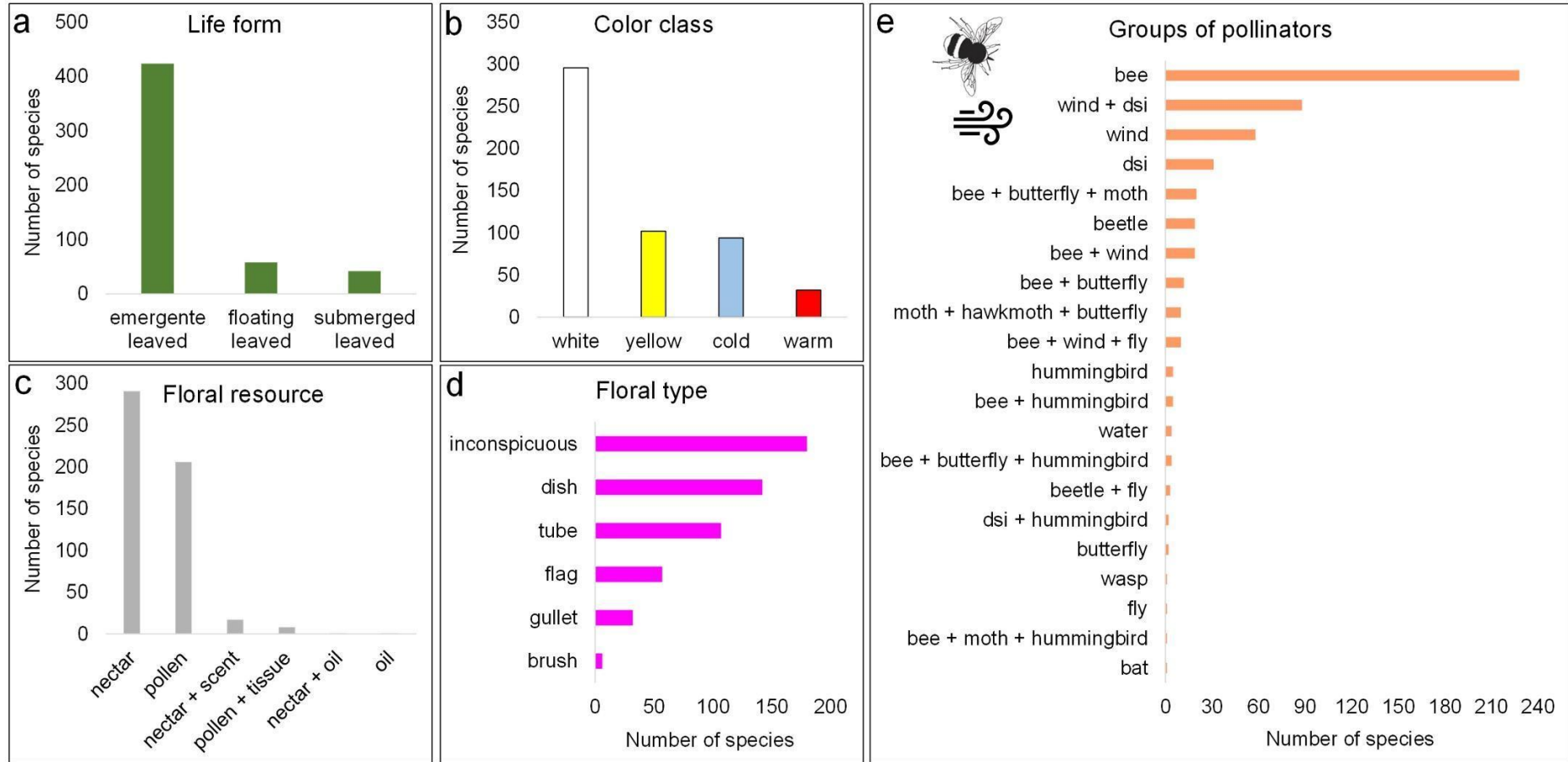


Figure 2. Floral traits description of the aquatic plant species sampled in this study. a) life form; b) color class; c) floral resource; d) floral type; e) groups of pollinators identified.

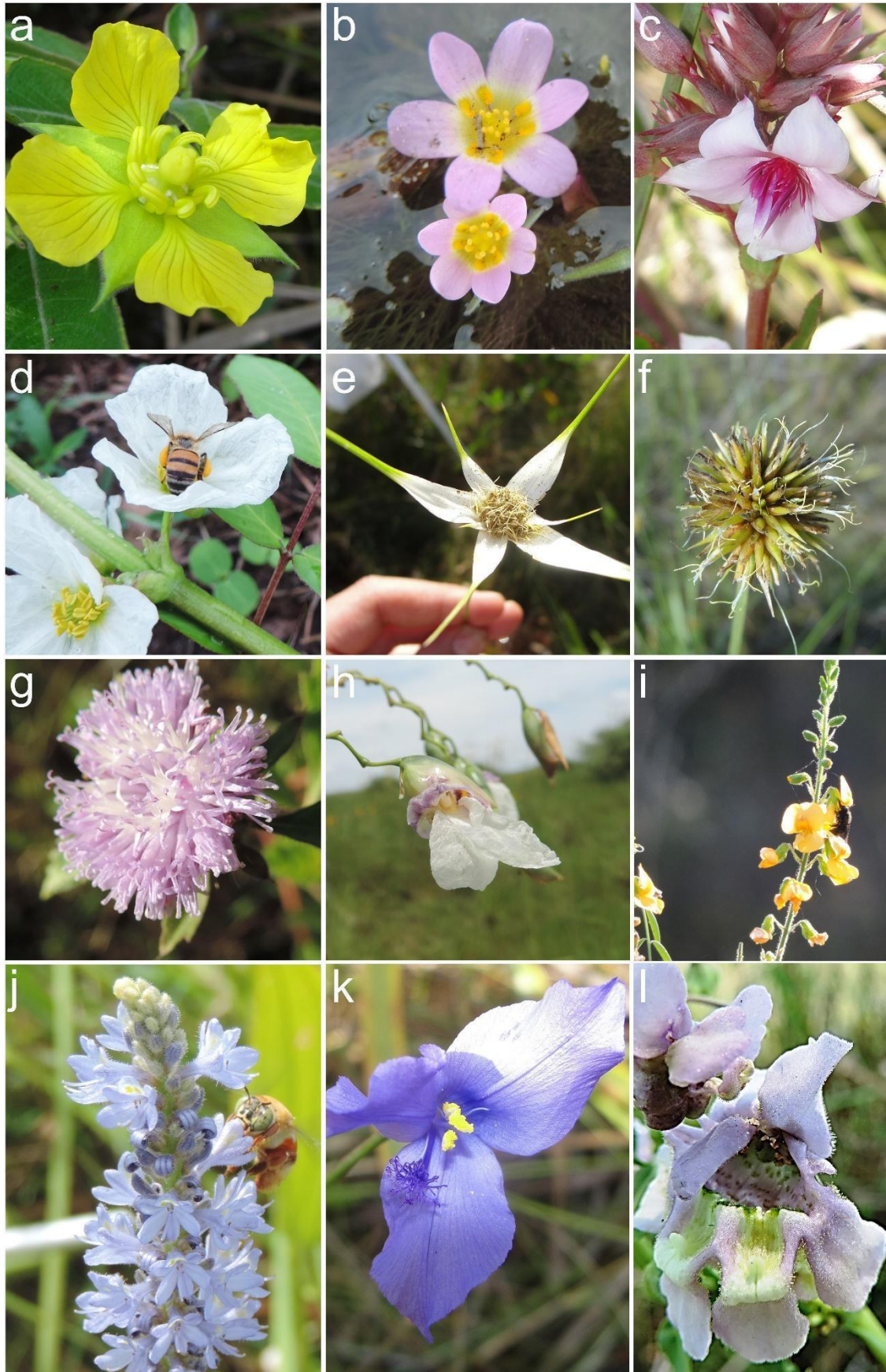


Figure 3. Aquatic plants included in this study, highlighting the high diversity of floral traits.

a) *Ludwigia nervosa* (Onagraceae): dish, yellow, nectar and bee pollination; b) *Cabomba furcata* (Cabombaceae): dish, cold color, nectar and bee pollination; c) *Sauvagesia racemosa* (Ochnaceae): dish, warm color, pollen and bee pollination; d) *Echinodorus grandiflorus* (Alismataceae): dish, white, nectar and bee pollination; e) *Rhynchospora nervosa* (Cyperaceae): inconspicuous flower, white color, pollen and wind and bee pollination; f) *Rhynchospora globosa* (Cyperaceae): inconspicuous flower, pale color, pollen and wind and diverse and small insects pollination; g) *Lessingianthus rubricaulis* (Asteraceae): tube flower, cold color, nectar and bee pollination; h) *Thalia geniculata* (Marantaceae): flag flower, white, nectar and bee, butterfly and hummingbird pollination; i) *Discolobium pulchellum* (Fabaceae): flag flower, yellow, nectar and bee pollination; j) *Pontederia cordata* (Pontederiaceae): gullet flower, cold color, nectar and bee pollination; k) *Abolboda pulchella* (Xyridaceae): dish flower, cold color, nectar and bee pollination; l) *Angelonia perennis* (Plantaginaceae): gullet flower, cold color, oil as resource and bee pollination. Photos: Camila Souza.

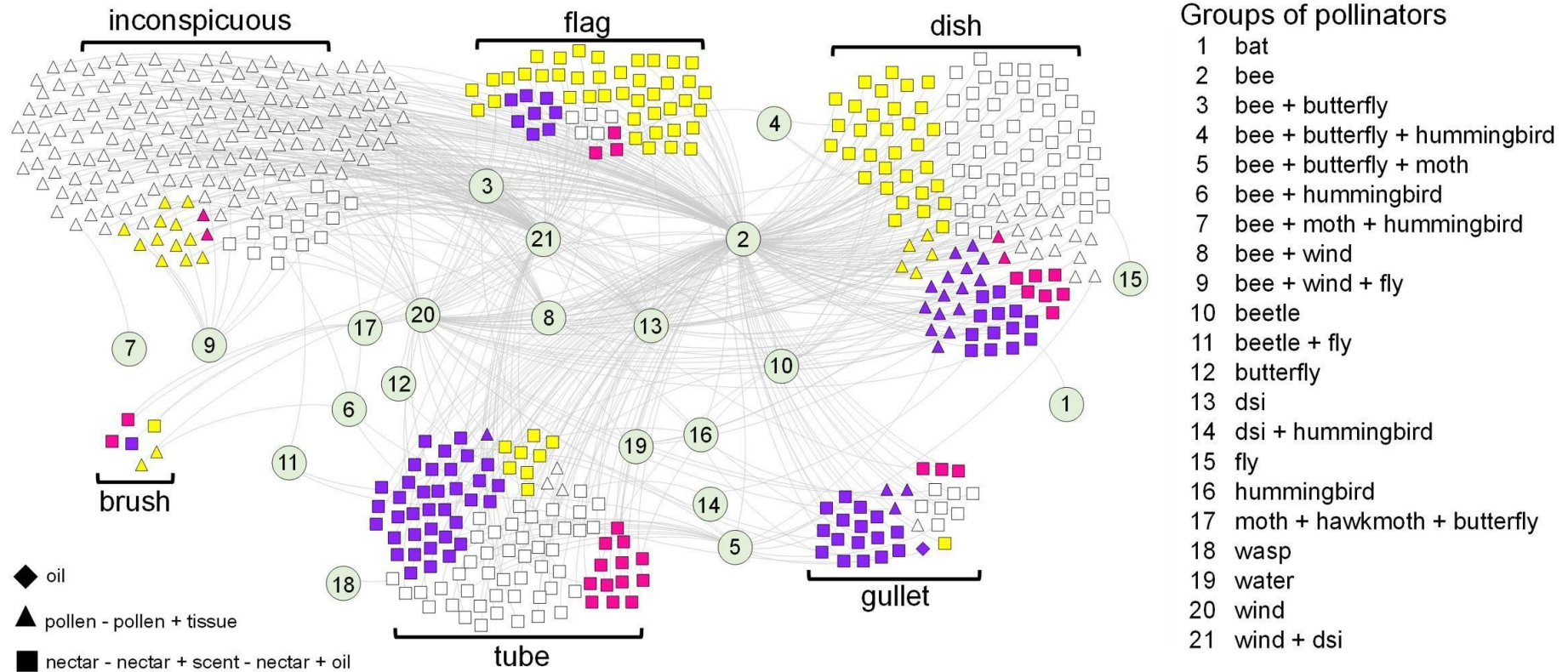


Figure 4. Network interactions of aquatic plants (diamond, triangle and box vertices) and potential groups of pollinators (green and circular vertices), showing a high diversity of species interactions with different groups of pollinators. The network was divided into six groups represented by the floral types sampled (inconspicuous, flag, dish, brush, tube and gullet), and in each of these groups, different shapes and colors vertices represent a type of resource (diamond - oil; triangle - pollen and pollen + tissue; box - nectar, nectar + scent and nectar + oil) and color class

(white/pale ; yellow; cold - purple; warm - pink) respectively. The numbers on the green vertices represent the different combinations of pollinator groups (legend on the right).

Material Suplementar – Santos et al. 2024

High floral trait diversity of aquatic plants in the Pantanal reveals different pollination strategies

Table S1.

Table S1. List of aquatic plants species (only angiosperms) according to Pott & Pott 2022, including the botanical family, life form according to García-Girón et al. (2020) and Pott & Pott (2022), floral type - dish, inconspicuous (small pale flowers), tube, gullet, flag and brush (sensu Machado & Lopes, 2004), color class - white (includes all white and very pale flowers); yellow; warm colors (includes all orange, red and pink/“salmon” flowers); cold colors (includes all blue and purple flowers), potential resource - pollen, nectar, oil, floral tissue and scent and potential group of pollinators - bat, bee, bee + butterfly, bee + butterfly + hummingbird, bee + butterfly + moth, bee + hummingbird, bee + moth + hummingbird, bee + wind, bee + wind + fly, beetle, beetle + fly, butterfly, dsi (including various small insects), dsi + hummingbird, fly, hummingbird, moth + hawkmoth + butterfly, wasp, water, wind, wind + dsi. Names for life form: 1 - floating leaved: epiphyte, free-floating and rooted floating; 2 - submerged leaved: rooted submerged and free-submerged; and 3 - emergent leaved: amphibious, embalmed and emerging species. Em=emergent, Ep=epiphyte, FF=free-floating, FS=free-submerged, RF=rooted floating, RS=rooted submerged.

Family	Species	Life form class (García-Girón et al. 2020)	Life form (Pott & Pott 2022)	Floral type	Color class	Potential resource	Potential group of pollinators
Acanthaceae	<i>Hygrophila costata</i>	emergent leaved	Am_Em	flag	cold	nectar	bee + butterfly + hummingbird
	<i>Justicia comata</i>	emergent leaved	Am_Em	flag	cold	nectar	bee
	<i>Justicia laevilinguis</i>	emergent leaved	Am_Em	flag	cold	nectar	bee + butterfly + hummingbird
	<i>Justicia lavandulifolia</i>	emergent leaved	Em	flag	cold	nectar	bee
	<i>Ruellia simplex</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
Alismataceae	<i>Echinodorus aschersonianus</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus cordifolius</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus cylindricus</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus glaucus</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus lanceolatus</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus longipetalus</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus longiscapus</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus macrophyllus</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee

		submerged	Em_RS				
	<i>Echinodorus paniculatus</i>	leaved		dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus scaber</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus subalatus</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Echinodorus tenellus</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	nectar	bee
		submerged	Em_RS				
	<i>Helanthium bolivianum</i>	leaved		dish	white	nectar	bee
	<i>Helanthium tenellum</i>	submerged	Am_Em_RS				
		leaved		dish	white	nectar	bee
	<i>Hydrocleys nymphoides</i>	floating leaved	RF	dish	white	nectar	bee
		floating leaved	RF		yello		
	<i>Hydrocleys parviflora</i>			dish	w	nectar	bee
	<i>Limnocharis flava</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	wind
		emergent leaved	Em		yello		
	<i>Limnocharis laforestii</i>			dish	w	nectar	wind
	<i>Sagittaria guayanensis</i>	floating leaved	RF	dish	white	nectar	bee
	<i>Sagittaria montevidensis</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Sagittaria planitiana</i>	floating leaved	RF	dish	white	nectar	bee
	<i>Sagittaria rhombifolia</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Alternanthera aquatica</i>	floating leaved	FF_RF	dish	white	nectar	bee + wind
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	nectar	bee + wind
	<i>Gomphrena elegans</i>	emergent leaved	Em		yello		
				tube	w	nectar	bee
	<i>Funastrum clausum</i>	emergent leaved	Em	dish	white	pollen	dsi
Apocynaceae	<i>Rhabdadenia madida</i>	emergent leaved	Em	tube	warm	nectar	dsi
	<i>Tassadia berteriana</i>	emergent leaved	Am	dish	warm	nectar	bee
		floating leaved	FF	inconspicuous	white	nectar	beetle
	<i>Lemna aequinoctialis</i>	floating leaved	FF	inconspicuous	white	nectar	beetle
Araceae	<i>Lemna minuta</i>	floating leaved	FF	inconspicuous	white	nectar	beetle
	<i>Lemna valdiviana</i>	floating leaved	FF	inconspicuous	white	nectar	beetle
	<i>Pistia stratiotes</i>	floating leaved	FF	inconspicuous	white	nectar	fly

	<i>Spirodela intermedia</i>	floating leaved	FF	inconspicuou s	white	nectar	beetle
	<i>Urospatha sagittifolia</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	nectar_sce nt	bee
	<i>Wolffia brasiliensis</i>	floating leaved	FF	inconspicuou s	white	nectar	beetle
	<i>Wolffia columbiana</i>	floating leaved	FF	inconspicuou s	white	nectar	beetle
	<i>Wolffiella lingulata</i>	floating leaved	FF	inconspicuou s	white	nectar	beetle
	<i>Wolffiella oblonga</i>	floating leaved	FF	inconspicuou s	white	nectar	beetle
	<i>Wolffiella welwitschii</i>	floating leaved	FF	inconspicuou s	white	nectar	beetle
	<i>Xanthosoma aristeguietae</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	nectar_sce nt	beetle
	<i>Xanthosoma striatipes</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	nectar_sce nt	beetle
Araliaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	floating leaved	Em_FF_RF	dish	white	nectar	bee
	<i>Hydrocotyle verticillata</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Acilepidopsis echitifolia</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	dsi
	<i>Aspilia latissima</i>	emergent leaved	Em	tube	yello w	nectar	bee
	<i>Baccharis glutinosa</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	dsi
	<i>Barrosoa candolleana</i>	emergent leaved	Am_Eb	tube	cold	nectar	wasp
	<i>Clibadium armanii</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	dsi
	<i>Eclipta palustris</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	dsi
Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	butterfly
	<i>Emilia sonchifolia</i>	emergent leaved	Eb	tube	cold	nectar	bee
	<i>Enhydra anagallis</i>	floating leaved	Em_RF	tube	white	nectar	dsi
	<i>Enydra radicans</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	white	nectar	butterfly
	<i>Erechtites hieracifolius</i>	emergent leaved	Eb	tube	white	nectar	dsi
	<i>Gymnocoronis spilanthoides</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
	<i>Lagascea mollis</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	white	nectar	bee

	<i>Lessingianthus rubricaulis</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee
	<i>Mikania cordifolia</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	dsi
	<i>Mikania micrantha</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	dsi
	<i>Mikania parodii</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
	<i>Mikania stenophylla</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
	<i>Pacourina edulis</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee + butterfly
	<i>Pluchea sagittalis</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	dsi
Begoniaceae	<i>Begonia cucullata</i>	emergent leaved	AM_Em	dish	warm	nectar	bee
Bignoniaceae	<i>Tabebuia insignis</i>	emergent leaved	Eb	tube	white	nectar	bee
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i>	submerged	RS	dish	cold	nectar	bee
		leaved					
Cabombaceae	<i>Cabomba haynesii</i>	submerged	RS	dish	white	nectar	bee
		leaved					
Campanulaceae	<i>Centropogon cornutus</i>	emergent leaved	Am	tube	warm	nectar	hummingbird
		emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee + hummingbird
Cannaceae	<i>Canna glauca</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	yello	nectar	bee
		submerged	FS	inconspicuou	w	nectar	bee
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum demersum</i>	leaved	FS	s	warm	pollen	water
		submerged	FS	inconspicuou	w	pollen	water
Ceratophyllaceae	<i>Ceratophyllum submersum</i>	leaved	FS	s	white	pollen	water
		submerged	FS	inconspicuou	w	pollen	water
Commelinaceae	<i>Commelina longicaulis</i>	floating leaved	Em_FF_Eb	dish	cold	pollen	dsi
		emergent leaved	Em	dish	cold	nectar	bee
Commelinaceae	<i>Murdannia engelsii</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	nectar	bee
		emergent leaved	Am_Em	dish	cold	pollen	dsi
Commelinaceae	<i>Murdannia semifoliata</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	cold	pollen	dsi
		emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
Commelinaceae	<i>Aniseia martinicensis</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
		emergent leaved	Em	tube	yello	nectar	bee
Commelinaceae	<i>Camonea umbellata</i>	emergent leaved	Em	tube	w	nectar	bee
		emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
Convolvulaceae	<i>Ipomoea alba</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	bee
		emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee + butterfly
Convolvulaceae	<i>Ipomoea asarifolia</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee + butterfly
		emergent leaved	Am_Eb	tube	warm	nectar	bee + butterfly
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i>	emergent leaved	Am_Eb	tube	warm	nectar	bee + butterfly
		emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
Convolvulaceae	<i>Ipomoea chiliantha</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
		emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
Convolvulaceae	<i>Ipomoea rubens</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
		emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee

	<i>Ipomoea subrevoluta</i>	emergent leaved	Am_Eb	tube	warm	nectar	bee + butterfly
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia podantha</i>	emergent leaved	Em	dish	yello w	nectar	bee
		floating leaved	RF_Eb	dish	yello w	nectar	beetle + fly
	<i>Cyclanthera hystrix</i>			dish	w	nectar	beetle + fly
	<i>Bulbostylis capillaris</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Bulbostylis hirtella</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Bulbostylis paraensis</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Bulbostylis scabra</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Calyptracarya glomerulata</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Cladium mariscus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Cyperus articulatus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
Cyperaceae		floating leaved	Ep_Eb	inconspicuou s	white	pollen	bee + wind
	<i>Cyperus blepharoleptos</i>			s	white	pollen	bee + wind
	<i>Cyperus brasiliensis</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Cyperus brevifolius</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Cyperus corymbosus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
		emergent leaved	Am	inconspicuou s	yello w	pollen	bee + wind
	<i>Cyperus digitatus</i>			s	yello w	pollen	bee + wind
	<i>Cyperus esculentus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	yello w	pollen	bee + wind
		floating leaved	Eb_Ep	inconspicuou s	yello w	pollen	bee + wind
	<i>Cyperus gardneri</i>			s	yello w	pollen	bee + wind
<i>Cyperus giganteus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	yello w	pollen	bee + wind	

<i>Cyperus haspan</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	yello w	pollen	bee + wind
<i>Cyperus iria</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus luzulae</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus ochraceus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus odoratus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus papyrus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus polystachyos</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus prolixus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus salzmannianus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus schomburgkianus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus sellowianus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus sesquiflorus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus subsquarrosus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Cyperus surinamensis</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	yello w	pollen	bee + wind
<i>Cyperus virens</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Eleocharis acutangula</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	bee + wind + fly
<i>Eleocharis barrosii</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Eleocharis contracta</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi

<i>Eleocharis elegans</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind + fly
<i>Eleocharis filiculmis</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Eleocharis geniculata</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	bee + wind + fly
<i>Eleocharis hatschbachii</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Eleocharis interstincta</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind + fly
<i>Eleocharis jelskiana</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Eleocharis maculosa</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Eleocharis minima</i>	submerged leaved	Am_Em_RS	inconspicuous	white	pollen	bee + wind + fly
<i>Eleocharis montana</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Eleocharis mutata</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind + fly
<i>Eleocharis nana</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Eleocharis nudipes</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind + fly
<i>Eleocharis plicarhachis</i>	floating leaved	Em_FF_Eb	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Eleocharis viridans</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Fimbristylis aestivalis</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Fimbristylis autumnalis</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Fimbristylis complanata</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi

<i>Fimbristylis littoralis</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Fimbristylis squarrosa</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Fuirena umbellata</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind
<i>Rhynchospora armerioides</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind
<i>Rhynchospora asperula</i>	emergent leaved	Em_Eb	inconspicuous	white	pollen	bee + wind
<i>Rhynchospora brevirostris</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind
<i>Rhynchospora ciliata</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	bee + wind
<i>Rhynchospora corymbosa</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind + fly
<i>Rhynchospora emaciata</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind
<i>Rhynchospora eximia</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind
<i>Rhynchospora globosa</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Rhynchospora hirta</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Rhynchospora holoschoenoides</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Rhynchospora nervosa</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind
<i>Rhynchospora riparia</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Rhynchospora rugosa</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Rhynchospora scutellata</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
<i>Rhynchospora tenerrima</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi

	<i>Rhynchospora tenuis</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Rhynchospora triflora</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Rhynchospora trispicata</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	bee + wind + fly
	<i>Rhynchospora velutina</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	bee + wind + fly
	<i>Schoenoplectiella supina</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria gaertneri</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind
	<i>Scleria hirtella</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria lacustris</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria latifolia</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria leptostachya</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria lithosperma</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria macrophylla</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria microcarpa</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria pusilla</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria reticularis</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria vaginata</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
	<i>Scleria variegata</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
Droseraceae	<i>Drosera communis</i>	emergent leaved	Em	dish	warm	nectar	dsi
	<i>Drosera sessilifolia</i>	emergent leaved	Em	dish	warm	nectar	dsi

Eriocaulaceae	<i>Syngonanthus caulescens</i>	emergent leaved	Em	tube	white	pollen	bee + wind	
	<i>Syngonanthus cuyabensis</i>	emergent leaved	Am	tube	white	pollen	bee + wind	
Euphorbiaceae	<i>Caperonia castaneifolia</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	wind + dsi	
	<i>Caperonia palustris</i>	emergent leaved	Am	dish	white	nectar	wind + dsi	
			emergent leaved	Am		yello		
	<i>Aeschynomene americana</i>			flag	w	nectar	bee	
			emergent leaved	Em		yello		
	<i>Aeschynomene ciliata</i>			flag	w	nectar	bee	
			emergent leaved	Em		yello		
	<i>Aeschynomene denticulata</i>			flag	w	nectar	bee	
	<i>Aeschynomene evenia</i>		emergent leaved	Em		yello		
				flag	w	nectar	bee	
			emergent leaved	Em		yello		
	<i>Aeschynomene fluminensis</i>			flag	w	nectar	bee	
	<i>Aeschynomene magna</i>		emergent leaved	Em		yello		
				flag	w	nectar	bee	
			emergent leaved	Em		yello		
			flag	w	nectar	bee		
Fabaceae	<i>Aeschynomene rudis</i>		Em	flag	w	nectar	bee	
			emergent leaved	Em		yello		
	<i>Aeschynomene sensitiva</i>			flag	w	nectar	bee	
	<i>Arachis diogoi</i>		emergent leaved	Am		yello		
				flag	w	nectar	bee	
	<i>Arachis helodes</i>		emergent leaved	Am		yello		
				flag	w	nectar	bee	
	<i>Arachis hoehnei</i>		emergent leaved	Am		yello		
				flag	w	nectar	bee	
	<i>Arachis lignosa</i>		emergent leaved	Am		yello		
			flag	w	nectar	bee		
<i>Arachis linearifolia</i>		emergent leaved	Am		yello			
			flag	w	nectar	bee		
<i>Arachis lutescens</i>		emergent leaved	Am		yello			
			flag	w	nectar	bee		
<i>Arachis nitida</i>		emergent leaved	Am		yello			
			flag	w	nectar	bee		

<i>Arachis valida</i>	emergent leaved	Am		yello		
			flag	w	nectar	bee
<i>Arachis vallsii</i>	emergent leaved	Em		yello		
			flag	w	nectar	bee
<i>Caetangil paraguariensis</i>	emergent leaved	Am	flag	warm	nectar	bee
<i>Clitoria falcata</i>	emergent leaved	Am	flag	white	nectar	bee
	emergent leaved	Em		yello		
<i>Discolobium leptophyllum</i>			flag	w	nectar	bee
	emergent leaved	Em		yello		
<i>Discolobium psoraleaefolium</i>			flag	w	nectar	bee
	emergent leaved	Em		yello		
<i>Discolobium pulchellum</i>			flag	w	nectar	bee
<i>Mimosa pellita</i>	emergent leaved	Am_Em	brush	warm	nectar	bee
<i>Mimosa pigra</i>	emergent leaved	Am_Em	brush	warm	nectar	bee
<i>Neptunia oleracea</i>	floating leaved	FF_RF	brush	yello		
				w	nectar	bee
	floating leaved	Em_FF	brush	yello		
<i>Neptunia plena</i>				w	pollen	bee
	emergent leaved		brush	yello		
<i>Neptunia prostrata</i>		Am_Em		w	pollen	bee
<i>Senna aculeata</i>	emergent leaved	Am		yello		
			dish	w	pollen	bee
<i>Senna pendula</i>	emergent leaved	Em		yello		
			dish	w	pollen	bee
<i>Sesbania emerus</i>	emergent leaved	Em		yello		
			flag	w	nectar	bee
	emergent leaved	Em		yello		
<i>Sesbania exasperata</i>			flag	w	nectar	bee
<i>Sesbania sesban</i>	emergent leaved	Am		yello		
			flag	w	nectar	bee
<i>Sesbania virgata</i>	emergent leaved	Am		yello		
			flag	w	nectar	bee
	emergent leaved	Em		yello		
<i>Vigna lasiocarpa</i>			flag	w	nectar	bee
<i>Vigna longifolia</i>	emergent leaved	Em		yello		
			flag	w	nectar	bee + hummingbird

Gentianaceae	<i>Chelonanthus alatus</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bat
	<i>Coutoubea ramosa</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	nectar	bee
	<i>Curtia tenuifolia</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	cold	nectar	bee + moth + hummingbird
Heliconiaceae	<i>Heliconia marginata</i>	emergent leaved	Em	tube	warm	nectar	hummingbird
	<i>Apalanthe granatensis</i>	submerged leaved	RS	dish	yello w	nectar	dsi
Hydrocharitaceae	<i>Egeria najas</i>	submerged leaved	FS_RS	dish	white	nectar	dsi
	<i>Limnobium laevigatum</i>	floating leaved	FF	dish	white	pollen	wind
	<i>Najas guadalupensis</i>	submerged leaved	RS	dish	white	pollen	water
	<i>Najas microcarpa</i>	submerged leaved	RS	dish	white	pollen	water
	<i>Hydrolea elatior</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	nectar	bee
Hydroleaceae	<i>Hydrolea spinosa</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	nectar	dsi
	<i>Hyptis brevipes</i>	emergent leaved	Am	gullet	white	nectar	bee
	<i>Hyptis lappacea</i>	emergent leaved	Am_Em	gullet	white	nectar	hummingbird
	<i>Hyptis lorentziana</i>	emergent leaved	Am_Em	gullet	white	nectar	hummingbird
	<i>Hyptis microphylla</i>	emergent leaved	Am_Em	gullet	cold	nectar	bee
Lamiaceae	<i>Genlisea repens</i>	submerged leaved	RS	flag	yello w	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia amethystina</i>	submerged leaved	RS	flag	cold yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia breviscapa</i>	submerged leaved	FS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia erectiflora</i>	submerged leaved	FS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia fimbriata</i>	submerged leaved	RS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia foliosa</i>	submerged leaved	FS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia gibba</i>	submerged leaved	FS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia gibba</i>	submerged leaved	FS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia gibba</i>	submerged leaved	FS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia gibba</i>	submerged leaved	FS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth

	<i>Utricularia hydrocarpa</i>	submerged leaved	FS	flag	warm	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia lloydii</i>	submerged leaved	RS	flag	yello w	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia myriocista</i>	submerged leaved	FS	flag	warm	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia nana</i>	submerged leaved	RS	flag	yello w	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia nigrescens</i>	submerged leaved	RS	flag	yello w	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia poconensis</i>	submerged leaved	FS	flag	white yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia pusilla</i>	submerged leaved	RS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia simulans</i>	submerged leaved	RS	gullet	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia subulata</i>	submerged leaved	RS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia trichophylla</i>	submerged leaved	RS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia tricolor</i>	submerged leaved	RS	flag	cold yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia triloba</i>	submerged leaved	RS	flag	w yello	nectar	bee + butterfly + moth
	<i>Utricularia warmingii</i>	submerged leaved	FS	dish	white	nectar	bee + butterfly + moth
Linderniaceae	<i>Lindernia crustacea</i>	emergent leaved	Am	gullet	cold	pollen	bee
	<i>Lindernia diffusa</i>	emergent leaved	Em	gullet	white	nectar	dsi
	<i>Lindernia dubia</i>	emergent leaved	Am	gullet	white	pollen	bee
	<i>Torenia thoursii</i>	emergent leaved	Em	gullet	cold	nectar	bee
Lythraceae	<i>Ammannia auriculata</i>	emergent leaved	Em	tube	warm	nectar	bee
	<i>Cuphea carthagenensis</i>	emergent leaved	Am	tube	warm	nectar	bee
	<i>Cuphea corisperma</i>	emergent leaved	Am	tube	warm	nectar	bee
	<i>Cuphea ferruginea</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee
	<i>Cuphea inaequalifolia</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee

	<i>Cuphea melvilla</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	warm	nectar	bee + hummingbird	
	<i>Cuphea odonellii</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee	
	<i>Cuphea pterosperma</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee	
	<i>Cuphea repens</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee + hummingbird	
	<i>Cuphea retrorsicapilla</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee	
	<i>Cuphea sessiliflora</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee	
	<i>Heimia salicifolia</i>	emergent leaved	Am		yello			
				dish	w	nectar	bee	
	<i>Pleurophora saccocarpa</i>	emergent leaved	Em	brush	cold	nectar	bee + hummingbird	
		submerged	Em_RS					
	<i>Rotala mexicana</i>	leaved		tube	warm	nectar	dsi	
	<i>Rotala ramosior</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	dsi	
Malvaceae	<i>Byttneria genistella</i>	emergent leaved	Am	dish	white	nectar	beetle + fly	
	<i>Byttneria palustris</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	nectar	beetle + fly	
	<i>Hibiscus furcellatus</i>	emergent leaved	Am	tube	warm	nectar	bee	
	<i>Hibiscus sororius</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	cold	nectar	dsi + hummingbird	
	<i>Hibiscus striatus</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	nectar	dsi + hummingbird	
	<i>Malachra radiata</i>	emergent leaved	Am	dish	cold	nectar	bee + butterfly	
	<i>Melochia anomala</i>	emergent leaved	Am	dish	cold	nectar	bee	
	<i>Melochia arenosa</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	cold	nectar	bee + butterfly	
	<i>Melochia graminifolia</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	nectar	bee	
	<i>Melochia simplex</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	cold	nectar	bee	
	<i>Melochia villosa</i>	emergent leaved	Am	dish	cold	nectar	bee	
	<i>Pavonia angustifolia</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee	
			emergent leaved	Am_Em		yello		
		<i>Pavonia laetevirens</i>			dish	w	nectar	hummingbird
	<i>Peltaea riedelii</i>	emergent leaved	Am		yello			
				tube	w	nectar	bee	
Marantaceae	<i>Thalia densibracteata</i>	emergent leaved	Em	flag	cold	nectar	bee + butterfly + hummingbird	
	<i>Thalia geniculata</i>	emergent leaved	Am_Em	flag	white	nectar	bee + butterfly + hummingbird	
Mayacaceae		submerged	Em_RS					
	<i>Mayaca fluviatilis</i>	leaved		dish	cold	pollen	bee	

	<i>Mayaca sellowiana</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	pollen	bee
	<i>Clidemia biserrata</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	pollen	bee
		submerged	Am_Em_RS				
	<i>Noterophila limnobios</i>	leaved		dish	cold	pollen	bee
	<i>Poteranthera pusilla</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	pollen	bee
	<i>Pterolepis trichotoma</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	pollen	bee
Melastomataceae	<i>Rhynchanthera brachyrhyncha</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	pollen	bee
	<i>Rhynchanthera grandiflora</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	pollen	bee
	<i>Rhynchanthera hispida</i>	emergent leaved	Em	dish	cold	pollen	bee
	<i>Rhynchanthera novemnervia</i>	emergent leaved	Am_Eb	dish	cold	pollen	bee
	<i>Rhynchanthera ursina</i>	emergent leaved	Am	dish	cold	pollen	bee
	<i>Siphanthera cordifolia</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	cold	pollen	bee
	<i>Trembleya phlogiformis</i>	emergent leaved	Am	dish	white	pollen	bee
		floating leaved	RF		yello		
Menyanthaceae	<i>Nymphoides grayana</i>			dish	w	nectar	bee
	<i>Nymphoides humboldtiana</i>	floating leaved	RF	dish	white	nectar	bee
	<i>Nymphoides indica</i>	floating leaved	RF	dish	white	nectar	bee
		floating leaved	RF			pollen_tiss	
	<i>Nymphaea amazonum</i>			dish	white	ue	beetle
		floating leaved	RF			pollen_tiss	
	<i>Nymphaea belophylla</i>			dish	white	ue	beetle
		floating leaved	RF			pollen_tiss	
	<i>Nymphaea gardneriana</i>			dish	white	ue	beetle
		floating leaved	RF			pollen_tiss	
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea jamesoniana</i>			dish	white	ue	beetle
		floating leaved	RF			pollen_tiss	
	<i>Nymphaea lingulata</i>			dish	white	ue	beetle
		floating leaved	RF_RS			pollen_tiss	
	<i>Nymphaea oxypetala</i>			dish	white	ue	beetle
		floating leaved	RF			pollen_tiss	
	<i>Nymphaea prolifera</i>			dish	white	ue	beetle
		floating leaved	RF			pollen_tiss	
	<i>Victoria amazonica</i>			dish	warm	ue	beetle
Ochnaceae	<i>Sauvagesia erecta</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	pollen	bee

	<i>Sauvagesia racemosa</i>	emergent leaved	Em	dish	warm	pollen	bee
	<i>Ludwigia affinis</i>	emergent leaved	Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia bonariensis</i>	emergent leaved	Am	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia decurrens</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia densiflora</i>	emergent leaved	Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia elegans</i>	emergent leaved	Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia erecta</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia filiformis</i>	emergent leaved	Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia grandiflora</i>	floating leaved	Em_RF	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia helmintorrhiza</i>	floating leaved	FF	dish	white	nectar	bee
Onagraceae	<i>Ludwigia hexapetala</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Ludwigia inclinata</i>	floating leaved	RF	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia irwinii</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia lagunae</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia leptocarpa</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia longifolia</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia martii</i>	emergent leaved	Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia myrtifolia</i>	emergent leaved	Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia neograndiflora</i>	emergent leaved	Em	dish	yello w	nectar	bee

	<i>Ludwigia nervosa</i>	emergent leaved	Am_Em_Eb	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia octovalvis</i>	emergent leaved	Am	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia peploides</i>	floating leaved	Am_Em_RF_R	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia peruviana</i>	emergent leaved	Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia rigida</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Ludwigia sedoides</i>	floating leaved	RF	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Ludwigia tomentosa</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	yello w	nectar	bee
	<i>Aspidogyne debilis</i>	emergent leaved	Am_Eb	flag	white	nectar_sce nt	bee
	<i>Aspidogyne pumila</i>	emergent leaved	Am	flag	white	nectar_sce nt	bee
	<i>Cyrtopodium paludicolum</i>	emergent leaved	Em	flag	yello w	nectar_sce nt	bee
	<i>Eulophia alta</i>	emergent leaved	Eb	flag	cold	nectar_sce nt	bee
	<i>Galeandra styllomisantha</i>	emergent leaved	Am_Em	gullet	warm	nectar_sce nt	bee
Orchidaceae	<i>Habenaria amambayensis</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
	<i>Habenaria aricaensis</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
	<i>Habenaria glazioviana</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
	<i>Habenaria nabucoi</i>	emergent leaved	Am_Em_Eb	tube	white	nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
	<i>Habenaria orchioalcar</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
	<i>Habenaria polycarpa</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly

	<i>Habenaria pratensis</i>	emergent leaved	Am			nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
		emergent leaved	Eb	tube	white	nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
	<i>Habenaria repens</i>			tube	white	nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
	<i>Habenaria spathulifera</i>	emergent leaved	Am			nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
				tube	white	nectar_sce nt	moth + hawkmoth + butterfly
	<i>Agalinis glandulosa</i>	emergent leaved	Am	gullet	warm	nectar	bee
	<i>Buchnera longifolia</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee
	<i>Buchnera palustris</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	cold	nectar	bee + butterfly
Orobanchaceae		emergent leaved	Em_Eb		yello		
	<i>Melasma melampyroides</i>			dish	w	pollen	bee + butterfly
	<i>Melasma stricta</i>	emergent leaved	Am		yello		
				tube	w	nectar	bee + butterfly
Passifloraceae	<i>Passiflora longilobis</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Passiflora misera</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Phyllanthus amarus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	nectar	dsi
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus fluitans</i>	floating leaved	FF	dish	white	nectar	bee
	<i>Phyllanthus hyssopifolioides</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Phyllanthus stipulatus</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Angelonia perennis</i>	emergent leaved	Am_Em	gullet	cold	oil	bee
	<i>Bacopa arenaria</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	white	nectar	bee
	<i>Bacopa australis</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
	<i>Bacopa cochlearia</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
	<i>Bacopa dubia</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
Plantaginaceae	<i>Bacopa egensis</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
	<i>Bacopa gracilis</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
	<i>Bacopa gratiolooides</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
		submerged	Em_RS				
	<i>Bacopa monnieriooides</i>	leaved		tube	cold	nectar	dsi
		submerged	Am_Em_RS				
	<i>Bacopa myriophylloides</i>	leaved		tube	white	nectar	bee

		submerged	Em_RS				
	<i>Bacopa reflexa</i>	leaved		tube	cold	nectar	bee
	<i>Bacopa reptans</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
	<i>Bacopa rotundifolia</i>	floating leaved	Em_RF	tube	white	nectar	bee
	<i>Bacopa salzmannii</i>	emergent leaved	Em_Eb	tube	white	nectar	bee
	<i>Bacopa scabra</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	bee
	<i>Bacopa scoparioides</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	cold	pollen	bee
	<i>Bacopa stricta</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
	<i>Bacopa verticillata</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	bee
	<i>Conobea scoparioides</i>	emergent leaved	Am_Em	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Limnophila sessiliflora</i>	submerged	Em_RS				
		leaved		gullet	white	nectar	bee
	<i>Monopera perennis</i>	emergent leaved	Em	gullet	cold	nectar_oil	bee
	<i>Stemodia durantifolia</i>	emergent leaved	Am_Em	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Stemodia ericifolia</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
	<i>Stemodia foliosa</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee
	<i>Stemodia hassleriana</i>	emergent leaved	Em	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Stemodia hyptoides</i>	emergent leaved	Am_Em	gullet	white	nectar	bee
	<i>Stemodia lanceolata</i>	emergent leaved	Em	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Stemodia palustris</i>	emergent leaved	Em	gullet	cold	nectar	bee
		emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	wind
	<i>Acroceras zizanioides</i>			s			
	<i>Andropogon bicornis</i>	emergent leaved	Am_Eb	inconspicuous	white	pollen	wind
				s			
	<i>Andropogon hypogynus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
				s			
Poaceae	<i>Andropogon lateralis</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
				s			
	<i>Andropogon virgatus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
				s			
	<i>Axonopus leptostachyus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind
				s			

<i>Axonopus purpusii</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Axonopus siccus</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Cenchrus nervosus</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Coleataenia prionitis</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Coleataenia stenodes</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Cyphonanthus discrepans</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Echinochloa colona</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Echinochloa crus</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Echinochloa crusgalli</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Echinochloa polystachya</i>	floating leaved	Am_Em_FF_R	inconspicuous	warm	pollen	wind
<i>Echinolaena gracilis</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Eriochloa distachya</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Eriochloa polystachya</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Eriochloa punctata</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Eriochrysis warmingiana</i>	emergent leaved	Em	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Gynerium sagittatum</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Hemarthria altissima</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	floating leaved	Em_Eb_RF	inconspicuous	white	pollen	wind

<i>Hymenachne donacifolia</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Hymenachne pernambucensis</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Imperata tenuis</i>	emergent leaved	Am_Eb	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Leersia hexandra</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Louisiella elephantipes</i>	floating leaved	Em_RF	inconspicuou s	yello w	pollen	wind
<i>Luziola bahiensis</i>	floating leaved	Eb_RF	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Luziola fragilis</i>	submerged leaved	RS	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Luziola peruviana</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Luziola spruceana</i>	floating leaved	Eb_FF_RF	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Luziola subintegra</i>	floating leaved	Em_RF	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Mnesithea aurita</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Oryza grandiglumis</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Oryza latifolia</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Oryza rufipogon</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	yello w	pollen	wind
<i>Oryza sativa</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Panicum aquaticum</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Panicum exiguum</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind

<i>Panicum pedersenii</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Panicum repens</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Panicum tricholaenoides</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Paratheria prostrata</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
<i>Paspalidium geminatum</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	yello w	pollen	wind + dsi
	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum acuminatum</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum alnum</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum fasciculatum</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum lenticulare</i>	emergent leaved	Em_Eb	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum morichalense</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum parviflorum</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum plicatulum</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	floating leaved	RF	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum repens</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum vaginatum</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum virgatum</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Paspalum wrightii</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	yello w	pollen	wind + dsi
	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Rugoloa hylaeica</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
<i>Rugoloa pilosa</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi

	<i>Rugoloa polygonata</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Saccharum asperum</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Saccharum villosum</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Sacciolepis angustissima</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Sacciolepis myuros</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Sacciolepis vilvoidea</i>	emergent leaved	Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Schizachyrium condensatum</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Schizachyrium sulcatum</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Setaria parviflora</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Sorghastrum setosum</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	white	pollen	wind + dsi
	<i>Steinchisma decipiens</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
	<i>Steinchisma hians</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
	<i>Steinchisma laxum</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	yello w	pollen	wind
	<i>Stephostachys mertensii</i>	emergent leaved	Am_Em	inconspicuou s	yello w	pollen	wind
	<i>Urochloa arrecta</i>	floating leaved	Am_Em_RF	inconspicuou s	white	pollen	wind
	<i>Urochloa humidicola</i>	emergent leaved	Am	inconspicuou s	white	pollen	wind
Polygalaceae	<i>Polygala appendiculata</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
	<i>Polygala brasiliensis</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
	<i>Polygala longicaulis</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	cold	nectar	bee

	<i>Polygala tenuis</i>	emergent leaved	Em		yello		
				tube	w	nectar	bee
	<i>Senega appendiculata</i>	emergent leaved	Am_Em	gullet	warm	nectar	dsi
	<i>Polygonum acuminatum</i>	emergent leaved	Am_Em_Eb	dish	white	nectar	bee
	<i>Polygonum ferrugineum</i>	floating leaved	Em_RF	dish	white	nectar	bee
	<i>Polygonum hispidum</i>	emergent leaved	Em	dish	warm	nectar	bee
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	warm	nectar	bee
	<i>Polygonum meisnerianum</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Polygonum paraguayense</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Polygonum punctatum</i>	emergent leaved	Am_Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Polygonum stelligerum</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee
	<i>Eichhornia azurea</i>	floating leaved	RF	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Eichhornia crassipes</i>	floating leaved	FF	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Eichhornia diversifolia</i>	floating leaved	RF	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Eichhornia meyeri</i>	emergent leaved	Em	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Heteranthera limosa</i>	emergent leaved	Em	gullet	cold	pollen	bee
	<i>Heteranthera multiflora</i>	emergent leaved	Em	gullet	cold	pollen	bee
Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformis</i>	submerged leaved	Em_RS				
				dish	white	nectar	bee
	<i>Pontederia cordata</i>	emergent leaved	Em	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Pontederia parviflora</i>	emergent leaved	Em	gullet	white	nectar	bee
	<i>Pontederia reflexa</i>	emergent leaved	Em_Eb	tube	white	nectar	bee
	<i>Pontederia rotundifolia</i>	floating leaved	RF	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Pontederia subovata</i>	floating leaved	RF	gullet	cold	nectar	bee
	<i>Pontederia triflora</i>	floating leaved	Em_RF	gullet	cold	nectar	bee
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton pusillus</i>	submerged leaved	RS				
				dish	white	pollen	wind
	<i>Diodia kuntzei</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	dsi
Rubiaceae	<i>Diodia macrophylla</i>	emergent leaved	Am_Em	tube	white	nectar	dsi
	<i>Limnosipanea erythraeoides</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
	<i>Limnosipanea palustris</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee

	<i>Pentodon pentandrus</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	dsi
	<i>Sipanea biflora</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee
	<i>Sipanea pratensis</i>	emergent leaved	Am	tube	cold	nectar	bee
	<i>Sipanea veris</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee
	<i>Spermacocce glabra</i>	emergent leaved	Am	tube	white	nectar	dsi
		emergent leaved	Em		yello		
Solanaceae	<i>Schwenckia angustifolia</i>			tube	w	nectar	moth + hawkmoth + butterfly
	<i>Schwenckia juncoides</i>	emergent leaved	Em	tube	white	nectar	dsi
	<i>Solanum amygdalifolium</i>	emergent leaved	Am	dish	cold	pollen	bee
Sphenocleaceae	<i>Sphenoclea zeylanica</i>	emergent leaved	Em	tube	white	pollen	dsi
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	emergent leaved	Em	dish	white	pollen	wind
	<i>Cecropia pachystachya</i>	emergent leaved	Eb	inconspicuous			
Urticaceae	<i>Urera aurantiaca</i>	emergent leaved	Am	inconspicuous	white	pollen	wind + dsi
					white	pollen	wind + dsi
Verbenaceae	<i>Phyla betulifolia</i>	emergent leaved	Am	tube	warm	nectar	bee + butterfly
	<i>Phyla nodiflora</i>	emergent leaved	Am	tube	warm	nectar	bee + butterfly
	<i>Stachytarpheta angustifolia</i>	emergent leaved	Em	tube	cold	nectar	bee + butterfly
Vitaceae	<i>Cissus spinosa</i>	emergent leaved	Em	dish	warm	nectar	dsi
	<i>Abolboda pulchella</i>	emergent leaved	Am	dish	cold	pollen	bee
		emergent leaved	Am_Em		yello		
	<i>Xyris jupicai</i>			dish	w	pollen	bee
Xyridaceae	<i>Xyris macrocephala</i>	emergent leaved	Em		yello		
		emergent leaved	Am	dish	w	nectar	bee
	<i>Xyris savanensis</i>	emergent leaved	Am	dish	w	pollen	bee
	<i>Xyris schizachne</i>	emergent leaved	Em		yello		
		emergent leaved	Em	dish	w	nectar	bee
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i>	emergent leaved	Em	dish	white	nectar	bee + hummingbird

List of references used for consultation in the classification of potential groups of pollinators and floral traits.

Adams, D., Perkins, W., Estes, J. 1981. Pollination systems in *Paspalum dilatatum* Poir. (Poaceae): an example of insect pollination in a temperate grass. *American Journal of Botany*, 68(3), 389-394. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1981.tb06376.x>

Bacigalupo, N., and Cabral, E. 1999. Revisión de las especies americanas del género *Diodia* (Rubiaceae, Spermaceae). *Darwiniana*, 153-165. <https://www.jstor.org/stable/23223850>

Bareke, T., Kumsa, T., Addi, A. 2020. Nectar secretion and honey production potential of *Schefflera abyssinica* (Hochst. ex A. Rich.) Harms, Araliaceae. *Tropical Agriculture*, 97(3). <https://journals.sta.uwi.edu/ojs/index.php/ta/article/view/7915>

Barrett, S. 1984. Variation in floral sexuality of diclinous *Aralia* (Araliaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 278-288. <https://doi.org/10.2307/2399071>

Barrett, S., and Strother, J. 1978. Taxonomy and natural history of *Bacopa* (Scrophulariaceae) in California. *Systematic Botany*, 408-419. <https://doi.org/10.2307/241875>

Bertin, R. 2007. Sex allocation in *Carex* (Cyperaceae): effects of light, water, and nutrients. *Botany*, 85(4), 377-384. <https://doi.org/10.1139/B07-034>

Brandbyge, J. 1993. Polygonaceae. In *Flowering Plants· Dicotyledons: Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid Families* (pp. 531-544). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Braz, D., Azevedo, I., Salimena, F., Neto, L. 2022. Acanthaceae in the Serra Negra, Minas Gerais, Brazil. *Rodriguésia*, 73. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202273070>

- Burson, B. 1997. Apomixis and sexuality in some Paspalum species. Crop Science, 37(4), 1347-1351. <https://doi.org/10.2135/cropsci1997.0011183X003700040052x>
- Butt, M., Zafar, M., Ahmed, M., Shaheen, S., Sultana, S., Butt, M., Sultana, S. 2021. Wetland and Wetland Plants. Wetland Plants: A Source of Nutrition and Ethno-medicines, 1-15. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69258-2_1
- Chakraborty, P., Mukherjee, P., Laha, S., Gupta, S. 2021. The influence of floral traits on insect foraging behaviour on medicinal plants in an urban garden of eastern India. Journal of Tropical Ecology, 37(4), 200-207. doi:10.1017/S0266467421000341
- Chen, M., and Zhang, X. 2010. Distyly in Polygonum jucundum Meisn.(Polygonaceae). Plant systematics and evolution, 288, 139-148. <https://doi.org/10.1007/s00606-010-0318-x>
- Chen, X., Tan, S., Liang, Y., Huang, L., Xiao, H., Luo, H., Ren, Z. 2021. The pollination of Habenaria rhodocheila (Orchidaceae) in South China: When butterflies take sides. Ecology and Evolution, 11(6), 2849-2861. <https://doi.org/10.1002/ece3.7242>
- Chu, S., Cong, S., Li, R., Hou, Y. 2019. Host range of Herpetogramma basalis (Lepidoptera: Crambidae), a biological control agent for the invasive weed Alternanthera philoxeroides (Centrospermae: Amaranthaceae) in China. Journal of insect Science, 19(6), 1. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez102>
- Clifford, H. 1961. Floral evolution in the family Gramineae. Evolution, 455-460. <https://doi.org/10.2307/2406313>
- Cook, C. 1985. A revision of the genus Apalanthe (Hydrocharitaceae). Aquatic Botany, 21(2), 157-164. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(85\)90085-3](https://doi.org/10.1016/0304-3770(85)90085-3)
- Cook, C. 1988. Wind pollination in aquatic angiosperms. Annals of the Missouri Botanical Garden, 768-777. <https://doi.org/10.2307/2399365>
- Cosewic. 2011. Cosewic assessment and status report on the Bluehearts Buchnera americana in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. x + 34 pp. www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_e.cfm

- Croat, T., Ortiz, O., Fonseca, M., Scherberich, D. 2020. A new *Urospatha* Schott (Araceae: Lasioideae) from the Caribbean Slope of Panama and Colombia. *Feddes Repertorium*, 131(3), 196-202. <https://doi.org/10.1002/fedr.202000013>
- Dalmazzo, M., and Vossler, F. 2015. Assessment of the pollen diet in a wood-dwelling augochlorine bee (Halictidae) using different approaches. *Apidologie*, 46, 478-488. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0337-7>
- Dalmazzo, M., Vossler, F. 2015. Pollen host selection by a broadly polylectic halictid bee in relation to resource availability. *Arthropod-Plant Interactions*, 9, 253-262. <https://doi.org/10.1007/s11829-015-9364-1>
- Danin, A., Sapir, O. 2016. Flora of Israel and adjacent areas. <https://flora.org.il/en/plants/>
- Davis, M. 1987. The role of flower visitors in the explosive pollination of *Thalia geniculata* (Marantaceae), a Costa Rican marsh plant. *Bull Torrey Bot Club* 114:134–138. <https://doi.org/10.2307/2996122>
- Decraene, L., and Smets, E. 1991. The floral nectaries of *Polygonum* sl and related genera (Persicarieae and Polygoneae): position, morphological nature and semophyly. *Flora*, 185(3), 165-185. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30468-1](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30468-1)
- Delprete, P., Ballén, R. 2006. Asynopsis of the Rubiaceae of the states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, Brazil, with a key to genera, and a preliminary species list. *Rev. Biol. Neotrop.* 3(1): 13-96. Online resource link: <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/16950>
- Demeda, C. 2018. Biologia reprodutiva de *Eleocharis laevigulmis* R. Trevis. & Boldrini (Cyperaceae) e fenologia de *Fuirena robusta* Kunth (Cyperaceae).
- Donn, G., Bewick, T., Gaffney, J., McDonald, S., Chase, C., Johnson, E. 1997. Ecology, physiology, and management of cogongrass (*Imperata cylindrica*). Publication No. 03-107-140. Gainesville, FL: University of Florida. 128 p.
- Edwards, D., and Musil, C. 1975. *Eichhornia crassipes* in South Africa-a general review. *Journal of the Limnological Society of southern Africa*, 1(1), 23-27. <https://doi.org/10.1080/03779688.1975.9632904>

- Endress, P. 1994. Evolutionary aspects of the floral structure in *Ceratophyllum* (pp. 175-183). Springer Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6910-0_10
- Engel, M., Bakels, F. 1980. Nectar and pollen resources for stingless bees (Meliponinae, Hymenoptera) in Surinam (South America). *Apidologie*, 11(4), 341-350.
- Erbar, C., Porembski, S., Leins, P. 2005. Contributions to the systematic position of *Hydrolea* (Hydroleaceae) based on floral development. *Plant Systematics and Evolution*, 252, 71-83. <https://doi.org/10.1007/s00606-004-0263-7>
- Erbar, C. 1995. On the floral development of *Sphenoclea zeylanica* (Sphenocleaceae, Campanulales) SEM-investigations on herbarium material. *Bot Jahrb Syst*, 117, 469-483.
- Eriksen, B. 1993. Floral anatomy and morphology in the Polygalaceae. *Plant Systematics and Evolution*, 186, 17-32. <https://doi.org/10.1007/BF00937711>
- Faden, R. 1992. Floral attraction and floral hairs in the Commelinaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 46-52. <https://doi.org/10.2307/2399808>
- Fava, W., and Gomes, V. 2017. “Back-to-bud” strategy in *Nymphaea amazonum* (Nymphaeaceae): A protogynous macrophyte of the Pantanal wetlands. *Aquatic botany*, 140, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2017.04.001>
- Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso: 10 dez. 2023.
- Flora of Nicaragua, 2020. Flora of Nicaragua. (Flora de Nicaragua.) In: Flora de Nicaragua. St. Louis, MO, USA: Missouri Botanical Garden. <http://tropicos.org/Project/FN>
- Freitas, L., and Sazima, M. 2009. Floral biology and mechanisms of spontaneous self-pollination in five neotropical species of Gentianaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 160(4), 357-368. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00989.x>

- Fromm, J., Hajirezaei, M., Wilke, I. 1995. The biochemical response of electrical signaling in the reproductive system of Hibiscus plants. *Plant physiology*, 109(2), 375-384. <https://doi.org/10.1104/pp.109.2.375>
- Giehl, E. 2023. Flora digital do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. URL: <http://floradigital.ufsc.br>
- Glinos, E., and Cocucci, A. 2011. Pollination biology of *Canna indica* (Cannaceae) with particular reference to the functional morphology of the style. *Plant systematics and evolution*, 291, 49-58. <https://doi.org/10.1007/s00606-010-0379-x>
- Gonçalez, V. 2013. *Melochia L.* (Byttnerioideae, Malvaceae) na região sudeste do Brasil (Doctoral dissertation, Instituto de Botânica).
- Graham, S., Freudenstein, J., Luker, M. 2006. A phylogenetic study of *Cuphea* (Lythraceae) based on morphology and nuclear rDNA ITS sequences. *Systematic Botany*, 31(4), 764-778. <https://doi.org/10.1600/036364406779696004>
- Gumbert, A., and Kunze, J. 1999. Inflorescence Height Affects Visitation Behavior of Bees—A Case Study of an Aquatic Plant Community in Bolivia 1. *Biotropica*, 31(3), 466-477. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00389.x>
- Gupta, K., Upadhyay, S., Rathi, N., Singh, S., Gururani, P. 2019. Determination of Antioxidant content in prepared *Syzygium aromaticum* and *Bacopa monnieri* mixed honey. *The Pharma Innovation Journal*, 8(5), 575-579.
- Harley, R., and Pastore, J. 2012. A generic revision and new combinations in the Hyptidinae (Lamiaceae), based on molecular and morphological evidence. *Phytotaxa*, 58, 1-55. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.58.1.1>
- Haynes, R., and Nielsen, L. 1994. The alismataceae. *Flora neotropica*, 1-112. <https://www.jstor.org/stable/4393851>
- Hespenheide, H. 1985. Insect visitors to extrafloral nectaries of *Byttneria aculeata* (Sterculiaceae): relative importance and roles. *Ecological Entomology*, 10(2), 191-204. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1985.tb00548.x>

- Hobbhahn, N., Küchmeister, H., Porembski, S. 2006. Pollination biology of mass flowering terrestrial Utricularia species (Lentibulariaceae) in the Indian Western Ghats. *Plant Biology*, 8(06), 791-804. DOI: [10.1055/s-2006-924566](https://doi.org/10.1055/s-2006-924566)
- Horn, C. 2020. Two new species of *Heteranthera* (Pontederiaceae) in North America. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.17348/jbrit.v14.i1.886>
- Huang, S., Guo, Y., Robert, G., Shi, Y., Sun, K. 2001. Mechanism of underwater pollination in *Najas marina* (Najadaceae). *Aquatic Botany*, 70(1), 67-78. [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(00\)00141-](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(00)00141-)
- Jabłoński, B., and Kołtowski, Z. 2005. Nectar secretion and honey potential of honey plants growing under Poland's conditions. *Journal of Apicultural Science*, 49, 59-63.
- Jones, C. 1969. A revision of the genus *Cyclanthera* (Cucurbitaceae). Indiana University.
- Kambli, S., Khaire, P., Kushwaha, M. 2022. Ayurvedic, Phytochemical and Pharmacological Information of *Bhringraj* (*Eclipta alba*): A Review. DOI: [10.20959/wjpr202215-26034](https://doi.org/10.20959/wjpr202215-26034)
- Kamer, H., Maas, P. 2008. The Cannaceae of the world. *Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 53(2), 247-318. <https://doi.org/10.3767/000651908X607945>
- Kawakita, A. 2010. Evolution of obligate pollination mutualism in the tribe Phyllanthae (Phyllanthaceae). *Plant Species Biology*, 25(1), 3-19. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2009.00266.x>
- Kellogg, E. 2016. Flowering Plants. Monocots. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15332-2>
- Kevan, P. 1989. How honey bees forage for pollen at skunk cabbage, *Symplocarpus foetidus* (Araceae). *Apidologie*, 20(6), 485-490.

- Khan, I., Jan, S., Shinwari, Z., Ali, M., Khan, Y., Kumar, T. 2017. Ethnobotany and medicinal uses of folklore medicinal plants belonging to family Acanthaceae: An updated review. *MOJ Biol Med*, 1(2), 34-38.
- Kock, C., Minnaar, C., Lunau, K., Wester, P., Verhoeven, C., Schulze, M., Anderson, B. 2018. The functional role of the keel crest in *Polygala myrtifolia* (Polygalaceae) and its effects on pollinator visitation success. *South African journal of botany*, 118, 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.06.011>
- Kodela, P., Jobson, R. 2018. *Hydrocleys nymphoides* (Alismataceae) naturalised in New South Wales waterways. *Telopea*, 21, 167-173. <https://doi.org/10.7751/telopea12960>
- Kral, R. 1978. A synopsis of *Fuirena* (Cyperaceae) for the Americas north of South America. *Sida, Contributions to Botany*, 7(4), 309-354. <https://www.jstor.org/stable/23909562>
- Krattinger, K. 1975. Genetic mobility in *Typha*. *Aquatic Botany*, 1, 57-70. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(75\)90007-8](https://doi.org/10.1016/0304-3770(75)90007-8)
- Kumari, I., and Kumar, R. 2017. *Parthenium hysterophorus* and *Cyperus rotundus*: alternative sources of food for Honeybees during dearth period. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 14(3), 1177-1180. <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2558>
- Lehtonen, S. 2009. Systematics of the Alismataceae - A morphological evaluation. *Aquatic Botany*, 91(4), 279-290. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2009.08.002>
- Lewis, D. 2000. A revision of the New World species of *Lindernia* (Scrophulariaceae). *Castanea*, 93-122. <https://www.jstor.org/stable/4034109>
- Lin-De, L., Zhong-Li, W., Wei, T., Heng, S., Lin-De, L., Li, W., Heng, S. 1998. The pollination biology of *Eleutherococcus senticosus* (Araliaceae). *Journal of Systematics and Evolution*, 36(1), 19.
- Lonard, R., Judd, F., Stalter, R. 2015. Biological Flora of Coastal Dunes and Wetlands: *Paspalum vaginatum* Sw. *Journal of Coastal Research*, 31(1), 213-223. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00022.1>

- Lóz, S. 2022. Flora do Rio Grande do Norte: Araceae (Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte). <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/46920>
- Lowden, R. 1973. Revision of the genus *Pontederia* L. *Rhodora*, 75(803), 426-487. URL: <https://www.jstor.org/stable/pdf/23311253>
- Luz, C., Chaves, S., Cano, C. 2021. Botanical and geographical origins of honey samples from Pantanal (Mato Grosso and Mato Grosso do Sul states, Brazil) certificated by melissopalynology, *Grana*, 60:3, 189-216, DOI: [10.1080/00173134.2020.1815831](https://doi.org/10.1080/00173134.2020.1815831)
- Machío, I., Zamora, J., Sierra, J., Pastor, J., Mazuecos, M., Mejías, P. 2022. Insect pollination in temperate sedges? A case study in *Rhynchospora alba* (Cyperaceae). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 156(1), 196-202. <https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1845846>
- Magalhães, A., Ruiz, A., Flach, A., Faria, A., Magalhães, E., Maria do Carmo, E. 2005. Floral scent of *Eleocharis elegans* (Kunth) Roem. & Schult. (Cyperaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, 33(7), 675-679. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2004.12.00>
- Manktelow, M. 2000. The filament curtain: a structure important to systematics and pollination biology in the Acanthaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 133(2), 129-160. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2000.tb01539.x>
- Martins, A., and Santos, I. 2013. Floral-oil-producing Plantaginaceae species: geographical distribution, pollinator rewards and interactions with oil-collecting bees. *Biota Neotropica*, 13, 77-89. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000400008>
- Martins, A., Scherz, M., Renner, S. 2014. Several origins of floral oil in the Angelonieae, a southern hemisphere disjunct clade of Plantaginaceae. *American Journal of Botany*, 101(12), 2113-2120. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400470>
- Maruyama, P., Bugoni, J., Sazima, M. 2013. Lobo em pele de cordeiro? Pilhagem de néctar por *Phaethornis ruber* em *Canna paniculata* (Cannaceae). 64° Congresso Nacional de Botânica.
- Mattrick, C. 2001. *Rotala ramosior* (L.) Koehne Toothcup. Electronic Document: www.newfs.org.

- Mathur, S., and Kumar, S. 2001. Reproductive biology of *Bacopa monnieri*. *Journal of Genetics & Breeding*, 55(2), 101-109.
- Matsui, T., Kobayasi, K., Yoshimoto, M., Hasegawa, T., Tian, X. 2020. Dependence of pollination and fertilization in rice (*Oryza sativa* L.) on floret height within the canopy. *Field Crops Research*, 249, 107741. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107741>
- Massey, J. 1971. *Pollination Biology of Polygala Alba*, Nutt. (Polygalaceae). The University of Oklahoma.
- McDonald, S., Shilling, D., Okoli, C., Bewick, T., Gordon, D., Hall, D., Smith, R. 1996. Population dynamics of cogongrass, *Imperata cylindrica*. In: *Weed science meets the press; 1996 January 15-17; Charlotte, NC*. In: *Proceedings, Southern Weed Science Society*. Champagne, IL: Southern Weed Science Society: 49: 156.
- Mendaçolli, S. 2007. Rubiaceae. *Flora fanerogâmica do estado de São Paulo*, 5, 259-460. Online resource link: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2016/02/Rubiaceae.pdf>
- Meza Quispe, B. 2020. Caracterización morfológica de las accesiones de dos especies del género *Cyclanthera* de las colecciones del Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agrária (INIA). <https://hdl.handle.net/20.500.12672/15449>
- Miller, N. 1971. The Polygalaceae in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum*, 52(2), 267-284. <https://www.jstor.org/stable/43781726>
- Montgomery, C. 2020. *The electric ecology of bumblebees* (Doctoral dissertation, University of Bristol).
- Moreira, S., Pott, A., Pott, V., Junior, G. 2011. Structure of pond vegetation of a vereda in the Brazilian Cerrado. *Rodriguésia*, 62, 721-729. <https://doi.org/10.1590/S2175-78602011000400002>
- Morales, J. 2009. Estudios en las Apocynaceae neotropicales XXXVII: monografía del género *Rhabdadenia* (Apocynoideae: Echiteae). *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 541-564. <https://www.jstor.org/stable/41971838>

- Myint, N., and Thi, C. 2020. Study on Pollen morphology of some insect pollinated plants. Myanmar Korea Conference Research Journal Volume 3, No.2
- Oleques, S., Chies, T., Avila, R. 2021. Elucidating plant-pollinator interactions in South Brazilian grasslands: What do we know and where are we going?. Acta Botanica Brasilica, 35, 323-338. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0225>
- Ollerton, J., Schumann, S., Endress, M., Meve, U., Rech, A., Shuttleworth, A., Quirino, Z. 2019. The diversity and evolution of pollination systems in large plant clades: Apocynaceae as a case study. Annals of Botany, 123(2), 311-325 <https://doi.org/10.1093/aob/mcy127>
- Oriani, A., and Scatena, V. 2011. Reproductive biology of Abolboda pulchella and A. poarchon (Xyridaceae: Poales). Annals of Botany, 107(4), 611-619. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr008>
- Oriani, A., and Scatena, V. 2012. Floral anatomy of Xyrids (Poales): Contributions to their reproductive biology, taxonomy and phylogeny. International Journal of plant Sciences 173:7, 767-779 pp. DOI: 10.1086/666664
- Ornduff, R., and Mosquin, T. 1970. Variation in the spectral qualities of flowers in the Nymphoides indica complex (Menyanthaceae) and its possible adaptive significance. Canadian journal of botany, 48(3), 603-605. <https://doi.org/10.1139/b70-082>
- Osborn, J., Taylor, T., Schneider, E. 1991. Pollen morphology and ultrastructure of the Cabombaceae: correlations with pollination biology. American Journal of Botany, 78(10), 1367-1378. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1991.tb12603.x>
- Parker, F., and Tepedino, V. 1990. Bee pollination of Cuphea (Lythraceae) species in greenhouse and field. Pan-Pacific Entomologist, 66(1), 9-12.
- Paucar, J. 2017. Morfologia e anatomia dos apêndices petalares na tribo Schwenckieae (Solanaceae). Tese de mestrado, Programa de Pós graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais. Id resource: <http://hdl.handle.net/1843/35308> [09/2023]
- Paucar, J., Isaias, R., Stehmann, J. 2020. Unravelling the structure and function of the petal appendages in the tribe Schwenckieae (Solanaceae). Plant Biology, 22(2), 146-156. <https://doi.org/10.1111/plb.13061>

- Pellegrini, M. 2019. Sistemática de Commelinales com ênfase em linhagens neotropicais. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Pellegrini, M; Faden, R; de Almeida, R. 2016. Taxonomic revision of Neotropical *Murdannia* Royle (Commelinaceae). *Phytokeys*, 74: 35-78 pp. [DOI10.3897/phytokeys.74.9835](https://doi.org/10.3897/phytokeys.74.9835)
- Percival, M. 1947. Pollen collection by *Apis mellifera*. *The New Phytologist*, 46(1), 142-173. <https://www.jstor.org/stable/2430747>
- Pereira, G. 2007. A família Rubiaceae Juss. na vegetação ripária de um trecho do alto rio Paraná, Brasil, com ênfase na tribo Spermaceae (Doctoral dissertation, Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Biologia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais.).
- Pinheiro, P., Gonçalves, E., Navarro, D., Avellaneda, L., Maia, A. 2017. Floral scent chemistry and pollination in the Neotropical aroid genus *Xanthosoma* (Araceae). *Flora*, 231, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.03.006>
- Pott, V., and Pott, A. 2000. Plantas aquáticas do Pantanal. Embrapa Brasília-DF. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/806137>
- Pott, V., and Pott, A. 2022. Aquatic Plants. In *Flora and Vegetation of the Pantanal Wetland* (pp. 229-288). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83375-6_4
- Raju, P., and Raju, A. 2013. Mixed breeding system and entomophily in *Malachra capitata* L.(malvaceae). *Taprobanica: The Journal of Asian Biodiversity*, 5(2).
- Raju, A., and Rani, D. 2016. Pollination ecology of *Sida acuta*, *S. cordata* and *S. cordifolia* (Malvaceae). *Phytologia Balcanica*, 22(3).
- Rathcke, B. 2000. Birds, pollination reliability, and green flowers in an endemic island shrub, *Pavonia bahamensis* (Malvaceae). *Rhodora*, 392-414. <https://www.jstor.org/stable/23313456>

- Reddi, C., Raju, N., Rao, M. 2010. Pollination and seed set in tropical wetland grasses. *Nordic Journal of Botany*, 28(3), 354-365. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2009.00567.x>
- Renner, S. 1989. A survey of reproductive biology in Neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 496-518. <https://doi.org/10.2307/2399497>
- Ribeiro, M., Silva, E., Rizzardo, R. 2006. Who is pollinating *Stemodia pratensis* (Scrophulariaceae) in lençóis, Bahia?. *Biologia e Ecologia da Polinização*, 83.
- Roberts, J., Florentine, S. 2022. A global review of the invasive aquatic weed *Cabomba caroliniana* [A.Gray](Carolina fanwort): Current and future management challenges, and research gaps. *Weed Research*, 62(1), 75-84. <https://doi.org/10.1111/wre.12518>
- Robledo, C., Kattan, G., Murcia, C., Marín, P. 2004. Beetle pollination and fruit predation of *Xanthosoma daguense* (Araceae) in an Andean cloud forest in Colombia. *Journal of Tropical Ecology*, 20(4), 459-469. [doi:10.1017/S0266467404001610](https://doi.org/10.1017/S0266467404001610)
- Rønsted, N. 2011. *Diversity, Phylogeny, and Evolution in the Monocotyledons*, O. Seberg, G. Petersen, AS Barfod, JI Davis (Eds.), Aarhus University Press, Aarhus, Denmark, 2010, Price€ 53.95, Soft cover, 663 pages, ISBN: 978-87-7934-398-6, [Website: www.unipress.dk](http://www.unipress.dk).
- Rosatti, T. 1986). The genera of Sphenocleaceae and Campanulaceae in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum*, 67(1), 1-64. <https://www.jstor.org/stable/43782180>
- Roubik, D., Winter, K. 1996. A Study of Flowering and Pollen Characteristics in a Tropical Herb Under Elevated CO₂ Treatment. *Tropics*, 6(1/2), 149-152. <https://doi.org/10.3759/tropics.6.149>
- Salinas, A., Lavin, M., Snak, C., Lewis, G. 2022. Systematics of *Vigna* subgenus *Lasiospron* (Leguminosae: Papilionoideae: Phaseolinae). *Systematic Botany*, 47(1), 97-124. <https://doi.org/10.1600/036364422X16442668423428>

Sandoval, J. 2023. *Sphenoclea zeylanica* (gooseweed). View the datasheet online: [HTTPS://WWW.CABI.ORG/METADATA/DATASHEET/51031](https://www.cabi.org/METADATA/DATASHEET/51031)

Santiago, M., Rodríguez, S., Mikel, M., Oyama, K., Rodríguez, A., Quesada, M. 2019. The role of pollination effectiveness on the attributes of interaction networks: from floral visitation to plant fitness. *Ecology*, 100(10), e02803. <https://doi.org/10.1002/ecy.2803>

Sazima, I., Buzato, S., Sazima, M. 1995. The saw-billed hermit *Ramphodon naevius* and its flowers in southeastern Brazil. *Journal für ornithologie*, 136, 195-206. <https://doi.org/10.1007/BF01651241>

Scatigna, A., Mota, N., Viana, P. 2017. *Buchnera carajasensis* (Orobanchaceae), a new species from the canga vegetation of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil. *Kew Bulletin*, 72, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s12225-017-9698-1>

Silva, C., Watanabe, M., Brito, R., Giannini, T. 2018. Produção Técnica. ITV DS. [DOI 10.29223](https://doi.org/10.29223)

Simão, C., Alves, F., Barros, A., Simão, P., Pott, A., Aoki, C. 2021. Reproductive phenology of aquatic macrophytes in the Cerrado-Pantanal ecotone. *Acta Botanica Brasilica*, 35, 92-103. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0364>

Singer, R., and Sazima, M. 2001. Flower morphology and pollination mechanism in three sympatric *Goodyerinae* orchids from southeastern Brazil. *Annals of Botany*, 88(6), 989-997. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1534>

Smith, S. 1967. Experimental and natural hybrids in north American *Typha* (Typhaceae). *American Midland Naturalist*, 257-287. <https://doi.org/10.2307/2485231>

Somme, L., Vanderplanck, M., Michez, D., Lombaerde, I., Moerman, R., Wathelet, B., Jacquemart, A. 2015. Pollen and nectar quality drive the major and minor floral choices of bumble bees. *Apidologie*, 46, 92-106. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0307-0>

Sosa, M., Moroni, P., O'Leary, N. 2018. A taxonomic revision of the genus *Bacopa* (Gratiolateae, Plantaginaceae) in Argentina. *Phytotaxa*, 336(1), 1-27.

Souza, A., Westerkamp, C., Freitas, B. 2011. Ipomoea bahiensis pollinators: Bees or butterflies?. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 206(7), 662-667. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2011.02.002>

Souza, C., Maruyama, P., Santos, K., Varassin, I., Gross, C., Araujo, A. 2021. Plant-centred sampling estimates higher beta diversity of interactions than pollinator-based sampling across habitats. New Phytologist, 230(6), 2501-2512. <https://doi.org/10.1111/nph.17334>

Sousa, D. 2023. Pontederiaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB13740>.

Srivastava, P., Gudipati, T. 2019. Analysis of Genetic Variation Among The Accessions of Bacopa Monnieri Collected From Regions of Madhya Pradesh Using RapD. Advance and Innovative Research, 63.

Takahashi, M. 1995. Development of structure-less pollen wall in Ceratophyllum demersum L. (Ceratophyllaceae). Journal of Plant Research, 108, 205-208. <https://doi.org/10.1007/BF02344345>

Tanaka, N., Setoguchi, H., Murata, J. 1997. Phylogeny of the family Hydrocharitaceae inferred from rbcL and matK gene sequence data. Journal of Plant Research, 110, 329-337. <https://doi.org/10.1007/BF02524931>

Tao, Z., Ren, Z., Bernhardt, P., Wang, W., Liang, H., Li, H., Wang, H. 2018. Nocturnal hawkmoth and noctuid moth pollination of Habenaria limprichtii (Orchidaceae) in sub-alpine meadows of the Yulong Snow Mountain (Yunnan, China). Botanical Journal of the Linnean Society, 187(3), 483-498. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boy023>

Tomas, W., and Salis, S. 2000. Diet of the marsh deer (Blastocerus dichotomus) in the Pantanal wetland, Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 35(3), 165-172. <https://doi.org/10.1076/snfe.35.3.165.8861>

Topham, M., and Beardsley, J. 1975. Influence of nectar source plants on the New Guinea sugarcane weevil parasite, Lixophaga sphenophori (Villeneuve).

- Tripp, E., and Manos, P. 2008. Is floral specialization an evolutionary dead-end? Pollination system transitions in *Ruellia* (Acanthaceae). *Evolution*, 62(7), 1712-1737. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2008.00398.x>
- VanBuren, R., Man Wai, C., Pardo, J., Giarola, V., Ambrosini, S., Song, X., Bartels, D. 2018. Desiccation tolerance evolved through gene duplication and network rewiring in *Lindernia*. *The Plant Cell*, 30(12), 2943-2958. <https://doi.org/10.1105/tpc.18.00517>
- Veasey, E., Vencovsky, R., Martins, P., Bandel, G. 2002. Germplasm characterization of *Sesbania* accessions based on isozyme analyses. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49(5), 449-462. <https://doi.org/10.1023/A:1020998913573>
- Veasey, E., Vencovsky, R., Martins, P., Bandel, G. 2002. Germplasm characterization of *Sesbania* accessions based on isozyme analyses. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49(5), 449-462. <https://doi.org/10.1023/A:1020998913573>
- Veena, V., and Nampy, S. 2019. Induced cleistogamy: A strategy for reproductive assurance in *Murdannia nudiflora* (Commelinaceae). *Botany*, 97(10), 547-557. <https://doi.org/10.1139/cjb-2019-0007>
- Veldkamp, J., Duistermaat, H., Wong, K., Middleton, D. 2019. Poaceae (Gramineae). *Flora of Singapore*, 7, 219-501. [Doi: 10.26492/fof7.2019-07](https://doi.org/10.26492/fof7.2019-07)
- Vilar, T. 2009. Acanthaceae Juss. no Distrito Federal, Brasil. <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/4455>
- Vrijdaghs, A., De Block, P., Verstraete, B., Groeninckx, I., Smets, E., Desein, S. 2015. A developmental model for the corolla in Rubiaceae. Cryptic character states in corollas of the Spermaceae alliance. *Plant Ecology and Evolution*, 148(2), 237-255. [DOI: 10.5091/plecevo.2015.1088](https://doi.org/10.5091/plecevo.2015.1088)
- Watson, L. 1992. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification and information retrieval. <http://biodiversity.uno.edu/delta.htm>.
- Webster, G. 1994. Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 3-32. <https://doi.org/10.2307/2399908>

- Westerkamp, C., and Weber, A. 1999. Keel flowers of the Polygalaceae and Fabaceae: a functional comparison. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 129(3), 207-221. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1999.tb00501.x>
- Western Australian Herbarium. 1998. Florabase—the Western Australian Flora. Department of Biodiversity, Conservation and Attractions. <https://florabase.dbca.wa.gov.au/> (Accessed 20 September 2023).
- WFO .2023. *Heteranthera limosa* Willd. Published on the Internet; <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000441523>. Accessed on: 19 Sep 2023.
- Wiersema, J. 1988. Reproductive biology of *Nymphaea* (Nymphaeaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 795-804; <https://doi.org/10.2307/2399367>
- Win, A., Tanaka, T., Matsui, T. 2020. Panicle inclination influences pollination stability of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Production Science*, 23(1), 60-68. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2019.1698971>
- Windler, D. 1966. A revision of the genus *Neptunia* (Leguminosae). *Australian Journal of Botany*, 14(3), 379-420.
- Whitlock, B., Bayer, C., Baum, D. 2001. Phylogenetic relationships and floral evolution of the Byttnerioideae (“Sterculiaceae” or Malvaceae sl) based on sequences of the chloroplast gene, *ndhF*. *Systematic Botany*, 26(2), 420-437. <https://doi.org/10.1043/0363-6445-26.2.420>
- Wong, M., Lim, C., Wilson, J. 2015. DNA barcoding implicates 23 species and four orders as potential pollinators of Chinese knotweed (*Persicaria chinensis*) in Peninsular Malaysia. *Bulletin of Entomological Research*, 105(4), 515-520. Simmonds, N. 1945. *Polygonum persicaria* L. *Journal of Ecology*, 33(1), 121-131. [doi:10.1017/S0007485315000358](https://doi.org/10.1017/S0007485315000358)
- Woodson, R., Schery, R., D’Arcy, W. 1979. Flora of Panama. Part IX. Family 171. Scrophulariaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66(2), 173–274. <https://doi.org/10.2307/2398908>

Yano, O., Ikeda, H., Pendry, C., Bhatta, G. 2013. Insect pollination in snow white sedge, *Cyperus niveus* (Cyperaceae), from far west Nepal. *Journal of Japanese Botany*, 88(2), 119.

Zhang, W., and Gao, J. 2021. A comparative study on the reproductive success of two rewarding *Habenaria* species (Orchidaceae) occurring in roadside verge habitats. *BMC Plant Biology*, 21(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-02968-w>

ANEXO I

Normas da revista Aquatic Botany

Preparação

Consultas

Para dúvidas sobre o processo editorial (incluindo o status dos manuscritos em revisão) ou para suporte técnico nas submissões, visite nosso site. [Centro de Apoio](#).

Revisão por pares

Este periódico opera um processo único de revisão anônima. Todas as contribuições serão inicialmente avaliadas pelo editor quanto à adequação à revista. Os artigos considerados adequados são normalmente enviados a um mínimo de dois revisores especialistas independentes para avaliar a qualidade científica do artigo. O Editor é responsável pela decisão final quanto à aceitação ou rejeição dos artigos. A decisão do Editor é final. Os editores não estão envolvidos em decisões sobre artigos que eles próprios escreveram ou que foram escritos por familiares ou colegas ou que se relacionam com produtos ou serviços nos quais o editor tenha interesse. Qualquer submissão deste tipo está sujeita a todos os procedimentos habituais da revista, com revisão por pares realizada independentemente do editor relevante e de seus grupos de pesquisa. [Mais informações sobre os tipos de revisão por pares](#).

Utilização de software de processamento de texto

É importante que o arquivo seja salvo no formato nativo do processador de texto utilizado. O texto deve estar no formato de coluna única. O documento deve ter números de linha inseridos. Mantenha o layout do texto o mais simples possível. A maioria dos códigos de formatação serão removidos e substituídos no processamento do artigo. Em particular, não utilize as opções do processador de texto para justificar texto ou hifenizar palavras. No entanto, use negrito, itálico, subscritos, sobrescritos, etc. Ao preparar tabelas, se estiver usando uma grade de tabela, use apenas uma grade para cada tabela individual e não uma grade para cada linha. Se nenhuma grade for usada, use tabulações, e não espaços, para

alinhar colunas. O texto eletrônico deve ser preparado de forma muito semelhante à dos manuscritos convencionais (ver também o Guia para Publicação com Elsevier: <https://www.elsevier.com/guidepublication>). Observe que os arquivos de origem de figuras, tabelas e gráficos de texto serão necessários independentemente de você incorporar ou não suas figuras no texto. Veja também a seção sobre arte eletrônica. Para evitar erros desnecessários, é altamente recomendável usar as funções de 'verificação ortográfica' e 'verificação gramatical' do seu processador de texto.

Estrutura do artigo

Subdivisão – seções numeradas

Divida seu artigo em seções claramente definidas e numeradas. As subseções devem ser numeradas 1.1 (depois 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (o resumo não está incluído na numeração das seções). Utilize esta numeração também para referências cruzadas internas: não se refira apenas ao “texto”. Qualquer subseção pode receber um título breve. Cada título deve aparecer em sua própria linha separada.

Introdução

Expor os objetivos do trabalho e fornecer uma fundamentação adequada, evitando um levantamento bibliográfico detalhado ou um resumo dos resultados.

Experimental

Forneça detalhes suficientes para permitir a reprodução do trabalho. Os métodos já publicados devem ser indicados por uma referência: apenas as modificações relevantes devem ser descritas.

Resultados

Os resultados devem ser claros e concisos.

Discussão

Deve explorar o significado dos resultados do trabalho e não repeti-los. Uma seção combinada de Resultados e Discussão é apropriada para comunicações curtas ou quando os resultados não podem ser facilmente apresentados sem interpretação direta. Evite citações extensas e discussões da literatura publicada. As principais conclusões do estudo devem ser apresentadas num breve parágrafo final no final da discussão.

Apêndices

Se houver mais de um apêndice, eles devem ser identificados como A, B, etc. As fórmulas e equações nos apêndices devem receber numeração separada: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; em um apêndice subsequente, Eq. (B.1) e assim por diante. Da mesma forma para tabelas e figuras: Tabela A.1; Figura A.1, etc.

Informações essenciais da página de título

- **Título.** Conciso e informativo. Os títulos são frequentemente usados em sistemas de recuperação de informações. Evite abreviações e fórmulas sempre que possível.
- **Nomes e afiliações dos autores.** Por favor, indique claramente o(s) nome(s) e sobrenome(s) de cada autor e verifique se todos os nomes estão escritos corretamente. Você pode adicionar seu nome entre parênteses em sua própria escrita, atrás da transliteração em inglês. Apresentar os endereços de afiliação dos autores (onde o trabalho real foi realizado) abaixo dos nomes. Indique todas as afiliações com uma letra minúscula sobrescrita imediatamente após o nome do autor e antes do endereço apropriado. Forneça o endereço postal completo de cada afiliação, incluindo o nome do país e, se disponível, o endereço de e-mail de cada autor.
- **Autor correspondente.** Indique claramente quem tratará da correspondência em todas as fases de arbitragem e publicação, inclusive pós-publicação. Esta responsabilidade inclui responder a quaisquer dúvidas futuras sobre Metodologia e Materiais. **Certifique-se de que o endereço de e-mail seja fornecido e que os dados de contato sejam mantidos atualizados pelo autor correspondente.**
- **Endereço atual/permanente.** Se um autor se mudou desde a conclusão do trabalho descrito no artigo, ou estava de visita no momento, um 'Endereço atual' (ou 'Endereço permanente') pode ser indicado como nota de rodapé ao nome desse autor. O endereço onde o autor realmente realizou o trabalho deve ser mantido como endereço principal de afiliação. Números arábicos sobrescritos são usados para tais notas de rodapé.

Destaques

Os destaques são obrigatórios para esta revista, pois ajudam a aumentar a descoberta do seu artigo através dos motores de busca. Eles consistem em uma pequena coleção de marcadores

que capturam os novos resultados de sua pesquisa, bem como os novos métodos que foram usados durante o estudo (se houver). Por favor, dê uma olhada no [exemplo Destaques](#).

Os destaques deverão ser submetidos em arquivo editável separado no sistema de submissão on-line. Use 'Destaques' no nome do arquivo e inclua de 3 a 5 marcadores (máximo de 85 caracteres, incluindo espaços, por marcador).

Resumo

É necessário um resumo conciso e factual, com no máximo 250 palavras. O resumo deve indicar resumidamente o objetivo da pesquisa, os principais resultados e principais conclusões. Um resumo é frequentemente apresentado separado do artigo, por isso deve ser independente. Por esta razão, as referências devem ser evitadas, mas se forem essenciais, devem ser citadas na íntegra, sem referência à lista de referências. Além disso, abreviaturas fora do padrão ou incomuns devem ser evitadas, mas se essenciais, devem ser definidas na primeira menção no próprio resumo.

Resumo gráfico

Embora o resumo gráfico seja opcional, seu uso é incentivado, pois chama mais atenção para o artigo online. O resumo gráfico deve resumir o conteúdo do artigo de forma concisa e pictórica, projetada para captar a atenção de um amplo público leitor. Os resumos gráficos deverão ser submetidos em arquivo separado no sistema de submissão on-line. Tamanho da imagem: Forneça uma imagem com no mínimo 531 × 1328 pixels (altura × largura) ou proporcionalmente mais. A imagem deve ser legível no tamanho de 5 × 13 cm usando uma resolução de tela normal de 96 dpi. Tipos de arquivo preferidos: arquivos TIFF, EPS, PDF ou MS Office. Você pode ver [Exemplo de resumos gráficos](#) em nosso site de informações.

Palavras-chave

Imediatamente após o resumo, fornecer palavras-chave, utilizando a grafia americana e evitando termos gerais, plurais e conceitos múltiplos (evitar, por exemplo, “e”, “de”). Seja poupado com abreviaturas: apenas abreviaturas firmemente estabelecidas na área podem ser elegíveis. Essas palavras-chave serão usadas para fins de indexação.

Abreviaturas

Definir abreviaturas que não sejam padronizadas neste campo em nota de rodapé a ser colocada na primeira página do artigo. Tais abreviaturas que são inevitáveis no resumo devem ser definidas na sua primeira menção, bem como na nota de rodapé. Garanta a consistência das abreviações ao longo do artigo.

Agradecimentos

Agrupe os agradecimentos em uma seção separada no final do artigo antes das referências e, portanto, não os inclua na página de título, como nota de rodapé ao título ou de outra forma. Liste aqui as pessoas que forneceram ajuda durante a pesquisa (por exemplo, fornecendo ajuda linguística, assistência na redação ou revisão do artigo, etc.).

Formatação das fontes de financiamento

Liste as fontes de financiamento desta forma padrão para facilitar o cumprimento dos requisitos do financiador:

Financiamento: Este trabalho foi apoiado pelos Institutos Nacionais de Saúde [números de subvenção xxxx, yyyy]; a Fundação Bill & Melinda Gates, Seattle, WA [número de concessão zzzz]; e os Institutos de Paz dos Estados Unidos [número da concessão aaaa].

Não é necessário incluir descrições detalhadas sobre o programa ou tipo de bolsas e prêmios. Quando o financiamento vier de uma doação em bloco ou de outros recursos disponíveis para uma universidade, faculdade ou outra instituição de pesquisa, envie o nome do instituto ou organização que forneceu o financiamento.

Se nenhum financiamento tiver sido fornecido para a pesquisa, recomenda-se incluir a seguinte frase:

Esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de financiamento dos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Nomenclatura e unidades

Siga regras e convenções internacionalmente aceitas: use o sistema internacional de unidades (SI). Se forem mencionadas outras grandezas, indique o seu equivalente em SI.

Notas de rodapé

As notas de rodapé devem ser usadas com moderação. Numere-os consecutivamente ao longo do artigo. Muitos processadores de texto podem incluir notas de rodapé no texto e esse recurso pode ser usado. Caso contrário, indique a posição das notas de rodapé no texto e liste as próprias notas de rodapé separadamente no final do artigo. Não inclua notas de rodapé na lista de referências.

Obra de arte

Arte eletrônica

Pontos gerais

- Certifique-se de usar letras e tamanhos uniformes em sua arte original.
- Incorpore as fontes usadas se o aplicativo oferecer essa opção.
- Procure usar as seguintes fontes em suas ilustrações: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol ou use fontes semelhantes.
- Numere as ilustrações de acordo com sua sequência no texto.
- Use uma convenção de nomenclatura lógica para seus arquivos de arte.
- Forneça legendas para as ilustrações separadamente.
- Dimensionar as ilustrações próximas às dimensões desejadas da versão publicada.
- Envie cada ilustração como um arquivo separado.
- Garantir que as imagens coloridas sejam acessíveis a todos, incluindo aqueles com deficiência visual de cores.

Uma detalhada [guia sobre arte eletrônica](#) está disponível.

Recomendamos que você visite este site; alguns trechos das informações detalhadas são fornecidos aqui.

Formatos

Se o seu trabalho artístico eletrônico for criado em um aplicativo do Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel), forneça 'como está' no formato de documento nativo.

Independentemente do aplicativo usado que não seja o Microsoft Office, quando seu trabalho artístico eletrônico for finalizado, 'Salve como' ou converta as imagens para um dos seguintes formatos (observe os requisitos de resolução para desenhos de linha, meios-tons e combinações de linha/meio-tom fornecidos abaixo):

EPS (ou PDF): Desenhos vetoriais, incorpora todas as fontes usadas.

TIFF (ou JPEG): Fotografias coloridas ou em tons de cinza (meios-tons), com no mínimo 300 dpi.

TIFF (ou JPEG): desenhos de linhas em bitmap (pixels pretos e brancos puros), com no mínimo 1000 dpi.

TIFF (ou JPEG): Combinações de linha/meio-tom em bitmap (cores ou tons de cinza), mantendo no mínimo 500 dpi.

Por favor, não:

- Forneça arquivos otimizados para uso na tela (por exemplo, GIF, BMP, PICT, WPG); normalmente têm um número baixo de pixels e um conjunto limitado de cores;
- Fornecer arquivos com resolução muito baixa;
- Envie gráficos desproporcionalmente grandes para o conteúdo.

Arte colorida

Certifique-se de que os arquivos de arte estejam em um formato aceitável (arquivos TIFF (ou JPEG), EPS (ou PDF) ou MS Office) e com a resolução correta. Se, juntamente com o artigo aceito, você enviar figuras coloridas utilizáveis, a Elsevier garantirá, sem custo adicional, que essas figuras aparecerão em cores on-line (por exemplo, ScienceDirect e outros sites), independentemente de essas ilustrações serem ou não reproduzidas em cores. na versão impressa. **Para reprodução colorida impressa, você receberá informações sobre os custos da Elsevier após o recebimento do artigo aceito** . Por favor indique a sua preferência de cor: impressa ou apenas online. [Mais informações sobre a preparação de arte eletrônica.](#)

Legendas das figuras

Certifique-se de que cada ilustração tenha uma legenda. Forneça legendas separadamente, não anexadas à figura. A legenda deve incluir um título breve (**não** na figura em si) e uma descrição da ilustração. Reduza ao mínimo o texto nas próprias ilustrações, mas explique todos os símbolos e abreviações usados.

Tabelas

Envie tabelas como texto editável e não como imagens. As tabelas podem ser colocadas ao lado do texto relevante do artigo ou em páginas separadas no final. Numere as tabelas consecutivamente de acordo com sua aparência no texto e coloque as notas da tabela abaixo do corpo da tabela. Seja econômico no uso de tabelas e certifique-se de que os dados nelas

apresentados não dupliquem os resultados descritos em outras partes do artigo. Evite usar regras verticais e sombreamento nas células da tabela.

Referências

Citação no texto

Certifique-se de que todas as referências citadas no texto também estejam presentes na lista de referências (e vice-versa). Quaisquer referências citadas no resumo deverão ser fornecidas na íntegra. Resultados não publicados e comunicações pessoais não são recomendados na lista de referências, mas podem ser mencionados no texto. Se essas referências forem incluídas na lista de referências, deverão seguir o estilo de referência padrão da revista e deverão incluir a substituição da data de publicação por 'Resultados não publicados' ou 'Comunicação pessoal'. A citação de uma referência como 'no prelo' implica que o item foi aceito para publicação.

Links de referência

O aumento da descoberta de pesquisas e a revisão por pares de alta qualidade são garantidos por links on-line para as fontes citadas. Para nos permitir criar links para serviços de abstração e indexação, como Scopus, Crossref e PubMed, certifique-se de que os dados fornecidos nas referências estão corretos. Observe que sobrenomes, títulos de periódicos/livros, ano de publicação e paginação incorretos podem impedir a criação de links. Ao copiar referências, tenha cuidado, pois elas já podem conter erros. O uso do DOI é altamente encorajado.

É garantido que um DOI nunca muda, então você pode usá-lo como um link permanente para qualquer artigo eletrônico. Um exemplo de citação usando DOI para um artigo ainda não publicado é: VanDecar JC, Russo RM, James DE, Ambeh WB, Franke M. (2003).

Continuação assísmica da laje das Pequenas Antilhas sob o nordeste da Venezuela. *Jornal de Pesquisa Geofísica*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Observe que o formato de tais citações deve estar no mesmo estilo de todas as outras referências no artigo.

Referências Web

No mínimo, deverá ser indicado o URL completo e a data do último acesso à referência. Qualquer informação adicional, se conhecida (DOI, nomes dos autores, datas, referência a uma publicação fonte, etc.), também deverá ser fornecida. As referências da Web podem ser

listadas separadamente (por exemplo, após a lista de referências) sob um título diferente, se desejado, ou podem ser incluídas na lista de referências.

Referências de dados

Esta revista incentiva você a citar conjuntos de dados subjacentes ou relevantes em seu manuscrito, citando-os em seu texto e incluindo uma referência de dados em sua Lista de Referências. As referências de dados devem incluir os seguintes elementos: nome(s) do(s) autor(es), título do conjunto de dados, repositório de dados, versão (quando disponível), ano e identificador persistente global. Adicione [dataset] imediatamente antes da referência para que possamos identificá-lo adequadamente como uma referência de dados. O identificador [dataset] não aparecerá no seu artigo publicado.

Referências de pré-impressão

Quando uma pré-impressão for posteriormente disponibilizada como uma publicação revisada por pares, a publicação formal deverá ser usada como referência. Se houver preprints que sejam centrais para o seu trabalho ou que cubram desenvolvimentos cruciais no tópico, mas ainda não tenham sido publicados formalmente, estes poderão ser referenciados. As pré-impressões devem ser claramente marcadas como tal, por exemplo, incluindo a palavra pré-impressão ou o nome do servidor de pré-impressão como parte da referência. O DOI pré-impresso também deve ser fornecido.

Referências em uma edição especial

Certifique-se de que as palavras 'esta edição' sejam adicionadas a quaisquer referências na lista (e a quaisquer citações no texto) de outros artigos da mesma edição especial.

Software de gerenciamento de referências

A maioria dos periódicos da Elsevier tem seu modelo de referência disponível em muitos dos produtos de software de gerenciamento de referências mais populares. Isso inclui todos os produtos que suportam [Estilos de linguagem de estilo de citação](#), como [Mendeley](#). Usando plug-ins de citação desses produtos, os autores só precisam selecionar o modelo de periódico apropriado ao preparar seu artigo, após o qual as citações e bibliografias serão automaticamente formatadas no estilo do periódico. Se nenhum modelo ainda estiver disponível para este periódico, siga o formato dos exemplos de referências e citações conforme mostrado neste Guia. Se você usa software de gerenciamento de referências,

certifique-se de remover todos os códigos de campo antes de enviar o manuscrito eletrônico. [Mais informações sobre como remover códigos de campo de diferentes softwares de gerenciamento de referências.](#)

Estilo de referência livre

Não há requisitos rígidos quanto à formatação das referências no momento do envio. As referências podem estar em qualquer estilo ou formato, desde que o estilo seja consistente. Quando aplicável, o(s) nome(s) do(s) autor(es), título do periódico/título do livro, título do capítulo/título do artigo, ano de publicação, número do volume/capítulo do livro e a paginação devem estar presentes. O uso do DOI é altamente encorajado. O estilo de referência utilizado pela revista será aplicado ao artigo aceito pela Elsevier na fase de prova. Observe que os dados faltantes serão destacados na fase de prova para o autor corrigir. Se desejar formatar as referências você mesmo, elas deverão ser organizadas de acordo com o seguinte exemplo:

[conjunto de dados] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Dados de mortalidade para a doença da murcha do carvalho japonês e composições florestais circundantes. Dados Mendeley, v1. <http://dx.doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Estilo de referência

Texto:

Todas as citações no texto devem referir-se a:

1. *Único autor:* nome do autor (sem iniciais, salvo ambiguidade) e ano de publicação;
2. *Dois autores:* nomes dos dois autores e ano de publicação;
3. *Três ou mais autores:* nome do primeiro autor seguido de “et al.” e o ano de publicação.

As citações podem ser feitas diretamente (ou entre parênteses). Os grupos de referências devem ser listados cronologicamente.

Lista: As referências devem ser organizadas primeiro em ordem alfabética e depois ordenadas cronologicamente, se necessário. Mais de uma referência do(s) mesmo(s) autor(es) no mesmo ano deverá ser identificada pelas letras "a", "b", "c", etc., colocadas após o ano de publicação.

Use o seguinte sistema para organizar suas referências:

a. Para periódicos

Stewart, DA, Agnew, D., Boyd, R., Briggs, R., Toland, P., 1993. A derivação das mudanças

nos valores de lagostim por unidade de esforço para a frota pesqueira da Irlanda do Norte. Peixe. Res. 17, 273-292.

b. Para simpósios editados, números especiais, etc. publicados em periódico
Roberts, RJ, 1993. Necrose dérmica ulcerativa (UDN) em salmonídeos selvagens. In: Bruno, DW (Ed.), Condições patológicas de salmonídeos selvagens. Peixe. Res. 17, 3 14.

c. Para livros

Gaugh, Jr., HG, 1992. Análise Estatística de Ensaio de Rendimento Regional. Elsevier, Amsterdã.

d. Para livros de vários autores

Bucke, D., 1989. Histology. In: Austin, B., Austin, DA (Eds.), Métodos para o Exame Microbiológico de Peixes e Mariscos. Wiley, Nova York, pp.

No caso de publicações em qualquer idioma diferente do inglês, o título original deverá ser mantido. No entanto, os títulos das publicações em alfabetos não latinos devem ser transliterados e uma notação como "(em russo)" ou "(em grego, com resumo em inglês)" deve ser adicionada.

Os trabalhos aceitos para publicação, mas ainda não publicados, devem ser referidos como “no prelo”.

Referências relativas a dados não publicados e “comunicações pessoais” não devem ser citadas na lista de referências, mas podem ser mencionadas no texto.

Fonte de abreviações de periódicos

Os nomes dos periódicos devem ser abreviados de acordo com o [Lista de abreviações de palavras de título](#).

Vídeo

A Elsevier aceita material de vídeo e sequências de animação para apoiar e aprimorar sua pesquisa científica. Os autores que possuem arquivos de vídeo ou animação que desejam enviar com seu artigo são fortemente encorajados a incluir links para estes no corpo do artigo. Isso pode ser feito da mesma forma que uma figura ou tabela, referindo-se ao conteúdo do vídeo ou animação e anotando no corpo do texto onde deve ser colocado. Todos os arquivos enviados devem ser devidamente rotulados para que estejam diretamente relacionados ao conteúdo do arquivo de vídeo. Para garantir que seu material de vídeo ou animação possa ser

usado diretamente, forneça o arquivo em um de nossos formatos de arquivo recomendados, com tamanho máximo preferido de 150 MB por arquivo, 1 GB no total. Os arquivos de vídeo e animação fornecidos serão publicados on-line na versão eletrônica do seu artigo nos produtos Elsevier Web, incluindo [Ciência Direta](#). Forneça 'fotos' com seus arquivos: você pode escolher qualquer quadro do vídeo ou animação ou criar uma imagem separada. Eles serão usados em vez dos ícones padrão e personalizarão o link para os dados do seu vídeo. Para obter instruções mais detalhadas, visite nossas [páginas de instruções em vídeo](#). Nota: como o vídeo e a animação não podem ser incorporados na versão impressa da revista, forneça texto tanto para a versão eletrônica quanto para a versão impressa para as partes do artigo que se referem a este conteúdo.

Visualização de dados

Inclua visualizações de dados interativas em sua publicação e permita que seus leitores interajam e se envolvam mais de perto com sua pesquisa. Siga as instruções [aqui](#) para saber mais sobre as opções de visualização de dados disponíveis e como incluí-las em seu artigo.

Material complementar

Material complementar, como aplicativos, imagens e clipes de som, pode ser publicado com seu artigo para melhorá-lo. Os itens suplementares enviados são publicados exatamente como são recebidos (os arquivos Excel ou PowerPoint aparecerão como tal online). Por favor, envie seu material junto com o artigo e forneça uma legenda concisa e descritiva para cada arquivo suplementar. Se desejar fazer alterações no material suplementar durante qualquer etapa do processo, certifique-se de fornecer um arquivo atualizado. Não anote nenhuma correção em uma versão anterior. Desative a opção 'Rastrear alterações' nos arquivos do Microsoft Office, pois eles aparecerão na versão publicada.

Dados de pesquisa

Esta revista exige e permite que você compartilhe dados que apoiam sua publicação de pesquisa quando apropriado, e permite interligar os dados com seus artigos publicados. Os dados de pesquisa referem-se aos resultados de observações ou experimentações que validam

os resultados da pesquisa, que também podem incluir software, código, modelos, algoritmos, protocolos, métodos e outros materiais úteis relacionados ao projeto.

Abaixo estão algumas maneiras pelas quais você pode associar dados ao seu artigo ou fazer uma declaração sobre a disponibilidade de seus dados ao enviar seu manuscrito. Ao compartilhar dados de uma dessas maneiras, espera-se que você cite os dados em seu manuscrito e na lista de referências. Consulte a seção "Referências" para obter mais informações sobre citação de dados. Para obter mais informações sobre como depositar, compartilhar e usar dados de pesquisa e outros materiais de pesquisa relevantes, visite o site [página de dados de pesquisa](#).

Vinculação de dados

Se você disponibilizou seus dados de pesquisa em um repositório de dados, poderá vincular seu artigo diretamente ao conjunto de dados. A Elsevier colabora com vários repositórios para vincular artigos no ScienceDirect a repositórios relevantes, dando aos leitores acesso a dados subjacentes que lhes proporcionam uma melhor compreensão da pesquisa descrita.

Existem diferentes maneiras de vincular seus conjuntos de dados ao seu artigo. Quando disponível, você pode vincular diretamente o seu conjunto de dados ao seu artigo, fornecendo as informações relevantes no sistema de submissão. Para mais informações, visite [opágina de vinculação de banco de dados](#).

Para repositórios de dados suportados, um banner de repositório aparecerá automaticamente ao lado do seu artigo publicado no ScienceDirect.

Além disso, você pode vincular dados ou entidades relevantes por meio de identificadores no texto do seu manuscrito, usando o seguinte formato: Banco de dados: xxxx (por exemplo, TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Elementos de Pesquisa

Esta revista permite que você publique objetos de pesquisa relacionados à sua pesquisa original – como dados, métodos, protocolos, software e hardware – como um artigo adicional em um formato [Diário de Elementos de Pesquisa](#).

Research Elements é um conjunto de periódicos revisados por pares e de acesso aberto que tornam seus objetos de pesquisa encontráveis, acessíveis e reutilizáveis. Os artigos contextualizam os objetos de pesquisa, fornecendo descrições detalhadas dos objetos e suas aplicações, e vinculando aos artigos de pesquisa originais associados. Os artigos do Research Elements podem ser preparados por você ou por um de seus colaboradores.

Durante a submissão, você será alertado sobre a oportunidade de preparar e submeter um manuscrito para uma das revistas Research Elements.

Mais informações podem ser encontradas no [Página Elementos de Pesquisa](#).

Declaração de dados

Para promover a transparência, solicitamos que você declare a disponibilidade de seus dados em seu envio, caso seus dados não estejam disponíveis para acesso ou sejam inadequados para publicação. Isto também pode ser uma exigência do seu órgão ou instituição financiadora. Você terá a oportunidade de fornecer uma declaração de dados durante o processo de envio. A declaração aparecerá com o seu artigo publicado no ScienceDirect. Para mais informações, visite o [Página Declaração de dados](#).

1

2

3 **Chapter 2 - Continuous flowering of herbaceous and woody strata enables diverse floral**
4 **resources in a vereda community**

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

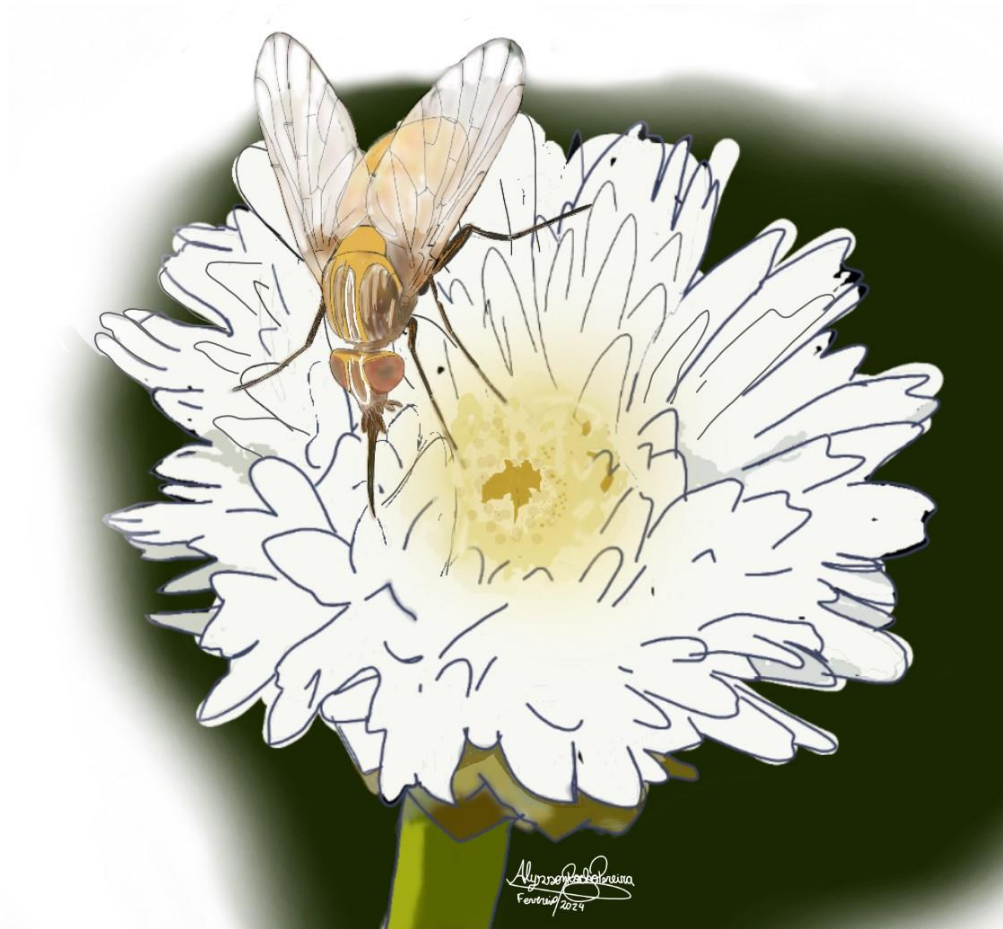
23

24

25

26

27



Poecilognathus spp. visiting *Comanthera xeranthemoides*
Arquivo pessoal

28

29

Article formatted according to Wetlands journal

30

31 **Continuous flowering of herbaceous and woody strata enables diverse floral resources in**
32 **a *vereda* community**

33

34 Raissa Tais dos Santos^{1,2}, Daniel Maximo Correa Alcantara³, Gudryan J. Barônio⁴

35 Suzana Neves Moreira⁵, David Isac da Silva Romão⁶, Camila Aoki⁷, Maria R. Sigrist⁸,

36 Yule Roberta Ferreira Nunes^{1,2}, Islaine Franciely Pinheiro de Azevedo^{1,2}, Camila Silveira

37 Souza^{1,2*}

38

39 ¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada, Universidade Estadual de Montes Claros,
40 Montes Claros, Minas Gerais, Brazil

41 ² Laboratório de Ecologia Vegetal/Programa de Pós-Graduação em Botânica
42 Aplicada/Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes
43 Claros, Minas Gerais, Brazil

44 ³ Fundação Oswaldo Cruz de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil

45 ⁴ Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil

46 ⁵ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil

47 ⁶ Universidade Estadual de Montes Claros, Unaí, MG, Brazil

48 ⁷ Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso do
49 Sul, Campo Grande, MS, Brazil

50 ⁸ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da
51 UFMS, Departamento de Biologia. Campo Grande, MS, Brazil

52 *Corresponding author: souza.camila.bio@gmail.com

53

54

55

56 **Abstract**

57 Fluctuations in the availability of resources throughout the year allow understand the
58 functioning of an ecosystem and the reproductive dynamics of these species. In the humid areas
59 of the Cerrado, *veredas* are considered important hygrophilous communities for water balance
60 and supply. We investigated flowering phenology over a 12-month period in a *vereda* formation
61 in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. We characterized floral attributes and the
62 distribution of resources offered. The flora were classified as arboreal and non-arboreal,
63 according to their predominant life form. The occurrence of seasonality was analyzed using
64 circular statistics, and an initial multiple regression was used to analyze the richness of species
65 with flowers and the average number of flowers in relation to abiotic variables. 58 species
66 belonging to 25 families were sampled, with a large number of arboreal species. The richness
67 and abundance of flowering plants are positively influenced by precipitation and temperature.
68 The largest amount of resources was available during the rainy season; however, it is important
69 to highlight that resources were offered throughout the year. Species with different floral
70 attributes were sampled, which refers to different groups of potential pollinators. White and
71 yellow flowers were predominant and were more frequent on the *vereda*. Nectar was the main
72 resource available in greater abundance and a greater number of plant species throughout the
73 year. These results provide diverse information on how flowering phenology is influenced by
74 biotic and abiotic factors, and how the characterization of resource availability throughout the
75 year in this *vereda* ecosystem will allow a better understanding of reproductive dynamics in
76 these environments.

77

78 **Keywords:** Floral traits, Floral resource, Pollination, Phenology, Richness, Abundance.

79

80 **Introduction**

81 In different communities, floral resources are not constant over time and vary according to
82 season and month (Souza et al. 2018; Harris et al. 2023). In this sense, phenology studies
83 recurrent biological phenomena throughout cycles, integrating them with biotic and abiotic
84 variables (Newstrom et al. 1994; Morellato 2003; Soares and Morellato 2017). This allows us
85 to better understand the variation in food availability, interspecific interactions, and
86 reproduction of species (Blüthgen and Klein 2011; Pfeffer et al. 2018). Phenology contributes
87 to a better understanding of the reproductive rhythms of plants and animals, the temporal
88 organization of resources in biological communities, and the life cycle of animals that depend
89 on plants for food, such as herbivores, pollinators, and dispersers (Morellato and Leitao-Filho
90 1996; Talora and Morellato 2000; Morellato et al. 2016). Furthermore, phenological studies can
91 support the understanding of the consequences of flowering decoupling on the reproductive
92 success of plants pollinated by animals (Gallagher and Campbell 2020).

93 Temporal changes in resource availability, such as pollen and nectar, due to plant
94 reproductive phenology often have a large impact on animal populations, especially pollinators,
95 which depend on plant resources (Sakai et al. 1999; Johansen et al. 2019). Many of these studies
96 have concluded that phenological incompatibility is likely to disrupt plant pollination and
97 reproduction (Petanidou et al. 2014). In tropical communities, the average proportion of plants
98 pollinated by animals is approximately 94% (Ollerton et al. 2011). Therefore, it is considered
99 to be a key ecosystem service (Klein et al. 2007). Nonetheless, coupling between plant and
100 pollinator occurrence is required to maintain the stability of the interactions (Kaiser-Bunbury
101 et al. 2010). This coupling between plants and pollinators occurs according to different plant
102 traits, including the morphological traits of flowers, which change the functional diversity of

103 the community owing to the simultaneous flowering of several plant species (Labonté et al.
104 2023).

105 Plant diversity from simultaneous flowering provides a wide range of resources to
106 pollinators and allows them to forage with reduced trophic or temporal competition (Biesmeijer
107 et al. 1999). These resources can be considered floral traits and are readily observable or
108 measurable as characteristics of plants, which are also assumed to be physiological responses
109 to environmental conditions (Chapin 2003; Lemaitre et al. 2014). Thus, temporal variation in
110 floral traits may reflect variations in their relative abundance according to seasonal conditions,
111 such as precipitation, photoperiod and temperature (Kleunen et al. 2008; Zirbel et al. 2017).
112 However, the seasonality of plant traits in a community according to its phenological patterns
113 is responsible for maintaining the availability of a wide set of floral resources from different
114 species (Garcia et al. 2014). Understanding the synchronicity between the flowering period,
115 resource availability, and pollinator activity helps to maintain biodiversity and to understand
116 the functionality and maintenance of pollination services and ecological processes (Morellato
117 et al. 2016; Luna et al. 2023).

118 High biodiversity levels can cushion the negative effects of species-specific
119 phenological changes and maintain phenological synchrony at the community level, as
120 predicted by the biodiversity insurance hypothesis (Bartomeus et al. 2013; Morellato et al.
121 2016; Gallagher and Campbell 2019; Luna et al. 2023). However, natural variation in the
122 composition of communities (species diversity) has little effect on phenological
123 complementarity and ecosystem functions, such as pollination, which are most affected by the
124 functional distance between species (Stevens and Carson 2001; Navarro-Cano et al. 2019). The
125 functional diversity of plant communities offers a large number of niches that can be occupied

126 by a larger number of flower-visiting species specialized to a specific set of floral traits (Junker
127 et al. 2015). Consequently, functional diversity reflects complementarity between functional
128 groups of pollinators and plants (Fontaine et al. 2005) as well as redundancy among them,
129 which allows spatial and temporal maintenance of ecosystem services (Barônio and Torezan-
130 Silingardi 2017).

131 In humid areas of the Cerrado, *veredas* are considered hygrophilous communities,
132 marked by the presence of the *Mauritia flexuosa* L.f. (buriti) palm trees emerging in the wetter
133 zones (Araújo et al. 2002; Ribeiro and Walter 2008; Oliveira et al. 2009; Avila et al. 2016).
134 *Veredas* communities occupy hydromorphic soils, gleys, and organic turfs (Gleysols and
135 Histosols), and are associated with relatively shallow water tables (Ramos et al. 2006; Bijos et
136 al. 2017; Nunes et al. 2022). The vegetation is composed of a continuous herbaceous-shrubby
137 layer, and the gradient between more and less wet zones determines variations in species
138 composition (Araújo et al. 2002; Guimarães et al. 2002; Oliveira et al. 2009; Resende et al.
139 2013; Nunes et al. 2015; Nunes et al. 2022). Thus, the herbaceous/shrubby component
140 predominates in open areas and more humid soil, and the tree component occurs close to the
141 water table expansion region (hygrophilous forests) in soils that are usually permanently
142 saturated (Araújo et al. 2002; Oliveira et al. 2009; Nunes et al. 2022). Considering the seasonal
143 changes in the plant communities of *veredas*, they are considered dynamic ecosystems that
144 exhibit both annual and perennial species including trees and herbs (Arantes et al. 2019). The
145 plant community of *veredas* is under a seasonal rainy and water regime in which some species
146 are sensitive to water level reduction. Thus, this formation has been losing its original
147 characterization because of soil drainage, where species typical in *veredas* are being replaced
148 by species from other Cerrado formations (Ávila et al. 2020; Nunes et al. 2022). Anthropogenic
149 disturbances and climate change have damaged many *vereda* areas before we can understand

150 their composition, structure, ecosystem services, and functional diversity (Fagundes and
151 Ferreira 2016; Nunes et al. 2022; Silva et al. 2022). Thus, identifying the resource availability
152 throughout the year in the *veredas* ecosystems will enable a better understanding of the
153 reproductive dynamics in these environments in relation to the plant species (Luna et al. 2023).

154 In this study, we conducted a survey of plant species in a *vereda* ecosystem to evaluate
155 fluctuations in the availability and types of floral resources for potential pollinators. We sought
156 to answer the following questions: 1 - What is the flowering pattern (activity and intensity) of
157 plant species in the *vereda* ecosystem? 2 - Is there a difference in flowering patterns between
158 woody and herbaceous species? 3 - Is the flowering pattern related to abiotic variables
159 (precipitation, photoperiod, and temperature)? 4 - Is there a fluctuation in the availability of
160 resources in relation to the type of resource offered and different floral traits? We expect floral
161 resources distributed continuously throughout the year, as observed in previous studies (Ávila
162 et al. 2022; Souza et al. 2018; Luna et al. 2023). However, in periods with higher precipitation,
163 temperature, and photoperiod, a high intensity of floral resource availability can be identified.
164 Finally, we expect that, in periods with greater flowering intensity, a high diversity of attributes
165 and floral resources will be made available to pollinators.

166

167 **Material and Methods**

168 **Study site**

169 We performed the field data collection from September 2012 to August 2013 in a *vereda* located
170 of the Área de Proteção Ambiental (APA) Guariroba (20°32'39''S, 54°23'54''W), which
171 supplies water to the urban area of Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil, a 35 km of

172 distance (see more details in Souza et al. 2016, 2018). The study area consists of approximately
173 1.44 ha and is surrounded by pasture, cerrado *stricto sensu*, cerrado woodland and *Eucalyptus*.
174 Typical of *vereda* vegetation, the palm *Mauritia flexuosa* is the most abundant palm tree in the
175 area.

176 The area comprised three distinct successional stages: an outer part with open grassland,
177 an intermediate shrubland, and an innermost part with tree species. In the innermost part, the
178 water table was lower, and running water and humid soil were found. The climate of the region
179 is tropical Aw (Alvares et al. 2013), with a warm and rainy season from October to March,
180 warm and dry period from April to September, and transitional season in July. Annual rainfall
181 is approximately 1400 mm, with mean temperatures ranging from 21 and 26°C (Vilas-Boas et
182 al. 2013) (see fig 1. for climatic characteristics during the study period).

183 **Sampling**

184 Fieldwork was conducted monthly in eight fixed plots of 50 m × 3 m (10 m apart), crossing the
185 *vereda* in a westerly direction. Sampling of the plant's species was conducted between 07h30
186 and 17h30. Each plant found in the transect was sampled. We excluded in phenology study
187 Poaceae spp., which are generally anemophilous (*sensu* Faegri and van der Pijl 1979). The flora
188 was categorized as woody or herbaceous. We considered woody components, such as trees,
189 shrubs, epiphytes, woody vines and lianas (including Phanerophyte). Other plant species were
190 considered herbaceous (life forms: Chamaephyte, Geophyte, Hemicryptophyte, Therophyte;
191 *sensu* Raunkiær et al. 1934). Vouchers of plant species were collected, identified, and deposited
192 in the CGMS Herbarium. The family names (Supplementary material S1) followed the
193 Angiosperm Phylogeny Group (Angiosperm Phylogeny Group 2016).

194 For all species, the following traits were verified: 1 - floral types as dish, inconspicuous
195 (small pale flowers), tube, gullet, flag, and brush (*sensu* Machado and Lopes 2004); 2 - The

196 rewards offered to pollinators were classified into pollen, nectar, oil, floral tissue, and scent. 3
197 - We used color as seen by humans, with color classes similar to those used in previous related
198 studies (e.g., Carvalheiro et al. 2014; Souza et al. 2018, 2021). We defined four classes of flower
199 color: white (includes all white and very pale flowers); yellow; warm colors (including all
200 orange, red and pink/ “salmon” flowers); and cold colors (including all blue and purple flowers).
201 Flowers with more than one color were classified according to their predominant color. For
202 more information about the plant species see Souza et al. (2016). For 12 months the flowering
203 species were observed at each field visit and the flowering phenology was evaluated in three
204 ways: by counting and/or estimating the number of flowering individuals of each species; by
205 the average number of flowers (intensity), and by the number of flowering species (activity
206 index).

207 **Data analysis**

208 Occurrence of seasonality was analyzed with circular statistics (proposed by Morellato et al.
209 2010) using Oriana 2.0 (Kovach 2004) to: 1) flowering (plant community); and 2) herbaceous
210 and woody strata. For each variable, we calculated the mean angle (or mean vector) (μ), the
211 length of mean vector r , and performed the Rayleigh test (Z and p). The mean angle represents
212 the average data of phenological activity, and r is the degree of temporal aggregation or
213 synchrony of phenophase activity for each species. High r values (> 0.5) indicate aggregate
214 phenological activity. The Rayleigh test (Z) was applied to determine if the angles or data were
215 uniformly distributed throughout the year (Zar 2010). According to the null hypothesis (H_0),
216 when angles, or data, are uniformly distributed over the year, there is no clustering (seasonality).
217 If H_0 is rejected, the phenophases are clustered (seasonal).

218 To determine the influence of some climatic variables, such as relative humidity, mean
219 temperature and rainfall on the number of flowering plants (abundance of flowering plants each

220 month), richness of flowering species and mean number of flowers, we used initial multiple
221 regression. Thereafter, for selection of the simplest and most parsimonious model supported by
222 the data, we utilized selection of models based on the information-theoretic approach (Burnham
223 & Anderson 2004), and we selected the Akaike Information Criterion (AIC), which was
224 performed utilizing R language (R Core Team 2023). Meteorological data of the study area, as
225 described above, for the period between November, 2009 and October, 2010 were obtained
226 from the data bank of the Mato Grosso do Sul State weather service (Centro de Monitoramento
227 do Tempo, Clima e Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul – CEMTEC; Fig. 1)
228 (<http://www.agraer.ms.gov.br/cemtec>).

229

230 **Results**

231 We sampled 58 species belonging to 25 families, with an almost similar number of species
232 belonging to woody habit (53%) and herbaceous (47%). Asteraceae was the richest family with
233 10 species, followed by Rubiaceae with six, Melastomataceae with five and Cyperaceae,
234 Eriocaulaceae and Poaceae with four species each. These five families together accounted for
235 56% of all registered richness. Genres recorded contributed one (74%), two (15%) or three
236 (11%) species. The richest genus is *Rhynchospora* (three species), and *Mikania*, *Heteropterys*,
237 *Miconia*, *Ludwigia* and *Syngonanthus* (two species each). Considering the number of flowering
238 individuals, the most abundant species were *Eriocaulon magnum* (114 individuals),
239 *Comanthera xeranthemoides* (93), *Xyris jupicai* (92), *Ilex affinis* (58), *Miconia chamissois* (54),
240 and *Sauvagesia racemosa* (54; (see Souza et al. 2016 for species list and Table S1).

241 Most species in the community flowered in a period between two and six months (40%),
242 with few species flowering for one or two months (35%) or most than six months (25%). The

243 species which presented the longest flowering period were *Comanthera xeranthemoides*,
244 *Eriocaulum magnum* and *Illex affinis* (from 10 to 12 months). *Rhynchospora nervosa*,
245 *Syngonanthus gracilis*, *Chelonanthus alatus*, *Miconia chamissois*, *Sauvagesia racemosa* and
246 *Xyris jupicai* flowered from six to 11 months (Table S1).

247 In general, considering the entire community or just the herbaceous or woody stratum,
248 none showed significant seasonality for both richness and flowering intensity. The entire
249 community showed a concentration of flowering in May; however, when considering only the
250 herbaceous stratum, flowering was more concentrated in January. For the woody stratum, the
251 highest concentration of flowering species richness was recorded in December; in January, the
252 highest flowering intensity occurred (highest number of flowering individuals); and in October,
253 the highest average number of flowers was recorded (Table 1; Fig. 2). In relation to the
254 influence of abiotic variables, for the entire community, the richness and abundance of
255 flowering plants were positively influenced by precipitation and temperature (Table 2). For
256 herbaceous flora, the richness and abundance of flowering plants were positively related to
257 precipitation and daylength. When analyzing only the woody strata, the richness of blooming
258 plants was negatively related to precipitation and positively with daylength and relative
259 humidity (Table 2).

260 Species with different floral traits were sampled (Fig. 3), which refer to different groups
261 of potential pollinators. Most species presented white (45.3%), yellow (15.1%) or cold color
262 flowers - including all blue and purple flowers (13.2%). Five floral types were recorded: tube
263 (37.7%), dish (30.1%), flag (3.77%), inconspicuous (26.4%) and gullet (1.88%; Fig. 3). In
264 general, species with different floral traits were sampled (Fig. 3), which refers to different
265 groups of potential pollinators. These different attributes were distributed throughout the year,
266 with a greater number of species with different floral colors, mainly in December and January

267 (Fig. 4). The different floral types also occurred uniformly, except in June, July, and August,
268 which is consistent with the period of low resource availability in the studied *vereda* (dry
269 season). Flowers with nectar (65%) were more frequent compared to pollen flowers (29.3%) or
270 oil-producing flowers (5.7%; Fig. 5). In this way, nectar was the main resource throughout the
271 year, since it was available in greater abundance during the months and in a high number of
272 plant species (Fig. 5).

273

274 **Discussion**

275 The studied *vereda* had a high diversity of flowering species with diverse floral traits. In
276 general, resource availability occurred uniformly throughout the year, without significant
277 seasonality, but with only a decrease in activity and flowering intensity during the dry period
278 (June, July, and August). The herbaceous flora concentrated its activity and flowering intensity
279 mainly in January, while the woody flora varied between January, October, and December.
280 Precipitation and temperature positively influenced flowering activity and intensity, but for
281 herbaceous and woody plants separately, daylength was also an important factor for flowering.
282 In general, different floral traits and resources occur throughout the year, with lower diversity
283 during the dry period (June, July, and August). In this way, characterizing the resource
284 availability throughout the year in this *vereda* ecosystem will enable a better understanding of
285 the reproductive dynamics in these environments in relation to plant species.

286 The families and genera found in this study have been commonly recorded in
287 phytosociological and floristic studies in others *veredas* (for example, Araújo et al. 2002;
288 Moreira et al. 2015; Nunes et al. 2022). In contrast, the species richness was lower than that
289 found in other formations of the Brazilian savannas, such as dry shrub-grassland (Munhoz and

290 Felfili 2006), possibly due to differences in water content, physical and chemical properties of
291 the soil, and other biotic factors (Bijos et al. 2017). The herbaceous-shrubby layer is a principal
292 component of humid ecosystems, although at the sites where they occur, there are diverse,
293 characteristic, and exclusive flora that include a predominance of typical species
294 morphologically and physiologically adapted to survival in saturated environments (Blom
295 1999; Nunes et al. 2022; Silva et al. 2022; Luna et al. 2023). That way, the subshrub, shrub,
296 and herbaceous forms accounted for almost half of the sampled species (47% of the
297 individuals). These species are characteristic in the open portions of the *vereda* (Moreira et al.
298 2015; Nunes et al. 2022), for example, *Miconia* spp. (Melastomataceae) and *Styrax* spp.
299 (Styracaceae). However, in the innermost portion of the *vereda*, there is a predominance of
300 woody species characteristic of hygrophilous forests (Nunes et al. 2022), such as *Cecropia*
301 *pachystachya* and *Hedyosmum brasiliense*. These species and genera are cited in Araújo et al.
302 (2002), and the presence of gallery forest species, as well as the aspect of the *vereda* studied,
303 indicate that it was found in an advanced successional stage and could become a gallery forest
304 (Carvalho 1991; Araújo et al. 2002).

305 In relation to the flowering phenology of the community, similar results were observed
306 in other formations in which high flowering intensity occurred in the rainy season, with a
307 marked reduction in the dry season (eg. Mantovani and Martins 1993; Batalha et al. 1997;
308 Munhoz and Felfili 2006; Souza et al. 2018; Luna et al. 2023). In this study, increased blooming
309 in the rainy season may be associated with an increase in temperature and pluviometric indices,
310 which increase nutrient content and changes in day length (Morellato 1991; Morellato et al.
311 2000; Morellato et al. 2016). Thus, the flowering patterns found here for the community and
312 both strata (herbaceous and woody) show that the *vereda* phenology is concentrated more
313 intensely in more favorable periods, with higher temperature, precipitation, relative humidity,

314 and longer days (photoperiod). However, it is worth highlighting that despite the reduction in
315 flowering during the dry period, we can still consider *veredas* areas as a refuge for fauna that
316 depend on plant resources throughout the year. The availability of floral resources was
317 continuous, with no marked seasonality. Furthermore, the structure of the vegetation in *vereda*
318 areas, which has an external portion of herbaceous-grassland vegetation (open area) and a
319 portion with predominantly arboreal species (hygrophilous forest), allows for the
320 complementarity of resources that are available in a uniform distribution, both temporally and
321 spatially (Souza et al. 2018; Silva et al. 2022; Luna et al. 2023).

322 The richness of plant species and, consequently, the number of types and colors of
323 flowers, have been hypothesized to enhance the richness of pollinators because of the increase
324 in the availability of resources over space and time (Fontaine et al. 2006; Ebeling et al. 2008;
325 Souza et al. 2018). The increase in plant diversity has been shown to reduce the variability of
326 pollinator population densities over time (Ghazoul 2006), indicating a higher stability of the
327 pollinator community, thereby reducing extinction risk (Ebeling et al. 2008). Thus, the positive
328 impact of the number of flowering plant species on pollinator species richness and the overall
329 frequency of visits may be explained by the increase in floral resource heterogeneity (nectar
330 and pollen), which increases the attractiveness of many pollinator species seeking single and
331 multiple resources (Ebeling et al. 2008; Ghazoul 2006). Thus, a greater number of floral types
332 and availability of resources tend to increase the number of floral visitors in the study area, with
333 the rainy season being the most favorable for the reproduction of plant species in the *vereda*.
334 The variation in floral attributes and types of resources throughout the year contributes to the
335 understanding of plant-pollinator interactions in the ecosystem (CaraDonna et al. 2014, 2017;
336 Souza et al. 2018). Several plant communities have different flowering times between their
337 species, making resources available for an extended period in a complementary form (Luna et

338 al. 2023). The availability of these resources, conditioned by flowering time, is essential for
339 interactions and maintenance of pollination (Dorado and Vázquez 2014; Kantsa et al. 2018;
340 Luna et al. 2023). Changes in flowering concentration and duration, along with pollinator
341 activity and life cycle, can influence resource scarcity and modify the structure of these
342 interactions (Donnelly et al. 2011; Souza et al. 2018). The richness of different floral attributes
343 and resources can increase the number of functional groups in pollinators, which in turn can
344 increase the reproductive success of plants (Albrecht et al. 2012).

345 Although the arboreal and woody strata flowered more intensely during the rainy
346 season, the woody stratum flowered more intensely in October and December. Herbaceous
347 layer flowering was mainly concentrated in January, when the highest level of precipitation and
348 day length were recorded. It is worth highlighting here the importance of the herbaceous layer,
349 which is often neglected in phytosociological studies. Few phenological studies have reported
350 the contribution of herbaceous communities to the availability of floral resources. Most
351 phenological studies of plant communities in veredas have focused mainly on trees (Luna et al.
352 2023; Silva et al. 2022), neglecting lower or non-woody strata. This variation in flowering
353 between the herbaceous and woody strata may represent an asynchrony that may be an
354 important strategy to avoid the interspecific competition of pollinators, being able to maintain
355 pollinators throughout the year (Oliveira and Gibbs 2002) and it can be a common strategy in
356 other Cerrado formations (Silva et al. 2021). Additionally, plants have strategies to avoid
357 competition and select their other pollinators, such as varying floral morphology as observed
358 by the high diversity of attributes found in this study, and different flowering schedules (Faegri
359 and Pijl 1979; Endress 1994; Silva et al. 2021; Luna et al. 2023). In relation to the phenology
360 of the entire community (herbaceous and woody), the seasonality was much more discreet than
361 we expected. This corroborates the patterns found in other cerrado areas (Martins and Batalha

362 2007; Silva et al. 2021), highlighting the contribution of *veredas* communities to the availability
363 of floral resources throughout the year (Luna et al. 2023). Flowering asynchrony ensures a more
364 or less continuous distribution of floral resources, fundamental to the maintenance of pollinator
365 diversity in the Cerrado formations, as they can be found throughout the year foraging among
366 plant formations and vegetation strata (Souza et al. 2018).

367 **Conclusion**

368 Finally, we highlight the importance of phenological studies for understanding biodiversity in
369 *veredas* areas, enabling an understanding of the dynamics of the availability of floral resources
370 in these environments. *Veredas* ecosystems have lost their vegetation originality (Nunes et al.
371 2022). The external areas of the *veredas* where the herbaceous component is found are more
372 exposed to anthropogenic changes and their species are the most susceptible to environmental
373 change (Araújo et al. 2002; Oliveira et al. 2009; Nunes et al. 2022). Further studies on the
374 phenology of plant species and their pollinators and dispersers in *veredas* communities are
375 essential for understanding relevant ecological processes and also for developing appropriate
376 conservation policies (Junker et al. 2015; Rosolen et al. 2015; Neves et al. 2015; Bijos et al.
377 2017; Nunes et al. 2022).

378

379 **Acknowledgments**

380 Postgraduate Program in Plant Biology (Biologia Vegetal) - UFMS for support in data
381 collection and field assistance and Postgraduate Program in Applied Botany, the field assistance
382 of the Plant Ecology Laboratory (Universidade Estadual de Montes Claros).

383 **Author Contribution**

384 RTS, DMCA and CSS conducted the conception and design of the work. GJB, SNM, DISR,
385 CA, MRS, YRFN and IFPA development support. RTS, DMCA, SNM, CA, MRS, and CSS
386 conducted data surveys and organization. CSS, DMCA and GJB conducted statistical analysis.
387 RTS, DMCA and CSS conducted the first draft of the manuscript. RTS, DMCA, SNM, DISR,
388 CA, MRS, YRFN, IFPA and CSS read and approved the final manuscript.

389 **Funding**

390 This research was supported by the Long-term Ecological Research Network (PELD-VERE)
391 of the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 441440/2016-
392 9; 441583/2020-2; 308877/2019-5), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
393 Superior (CAPES 88887.136273/2017-00), and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de
394 Minas Gerais (FAPEMIG APQ-02166-21, APQ-04816-17; CRAPPM-00539-18). We also
395 thanks FAPEMIG (FAPEMIG/RED-00253-16) for the support and for the last author
396 scholarship.

397 **Data Availability**

398 The authors confirm that if the manuscript be accepted, the data supporting the results will be
399 archived in an appropriate public repository and the data DOI will be included at the end of the
400 article.

401 **Declarations**

402 The authors declare that they have no known competing financial interests or personal
403 relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

404

405 **References**

406

407 Albrecht M, Schmid B, Hautier Y, Müller CB (2012) Diverse pollinator communities
408 enhance plant reproductive success. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 279 (1748), 4845–4852.
409 <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1621>.

410

411 Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes Gonçalves JL, Sparovek G (2013)
412 Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Zeitschrift* 22(6),711–728.
413 <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

414

415 Angiosperm Phylogeny Group (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group
416 classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.*
417 181, 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

418

419 Arantes ACV, Damasceno-Junior GA, Pott VJ, Moreira SN, Pott A (2019) Seasonal
420 diversity of vegetation structure of veredas, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Oecologia Aust.*
421 23(4), 799–811. <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2304.07>

422

423 Araújo GM, Barbosa AA, Arantes AA, Amaral AF (2002) Composição florística de
424 veredas no Município de Uberlândia, MG. *Rev. Bras. Bot* 25, 475-493.
425 <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000012>

426

427 Athayde EA, Morellato LPC (2014) Anthropogenic edges, isolation and the flowering time
428 and fruit set of *Anadenanthera peregrina*, a cerrado savanna tree. *Int. J. Biometeorol.* 58,
429 443–454. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0727-y>

430

431 Ávila MAD, Azevedo IFPD, Antunes JR, Souza CRD, Santos RMD, Fonseca RS, and

- 432 Nunes YRF (2022) Temperature as the main factor affecting the reproductive phenology
433 of the dioecious palm *Mauritiella armata* (Arecaceae). *Acta bot. bras.*, 36, e2021abb0111.
434 <https://doi.org/10.1590/0102-33062021abb0111>
- 435 Ávila MA, Souza SR, Veloso MDDM, Santos RM, Fernandes LA, Nunes YRF (2016)
436 Structure of natural regeneration in relation to soil properties and disturbance in two
437 swamp forests. *Cerne*. 22, 1-10. <https://doi.org/10.1590/01047760201622012086>
- 438
- 439 Barônio GJ, Torezan-Silingardi HM (2017) Temporal niche overlap and distinct bee
440 ability to collect floral resources on three species of Brazilian Malpighiaceae. *Apidologie*
441 48(2), 168–180. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0462-6>
- 442
- 443 Bartomeus I, Park MG, Gibbs J, Danforth BN, Lakso AN, Winfree R (2013) Biodiversity
444 ensures plant-pollinator phenological synchrony against climate change. *Ecol. Lett* 16(11),
445 1331–1338. <https://doi.org/10.1111/ele.12170>
- 446
- 447 Batalha MA, Aragaki S, Mantovani W (1997) Florística do cerrado em Emas
448 (Pirassununga, SP). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 49-64.
- 449
- 450 Batalha MA, Martins FR (2007) The vascular flora of the cerrado in Emas National Park
451 (Central Brazil): a savanna flora summarized. *Braz Arch Biol Technol*, 50, 269-277.
452 <https://doi.org/10.1590/S1516-89132007000200012>
- 453
- 454 Biesmeijer JC, Richter JAP, Smeets M, Sommeijer MJ (1999) Niche differentiation in
455 nectar-collecting stingless bees: the influence of morphology, oral choice and interference
456 competition. *Ecol Entomol* 24(4), 380–388. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.1999.00220.x>
- 457
- 458
- 459 Bijos NR, Eugênio CUO, Mello TRB, Souza GF, Munhoz CBR (2017) Plantspecies
460 composition, richness, and diversity in the palm swamps (*veredas*) of Central Brazil. *Flora*
461 236–237, 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.10.002>
- 462
- 463 Blom, CWPM (1999) Adaptations to flooding stress: from plant community to

- 464 molecule. *Plant Biol.*, 1(03), 261-273. doi: 10.1055/s-2007-978515
- 465
- 466 Blüthgen N, Klein AMM (2011) Functional complementarity and specialisation: The role
467 of biodiversity in plant-pollinator interactions. *Basic Appl Ecol* 12(4), 282–291.
468 <https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.11.001>
- 469
- 470 Burnham KP, Anderson DR (2004) Multimodel Inference. *Sociol Methods Res* 33(2),
471 261–304. <https://doi.org/10.1177/0049124104268644>
- 472
- 473 CaraDonna PJ, Iler AM, Inouye DW (2014) Shifts in flowering phenology reshape a
474 subalpine plant community. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 111, 4916–4921.
475 <https://doi.org/10.1073/pnas.1323073111>
- 476
- 477 CaraDonna PJ, Petry WK, Brennan RM, Cunningham JL, Bronstein JL, Waser NM,
478 Sanders NJ (2017) Interaction rewiring and the rapid turnover of plant–pollinator
479 networks. *Ecol. Lett.*, 20(3), 385-394. <https://doi.org/10.1111/ele.12740>
- 480
- 481 Carvalho PGS (1991) As veredas e sua importância no domínio dos cerrados. Embrapa
482 Cerrados. *Informe Agropecuário* 168:47-54.
- 483
- 484 Carvalheiro LG, Biesmeijer JC, Benadi G, Fründ J, Stang M, Bartomeus I, and Kunin, WE
485 (2014) The potential for indirect effects between co-flowering plants via shared pollinators
486 depends on resource abundance, accessibility and relatedness. *Ecol*, 17(11), 1389-1399.
487 <https://doi.org/10.1111/ele.12342>
- 488
- 489 Chapin FS (2003) Effects of Plant Traits on Ecosystem and Regional Processes: a
490 Conceptual Framework for Predicting the Consequences of Global Change. *Ann. Bot.*
491 91(4), 455–463. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg041>
- 492
- 493 Christianini AV, Oliveira PS (2013) Edge effects decrease ant-derived benefits to
494 seedlings in a neotropical savanna. *Arthropod Plant Interact* 7, 191–199.
495 <https://doi.org/10.1007/s11829-012-9229-9>

- 496
- 497 Donnelly A, Caffarra A, O'Neill BF (2011) A review of climate-driven mismatches
498 between interdependent phenophases in terrestrial and aquatic ecosystems. *Int. J.*
499 *Biometeorol.* 55 (6), 805–817. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0426-5>.
- 500
- 501 Dorado J, Vázquez DP (2014) The diversity–stability relationship in floral production.
502 *Oikos* 123 (9), 1137–1143. <https://doi.org/10.1111/oik.00983>.
- 503 Ebeling A, Klein AM, Schumacher J, Weisser WW, Tschardt T (2008) How does plant
504 richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits?. *Oikos*, 117(12),
505 1808-1815. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.16819.x>
- 506
- 507 Endress, PK (1994) Floral structure and evolution of primitive angiosperms: recent
508 advances. *Plant Syst. Evol.*, 192, 79-97. <https://doi.org/10.1007/BF00985910>
- 509
- 510 Faegri K, van der Pijl L (1979) The principles of pollination ecology. Pergamon Press: p.
511 244.
- 512
- 513 Fagundes NCA, Ferreira EJ (2016) Veredas (*Mauritia flexuosa* palm swamps) in the
514 Southeast Brazilian savanna: floristic and structural peculiarities and conservation status.
515 *Neotrop. Biol. Conserv.* 11 (3), 178–183. <https://doi.org/10.4013/nbc.2016.113.07>.
- 516
- 517 Felfili JM, Filgueiras TS, Haridasan M, Silva Júnior MC, Mendonça RC, Resende AV
518 (1994) Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: Vegetação e Solos. *Caderno de*
519 *Geociências* 12: 75-166.
- 520
- 521 Fontaine C, Dajoz I, Meriguet J, Loreau M (2005) Functional Diversity of Plant–Pollinator
522 Interaction Webs Enhances the Persistence of Plant Communities. *PLoS Biol.* 4(1), e1.
523 <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040001>
- 524
- 525 Gallagher MK, Campbell DR (2020) Pollinator visitation rate and effectiveness vary with
526 flowering phenology. *Am J Bot.* 107(3), 445-455. <https://doi.org/10.1002/ajb2.1439>
- 527

- 528 Ghazoul J (2006) Floral diversity and the facilitation of pollination. *J. Ecol* 295-304.
529 <https://doi.org/10.1111/J.1365-2745.2006.01098.x>
530
- 531 Garcia LC, Hobbs RJ, Mães dos Santos FA, Rodrigues RR (2014) Flower and Fruit
532 Availability along a Forest Restoration Gradient. *Biotropica* 46(1), 114–123.
533 <https://doi.org/10.1111/btp.12080>
534
- 535 Guimarães AJM, Araújo GM, Corrêa GF (2002) Estrutura fitossociológica em área natural
536 e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. *Acta Bot. Bras.* 16, 317–329.
537 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000300007>.
538
- 539 Harris C, Ferguson H, Millward E, Ney P, Sheikh N, Ratnieks FL (2023) Phenological
540 imbalance in the supply and demand of floral resources: Half the pollen and nectar
541 produced by the main autumn food source, *Hedera helix*, is uncollected by insects. *Ecol*
542 *Entomol.* <https://doi.org/10.1111/een.13231>
543
- 544 Johansen L, Westin A, Wehn S, Iuga A, Ivascu CM, Kallioniemi E, Lennartsson T (2019)
545 Traditional semi-natural grassland management with heterogeneous mowing times
546 enhances flower resources for pollinators in agricultural landscapes. *Glob. Ecol. Conserv*
547 18, e00619. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00619>
548
- 549 Junker RR, Blüthgen N, Keller A (2015) Functional and phylogenetic diversity of plant
550 communities differently affect the structure of flower-visitor interactions and reveal
551 convergences in floral traits. *Evol Ecol*, 29(3), 437–450. [https://doi.org/10.1007/s10682-](https://doi.org/10.1007/s10682-014-9747-2)
552 [014-9747-2](https://doi.org/10.1007/s10682-014-9747-2)
553
- 554 Kaiser-Bunbury CN, Muff S, Memmott J, Müller CB, Caflisch A, Christine B (2010) The
555 robustness of pollination networks to the loss of species and interactions: A quantitative
556 approach incorporating pollinator behaviour. *Ecol. Lett.* 13(4), 442–452.
557 <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01437.x>
558
- 559 Kantsa A, Raguso RA, Dyer AG, Olesen JM, Tscheulin T, Petanidou T (2018)

- 560 Disentangling the role of floral sensory stimuli in pollination networks. *Nat. Commun* 9
561 (1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03448-w>.
- 562
- 563 Klein AM, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C,
564 Tschardt T (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops.
565 *Proceedings. Biol. Sci.* 274(1608), 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- 566
- 567 Kovach WL (1994) Oriana for Windows, version 1.03. Kovach Computer Services,
568 Pentraeth, Wales, UK.
- 569
- 570 Labonté A, Monticelli LS, Turpin M, Felten E, Laurent E, Matejicek A, and Vanbergen,
571 AJ (2023) Individual flowering phenology shapes plant–pollinator interactions across
572 ecological scales affecting plant reproduction. *Ecol. Evol.*, 13(1), e9707.
573 <https://doi.org/10.1002/ece3.9707>
- 574
- 575 Lemaitre AB, Pinto CF, Niemeyer HM (2014) Generalized pollination system: Are floral
576 traits adapted to different pollinators? *Arthropod Plant Interact* 8(4), 261–272.
577 <https://doi.org/10.1007/s11829-014-9308-1>
- 578
- 579 López-García Á, Azcón-Aguilar C, Barea JM (2014) The interactions between plant life
580 form and fungal traits of arbuscular mycorrhizal fungi determine the symbiotic
581 community. *Oecologia* 176, 1075–1086. <https://doi.org/10.1007/s00442-014-3091-7>
- 582
- 583 Luna ALL, Souza CS, Neves JGS, Nunes YRF, Oliveira PE, Azevedo IFP (2024)
584 Temporal and spatial variation of floral resources of woody species in a vereda ecosystem:
585 Uniformity and habitat complementarity. *Flora* 310, 152425.
586 <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152425>
- 587 Machado IC, Lopes AV (2004) Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a
588 Brazilian tropical dry forest. *Ann. Bot.* 94(3), 365–376.
589 <https://doi.org/10.1093/aob/mch152>
- 590
- 591 Mantovani W, Martins FR (1993) Florística do cerrado na reserva biológica de Moji

- 592 Guaçu, SP. *Acta Bot. Bras.* 7: 33-6. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061993000100003>
593
- 594 Menino GCO, Nunes YRF, Santos RM, Fernandes GW, Fernandes LA (2012)
595 Environmental heterogeneity and natural regeneration in riparian vegetation of the
596 Brazilian semi-arid region. *Edinb. J. Bot.* 69, 29–51.
597 <https://doi.org/10.1017/S0960428611000400>.
598
- 599 Moreira SN, Eisenlohr PV, Pott A, Pott VJ, Oliveira-Filho AT (2015) Similar vegetation
600 structure in protected and non-protected wetlands in Central Brazil: conservation
601 significance. *Enviro Conserv* 42(4), 356-362.
602 <https://doi.org/10.1017/S0376892915000107>
603
- 604 Morellato LPC (1991) Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta
605 semidecídua no sudeste do Brasil. Ph.D dissertation (Ecologia) UNICAMP, Campinas,
606 Brasil.
607
- 608 Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A, Bencke CC, Romera EC, Zipparro VB (2000)
609 Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study 1. *Biotropica* 32(4b), 811-823.
610 <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00620.x>
611
- 612 Morellato LPC (2003) Phenological data, networks, and reserach: south america. In: M.
613 D. Schwartz (Ed.), *Phenology: An integrative. Environ. Sci. Int.* 1a, pp. 75–92. 1a ed.
614 Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
615
- 616 Morellato PC, Leitao-Filho HF (1996) Reproductive Phenology of Climbers in a
617 Southeastern Brazilian Forest. *Biotropica* 28(2), 180. <https://doi.org/10.2307/2389073>
618
- 619 Morellato LPC, Alberton B, Alvarado ST, Borges, B, Buisson E, Camargo MGG, Peres
619 CA (2016) Linking plant phenology to conservation biology. *Biol. Conserv.* 195, 60–72.
620 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.033>.
621
- 622 Munhoz CBR, Felfili JM (2006) Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma
623 área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 20, 671–685.

- 624 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000300017>.
- 625
- 626 Munhoz CBR, Felfili JM (2008) Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo em
627 campo limpo úmido no Brasil Central. *Acta Bot. Bras.* 22(4), 905–913.
628 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000400002>
- 629
- 630 Navarro-Cano JA, Goberna M and Verdú M (2019) Using plant functional distances to
631 select species for restoration of mining sites. *J Appl Ecol.* 56(10), 2353–2362.
632 <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13453>
- 633
- 634 Newstrom LE, Frankie GW, Baker HG, Colwell RK (1994) Diversity of long-term
635 flowering patterns. In: McDade LA, Bawa KS, Hespeneide HA, Hartshorn GS (ed) *La*
636 *selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*, Chicago University Press,
637 Chicago, p. 486.
- 638
- 639 Nunes YRF, Bahia TO, Avila MA, Veloso MDM, Santos RM (2015) Florística e
640 fitossociologia das comunidades arbóreas de veredas: um estudo de caso no norte de Minas
641 Gerais, Brasil. In: Eisenlohr PV, Felfili JM, Melo MMRF, Andrade LA, Meira-Neto JAA
642 (ed) *Fitossociologia no Brasil: metodos e estudos de casos*, vol. 2. Editora UFV, Viçosa,
643 pp. 264–287.
- 644
- 645 Nunes YRF, Souza CS, Azevedo IFP, Oliveira OS, Frazão LA, Fonseca RS, Santos RM,
646 Neves WV (2022) Vegetation structure and edaphic factors in veredas reflect different
647 conservation status in these threatened areas. *For. Ecosist.* 9, 100036.
648 <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2022.100036>
- 649
- 650 Oliveira GC, Araújo GM, Barbosa AAA (2009) Florística e zonação de espécies vegetais
651 em veredas no Triângulo Mineiro, Brasil. *Rodriguésia* 60, 1077-1085.
652 <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960417>
- 653
- 654 Oliveira PE, Gibbs PE (2002) Pollination and reproductive biology in cerrado plant
655 communities. *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical*

- 656 savanna, 329-348. <https://doi.org/10.7312/oliv12042-016>
- 657
- 658 Ollerton J, Winfree R, Tarrant S (2011) How many flowering plants are pollinated by
659 animals? *Oikos* 120(3), 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- 660
- 661 Petanidou T, Kallimanis AS, Sgardelis SP, Mazaris AD, Pantis JD, Waser NM (2014)
662 Variable flowering phenology and pollinator use in a community suggest future
663 phenological mismatch. *Acta Oecol* 59, 104-111.
664 <https://doi.org/10.1016/j.actao.2014.06.001>
- 665
- 666 Pfeffer L, Rezende UC, Barônio GJ and Oliveira DC (2018) Building two houses on a
667 singles host plant: galling insect synchronizes its life cycle with plant phenology.
668 *Oecologia Aust.* 22(4), 438–448. <https://doi.org/10.4257/oeco.2018.2204.07>
- 669
- 670 Quesada M, Stoner KE, Lobo JA, Herrerias-Diego Y, Palacios-Guevara C, MunguiaRosas
671 MA, Salazar KAO, Rosas-Guerrero V (2004) Effects of forest fragmentation on pollinator
672 activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat-
673 pollinated bombacaceous trees. *Biotropica* 36, 131–138. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2004.tb00305.x>
- 674
- 675
- 676 Ramos MVV, Curi N, Motta PEF, Vitorino ACT, Ferreira MM, Silva MLN (2006)
677 Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. *Cienc. E Agrotecnol* 30, 283–293.
678 <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000200014>
- 679
- 680 Raunkiaer C (1934) The life forms of plants and statistical plant geography: Being the
681 collected papers of C. Raunkiaer. Oxford, UK: Clarendon Press
- 682
- 683 R Core Team. (2018) R: A language and environment for statistical computing.
- 684
- 685 Resende ILM, Chaves LJ, Rizzo JA (2013) Floristic and phytosociological analysis of
686 palm swamps in the central part of the Brazilian savanna. *Acta Bot. Bras.* 27, 205–225.
687 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062013000100020>

- 688
- 689 Ribeiro JF, Walter BMT (2008) As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In:Sano
690 SM, Almeida SP, Ribeiro JF (ed) Cerrado: ecologia e flora, Embrapa Informação
691 Tecnológica. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica. Distrito Federal, pp. 153 –212.
692
- 693 Sakai S, Momose K, Yumoto T, Nagamitsu T, Nagamasu H, Hamid AA, Nakashizuka T
694 (1999) Plant reproductive phenology over four years including an episode of general
695 flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. *Am J Bot.* 86(10), 1414–36.
696 <https://doi.org/10.2307/2656924>
- 697
- 698 Silva DM, Luna AL, Souza CS, Nunes YRF, Fonseca RS, Azevedo IFPD (2022) Sexual
699 and reproductive systems of woody species in vereda are distributed according to the life
700 form and habitat occurrence. *Austral Ecol.* 47 (7), 1528–1543.
701 <https://doi.org/10.1111/aec.13235>.
- 702
- 703 Silva MA, Nogueira PE (1999) Avaliação fitossociológica do estrato arbustivo-herbáceo
704 em cerrado stricto sensu após incêndio acidental, no Distrito Federal, Brasil. *Boletim do*
705 *Herbário Ezechias Paulo Heringer* 4: 65-78
- 706
- 707 Silva CI, Souza Pacheco Filho AJ, Toppa RH, Arena MVN, and Oliveira PE (2021).
708 Seasonal and vertical distribution of floral resources and its implications for the
709 conservation of pollinators. *Flora*, 278, 151787.
710 <https://doi.org/10.1016/j.flora.2021.151787>
- 711
- 712 Soares NC, Morellato LPC (2017) Crepuscular pollination and reproductive ecology of
713 *Trembleya laniflora* (Melastomataceae), an endemic species in mountain rupestrian
714 grasslands. *Flora*. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2016.12.005>
- 715
- 716 Souza CS, Aoki C, Ribas A, Pott A, Sigrist, MR (2016) Floral traits as potential indicators
717 of pollination vs. theft. *Rodriguésia*, 67(2), 309–320. [https://doi.org/10.1590/2175-](https://doi.org/10.1590/2175-7860201667203)
718 [7860201667203](https://doi.org/10.1590/2175-7860201667203)
- 719

- 720 Souza CS, Maruyama PK, Aoki C, Sigrist MR, Raizer J, Gross CL, Araujo AC (2018)
721 Temporal variation in plant–pollinator networks from seasonal tropical environments:
722 higher specialization when resources are scarce. *J. Ecol.* 106(6), 2409-2420.
723 <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12978>
724
- 725 Stevens MHH, Carson WP (2001) Phenological complementarity, species diversity, and
726 ecosystem function. *Oikos*, 92(2), 291–296. [https://doi.org/10.1034/j.1600-](https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.920211.x)
727 [0706.2001.920211.x](https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.920211.x)
728
- 729 Talora DC, Morellato PC (2000) Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície
730 litorânea do sudeste do Brasil. *Rev Bras Bot.* 23(1). [https://doi.org/10.1590/S0100-](https://doi.org/10.1590/S0100-84042000000100002)
731 [84042000000100002](https://doi.org/10.1590/S0100-84042000000100002)
732
- 733 Tannus JL, Assis MA (2004) Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo
734 úmido em área de cerrado, Itirapina-SP, Brasil. *Braz. J. Bot*, 27, 489-506.
735 <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000300009>
736
- 737 Teixeira AP, Assis MA (2011) Floristic relationships among inland swamp forests of
738 Southeastern and Central-Western Brazil. *Braz. J. Bot.* 34, 91–101. [https://doi.org/](https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000100009)
739 [10.1590/S0100-84042011000100009](https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000100009).
740
- 741 van Kleunen M, Burczyk J (2008) Selection on floral traits through male fertility in a
742 natural plant population. *Evol Ecol*, 22(1), 39–54. [https://doi.org/10.1007/s10682-007-](https://doi.org/10.1007/s10682-007-9157-9)
743 [9157-9](https://doi.org/10.1007/s10682-007-9157-9)
744
- 745 Vilas-Boas JC, Fava WS, Laroca S, Sigrist MR (2013) Two sympatric *Byrsonima* species
746 (Malpighiaceae) differ in phenological and reproductive patterns. *Flora (Jena)*, 208, 360–
747 369. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.05.003>
748
- 749 Zar JH (2010) *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Pearson Prentice Hall: p. 944.
750
- 751 Zirbel CR, Bassett T, Grman E, Brudvig LA (2017) Plant functional traits and

752 environmental conditions shape community assembly and ecosystem functioning during
753 restoration. *J Appl Ecol* 54(4). <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12885>
754

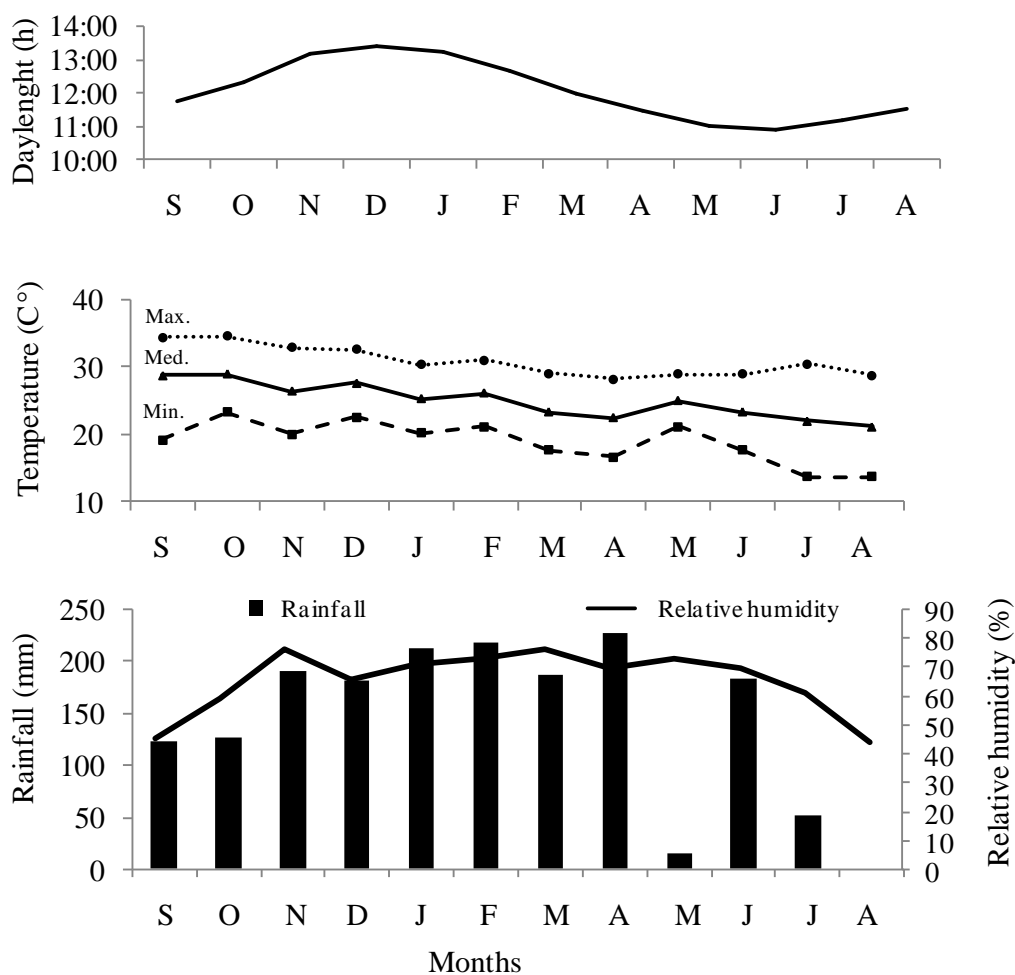


Fig. 1 Annual distribution of mean monthly (med), mean monthly maximum (max), and mean monthly minimum (min) temperatures (°C), rainfall (mm) and mean daylength (h) in *vereda* community studied during the period of September 2012 to August 2013.

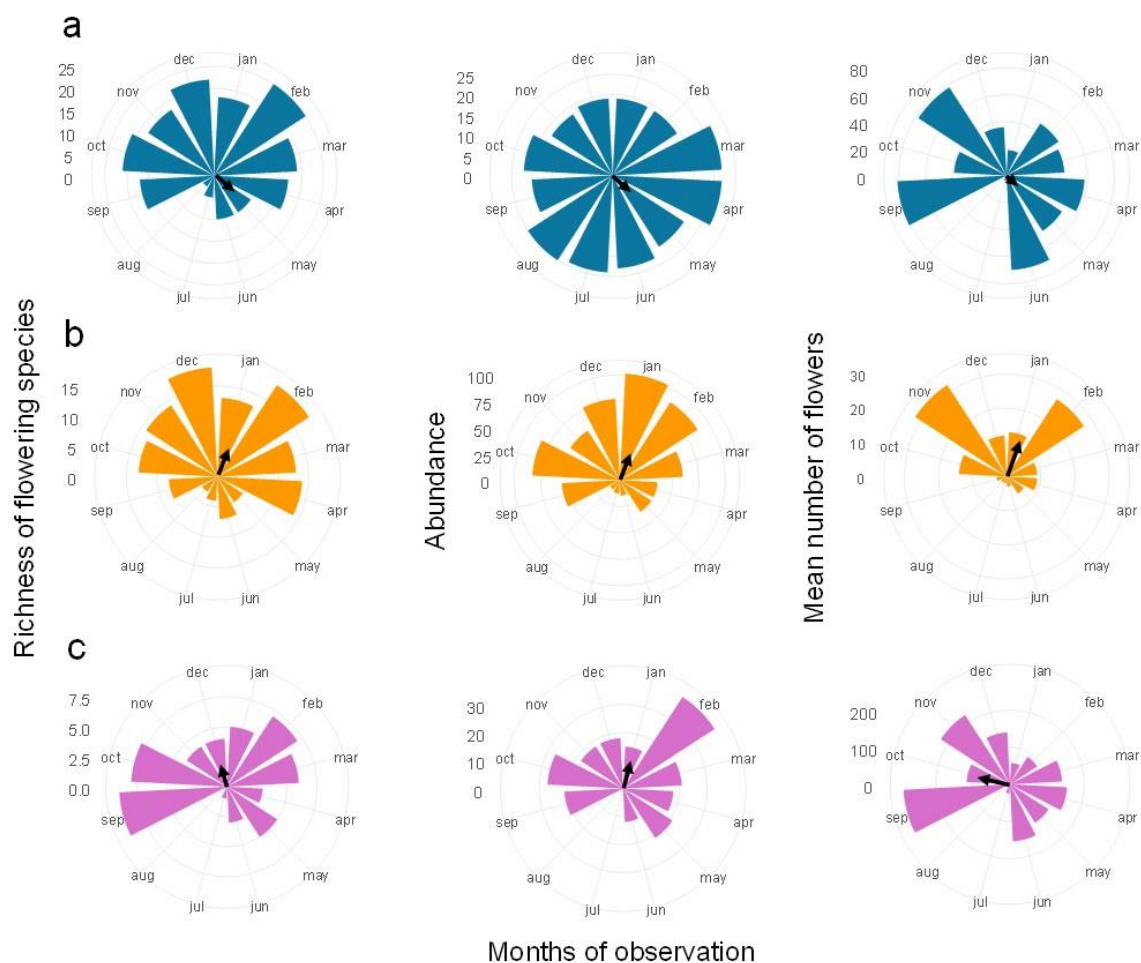


Fig. 2 Circular graphs showing a) richness, abundance of flowering individuals and mean number of flowers of the entire *vereda* community sampled between September 2012 to August 2013, respectively; b) only for the herbaceous component; c) only for the arboreal/woody component. The arrow points to the mean date, and the length of the arrow represents the value of vector r , ranging from 0 to 1, or the concentration of the phenophase around the mean date (degree of seasonality).

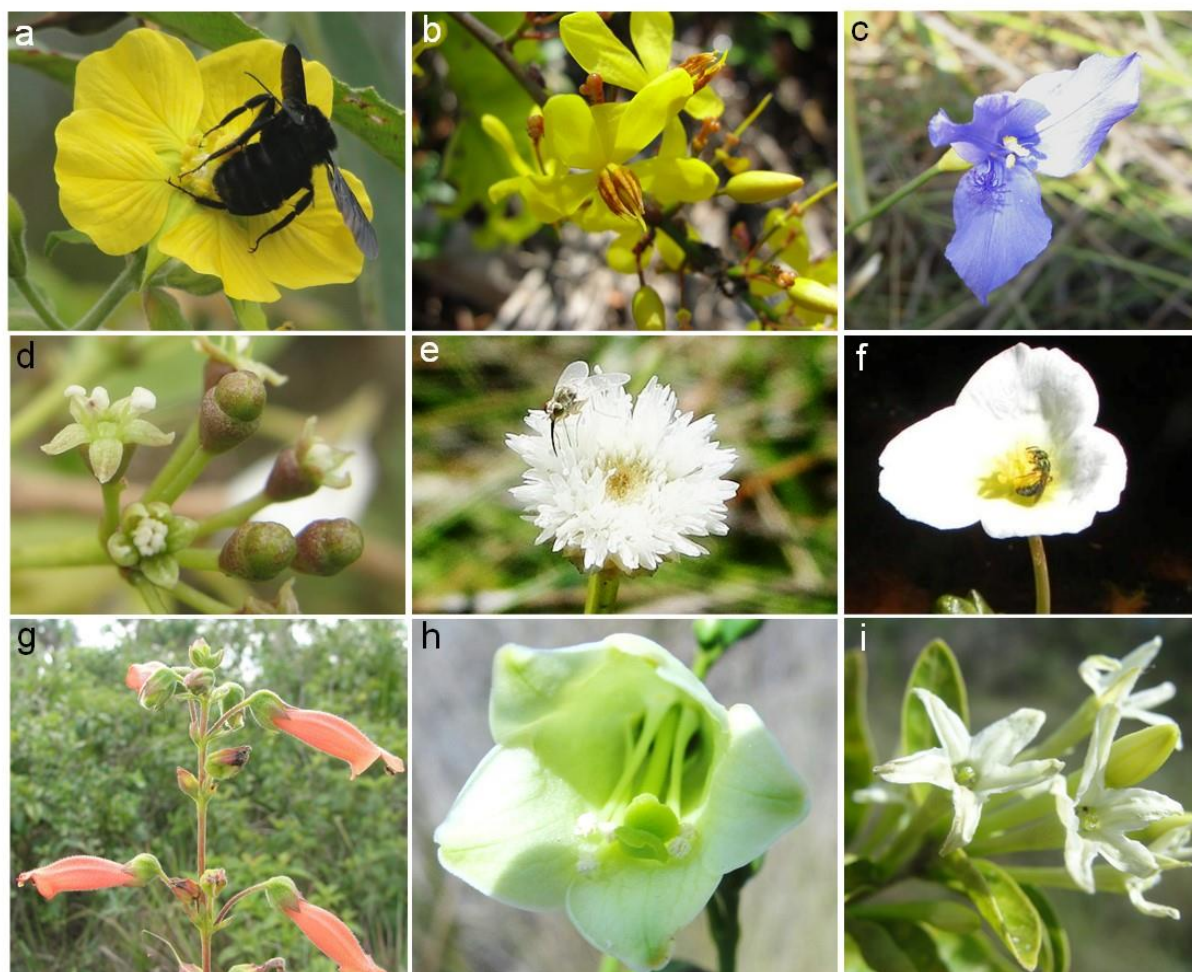


Fig. 3 Some plant species sampled in the study area, with different floral types and colors that were sampled in the studied *vereda*: a) *Ludwigia octovalvis* (Onagraceae): dish type, yellow, nectar and bee pollination; b) *Ouratea floribunda* (Ochnaceae): dish type, yellow, poricidal anther and buzz pollination; c) *Abolboda pulchella* (Xyridaceae): dish type, cold color, nectar and bee pollination; d) *Smilax fluminensis* (Smilacaceae): dish type, white, nectar and bee pollination. e) *Comanthera xeranthemoides* (Eriocaulaceae): tube type, white, wind and bee pollination; f) *Sagittaria rhombifolia* (Alismataceae): dish type, white, nectar and bee pollination; g) *Sinningia elatior* (Gesneriaceae): tube type, warm colors, nectar and hummingbird pollination; h) *Chelonanthus alatus* (Gentianaceae): tube type, white, nectar and

bat pollination; i) *Cestrum axillare* (Solanaceae): tube type, white, nectar and bee pollination.

Photos: Camila Souza.

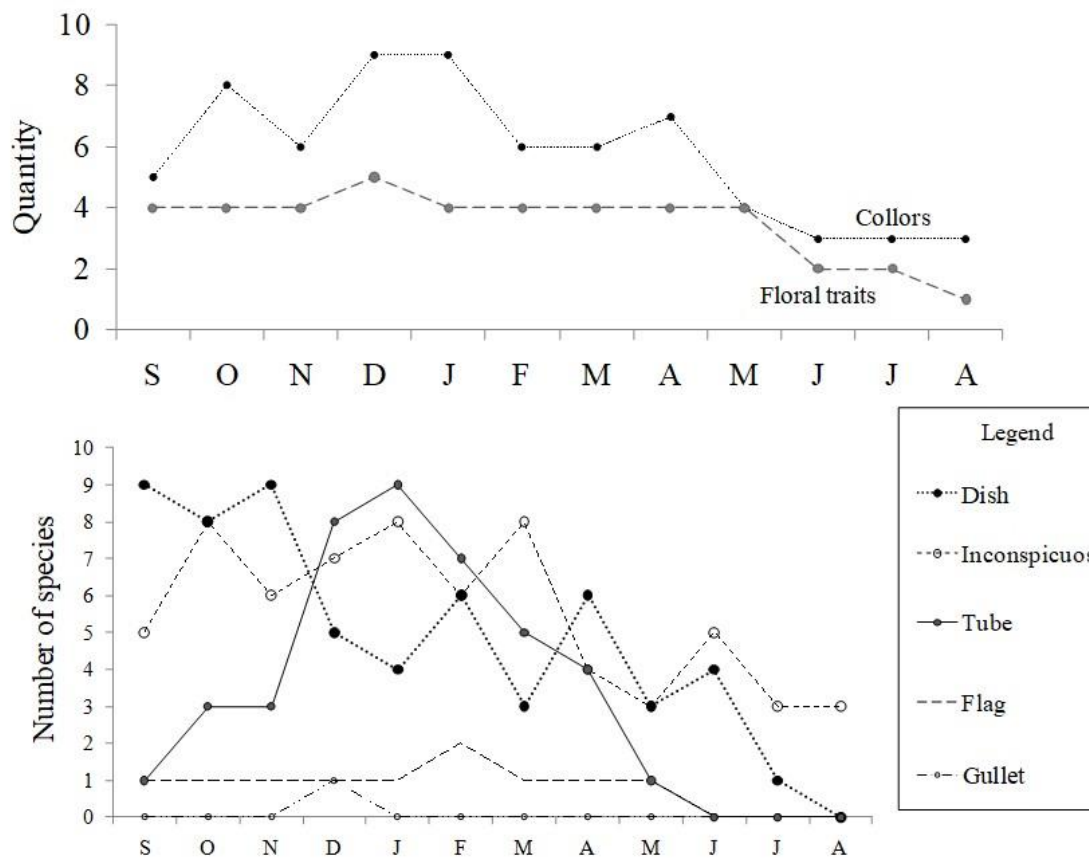


Fig. 4 Quantity of flower colors and floral traits during the studied months. The graphs show the variation of the number of plant species with the characteristics analyzed in the *vereda* during the period of September 2012 to August 2013.

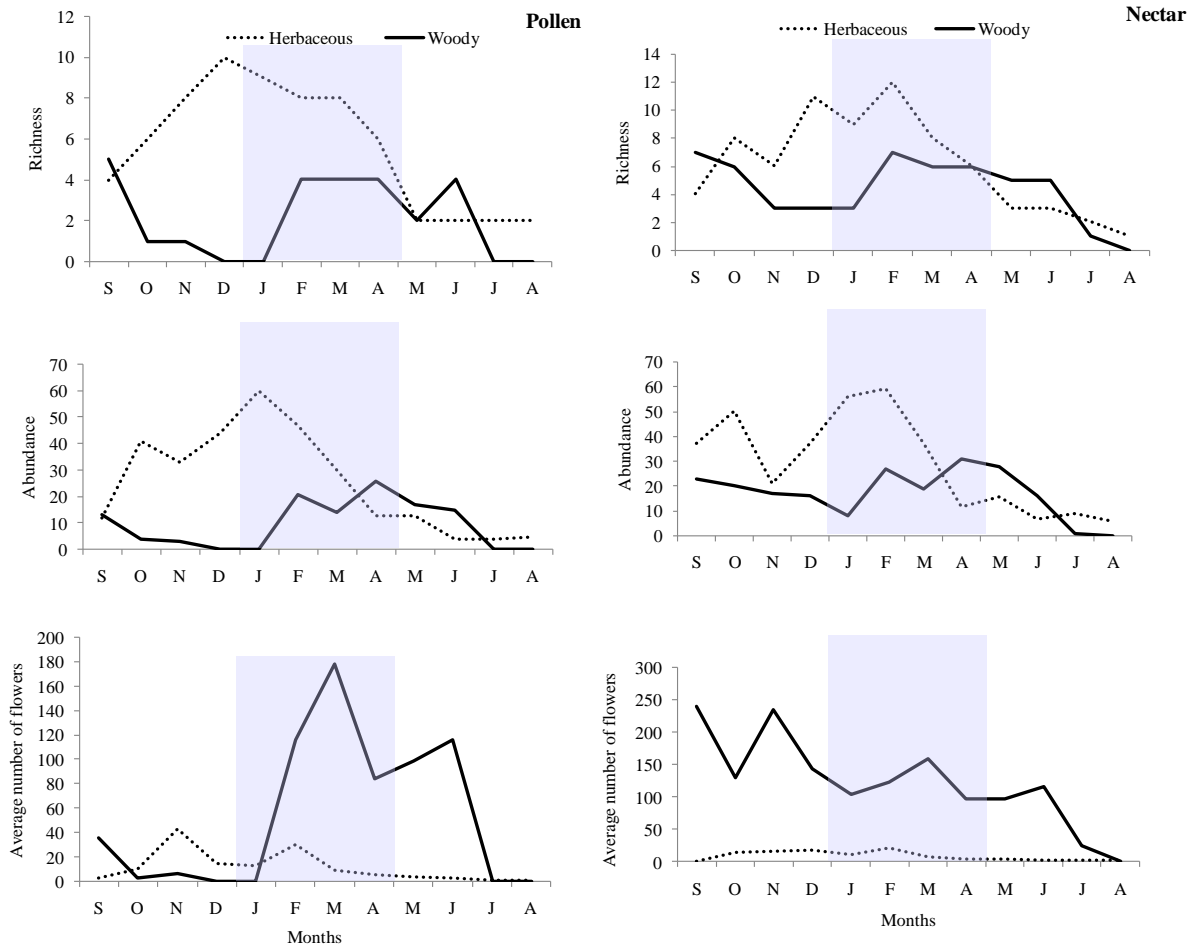


Fig. 5 Intensity of the main floral resources (nectar and pollen) offered by herbaceous and woody community in the *vereda* studied during the period of September 2012 to August 2013.

Blue area = rainy season.

Table 1 Mean vector (μ) (and mean date), length of mean vector (r) and Rayleigh Test (Z) number of species (richness), flowering plants (abundance) and mean number of flowers for community, woody and herbaceous component in *vereda* community studied during the period of September 2012 to August 2013. Significant values = $p < 0.05$.

Variables	COMMUNITY			HERBACEOUS			WOODY		
	Richness	Abundance	Mean number of flowers	Richness	Abundance	Mean number of flowers	Richness	Abundance	Mean number of flowers
Number of observations	185	842	525	130	631	132	55	211	10955
Mean Vector (μ)	129.946°	126.153°	134.929°	14.31°	1.632°	0.764°	352.315°	26.1°	271.009°
Mean date	May	May	May	January	January	January	December	January	October
Mean Vector (r)	0.26	0.33	0.04	0.3	0.36	0.446	0.18	0.25	0.29
Rayleigh Test (Z)	12.547	92.317	0.715	11.678	83.575	26.285	1.742	13.341	946.24
Rayleigh Test (p)	<0.0001	<0.01	0.48	<0.001	<0.01	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.0001

Table 2 Akaike's Information Criterion (AIC) between mean temperature, total monthly rainfall, day length, relative humidity, and intensity of flowering for community, woody and herbaceous component in *vereda* community studied during the period of September 2012 to August 2013. Significant values ($p < 0.05$) are shown in bold.

Variables	N	AIC initial	AIC final	Intercept	r2	F	p	Rainfall	Temperature	Day length	Relative humidity
COMMUNITY											
Richness	12	29.37	27.28	-28.48632	0.83	29.1	0.0001	0.0556	1.4539	-	-
Abundance	12	76.95	75.51	-303.1606	0.72	10.67	0.003	0.1566	7.5354	13.831	-
Mean number of flowers	12	77.11	75.15	85.8419	0.408	3.527	0.068	0.2109	6.3918	-19.359	-
WOODY											
Richness	12	15.67	13.77	-8.682858	0.661	8.172	0.0080	-0.9942	-	0.009	0.9493
Abundance	12	52.97	50.13	-75.1610	0.518	6.966	0.0151	-	0.4184	-	2.6106
Mean number of flowers	12	103.23	102.12	54.2704	0.3941	3.385	0.0745	-472618	-	0.4631	22.715
HERBACEOUS											
Richness	12	23.36	22.28	-25.68507	0.8111	24.62	0.0002	2.60014	-	0.03926	-
Abundance	12	71.3	69.46	-81.9422	0.7353	11.19	0.0031	16.8865	-	0.0886	4.4405
Mean number of flowers	12	52.49	48.78	-71.85715	0.4846	6.171	0.0205	6.4297	0.2496	-	-

Table S1 Plant species, habit, life form, duration (n. months) and CGMS number record in a *vereda* vegetation, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil, from September 2012 to August 2013. Habit: A = arboreal, S = shrub, H = herbaceous, Ss = subshrub, C = climbing; Life form: Ph = Phanerophyte, Ch = Chamaephyte, Ge = Geophyte, He = Hemicryptophyte, Th = Therophyte; Duration (n. months) = duration of flowering over the months; CGMS record = Herbarium CGMS.

Species	Habit	Life Form	Duration (n. months)	CGMS record
Alismataceae				
<i>Echinodorus longipetalus</i> Micheli	H	Ge	1	38665
<i>Sagittaria rhombifolia</i> Cham.	H	Ge	7	38648
Alstroemeriaceae				
<i>Alstroemeria longistyla</i> Schenk	H	He	1	38658
Apiaceae				
<i>Eryngium ebracteatum</i> Lam.	H	Ch	4	38659
Aquifoliaceae				
<i>Ilex affinis</i> Gardner	A	Ph	10	38637
Araceae				
<i>Urospatha sagittifolia</i> (Rudge) Schott	H	Ch	1	38663
Arecaceae				
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	A	Ph	-	-
Asteraceae				
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	H	Ch	3	38674
<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. ex DC.) R.M. King & H. Rob.	Ss	Th	1	38686
<i>Clibadium armanii</i> (Balb.) Sch.Bip. ex O.E.Schulz	Ss	Th	2	38670
<i>Elephantopus palustris</i> Gardner	H	He	3	38672
<i>Erechtites hieraciifolius</i> (L.) Raf. ex DC.	H	Th	1	38684
<i>Raulinoreitzia crenulata</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.	Ss	Th	1	38682
<i>Lessingianthus bardanoides</i> (Less.) H.Rob.	S	Ph	4	38671
Asteraceae				
<i>Mikania psilostachya</i> DC.	C	Ph	1	38679
<i>Mikania stenophylla</i> W.C. Holmes	C	Ph	1	38680
<i>Vernonanthura</i> sp.	S	Ph	1	38642
Chloranthaceae				

<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart.	A	Ph	1	38645
Cyperaceae				
<i>Ascolepis brasiliensis</i> (Kunth) Benth. ex C.B. Clarke	H	He	5	38667
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	H	He	7	38651
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	H	He	8	38639
<i>Rhynchospora robusta</i> (Kunth) Boeckeler	H	He	3	38673
Eriocaulaceae				
<i>Eriocaulon</i> cf. <i>magnum</i> Abbiatti	H	He	10	38635
<i>Syngonanthus caulescens</i> (Poir.) Ruhland	H	Th	7	38654
<i>Syngonanthus gracilis</i> (Bong.) Ruhland	H	He	6	38657
<i>Comanthera xeranthemoides</i> (Bong.) L.R. Parra & A.M. Giuletti	H	He	12	38634
Gentianaceae				
<i>Chelonanthus alatus</i> (Aubl.) Pulle	S	Ph	8	38650
Gesneriaceae				
<i>Sinningia elatior</i> (Kunth) Chautems	H	He	1	38676
Iridaceae				
<i>Trimezia spathata</i> (Klatt) Baker	H	Ge	1	38678
Lamiaceae				
<i>Hyptis brevipes</i> Poit.	Ss	Ch	1	38677
Malpighiaceae				
<i>Heteropterys coriacea</i> A. Juss.	S	Ph	2	38647
<i>Heteropterys</i> sp.	S	Ph	1	38660
Melastomataceae				
<i>Desmoscelis villosa</i> (Aubl.) Naudin	Ss	Ch	1	38675
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	A	Ph	1	38681
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	S	Ph	6	38644
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	H	Ch	3	38666
<i>Tococa guianensis</i> Aubl.	Ss	Ch	2	38649
Ochnaceae				
<i>Ouratea floribunda</i> (A.St.-Hil.) Engl.	S	Ph	1	38640
<i>Sauvagesia racemosa</i> A. St.-Hil.	Ss	Ch	9	38643
Onagraceae				

<i>Ludwigia nervosa</i> (Poir.) H. Hara	Ss	Ch	7	38638
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	Ss	Ch	2	38683
Poaceae				
<i>Andropogon bicornis</i> L.	H	Ge	5	25911
<i>Axonopus purpusii</i> (Mez) Chase	H	He	1	-
<i>Paspalum imbricatum</i> Filg.	H	He	2	18389
<i>Steinchisma laxum</i> (Sw.) Zuloaga	H	He	1	-
Rubiaceae				
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Ss	Ch	4	38668
<i>Diodella radula</i> (Willd. & Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Delprete	H	He	3	38661
<i>Emmeorrhiza umbellata</i> (Spreng.) K. Schum.	C	Ph	4	38641
<i>Ferdinandusa speciosa</i> (Pohl) Pohl	A	Ph	4	38662
Rubiaceae				
<i>Psychotria tenerior</i> (Cham.) Müll. Arg.	S	Ph	2	38669
<i>Sipanea pratensis</i> Aubl.	H	Ch	2	38664
Smilacaceae				
<i>Smilax fluminensis</i> Steud.	C	Ph	2	38653
Solanaceae				
<i>Brunfelsia obovata</i> Benth.	S	Ph	3	38655
<i>Cestrum axillare</i> Vell.	Ss	Ch	2	38685
Styracaceae				
<i>Styrax camporum</i> Pohl	A	Ph	2	38652
Urticaceae				
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	A	Ph	1	38646
Xyridaceae				
<i>Abolboda egleri</i> L.B. Sm. & Downs	H	He	3	38636
<i>Xyris jupicai</i> Rich.	H	He	8	38656

ANEXO II

Normas revista Wetlands

Submissão de manuscrito

A submissão de um manuscrito implica: que o trabalho descrito não tenha sido publicado anteriormente; que não está sendo considerada para publicação em nenhum outro lugar; que a sua publicação tenha sido aprovada por todos os coautores, se houver, bem como pelas autoridades responsáveis – tácita ou explicitamente – do instituto onde o trabalho foi realizado. O editor não será legalmente responsável caso haja qualquer pedido de compensação.

Permissões

Os autores que desejam incluir figuras, tabelas ou passagens de texto que já foram publicadas em outro lugar são obrigados a obter permissão do(s) proprietário(s) dos direitos autorais para o formato impresso e on-line e incluir evidências de que tal permissão foi concedida ao enviar seus artigos. . Qualquer material recebido sem tal evidência será considerado originário dos autores.

Envio on-line

Por favor, siga o hiperlink “Enviar manuscrito” e carregue todos os arquivos do seu manuscrito seguindo as instruções fornecidas na tela.

Arquivos Fonte

Certifique-se de fornecer todos os arquivos de origem editáveis relevantes em cada envio e revisão. O não envio de um conjunto completo de arquivos de origem editáveis fará com que seu artigo não seja considerado para revisão. Para o texto do seu manuscrito, envie sempre em formatos comuns de processamento de texto, como .docx ou LaTeX.

Diretrizes para envio de zonas úmidas

Carta de apresentação: obrigatória

Todas as submissões deverão ser acompanhadas de uma carta de apresentação que deverá incluir:

Qual é a questão científica que você está abordando?

Quais são as principais conclusões que respondem a esta pergunta?

Por que este trabalho é importante e oportuno?

Por que é de interesse para os leitores internacionais de WETLANDS?

Responsabilidades Éticas dos Autores: Sugerir/Excluir Revisores

Wetlands exige dos seus autores o seguinte: Os autores devem sugerir pelo menos cinco revisores adequados, dois dos quais devem ser de países diferentes. Os autores também poderão solicitar a exclusão de determinadas pessoas no momento da submissão de seus manuscritos. Ao sugerir revisores, os autores devem garantir que eles sejam independentes e não tenham qualquer ligação com o trabalho. O Autor Correspondente também deverá fornecer a afiliação e os endereços de e-mail institucionais dos revisores sugeridos. Se isso não for possível, inclua outros meios de verificação da identidade, como um link para uma página pessoal ou um registro de publicação, ou um ID do pesquisador ou do autor na carta de submissão.

Resumos

Além do Resumo em inglês, os autores do WETLANDS poderão incluir uma tradução do resumo em um idioma diferente do inglês no corpo principal do texto, abaixo do Resumo em inglês.

Tipos de artigos

A revista não possui contagem rígida de palavras, mas sugerimos até 4.000 palavras para comunicações curtas e 4.000-8.000 palavras para artigos regulares e artigos de revisão. Em caso de dúvida, entre em contato com o Editor-Chefe.

Investigação original: Artigos que relatam investigação original sobre zonas húmidas, naturais ou construídas, incluindo, entre outros, mecanismos subjacentes aos processos ecossistêmicos, os valores das zonas húmidas para a sociedade, a sua gestão, avaliação da qualidade e restauração.

Comunicações curtas: artigos curtos no mesmo formato dos artigos de pesquisa original, relatando novas descobertas que são consideradas potencialmente muito importantes ou oportunas, mas que não exigem um artigo completo. Comunicações curtas não devem ser utilizadas para reportar dados preliminares.

Artigo de revisão: Artigos que resumem pesquisas passadas e recentes sobre um assunto relevante para a ciência e gestão de zonas húmidas, muitas vezes para sintetizar padrões ou opiniões abrangentes. O assunto e o conteúdo deverão ser discutidos com o Editor-Chefe (marinus.otte@ndsu.edu) antes da submissão.

Revisões convidadas: A série de análises de Mark Brinson foi iniciada em 2013 e reúne análises aprofundadas e abrangentes nas áreas de ciência e gestão de zonas úmidas, no sentido mais amplo desses termos. Estas revisões podem sintetizar observações durante longos períodos de tempo ou reunir informações de vários estudos para formar uma opinião. Eles são convidados, podem ser resenhas regulares reconhecidas pelo Conselho Editorial da revista como importantes o suficiente para fazer parte da série, ou os futuros autores podem entrar em contato com o Editor-Chefe.

Estudantes e pesquisadores em início de carreira: Oferecemos incentivos para a submissão de revisões ou artigos de perspectiva por estudantes e pesquisadores em início de carreira (ECR) (definidos como sendo dentro de um ano após a obtenção do título de doutorado) – consulte a guia Estudantes e pesquisadores em início de carreira. Se você estiver enviando um artigo como primeiro autor e for estudante ou ECR, indique isso em sua carta de apresentação e/ou comentários ao editor ao enviar seu artigo.

Folha de rosto

Certifique-se de que sua página de título contenha as seguintes informações.

Título

O título deve ser conciso e informativo.

Informação sobre o autor

O(s) nome(s) do(s) autor(es)

A(s) afiliação(ões) do(s) autor(es), ou seja, instituição, (departamento), cidade, (estado), país

Uma indicação clara e um endereço de e-mail ativo do autor correspondente

Se disponível, o ORCID de 16 dígitos do(s) autor(es)

Se as informações de endereço forem fornecidas com a(s) afiliação(ões), elas também serão publicadas.

Para autores que não sejam (temporariamente) afiliados, capturaremos apenas a cidade e o país de residência, e não o endereço de e-mail, a menos que seja especificamente solicitado.

Modelos de linguagem grande (LLMs), como [ChatGPT](#), atualmente não atendem aos nossos [critérios de autoria](#). Notavelmente, uma atribuição de autoria acarreta responsabilidade pelo trabalho, que não pode ser efetivamente aplicada aos LLMs. O uso de um LLM deve ser devidamente documentado na seção Métodos (e se uma seção Métodos não estiver disponível, em uma parte alternativa adequada) do manuscrito.

Abstrato

Forneça um resumo de 150 a 250 palavras. O resumo não deve conter abreviaturas indefinidas ou referências não especificadas.

Apenas para revistas de ciências biológicas (quando aplicável)

Número de registro do ensaio e data de registro para ensaios registrados prospectivamente

Número de registro do ensaio e data de registro, seguido de “registrado retrospectivamente”, para ensaios registrados retrospectivamente

Palavras-chave

Forneça de 4 a 6 palavras-chave que possam ser usadas para fins de indexação.

Segundo Resumo:

Também é permitido um segundo resumo em idioma diferente do inglês, desde que seja uma tradução precisa e não exceda 250 palavras.

Estilo científico

Por favor, use sempre sinais e símbolos aceitos internacionalmente para unidades ([unidades SI](#)).

Texto

Formatação de texto

Os manuscritos deverão ser submetidos em Word.

Use uma fonte normal e simples (por exemplo, Times Roman de 10 pontos) para o texto.

Use itálico para dar ênfase.

Use a função de numeração automática de páginas para numerar as páginas.

Não use funções de campo.

Use tabulações ou outros comandos para recuos, não a barra de espaço.

Use a função de tabela, e não planilhas, para criar tabelas.

Use o editor de equações ou MathType para equações.

Salve seu arquivo em formato docx (Word 2007 ou superior) ou formato doc (versões mais antigas do Word).

Manuscritos com conteúdo matemático também podem ser submetidos em LaTeX.

Recomendamos usar o [modelo LaTeX da Springer Nature](#) .

Títulos

Utilize no máximo três níveis de títulos exibidos.

Abreviações

As abreviações devem ser definidas na primeira menção e usadas de forma consistente a partir de então.

Notas de rodapé

As notas de rodapé podem ser utilizadas para fornecer informações adicionais, que podem incluir a citação de uma referência incluída na lista de referências. Não devem consistir apenas em uma citação de referência e nunca devem incluir os detalhes bibliográficos de uma referência. Também não devem conter figuras ou tabelas.

As notas de rodapé do texto são numeradas consecutivamente; aqueles nas tabelas devem ser indicados por letras minúsculas sobrescritas (ou asteriscos para valores de significância e outros dados estatísticos). As notas de rodapé do título ou dos autores do artigo não recebem símbolos de referência.

Sempre use notas de rodapé em vez de notas finais.

Agradecimentos

Agradecimentos a pessoas, subsídios, fundos, etc. devem ser colocados em uma seção separada na página de título. Os nomes das organizações financiadoras devem ser escritos por extenso.

Referências

Citação

Citar as referências no texto por nome e ano entre parênteses. Alguns exemplos:

A pesquisa em negociação abrange muitas disciplinas (Thompson 1990).

Este resultado foi posteriormente desmentido por Becker e Seligman (1996).

Este efeito foi amplamente estudado (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso e Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

Lista de referência

A lista de referências deverá incluir apenas trabalhos citados no texto e que tenham sido publicados ou aceitos para publicação. Comunicações pessoais e trabalhos inéditos deverão ser mencionados apenas no texto.

As entradas da lista de referências devem ser organizadas em ordem alfabética pelos sobrenomes do primeiro autor de cada trabalho. Por favor, coloque-os em ordem alfabética de acordo com as seguintes regras: 1) Para um autor, por nome do autor e depois cronologicamente; 2) Para dois autores, por nome do autor, depois nome do coautor e depois cronologicamente; 3) Para mais de dois autores, pelo nome do primeiro autor, depois cronologicamente.

Se disponível, inclua sempre DOIs como links completos de DOI em sua lista de referências (por exemplo, “<https://doi.org/abc>”).

artigo de jornal

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Efeito do treinamento intermitente de alta intensidade na variabilidade da frequência cardíaca em crianças pré-púberes. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738.
<https://doi.org/10.1007/s00421-008-0955-8>

Idealmente, os nomes de todos os autores devem ser fornecidos, mas também será aceito o uso de “et al” em longas listas de autores:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Futuro do seguro saúde. N Engl J Med 965:325–329

Artigo por DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Implicações clínicas da produção desregulada de citocinas. J Mol Med. <https://doi.org/10.1007/s001090000086>

Livro

South J, Blass B (2001) O futuro da genômica moderna. Blackwell, Londres

Capítulo de livro

Brown B, Aaron M (2001) A política da natureza. In: Smith J (ed) A ascensão da genômica moderna, 3ª ed. Wiley, Nova York, pp 230-257

Documento on-line

Cartwright J (2007) As grandes estrelas também têm clima. Publicação IOP PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Acessado em 26 de junho de 2007

Dissertação

Trent JW (1975) Insuficiência renal aguda experimental. Dissertação, Universidade da Califórnia

Sempre use a abreviatura padrão do nome de um periódico de acordo com a lista ISSN de abreviações de palavras de título, consulte

ISSN LTDA

Se não tiver certeza, use o título completo do periódico.

Abreviações

Sugerimos usar a abreviatura padrão do nome de um periódico da lista que pode ser encontrada

Declarações e Declarações

As seguintes declarações devem ser incluídas no manuscrito submetido sob o título 'Declarações e Declarações'. Deve ser colocado após a seção Referências. Observe que os envios que não incluam as declarações obrigatórias serão devolvidos como incompletos.

Financiamento

Por favor, descreva quaisquer fontes de financiamento que apoiaram o trabalho. A declaração deve incluir detalhes de quaisquer subsídios recebidos (forneça o nome da agência financiadora e o número do subsídio).

Declarações de exemplo:

“Este trabalho foi apoiado por [...] (números de subvenções [...] e [...]). O autor AB recebeu apoio de pesquisa da Empresa A.”

“Os autores declaram que nenhum fundo, subsídio ou outro apoio foi recebido durante a preparação deste manuscrito.”

Interesses competitivos

Os autores são obrigados a divulgar interesses financeiros ou não financeiros que estejam direta ou indiretamente relacionados com o trabalho submetido para publicação. Deverão ser relatados interesses nos últimos 3 anos desde o início do trabalho (realização da pesquisa e preparação do trabalho para submissão). Interesses fora do prazo de 3 anos devem ser divulgados se puderem ser razoavelmente percebidos como influenciando o trabalho submetido.

Declarações de exemplo:

“Interesses financeiros: Os autores A e B declaram não ter interesses financeiros. O Autor C recebeu honorários de palestrante e consultor da Empresa M. O Dr. C recebeu honorários de palestrante e financiamento de pesquisa da Empresa M e da Empresa N. O Autor D recebeu apoio para viagens da Empresa O. Interesses não financeiros: O Autor D atuou como consultor conselhos da Empresa M e da Empresa N.”

“Os autores não têm interesses financeiros ou não financeiros relevantes a divulgar.”

Consulte a seção “Interesses Concorrentes” abaixo para obter mais informações sobre como preencher essas seções.

Contribuições do autor

Os autores são incentivados a incluir uma declaração que especifique a contribuição de cada autor para a pesquisa e preparação do manuscrito.

Declaração de exemplo:

“Todos os autores contribuíram para a concepção e desenho do estudo. A preparação do material, a coleta e a análise dos dados foram realizadas por [nome completo], [nome completo] e [nome completo]. O primeiro rascunho do manuscrito foi escrito por [nome completo] e todos os autores comentaram as versões anteriores do manuscrito. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito final.”

Consulte a seção “Princípios de Autoria” abaixo para obter mais informações sobre como preencher esta seção.

Disponibilidade de dados

Esta revista incentiva os autores a fornecerem uma declaração opcional de disponibilidade de dados em seus artigos. As Declarações de Disponibilidade de Dados devem incluir informações sobre onde podem ser encontrados os dados que apoiam os resultados relatados

no artigo, incluindo, quando aplicável, hiperlinks para conjuntos de dados arquivados publicamente, analisados ou gerados durante o estudo. As declarações de disponibilidade de dados também podem indicar se os dados estão disponíveis mediante solicitação dos autores e quando não há dados disponíveis, se apropriado.

Declarações de exemplo:

“Os conjuntos de dados gerados e/ou analisados durante o estudo atual estão disponíveis no repositório [NOME], [LINK PERSISTENTE PARA CONJUNTOS DE DADOS]”

“Os conjuntos de dados gerados durante e/ou analisados durante o estudo atual estão disponíveis no autor correspondente mediante solicitação razoável.”

Consulte a seção “Política de Dados de Pesquisa e Disponibilidade de Dados” abaixo para obter mais informações sobre como preencher esta seção.

Tabelas

Todas as tabelas devem ser numeradas com algarismos arábicos.

As tabelas devem ser sempre citadas no texto em ordem numérica consecutiva.

Para cada tabela, forneça uma legenda (título) explicando os componentes da tabela.

Identifique qualquer material publicado anteriormente, fornecendo a fonte original na forma de uma referência no final da legenda da tabela.

As notas de rodapé das tabelas devem ser indicadas por letras minúsculas sobrescritas (ou asteriscos para valores de significância e outros dados estatísticos) e incluídas abaixo do corpo da tabela.

Diretrizes para arte e ilustrações

Envio de Figura Eletrônica

Forneça todos os valores eletronicamente.

Indique qual programa gráfico foi utilizado para criar a arte.

Para gráficos vetoriais, o formato preferido é EPS; para meios-tons, use o formato TIFF. Arquivos MSOffice também são aceitáveis.

Os gráficos vetoriais contendo fontes devem ter as fontes incorporadas nos arquivos.

Nomeie seus arquivos de figura com "Fig" e o número da figura, por exemplo, Fig1.eps.

Letras de Figuras

Para adicionar letras, é melhor usar Helvetica ou Arial (fontes sem serifa).

Mantenha as letras com tamanhos consistentes em todo o seu trabalho artístico de tamanho final, geralmente cerca de 2–3 mm (8–12 pt).

A variação do tamanho do tipo em uma ilustração deve ser mínima, por exemplo, não use fonte de 8 pt em um eixo e fonte de 20 pt para o rótulo do eixo.

Evite efeitos como sombreamento, contorno de letras, etc.

Não inclua títulos ou legendas em suas ilustrações.

Numeração de Figura

Todas as figuras devem ser numeradas em algarismos arábicos.

As figuras devem ser sempre citadas no texto em ordem numérica consecutiva.

As partes da figura devem ser indicadas por letras minúsculas (a, b, c, etc.).

Caso apareça um apêndice em seu artigo que contenha uma ou mais figuras, continue a numeração consecutiva do texto principal. Não numere as figuras do apêndice, "A1, A2, A3, etc." As figuras nos apêndices online [Informações Suplementares (SI)] devem, no entanto, ser numeradas separadamente.

Legendas de figuras

Cada figura deve ter uma legenda concisa descrevendo com precisão o que a figura representa. Incluir as legendas no arquivo de texto do manuscrito e não no arquivo de figuras.

As legendas das figuras iniciam com o termo Fig. em negrito, seguido do número da figura, também em negrito.

Nenhuma pontuação deve ser incluída após o número, nem qualquer pontuação deve ser colocada no final da legenda.

Identifique todos os elementos encontrados na figura na legenda da figura; e usar caixas, círculos, etc., como pontos coordenados em gráficos.

Identifique o material publicado anteriormente, fornecendo a fonte original na forma de uma citação de referência no final da legenda da figura.

Colocação e tamanho da figura

As figuras deverão ser apresentadas no corpo do texto. Somente se o tamanho do arquivo do manuscrito causar problemas no upload, as figuras grandes deverão ser submetidas separadamente do texto.

Ao preparar suas figuras, dimensione-as para caber na largura da coluna.

Para periódicos de grande porte, as figuras devem ter largura de 84 mm (para áreas de texto de coluna dupla) ou 174 mm (para áreas de texto de coluna única) e não superiores a 234 mm.

Para revistas de pequeno porte, os números devem ter 119 mm de largura e não ultrapassar 195 mm.

Permissões

Se você incluir figuras que já foram publicadas em outro lugar, deverá obter permissão do(s) proprietário(s) dos direitos autorais para o formato impresso e on-line. Esteja ciente de que

alguns editores não concedem direitos eletrônicos gratuitamente e que a Springer não poderá reembolsar quaisquer custos que possam ter ocorrido para receber essas permissões. Nesses casos, deverá ser utilizado material de outras fontes.

Acessibilidade

Para dar a pessoas de todas as capacidades e deficiências acesso ao conteúdo de suas figuras, certifique-se de que

Todas as figuras têm legendas descritivas (usuários cegos poderiam então usar um software de conversão de texto em fala ou um hardware de conversão de texto em Braille)

Os padrões são usados em vez ou em adição às cores para transmitir informações (usuários daltônicos seriam então capazes de distinguir os elementos visuais)

Qualquer letra de figura tem uma taxa de contraste de pelo menos 4,5:1

**Chapter 3 - Plant-pollinator network in a vereda ecosystem: Tree and non-tree species
differ in their temporal importance**



Centris sp. visiting *Byrsonima intermedia*

Arquivo pessoal

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

Article formatted according to Plant Biology Journal

Plant-pollinator network in a *vereda* ecosystem: Tree and non-tree species differ in their temporal importance

Raissa T. dos Santos^{1,2}, Suzana N. Moreira³, Yule R. F. Nunes^{1,2}, Islaine F. Azevedo^{1,2},
Daniel M. C. Alcantara⁴, Camila S. Souza^{1,2*}

¹ Programa de Pós-graduação em Botânica Aplicada, Universidade Estadual de Montes Claros, MG, Brasil.

² Laboratório de Ecologia Vegetal/Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada/Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brazil

³ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil

⁴ Fundação Oswaldo Cruz de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil

*Corresponding author: souza.camila.bio@gmail.com

27 **ABSTRACT**

28 Ecological interactions are fundamental to community structure and ecosystem functioning.
29 Due to temporal variation in resource availability, it is important to understand how these
30 interactions vary in different seasons. Here, we investigated plant-pollinator interactions in a
31 *vereda* formation to understand how interactions vary temporally, and how the habit and floral
32 attributes of plants and different groups of pollinators can contribute to the structure of the
33 interaction network. The study was conducted in the Rio Pandeiros Environmental Protection
34 Area (APA Rio Pandeiros), on species from the plant community of *vereda* Almescla, located
35 in the municipality of Bonito de Minas, Minas Gerais, Brazil. Collections were carried out in
36 September 2022 and February 2023. All plant species with flowers were sampled, and their
37 floral attributes were analyzed. The floral visitors had their behavior observed, were collected
38 and stored for identification. We used mono - and multilayer ecological network analyses to
39 understand how interactions are structured between seasons. As a result, dry season networks
40 were significantly more specialized, possibly due to lower resource availability. Overall, tree
41 plants are more important for the multilayer network structure. However, when evaluated
42 between seasons, non-tree plants were significantly more important in the rainy season to
43 maintain pollinator diversity. In this study, we demonstrate for the first time, using multilayer
44 network analysis, how plant-pollinator interactions vary between seasons in *vereda* formation.
45 Here, we highlight the importance of asynchrony between tree and non-tree species in the
46 supply of resources during different periods, which contributes to the maintenance of different
47 groups of pollinators in both seasons.

48

49 **Keywords:** pollinators; floral attributes; interactions; multilayer networks, herbaceous species,
50 humid áreas.

51 INTRODUCTION

52 Ecological interactions are fundamental to structuring communities and ecosystem
53 functioning. Mutualism is a key ecological interaction for the evolution and maintenance of
54 biodiversity (Chomicki *et al.* 2019), but it can be especially sensitive to human impacts
55 (Magrach *et al.* 2014). Pollination is one of the most diverse and widely distributed mutualistic
56 interactions in terrestrial ecosystems, involving many invertebrate and vertebrate animals as
57 well as a large number of plants, which, when interacting in a community, can be evaluated
58 using ecological network analysis (Jordano 2014; Ollerton 2017). Plant–floral visitor
59 interactions play a central role in the diversification, reproduction, and maintenance of plants
60 (e.g., Stebbins 1970; Wei *et al.* 2021) and in the overall structure and functioning of ecosystems
61 (Bascompte & Jordano 2007). Thus, within this mutualism, the relationship between variation
62 in resource availability, floral attributes, and pollinators generates diverse insights for
63 understanding the patterns and processes in ecological networks linked to these interactions
64 (Souza *et al.* 2018). By analyzing resource availability and floral attributes, it is possible to
65 verify which and when resources are provided to pollinators in a community, and how this can
66 alter patterns and processes in plant-pollinator networks (Souza *et al.* 2018; Luna *et al.* 2023).

67 Ecological communities are complex and dynamic as they involve variable populations
68 that interact in different ways. In this way, the activity of species in a community follows
69 variations in the environment associated with the increase or restriction of resources, generating
70 changes in the networks of interactions between species. Over the years, some studies have
71 shown that plant-pollinator interactions can be highly variable between years, months, and
72 seasons (Stiles 1977; Rosenzweig *et al.* 2008; Wright 2002; Souza *et al.* 2018; CaraDonna *et*
73 *al.* 2017, 2020, 2021), which may present high specialization when the availability of floral

74 resources is low (Souza *et al.* 2018). These temporal dynamics affect the local occurrence of
75 species and their role in communities through effects on development, life cycles, and behavior
76 (Trøjelsgaard & Olesen, 2016). The different flowering patterns of plant species, in this sense,
77 is one of the main mechanisms responsible for maintaining biodiversity (Morellato *et al.* 2016).
78 Most plants are associated with animals for pollination, particularly in the tropics (Ollerton *et*
79 *al.* 2011, 2017). Furthermore, in a community context, temporal dynamics in resource
80 availability, mainly at local scales and associated with seasons (Souza *et al.* 2018), tend to
81 translate into important changes in the structure of plant-pollinator interaction networks (Olesen
82 *et al.* 2008; Dupont *et al.* 2009; Martín-González *et al.* 2012; Trøjelsgaard & Olesen 2016).

83 In tropical areas, due to the enormous diversity of plant species in different formations,
84 the Cerrado, for example, has a complex mosaic of distinct habitats, including savannas and
85 forest formations. Among these formations are humid areas, known as *veredas*, which are
86 important formations for the balance of the Cerrado, but are under constant anthropogenic
87 threats and neglected in relation to their ecological interactions (Souza *et al.* 2016; Silva *et al.*
88 2022; Luna *et al.* 2023). *Veredas* emerge from wet portions of the soil that are established by
89 variations in the topography and alternation of layers of soil with distinct levels of permeability
90 (Oliveira *et al.* 2009; Neves *et al.* 2015; Bijos *et al.* 2017). The vegetation is composed of a
91 continuous herbaceous-shrubby layer, and the gradient between more and less wet zones
92 determines variations in species composition (Araújo *et al.* 2002; Guimarães *et al.* 2002;
93 Oliveira *et al.* 2009; Nunes *et al.* 2015, 2022). Thus, there is a greater occurrence of the non-
94 arboreal component in open areas and wetter soils, and the arboreal component occurs mainly
95 close to the region of water table expansion (hygrophilous forests) in soils that are generally
96 permanently saturated (Araújo *et al.* 2002; Oliveira *et al.* 2009; Nunes *et al.* 2022). Thus,
97 arboreal and non-arboreal strata may present a variation in the flowering period, as even

98 between tree species, spatial and temporal asynchrony in the availability of resources to
99 pollinators occurs during some periods (Luna *et al.* 2023).

100 However, studies on *veredas* that consider the interactions between different groups of
101 pollinators are scarce (for example, Souza *et al.* 2016, 2018; Silva *et al.* 2022; Luna *et al.* 2023).
102 Therefore, studies of plant-pollinator interactions are necessary to fill the gaps in information
103 about fauna, flora, and ecology, in order to evaluate possible impacts when biotic and abiotic
104 factors are changed (Meirelles *et al.* 2004; Avila *et al.* 2016). This is because *veredas* are
105 extremely important, having, in addition to their ecological significance, socioeconomic and
106 landscape functions that give them regional importance (Araújo *et al.* 2002; Ribeiro & Walter
107 2008; Nunes *et al.* 2022). Therefore, more studies on the composition, richness, and diversity
108 of plant species and their interactions with floral visitors in *vereda* communities are essential
109 for understanding relevant ecological processes and developing conservation strategies (Neves
110 *et al.* 2015; Bijos *et al.* 2017; Nunes *et al.* 2022).

111 Therefore, the objective of this study was to understand the temporal dynamics and
112 frequency of visits of different groups of pollinators in plant species forming *vereda*, seeking
113 to answer the following questions: (1) The interaction network structure varies between dry and
114 rainy season? (2) Is there variation in the importance of tree and non-tree species and the
115 different groups of pollinators sampled in the interaction network considering the seasons? (3)
116 Is there variation in the availability and types of resources offered between seasons? Therefore,
117 our hypotheses are: (1) The network structure varies between seasons, with the dry season being
118 more specialized, as observed in previous studies (for example, Souza *et al.* 2018); (2) Tree
119 species are more important in the interaction network (high number of partners) during the dry
120 season, whereas non-tree species are more important during the rainy season (Souza *et al.* 2017;
121 Souza *et al.* 2018). Furthermore, groups of pollinators, such as bees, flies, and hummingbirds,

122 play a central role in the network, and the structure of the network can be explained by the
123 frequency of pollinator visits to different plant species. (3) The availability of resources is
124 greater in the rainy season, with more species blooming, and consequently, greater availability
125 of flowers. Thus, there will also be a greater quantity of resources and types of floral attributes
126 in the rainy season.

127

128 **MATERIAL AND METHODS**

129 **Study area**

130 The field was conducted in the Rio Pandeiros Environmental Protection Area (APA Rio
131 Pandeiros), on species from the plant community of *Almescla vereda* (15°20'54.9" S;
132 44°53'84.5" W), located in the municipality of Bonito de Minas, northern Minas Gerais State
133 (Fig. 1a; Nunes *et al.* 2022). The region has a tropical climate of the Aw type according to the
134 Köppen classification, with dry winters, an average annual temperature of 22.2 – 22.7 °C, and
135 precipitation varying from 1,008 to 1,073 mm (Alvares *et al.* 2013; Azevedo *et al.* 2014; Nunes
136 *et al.* 2022). The soil in the region is considered dystrophic and sandy (Nunes *et al.* 2015) and
137 is classified as Histosol (IUSS Working Group WRB 2015). In this study, we analyzed
138 ecological interactions throughout the entire length of the *vereda*, in both periods (morning and
139 afternoon), using two different transects (Nunes *et al.* 2022). These transects mainly covered
140 the open area of the *vereda* and were arranged parallel to the watercourse, 20 m apart (Fig. 1b).

141 **Sampling and analysis of traits and interactions**

142 The observations were carried out in the dry season in September 2022, totaling 1920
143 min of observations (32 h), and in the rainy season in February 2023, totaling 2100 min of

144 observations (35 h). We walked the transects to search for flowering plant species, trying to
145 sample the same plant species in both periods (morning and afternoon). All flowering plant
146 species had their individuals sampled for 10 min, and the number of individuals sampled from
147 each species depended on their occurrence in the transects. The habit of the sampled species
148 were classified as non-arboreal, which included herbaceous (non-woody plants up to 50 cm
149 high) and subshrub (erect plants with branching close to the ground, whose branches are
150 partially lignified, including erect, scandent, and fickle), and arboreal, which included shrubby
151 (branched plants with woody branches) and arboreal (plants with branching close to the apex,
152 forming a woody stem; modified from Guedes-Bruni *et al.* 2002). The number of open flowers
153 per individual was quantified or estimated in the field.

154 We recorded the following floral attributes: organization of pollination units (individual,
155 collectivist, and intermediate), size of these units (diameter and length) in millimeters (mm)
156 with the aid of a digital caliper, and main color. We used color as seen by humans, with color
157 classes similar to those used in previous studies (e.g., Carvalheiro *et al.* 2014). We defined four
158 classes of flower color: white (includes all white and very pale flowers); yellow; warm colors
159 (includes all orange, red and pink/“salmon” flowers); cold colors (includes all blue and purple
160 flowers). Flowers with more than one color were classified according to their predominant
161 color. We also evaluated floral form in inconspicuous, tube, gullet, flag, brush and chamber
162 (sensu Machado & Lopes 2004; Souza *et al.* 2018; Santos *et al.* 2024), and flower width and
163 length. Furthermore, all plant species sampled had their pollination systems also classified
164 according to their morphological attributes and frequency of visits by potential pollinators
165 (various small insects, dpi, moths, hummingbirds, bees, bats, and beetles; modified from
166 Machado & Lopes 2004; Souza *et al.* 2021). Specimens of all plant species sampled were also
167 collected for identification and were later deposited in the MCMG Herbarium (Montes Claros

168 Minas Gerais). To describe the names of the families, we followed the Angiosperm Phylogeny
169 Group (APG IV 2016), and the names of the species were confirmed using the databases The
170 Plant List (<http://www.theplantlist.org/>) and Flora do Brasil (2020 in construction:
171 <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>).

172 The sampling of floral visitors was carried out on all species with flowers found during
173 the day in the transects (morning and afternoon), with focal observations lasting 10 min for
174 each plant found. The floral-visiting insects were collected using an entomological net, placed
175 in collection tubes containing ethyl acetate, and stored. They were later pinned and preserved
176 in an entomological box, and the smaller ones were kept in Eppendorf-type tubes with 70%
177 alcohol. All floral visitors were pre-morphotyped and identified with the help of experts to
178 confirm identification. Hummingbirds were identified through observations during the visit,
179 along with the help of illustrated guides and taxonomists (Brettas & Silveira 2018). Pollinators
180 were classified as bees, hummingbirds, flies, wasps, beetles or butterflies. Ants and flower bugs
181 were grouped into a unique category named “others,” as these were less diverse and had fewer
182 interactions.

183 The role played by the floral visitor in the pollination of the sampled plant species was
184 determined by observing the behavior during the visit to the flowers in the period and/or the
185 floral size/visitor relationship. We only included legitimate interactions when the floral visitor
186 contacted the reproductive structures of the flowers, indicating a potential for pollination.
187 Hereafter, these legitimate visitors are referred to as “pollinators,” although we did not evaluate
188 their role in the subsequent production of fruits by visited plant species (Souza *et al.* 2018; Lima
189 *et al.* 2020).

190 **Network structure**

191 For the entire data set and each season separately (dry and rainy), we built quantitative
192 interaction matrices using the number of flowers visited by a pollinator as the frequency for the
193 links between pairs of plants and pollinators. With these matrices, we first estimated the
194 sampling completeness for each constructed network, following Chacoff *et al.* (2012), but
195 considering each combination of a pollinator and plant species as equivalent of “species” and
196 the Frequency of each pairwise interaction as their “abundances” (Vizentin-Bugoni *et al.* 2016;
197 Ramírez-Burbano *et al.*, 2017). Using these data, we computed the Chao 1 estimator of species
198 richness using the iNEXT package (Hsieh, Ma, & Chao 2014) in r (R Development Core Team,
199 2023). Using the same package, we plotted individual-based rarefaction and extrapolation
200 curves with Hill numbers for each network (Chao *et al.* 2014; Hsieh *et al.* 2014).

201 After checking the sampling completeness, we calculated network metrics illustrating
202 the distinct structural properties of the network, focusing on quantitative network indices, which
203 were previously shown to be less sensitive to sampling effort (Fründ *et al.* 2016; Vizentin-
204 Bugoni *et al.* 2016; Souza *et al.* 2018). First, for rainy and dry networks separately, we
205 calculated Modularity that quantify the prevalence of interactions within subsets of species in
206 the community and was calculated using the DIRTLPAwb + algorithm (Beckett 2016) using
207 the computeModules function in bipartite package. Network-wide specialization was estimated
208 using the H2' index, which describes whether species restrict their interactions from those
209 randomly expected based on a partner's availability (Blüthgen *et al.* 2006). Modularity and
210 specialization were calculated using the bipartite package in R (Dormann, Gruber & Fründ,
211 2008). Network metrics can be affected by intrinsic characteristics such as the number of
212 interacting species and sampling effort (Blüthgen *et al.* 2006; Fründ *et al.* 2016; Vizentin-
213 Bugoni *et al.* 2016); hence, the significance of metrics is assessed by comparison with null
214 model networks. Here, we used the Patefield null model, which fixes the network size and

215 marginal totals, that is, species richness and species' total number of interactions, while
216 shuffling interactions randomly (Patefield 1981). We estimated the 95% confidence interval for
217 each metric from 10,000 simulated values, and a metric value was considered significant if it
218 did not overlap and was higher than the confidence interval.

219 For the interaction matrix, considering both seasons, we performed a multilayer network
220 analysis. In a multilayer network, species are connected by intra-layer edges within each layer
221 (e.g., pollinators and plants), and species that participate in more than one layer have their states
222 connected by inter-layer edges (see Hervías-Parejo *et al.* 2020; Pilosof *et al.* 2017; Timóteo *et*
223 *al.* 2018, Fig 2). In this manner, we can connect multiple components of ecological communities
224 in only one interaction network (Hutchinson *et al.* 2019), and analyzing more than one layer
225 can help us understand a greater number of processes that compose interactions in a local
226 network (Souza *et al.* 2022). Thus, each layer in our network was represented by a specific
227 season (rainy and dry), and it was possible to verify which species of plants and pollinators
228 connect both layers, which are most important for maintaining the structure of the entire
229 multilayer network. To understand the structuring of our multilayer network, we calculated the
230 multilayer modularity (QB) using the Louvain algorithm, which varies between 0 (low
231 modularity) and 1 (high modularity), with the function `glouvain2_ml` (Mucha *et al.* 2010;
232 Fortunato 2010; Fortunato & Hric 2016), in the `multinet` package (Dickison *et al.* 2016).
233 Modularity quantifies the extent to which species in the network are organized into groups
234 (modules) that strongly interact with each other. In the case of a multilayer network, each plant
235 or pollinator species that participates in both layers (rainy and dry) and thus has two “node
236 states,” can have its node states assigned to different modules. The propensity of a node state
237 to belong to distinct modules in each layer depends on the extent to which the processes in one
238 layer affect those in another (Pilosof *et al.* 2017; Timóteo *et al.* 2018; Hervías-Parejo *et al.*

239 2023). The generalized Louvain method requires the specification of two parameters: the
240 resolution limit γ and interlayer coupling ω (see Pilosof *et al.* 2017; Timóteo *et al.* 2018). Here,
241 we used the default value of γ (1.0) and the default resolution for ω (0.5), assuming uniform
242 interlayer strength across all species; that is, all species connecting the layers have the same
243 effect on the interlayer process (Pilosof *et al.* 2017; Timóteo *et al.* 2018, De Domenico 2022).
244 We evaluated the association between groups of pollinators in the modular multilayer network
245 using the chi-square test to compare the proportion of distinct pollinator taxonomic groups
246 across the modules.

247 We selected the highest modularity value of the maximized modularity QB from 100
248 independent runs. We tested the modular structure of the observed network by comparing it to
249 the structure of networks built under the assumptions of two null models (Pilosof *et al.* 2017):
250 (1) an 'intra-layer null model' that maintains the number of links (i.e., connection), while
251 redistributing the individual interactions across the whole matrix as implemented by a
252 quasiswap in the vegan package (Oksanen *et al.* 2013), was used to assess the influence of
253 structure within each layer in the modular structure of the multilayer network; and (2) an
254 'interlayer null model' following the same rationale of the nodal model, that is, keeping the same
255 matrix, but redistributing species identities independently in each layer, to assess whether the
256 modular structure is dependent on the identity of the species connecting the interactions in the
257 rainy and dry seasons (Pilosof *et al.* 2017; Timóteo *et al.* 2018; Souza *et al.* 2022, Fig 3).
258 Modularity was considered significant if the observed value was higher than the 95%
259 confidence interval of the values obtained in the two null models (100 simulations each) in a
260 one-tailed test.

261 **Species roles in the network structure**

262 In addition to these network-level indices, we calculated species-level specialization for
263 the rainy and seasonal networks, which quantifies how the interaction frequencies of a given
264 species deviate in relation to the availability of interaction partners in the network, with higher
265 values indicating higher specialization (Blüthgen *et al.* 2006). We calculated specialization d'
266 using the bipartite package (Dormann *et al.* 2008) in R. We also calculated a species index for
267 the multilayer network to verify the overall role of species in the network structure. We
268 calculated the PageRank (Versatility) index, which is an algorithm that describes the overall
269 importance of a species (vertex or node), based on distinct paths between species within layers
270 and between layers (De Domenico, Porter, & Arenas 2015; Timóteo *et al.* 2018; Hervías-Parejo
271 *et al.* 2020; Alcantara *et al.* 2022). The more connections within and between layers and the
272 more interactions with species that also have many interactions and high importance for the
273 structure of the multilayer network, the higher the PageRank value of the species. A species is
274 important if another important species depends on the first for its survival, that is, a key species
275 will affect others in a cascade effect, even without direct interaction from some of these species
276 (Alcantara *et al.* 2022). Thus, it is possible to verify the role of the species in the network, taking
277 into account the particularities of both seasons.

278 To understand how indices at the level of plant species and pollinator groups (degree,
279 specialization, and PageRank) vary in relation to the multilayer network and seasons, we
280 performed linear models including the characteristics of plant species (tree and non-tree) and
281 the different pollinator groups as predictor variables and species-level indices as response
282 variables. We also compared the number of species with certain floral attributes (number of
283 flowers, number of flowering species, and floral size) between seasons using linear models.
284 Then, for significant models in relation to pollinator groups, we conducted multiple
285 comparisons using a post-hoc Tukey test. All statistical analyses were conducted using R

286 software (R Development Core Team 2023). All built models were checked for normality using
287 the uniformity test (Kolmogorov–Smirnov test) and dispersion of the residuals.

288

289 RESULTS

290 For the interaction network, 96 species of pollinators were collected and distributed in
291 eight groups that established a total of 3053 interactions (Table 1; Fig. 2). Bees were the richest
292 (44 species) and most abundant group (2379 interactions), followed by flies (19 species and
293 143 interactions), wasps (13 species and 90 interactions), beetles (six species and 55
294 interactions), butterflies (five species and 55 interactions), and hummingbirds (four species and
295 215 interactions). For plants, a total of 38 species were sampled, distributed in 20 families. Only
296 the plant species *Calliandra dysantha* occurred in both seasons. Regarding pollinators, 18
297 species occurred in both seasons, connecting the multilayer network. All networks presented
298 more than 80% for sampling completeness (Fig. S1). The multilayer network, including dry and
299 wet season interactions, was significantly modular ($Q_w = 0.39$; 97% CI = 0.33; 11 modules;
300 Fig. 2), and the modules were explained by the different groups of pollinators sampled ($\chi^2 =$
301 160.4; df = 90; $p < 0.0001$; Fig. 2) In relation to the seasons, the rainy season network was
302 significantly less specialized ($H_2 = 0.57$; confidence interval (CI) 97% = 0.18) and modular
303 ($Q_w = 0.48$; CI 97% = 0.09; 12 modules) than the dry season network ($H_2 = 0.74$; CI 97% =
304 0.18; $Q_w = 0.65$; CI 97% = 0.18; 12 modules; Fig. 3).

305 Considering the role of plant species between seasons, tree species were significantly
306 more specialized than non-tree species in the dry season (tree = 0.81 ± 0.15 ; non-tree =
307 0.61 ± 0.01 ; $f = 5.63$; $p = 0.03$; Fig. 4a). In the rainy season, the opposite occurred, where non-
308 tree species had higher specialization values (tree = 0.52 ± 0.16 ; non-tree = 0.71 ± 0.14 ; $f = 9.04$;

309 $p = 0.006$; Fig. 4b). Overall, in the multilayer network structure, tree plants played a more
310 important role (tree PageRank = 0.32 ± 0.12 ; non-tree = 0.31 ± 0.20 ; $f = 5.07$; $p = 0.03$; Fig. 4c),
311 connecting the network between seasons through sharing of pollinators. When evaluating the
312 role of pollinators between seasons, the groups differed in their level of specialization ($f = 3.28$;
313 $p = 0.001$; Fig. 5a). In general, all groups were more specialized in the dry season than in the
314 rainy season, except for hummingbirds, for which we found the opposite pattern. Bees,
315 butterflies, hummingbirds, and others (ants, flowerbugs) established similar and more important
316 roles in the multilayer network than other groups such as beetles, flies, and wasps ($f = 7.33$; p
317 < 0.00001 ; Fig. 5b).

318 The number of flowers varied between seasons, and was greater in the rainy season ($f =$
319 3.45 ; $p = 0.03$; Fig. 6a). However, a greater richness of flowering species was recorded during
320 the dry season ($f = 4.12$; $p = 0.01$; Fig. 6b). For floral size, in the dry season, flowers presented
321 high length ($f = 2.78$; $p = 0.04$; Fig. 6c) and diameter ($f = 2.46$; $p = 0.04$; Fig. 6d). The most
322 common floral types recorded occurred in both seasons, with the exception of gullet-type
323 flowers (*Hyptis brevipes* and *Hyptis* sp.) that occurred only in the rainy season, and chamber-
324 type flowers that occurred only in the dry season (*Xylopia aromatica*). Different floral colors
325 and pollination unit types were also recorded in both the seasons (Fig. 6e–r).

326

327 **DISCUSSION**

328 The plants and pollinators of the *vereda* community were more specialized during the
329 dry season, when floral resource availability was lower, and a higher incidence of tree species
330 was recorded. This pattern is consistent even when using a multilayer network approach to
331 evaluate the pattern of these interactions in *vereda* formation for the first time. An important

332 ecological factor that influences specialization is the availability of resources, which can vary
333 at small scales both temporally and spatially (González-Castro *et al.* 2012; Carstensen *et al.*
334 2014; Souza *et al.* 2018; Souza *et al.* 2021; Luna *et al.* 2023). Previous studies have shown
335 more specialized networks in the dry season with low resource availability (Souza *et al.* 2018).
336 It is possible that considerably lower availability of floral resources, even though coupled with
337 lower availability of pollinators, still leads to changes in animal foraging behavior owing to
338 higher competition, ultimately resulting in an overall higher degree of specialization (Tinoco *et*
339 *al.* 2017; Souza *et al.* 2018).

340 Here, we also highlight the inversion of the role of tree and non-tree species in the
341 network of plant-pollinator interactions in different seasons. Although trees had higher central
342 importance in the multilayer network, thus being more important in structuring interactions,
343 when we identified a temporal identity in the community, in the rainy season, non-tree species
344 were the most important in establishing plant-pollinator interactions. Previous studies have
345 shown greater flowering of non-tree species in the rainy season, which allows for more suitable
346 conditions to stimulate the flowering of these species (Morellato *et al.* 2016; Souza *et al.* 2017).
347 Therefore, this stratum is extremely important for maintaining plant-pollinator interactions and
348 should must be considered in future studies that evaluate the composition and structuring of
349 *vereda* formations (Moreira *et al.* 2015; Nunes *et al.* 2022; Luna *et al.* 2023).

350 In relation to the groups of pollinators sampled in the different seasons, this pattern of
351 greater specialization in the dry season also remained, except for hummingbirds. In the study
352 area, species blooming with floral attributes more related to visits by hummingbirds were
353 scarce; however, those that were present, such as *Calliandra dysantha*, had a greater number of
354 individuals in the rainy season, which may explain this inversion of the pattern for
355 hummingbirds. In addition, *Calliandra dysantha* was the only species sampled during both

356 seasons. The other groups followed the pattern found for the structure of the entire network,
357 with greater generalization in the rainy season. This may be mainly due to the amount of
358 available resources and the different floral attributes available in the rainy season, which
359 generated lower specialization values due to the greater availability of partners to interact in
360 that season. When we examined the entire network, the roles of the different groups of
361 pollinators in the multilayer network showed that bees, butterflies, hummingbirds, and others
362 (ants and flowerbugs) played more important roles. The greater importance of bees as
363 mutualists compared to other groups suggests that they are mainly responsible for the potential
364 pollination of plant species in the study area. Bees are excellent pollinators (they have structures
365 adapted to collect and transport floral resources), visit different plant species in search of food,
366 and feed on their larvae. In contrast, plant species in *vereda* communities tend to be visited by
367 various groups, such as flies, wasps, butterflies, beetles, and ants, demonstrating that these
368 insects tend to be more opportunistic and visit a wide variety of plant species, which explains
369 their important role in establishing interactions in the *vereda* community (Aoki & Sigrist 2006,
370 Freitas & Sazima 2006, Souza *et al.* 2016; Ollerton 2017; Lima *et al.* 2020).

371 The results also showed that there is a relationship between the multilayer network
372 modules formation and the occurrence of specific pollinator groups. This may be evidenced by
373 the occurrence of plants with more specialized resources and attributes, such as oil (oil-
374 collecting bees as the main visitors - *Centris* sp. and *Epicharis* sp.) and tissue (beetles
375 specialized in collecting floral tissue), which may have influenced the formation of modules
376 that were formed more frequently by the same pollinator group (Fig. 1). However, in most
377 cases, plants do not always exhibit floral specialization for a specific type of pollinator (Aigner
378 2001; Pollato, *et al.* 2022). Furthermore, some modules were formed both by dry- and rainy-

379 season species, showing the role of pollinators that occurred in both seasons in connecting the
380 multilayer network.

381 In this study, we demonstrate for the first time, using multilayer network analysis, how
382 plant-pollinator interactions vary between seasons in *vereda* formation. Here, we highlight the
383 importance of asynchrony between tree and non-tree species in the supply of resources during
384 different periods, which contributes to the maintenance of different groups of pollinators in both
385 seasons. Furthermore, networks in the dry season tend to be more specialized. Hence,
386 depending on the period of data collection, different structural values for the interaction
387 networks may be returned. By showing that temporal scale, especially seasonality, has
388 consequences for the description of network structure for communities in the tropics, we
389 suggest that future studies should focus on sampling throughout the year to assess these monthly
390 differences in network structure. Finally, this study contributes to the understanding of plant-
391 pollinator interactions in *veredas* areas of Norte Minas, which are subject to constant
392 anthropogenic effects. Therefore, understanding these plant-pollinator interactions is an
393 important step towards understanding the temporal dynamics in the structuring of these
394 interactions.

395

396 **ACKNOWLEDGMENTS**

397 Postgraduate Program in Applied Botany, to the grassland assistance of the Plant Ecology
398 Laboratory (Universidade Estadual de Montes Claros).

399 **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

400 RTS, SNM, DMCA and CSS conducted the conception and design of the work. YRFN and
401 IFPA development support. RTS, SNM, DMCA, YRFN, IFPA and CSS conducted data surveys
402 and organization. CSS and DMCA conducted statistical analysis. RTS and CSS conducted the
403 first draft of the manuscript. RTS, SNM, DMCA, YRFN, IFPA and CSS read and approved the
404 final manuscript.

405 **FUNDING**

406 This research was supported by the Long-term Ecological Research Network (PELD-VERE)
407 of the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 441440/2016-
408 9; 441583/2020-2; 308877/2019-5), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
409 Superior (CAPES 88887.136273/2017-00), and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de
410 Minas Gerais (FAPEMIG APQ-02166-21, APQ-04816-17; CRAPPM-00539-18). We also
411 thanks FAPEMIG (FAPEMIG/RED-00253-16) for the support and for the last author
412 scholarship.

413 **DATA AVAILABILITY STATEMENT**

414 The authors confirm that if the manuscript be accepted, the data supporting the results will be
415 archived in an appropriate public repository and the data DOI will be included at the end of the
416 article.

417 **REFERENCES**

418 Aigner P.A. (2001) Optimality modeling and fitness trade-offs: when should plants become
419 pollinator specialists?. *Oikos*, 95(1), 177-184. [https://doi.org/10.1034/j.1600-](https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.950121.x)
420 [0706.2001.950121.x](https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.950121.x)

- 421 Alcantara D.M.C., Ikeda P., Souza C.S., de Mello V.V.C., Torres J. M., Lourenço E. C.,
422 André M.R. (2023) Multilayer networks assisting to untangle direct and indirect pathogen
423 transmission in bats. *Microbial Ecology*, 86(2), 1292-1306. [https://doi.org/10.1007/s00248-](https://doi.org/10.1007/s00248-022-02108-3)
424 [022-02108-3](https://doi.org/10.1007/s00248-022-02108-3)
- 425 Alvares C.A., Stape J.L., Sentelhas P.C., Gonçalves J.D.M., Sparovek, G. (2013) Köppen's
426 climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, 22(6), 711-
427 728 <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- 428 Aoki C., Sigrist M.R. (2006) Inventário dos visitantes florais no Complexo Aporé-Sucuriú.
429 Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú, Subsídios à Conservação e Manejo do
430 Cerrado. *Editora UFMS*, Campo Grande, 304p, 145-162.
- 431 Angiosperm Phylogeny Group, Chase M.W., Christenhusz M.J., Fay M.F., Byng J.W., Judd
432 W.S., Stevens P.F. (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for
433 the orders and families of flowering plants: *APG IV*. *Botanical journal of the Linnean*
434 *Society*, 181(1), 1-20.
- 435 Araújo G.M., Barbosa A.A., Arantes A.A., Amaral A.F. (2002) Composição florística de
436 veredas no Município de Uberlândia, MG. *Brazilian Journal of Botany*, 25, 475-493.
437 <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000012>
- 438 Ávila M.A., Souza S.R., Veloso M.D.D.M., Santos R.M., Fernandes, L.A., Nunes, Y.R.F.
439 (2016) Structure of natural regeneration in relation to soil properties and disturbance in two
440 swamp forests. *Cernea*, 22, 1-10. <https://doi.org/10.1590/01047760201622012086>

- 441 Azevedo I.F.P., Nunes Y.R.F., Ávila M.A., Silva D.L., Fernandes G.W., Veloso R.B., (2014)
442 Phenology of riparian tree species in a transitional region in southeastern Brazil. *Brazilian*
443 *Journal of Botany*. 37 (1), 47–59. <https://doi.org/10.1007/s40415-014-0046-5>.
- 444 Ballantyne G., Baldock K.C., Willmer P.G. (2015) Constructing more informative plant–
445 pollinator networks: visitation and pollen deposition networks in a heathland plant
446 community. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1814), 20151130.
447 <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1130>
- 448 Ballantyne G., Baldock K.C., Rendell L., Willmer P.G. (2017) Pollinator importance
449 networks illustrate the crucial value of bees in a highly speciose plant community. *Scientific*
450 *Reports*, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08798-x>
- 451 Baronio G.J., de Brito V.L.G., Nogueira A., Rech A. R. (2020) Beyond robbery: the role of
452 upside-down behaviour performed by small oil-collecting bees in Malpighiaceae.
453 *Arthropod-Plant Interactions*, 14(5), 613-621. <https://doi.org/10.1007/s11829-020-09770-9>
- 454 Bascompte J., Jordano P. (2007) Plant-animal mutualistic networks: the architecture of
455 biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 567-593.
456 <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>
- 457 Bijos N.R., Eugênio C.U.O., Mello T.D.R.B., de Souza G.F., Munhoz C.B.R. (2017) Plant
458 species composition, richness, and diversity in the palm swamps (veredas) of Central Brazil.
459 *Flora*, 236, 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.10.002>
- 460 Branquart E., Hemptinne J.L. (2000) Selectivity in the exploitation of floral resources by
461 hoverflies (Diptera: Syrphinae). *Ecography*, 23(6), 732-742. [https://doi.org/10.1111/j.1600-](https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2000.tb00316.x)
462 [0587.2000.tb00316.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2000.tb00316.x)

- 463 Brasil M.C.O., de Magalhaes Filho R., do Espírito-Santo M.M., Leite M.E., Veloso M.D.D.
464 M., Falcao L.A.D. (2021) Land-cover changes and drivers of palm swamp degradation in
465 southeastern Brazil from 1984 to 2018. *Applied Geography*, 137,102604.
466 <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102604>
- 467 Breiman L., Friedman J.H., Olshen R.A., Stone C.J. (2017) Classification and regression
468 trees. *Routledge*. <https://doi.org/10.1201/9781315139470>
- 469 Brettas E., Silveira L. (2018) Beija-flores do Brasil. *Editora Marte*.
- 470 Blüthgen N., Menzel F., Blüthgen N. (2006) Measuring specialization in species interaction
471 networks. *BMC ecology*, 6(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-6-9>
- 472 CaraDonna P.J., Burkle L.A., Schwarz B., Resasco J., Knight T.M., Benadi G., Vazquez,
473 D.P. (2021) Seeing through the static: the temporal dimension of plant–animal mutualistic
474 interactions. *Ecology Letters*, 24(1), 149-161. <https://doi.org/10.1111/ele.13623>
- 475 CaraDonna P.J., Petry W.K., Brennan R.M., Cunningham J.L., Bronstein J.L., Waser N.M.,
476 Sanders N.J. (2017) Interaction rewiring and the rapid turnover of plant–pollinator
477 networks. *Ecology letters*, 20(3), 385-394. <https://doi.org/10.1111/ele.12740>
- 478 CaraDonna P.J., Waser N.M. (2020) Temporal flexibility in the structure of plant–pollinator
479 interaction networks. *Oikos*, 129(9), 1369-1380. <https://doi.org/10.1111/oik.07526>
- 480 Carstensen D.W., Sabatino M., Trøjelsgaard K., Morellato L.P.C. (2014) Beta diversity of
481 plant-pollinator networks and the spatial turnover of pairwise interactions. *PLoS One*, 9(11),
482 e112903. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112903>
- 483 Carvalheiro L.G., Biesmeijer J.C., Benadi G., Fründ J., Stang M., Bartomeus I., Kunin W.
484 E. (2014) The potential for indirect effects between co-flowering plants via shared

- 485 pollinators depends on resource abundance, accessibility and relatedness. *Ecology letters*,
486 17(11), 1389-1399. <https://doi.org/10.1111/ele.12342>
- 487 Castro S., Loureiro J., Ferrero V., Silveira P., Navarro L. (2013) So many visitors and so
488 few pollinators: variation in insect frequency and effectiveness governs the reproductive
489 success of an endemic milkwort. *Plant Ecology*, 214(10), 1233-1245.
490 <https://doi.org/10.1007/s11258-013-0247-1>
- 491 Chacoff N.P., Vázquez D.P., Lomáscolo S.B., Stevani E.L., Dorado J., Padrón B. (2012)
492 Evaluating sampling completeness in a desert plant–pollinator network. *Journal of Animal*
493 *Ecology*, 81(1), 190-200. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01883.x>
- 494 Chao A., Gotelli N.J., Hsieh T.C., Sander E.L., Ma K.H., Colwell R.K., Ellison A.M. (2014)
495 Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation
496 in species diversity studies. *Ecological monographs*, 84(1), 45-67.
497 <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- 498 Chomicki G., Weber M., Antonelli A., Bascompte J., Kiers E.T. (2019) The impact of
499 mutualisms on species richness. *Trends in Ecology & Evolution*, 34(8), 698-711.
500 <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.03.003>
- 501 Corlett R.T. (2004) Flower visitors and pollination in the Oriental (Indomalayan) Region.
502 *Biological Reviews*, 79(3), 497-532. <https://doi.org/10.1017/S1464793103006341>
- 503 De Domenico M. (2022) Multilayer Networks: Analysis and Visualization. Introduction to
504 muxViz with R. Cham: *Springer*.

- 505 De Domenico M., Porter MA., Arenas A. (2015) MuxViz: a tool for multilayer analysis and
506 visualization of networks. *Journal of Complex Networks*, 3(2), 159-176.
507 <https://doi.org/10.1093/comnet/cnu038>
- 508 Devoto M. (2006) Interacciones planta-polinizador a lo largo de un gradiente ambiental: una
509 aproximación en escala de comunidad. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos
510 Aires.
- 511 Dickison M.E., Magnani M., Rossi L. (2016) Multilayer social networks. Cambridge
512 University Press.
- 513 Dormann C.F., Gruber B., Fründ, J. (2008) Introducing the bipartite package: analysing
514 ecological networks. *interaction*, 1(0.2413793), 8-11.
- 515 Dupont Y.L., Padrón B., Olesen J.M., Petanidou T. (2009) Spatio-temporal variation in the
516 structure of pollination networks. *Oikos*, 118(8), 1261-1269. [https://doi.org/10.1111/j.1600-](https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.17594)
517 [0706.2009.17594](https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.17594).
- 518 Faegri, K., Pijl L. (1979) The principles of pollination ecology. The principles of pollination
519 ecology., (Ed. 3).
- 520 Freitas L., Sazima M. (2006) Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in
521 Brazil: interactions at the community level. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 465-
522 516. <https://www.jstor.org/stable/40035488>
- 523 Fründ J., McCann K.S., Williams N.M. (2016) Sampling bias is a challenge for quantifying
524 specialization and network structure: lessons from a quantitative niche model. *Oikos*, 125(4),
525 502-513. <https://doi.org/10.1111/oik.02256>

- 526 Gómez J.M. (2002) Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores.
527 *Revista chilena de historia natural*, 75(1), 105-115. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716->
528 078X2002000100010
- 529 Gomez J.M. (2005) Non-additive effects of herbivores and pollinators on *Erysimum*
530 *mediohispanicum* (Cruciferae) fitness. *Oecologia*, 143(3), 412-418.
531 <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1809-7>
- 532 González-Castro A., Yang S., Nogales M., Carlo T.A. (2012) What determines the temporal
533 changes of species degree and strength in an oceanic island plant-disperser network?. *PLoS*
534 *One*, 7(7), e41385. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041385>
- 535 Guedes-Bruni R.R., Morin M.P.M., Lima H.C., Sylvestre L.S., (2002) Inventário florístico;
536 p. 24-49 In L.S Sylvestre and M.M.T. Rosa (org.): Manual metodológico para estudos
537 botânicos na Mata Atlântica. Rio de Janeiro: *Ed. Seropédica*. 121p
- 538 Guimarães A.J.M., Araújo G.M.D., Corrêa G.F. (2002) Estrutura fitossociológica em área
539 natural e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. *Acta Botanica Brasilica*, 16, 317-
540 329. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000300007>
- 541 Harder L.D., Cruzan M.B. (1990) An evaluation of the physiological and evolutionary
542 influences of inflorescence size and flower depth on nectar production. *Functional Ecology*,
543 559-572. <https://doi.org/10.2307/2389323>
- 544 Hervías-Parejo S., Tur C., Heleno R., Nogales M., Timóteo S., Traveset, A. (2020) Species
545 functional traits and abundance as drivers of multiplex ecological networks: first empirical
546 quantification of inter-layer edge weights. *Proceedings of the Royal Society B*, 287(1939),
547 20202127. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2127>

- 548 Hsieh T.C., Ma K.H., Chao A. (2014) CRAN - Package iNEXT: iNterpolation and
549 EXTrapolation for species diversity. R package version 2.0. Retrieved from
550 <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download>
- 551 Hutchinson M.C., Bramon Mora B., Pilosof S., Barner A.K., Kéfi S., Thébault E., Stouffer
552 D.B. (2019) Seeing the forest for the trees: Putting multilayer networks to work for
553 community ecology. *Functional Ecology*, 33(2), 206-217. [https://doi.org/10.1111/1365-](https://doi.org/10.1111/1365-2435.13237)
554 [2435.13237](https://doi.org/10.1111/1365-2435.13237)
- 555 Inouye D.W. (1980) The terminology of floral larceny. *Ecology*, 61(5), 1251-1253.
556 <https://doi.org/10.2307/1936841>
- 557 Irwin R.E., Brody A.K., Waser N.M. (2001) The impact of floral larceny on individuals,
558 populations, and communities. *Oecologia*, 129(2), 161-168.
559 <https://doi.org/10.1007/s004420100739>
- 560 Irwin R.E., Bronstein J.L., Manson J.S., Richardson L. (2010) Nectar robbing: ecological
561 and evolutionary perspectives. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 271-
562 292. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120330>
- 563 Jiménez F.E., Vizhco Coraizaca M.Á. (2015) Estructura y composición de la comunidad de
564 murciélagos frugívoros y polinizadores en dos bosques altoandinos del sur del Ecuador
565 (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- 566 Jordano P. (2014) Fruits and frugivory. Seeds: the ecology of regeneration in plant
567 communities, 3, 18-61. <https://doi.org/10.1079/9781780641836.0018>

- 568 Lázaro A., Jakobsson A., Totland Ø. (2013) How do pollinator visitation rate and seed set
569 relate to species' floral traits and community context?. *Oecologia*, 173(3), 881-893.
570 <https://doi.org/10.1007/s00442-013-2652-5>
- 571 Lázaro A., Vignolo C., Santamaría L. (2015) Long corollas as nectar barriers in *Lonicera*
572 *implexa*: interactions between corolla tube length and nectar volume. *Evolutionary Ecology*,
573 29(3), 419-435. <https://doi.org/10.1007/s10682-014-9736-5>
- 574 Lima G.O., Leite A.V., Souza C.S., Castro C.C., Bezerra E.L.S. (2020) A multilayer network
575 in an herbaceous tropical community reveals multiple roles of floral visitors. *Oikos*, 129(8),
576 1141–1151. <https://doi.org/10.1111/oik.06565>
- 577 Luna A.L.L., Souza C.S., Neves J.G.S., Nunes Y.R.F., Oliveira P. E., Azevedo I.F. P. (2024)
578 Temporal and spatial variation of floral resources of woody species in a vereda ecosystem:
579 Uniformity and habitat complementarity. *Flora*, 310, 152425.
580 <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152425>
- 581 Machado I.C., Lopes A.V. (2004) Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a
582 Brazilian tropical dry forest. *Annals of Botany*, 94(3), 365-376.
583 <https://doi.org/10.1093/aob/mch152>
- 584 Magrach A., Laurance W.F., Larrinaga A.R., Santamaria L. (2014) Meta-analysis of the
585 effects of forest fragmentation on interspecific interactions. *Conservation Biology*, 28(5),
586 1342-1348. <https://doi.org/10.1111/cobi.12304>
- 587 Maloof J.E., Inouye D.W. (2000) Are nectar robbers cheaters or mutualists?. *Ecology*,
588 81(10), 2651-2661. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081)

- 589 Martin Gonzalez A.M., Allesina S., Rodrigo A., Bosch J. (2012) Drivers of
590 compartmentalization in a Mediterranean pollination network. *Oikos*, 121(12), 2001-2013.
591 <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2012.20279.x>
- 592 Maruyama P.K., Vizentin-Bugoni J., Dalsgaard B., Sazima I., Sazima, M. (2015) Nectar
593 robbery by a hermit hummingbird: association to floral phenotype and its influence on
594 flowers and network structure. *Oecologia*, 178(3), 783-793. [https://doi.org/10.1007/s00442-](https://doi.org/10.1007/s00442-015-3275-9)
595 [015-3275-9](https://doi.org/10.1007/s00442-015-3275-9)
- 596 Meirelles M.L., Guimarães A.J., Oliveira R.D., Araújo G.D., Ribeiro J.F. (2004) Impactos
597 sobre o estrato herbáceo de áreas úmidas do Cerrado. *Cerrado: ecologia e caracterização*,
598 1, 41-68.
- 599 Moreira S.N. (2015) Flora, distribuição e estrutura da vegetação das áreas úmidas de uma
600 região savânica brasileira: implicações para a conservação da biodiversidade.
- 601 Morellato L.P.C., Alberton B., Alvarado S.T., Borges B., Buisson B., Camargo M.G.G.,
602 Cancian L.F., Carstensen D.W., Escobar D.F.E., Leite P.T.P., Mendoza I., Rocha N.M.W.B.,
603 Soares N.C., Silva T.S.F., Staggemeier V.G., Streher A.S., Vargas B.C., Peres C.A. (2016)
604 Linking plant phenology to conservation biology. *Biological conservation* 195:60–72.
605 [doi:10.1016/j.biocon.2015.12.033](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.033)
- 606 Mucha P.J., Richardson T., Macon K., Porter M.A., Onnela J.P. (2010) Community structure
607 in time-dependent, multiscale, and multiplex networks. *Science*, 328(5980), 876-878. doi:
608 [10.1126/science.1184819](https://doi.org/10.1126/science.1184819)
- 609 Neves W.V., Augustin C.H.R.R., Aranha P.R.A. (2015) Dinâmica hidrogeomorfológica em
610 bacia de drenagem de vereda - MG. *Revista Equador (UFPI)*, 4, 394-401.

- 611 Nunes Y.R.F., Fagundes N.C.A., Veloso M.D.D.M., Gonzaga A.P.D., Domingues E.B.S.,
612 Almeida H.D.S., Santos R. M. (2015) Sobrevivência e crescimento de sete espécies arbóreas
613 nativas em uma área degradada de floresta estacional decidual, norte de Minas Gerais.
614 *Revista Árvore*, 39, 801-810. <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000500003>
- 615 Nunes Y.R.F., Souza C.S., de Azevedo I.F.P., de Oliveira O.S., Frazão L.A., Fonseca R.S.,
616 Neves W.V. (2022) Vegetation structure and edaphic factors in veredas reflect different
617 conservation status in these threatened areas. *Forest Ecosystems*, 9, 100036.
618 <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2022.100036>
- 619 Olesen J.M., Bascompte J., Elberling H., Jordano P. (2008) Temporal dynamics in a
620 pollination network. *Ecology*, 89(6), 1573-1582. <https://doi.org/10.1890/07-0451.1>
- 621 Ollerton J. (2017) Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation.
622 *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 48, 353-
623 376. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919>
- 624 Oliveira G.C., Araújo G.M., Barbosa A.A.A. (2009) Floristic and zonation of plant species
625 in palm marshes in the Triângulo Mineiro region, Brazil. *Rodriguésia*, 60, 1077-1085.
626 <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960417>
- 627 Oliveira Lima G., Leite A.V., Souza C.S., Castro C.C., de Santana Bezerra E.L. (2020) A
628 multilayer network in an herbaceous tropical community reveals multiple roles of floral
629 visitors. *Oikos*, 129(8), 1141-1151. <https://doi.org/10.1111/oik.06565>
- 630 Ollerton J., Alarcón R., Waser N.M., Price M.V., Watts S., Cranmer L., Rotenberry J. (2009)
631 A global test of the pollination syndrome hypothesis. *Annals of botany*, 103(9), 1471-1480.
632 <https://doi.org/10.1093/aob/mcp031>

- 633 Ollerton J. (2017) Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation.
634 *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 48. [https://doi.org/10.1146/annurev-](https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919)
635 [ecolsys-110316-022919](https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919)
- 636 Oksanen J. (2013). Vegan: ecological diversity. R project, 368, 1-11.
- 637 Padyšáková E., Bartoš M., Tropek R., Janeček Š. (2013) Generalization versus specialization
638 in pollination systems: visitors, thieves, and pollinators of *Hypoestes aristata*
639 (*Acanthaceae*). *PloS One*, 8(4), e59299. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059299>
- 640 Patefield W.M. (1981) Algorithm AS 159: an efficient method of generating random $R \times C$
641 tables with given row and column totals. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C*
642 (*Applied Statistics*), 30(1), 91-97. <https://doi.org/10.2307/2346669>
- 643 Pilosof S., Porter M.A., Pascual M., Kéfi, S. (2017) The multilayer nature of ecological
644 networks. *Nature Ecology & Evolution*, 1(4), 0101. [https://doi.org/10.1038/s41559-017-](https://doi.org/10.1038/s41559-017-0101)
645 [0101](https://doi.org/10.1038/s41559-017-0101)
- 646 Polatto L.P., Alves-Junior V.V., de Abreu Tavares P.R., de Moraes G.A., Henrique J.A.,
647 Netto J.C. (2022) Floral Specialization: what do floral attributes and floral visitors tell us?.
648 Researchsquare.com. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2298499/v1>
- 649 R Core Team. (2018) R: A language and environment for statistical computing.
650
- 651 Ramírez-Burbano M.B., Stiles F.G., Gonzalez C., Amorim F.W., Dalsgaard B., Maruyama,
652 P. K. (2017) The role of the endemic and critically endangered Colorful Puffleg *Eriocnemis*
653 *mirabilis* in plant-hummingbird networks of the Colombian Andes. *Biotropica*, 49(4), 555-
654 564. <https://doi.org/10.1111/btp.12442>

- 655 Ribeiro J.F., Walter B.M.T. (2008) As principais fitofisionomias do bioma Cerrado.
656 *Cerrado: ecologia e flora*, 1, 151-212.
- 657 Rosenzweig C., Karoly D., Vicarelli M., Neofotis P., Wu Q., Casassa G., Imeson, A. (2008)
658 Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 453,
659 353–358. <https://doi.org/10.1038/nature06937>
- 660 Sakhalkar S.P., Janeček Š., Klomberg Y., Mertens J.E., Hodeček J., Tropek R. (2022)
661 Cheaters among pollinators: Floral traits drive spatiotemporal variation in nectar robbing
662 and thieving in Afrotropical rainforests. bioRxiv.
- 663 Santiago-Hernández M.H., Martén-Rodríguez S., Lopezaraiza-Mikel M., Oyama K.,
664 González-Rodríguez A., Quesada M. (2019) The role of pollination effectiveness on the
665 attributes of interaction networks: from floral visitation to plant fitness. *Ecology*, 100(10),
666 e02803. <https://doi.org/10.1002/ecy.2803>
- 667 Santos R.T., Benavides S.S.M, Alcantara D.M.C., Moreira S.N., Pott V., Pott A., Aoki C.,
668 Souza C.S.S. (2024) High floral trait diversity of aquatic plants in the Pantanal reveals
669 different pollination strategies. *Aquatic Botany*. 103761
670 <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2024.103761>
- 671 Silva D.M., Luna A.L.L., Souza C.S., Nunes Y.R.F., Fonseca R.S., Azevedo I.F.P.D. (2022)
672 Sexual and reproductive systems of woody species in vereda are distributed according to the
673 life form and habitat occurrence. *Austral Ecology*. 47 (7), 1528–1543.
674 <https://doi.org/10.1111/aec.13235>.

- 675 Simón-Porcar V.I., Abdelaziz M., Arroyo J. (2018) El papel de los polinizadores en la
676 evolución floral: una perspectiva mediterránea. *Ecosistemas*, 27(2), 70-80.
677 <https://doi.org/10.7818/ECOS.1433>
- 678 Simpson B.B., Neff J.L. (1981) Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. *Annals of*
679 *the Missouri botanical Garden*, 301-322. <https://doi.org/10.2307/2398800>
- 680 Souza C.S., Aoki C., Ribas A., Pott A., Sigrist M.R. (2016) Floral traits as potential
681 indicators of pollination vs. theft. *Rodriguésia*, 67, 309-320. [https://doi.org/10.1590/2175-](https://doi.org/10.1590/2175-7860201667203)
682 [7860201667203](https://doi.org/10.1590/2175-7860201667203)
- 683 Souza C.S., Aoki C., Alcantara D.M.C., Laroca S., Sazima M., Pott A., Sigrist M.R. (2017)
684 Diurnal anthophilous fauna in Brazilian Chaco vegetation: phenology and interaction with
685 flora. *Brazilian Journal of Botany*, 40, 203-213. <https://doi.org/10.1007/s40415-016-0338-z>
- 686 Souza C.S., Maruyama P.K., Aoki C., Sigrist M.R., Raizer J., Gross C.L., Araujo A.C.
687 (2018) Temporal variation in plant–pollinator networks from seasonal tropical
688 environments: higher specialization when resources are scarce. *Journal of Ecology*, 106(6),
689 2409-2420. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12978>
- 690 Souza C.S., Maruyama P.K., Santos K.C., Varassin I.G., Gross C.L., Araujo A.C. (2021)
691 Plant-centred sampling estimates higher beta diversity of interactions than pollinator-based
692 sampling across habitats. *New Phytologist*, 230(6), 2501-2512.
693 <https://doi.org/10.1111/nph.17334>
- 694 Souza C.S., Oliveira P.E., Rosa B.B., Maruyama P.K. (2022) Integrating nocturnal and
695 diurnal interactions in a Neotropical pollination network. *Journal of Ecology*, 110(9), 2145-
696 2155. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13937>

- 697 Stebbins G.L. (1970) Adaptive radiation of reproductive characteristics in angiosperms, I:
698 pollination mechanisms. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 307-326.
699 <https://doi.org/10.1146/annurev.es.01.110170.001515>
- 700 Strauss S.Y., Whittall J.B. (2006) Non-pollinator agents of selection on floral traits (Vol. 1,
701 pp. 120-138). Oxford, UK: Oxford University Press.
- 702 Stiles F. (1977) Coadapted competitors: The flowering seasons of hummingbird-pollinated
703 plants in a tropical forest. *Science*, 198, 1177–1178. doi: 10.1126/science.198.4322.1177
- 704 Teixeira A.L., Fuzessy L.F., Souza C.S., Gomes I.N., Kaminski L.A., Oliveira P.C.,
705 Maruyama, P.K. (2022) Anthropogenic impacts on plant-animal mutualisms: A global
706 synthesis for pollination and seed dispersal. *Biological Conservation*, 266, 109461.
707 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109461>
- 708 Timóteo S., Correia M., Rodríguez-Echeverría S., Freitas H., Heleno, R. (2018) Multilayer
709 networks reveal the spatial structure of seed-dispersal interactions across the Great Rift
710 landscapes. *Nature Communications*, 9(1), 140. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02658y>
- 711 Tinoco B.A., Graham C.H., Aguilar J. M., Schleuning M. (2017) Effects of hummingbird
712 morphology on specialization in pollination networks vary with resource availability. *Oikos*,
713 126, 52–60. <https://doi.org/10.1111/oik.02998>
- 714 Therneau T., Atkinson B., Ripley B. (2015) rpart: Recursive partitioning and regression
715 trees. R package version, 4, 1-9.
- 716 Trøjelsgaard K., Olesen J.M. (2016) Ecological networks in motion: micro-and macroscopic
717 variability across scales. *Functional Ecology*, 30(12), 1926-1935.
718 <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12710>

- 719 Van der Pijl L. (1961) Ecological aspects of flower evolution. II. Zoophilous flower classes.
720 *Evolution*, 44-59. <https://doi.org/10.2307/2405842>
- 721 Varma S., Rajesh T.P., Manoj K., Asha G., Jobiraj T., Sinu P.A. (2020) Nectar robbers deter
722 legitimate pollinators by mutilating flowers. *Oikos*, 129(6), 868-878.
723 <https://doi.org/10.1111/oik.06988>
- 724 Veloso M.D.D.M., Fernandes L.A., de Ávila M.A., Ferreira Y.R. (2018) Soil Attributes in
725 Anthropized Hygrophilous Forest in Northern Minas Gerais State, Brazil. *Journal of*
726 *Agricultural Science and Technology B*, 311.
- 727 Vizontin-Bugoni J., Maruyama P.K., Debastiani V.J., Duarte L.D.S., Dalsgaard B., Sazima
728 M. (2016) Influences of sampling effort on detected patterns and structuring processes of a
729 Neotropical plant–hummingbird network. *Journal of Animal Ecology*, 85(1), 262-272.
730 <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12459>
- 731 Waser N.M., Chittka L., Price M.V., Williams N.M., Ollerton J. (1996) Generalization in
732 pollination systems, and why it matters. *Ecology*, 77(4), 1043-1060.
733 <https://doi.org/10.2307/2265575>
- 734 Wright J.J. (2002). Plant diversity in tropical forests: A review of mechanisms of species
735 coexistence. *Oecologia*, 130, 1–14. <https://doi.org/10.1126/science.198.4322.1177>
- 736 Wei N., Kaczorowski R.L., Arceo-Gómez G., O’Neill E.M., Hayes R.A., Ashman T.L.
737 (2021) Pollinators contribute to the maintenance of flowering plant diversity. *Nature*,
738 597(7878), 688-692. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03890-9>
- 739 Zhang Y.W., Zhao J.M., Inouye D.W. (2014) Nectar thieves influence reproductive fitness
740 by altering behaviour of nectar robbers and legitimate pollinators in *Corydalis ambigua*

741 (Fumariaceae) *Journal of Ecology*, 102(1), 229-237. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12166>

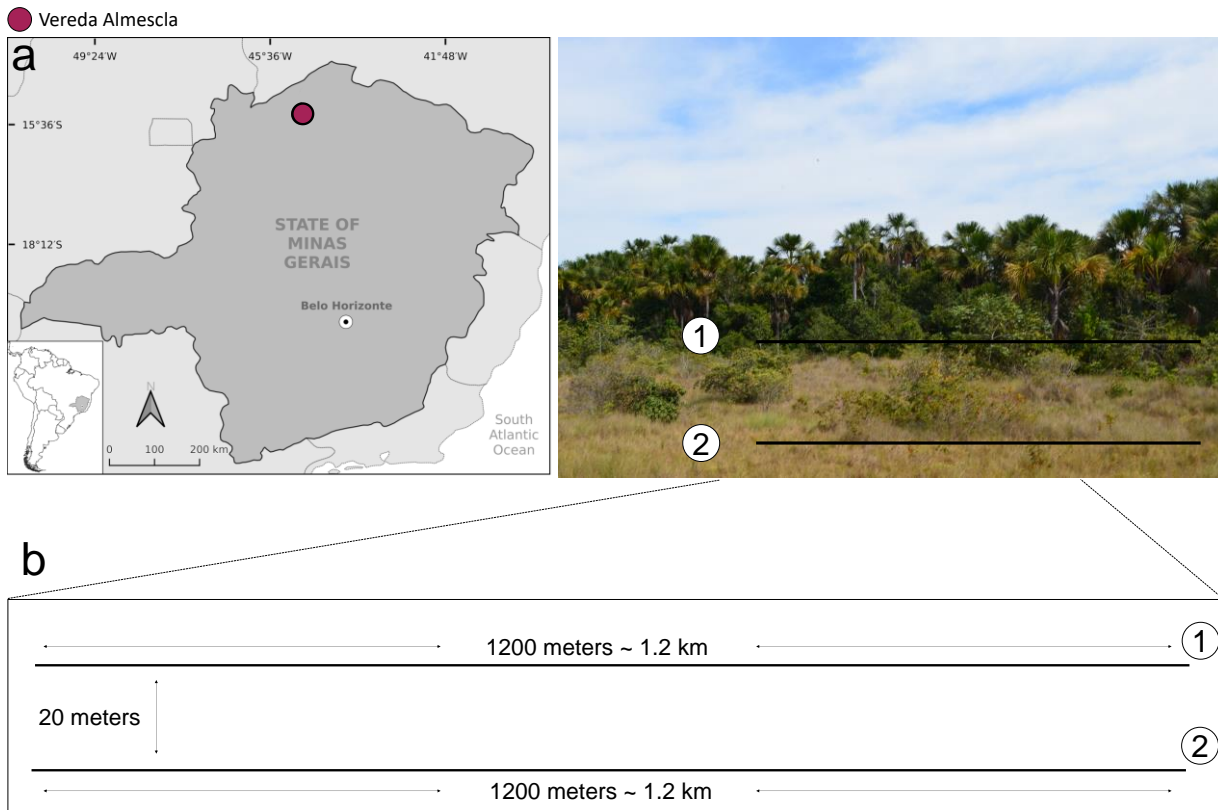


Fig. 1. a – *Vereda* location where the study was conducted (*vereda* Almescla) and photo of the sampled area showing transects 1 and 2. **b** - Detailed description of the transects followed to sample plant-pollinator interactions.

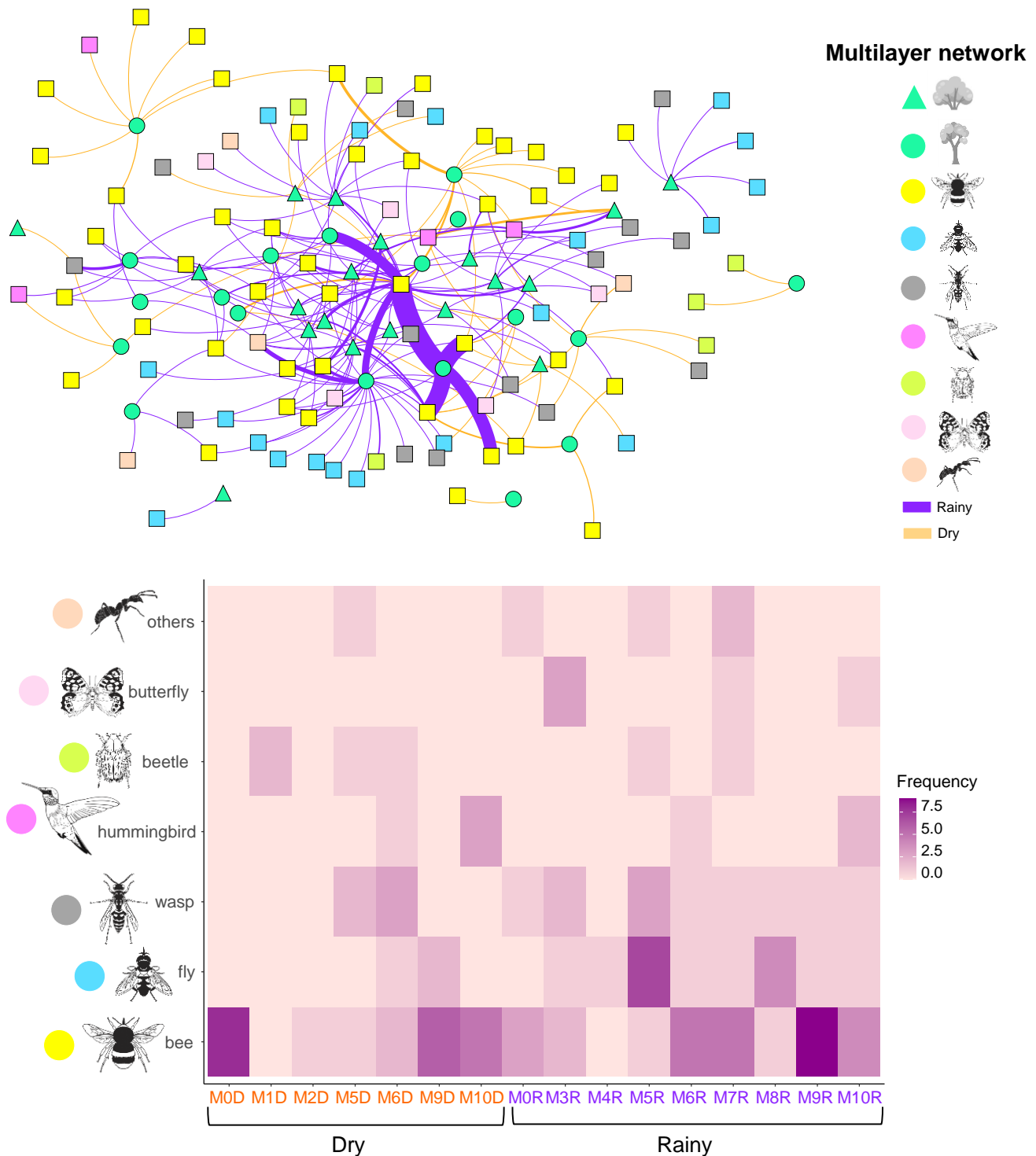


Fig. 2. Multilayer network highlighting the different groups of pollinators and their interactions in the dry and rainy seasons. Below we have a Heatmap showing the distribution of the different groups of pollinators between the modules considering the dry and rainy layers. The ordering of species follows the total sum of the lines.

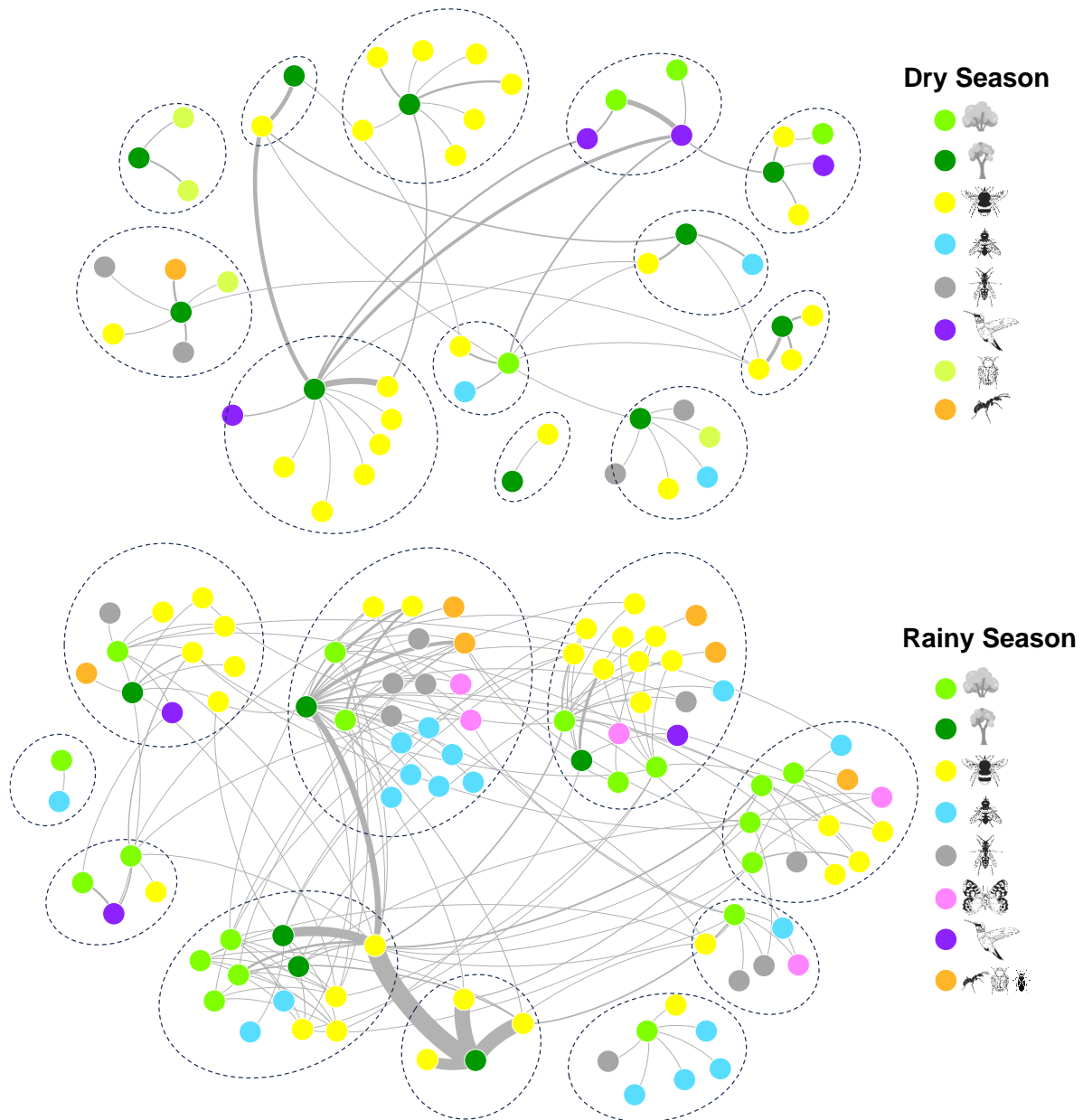


Fig. 3. Network of interactions showing only the interactions of the dry and rainy seasons separately. The dotted circles represent the different modules in each network.

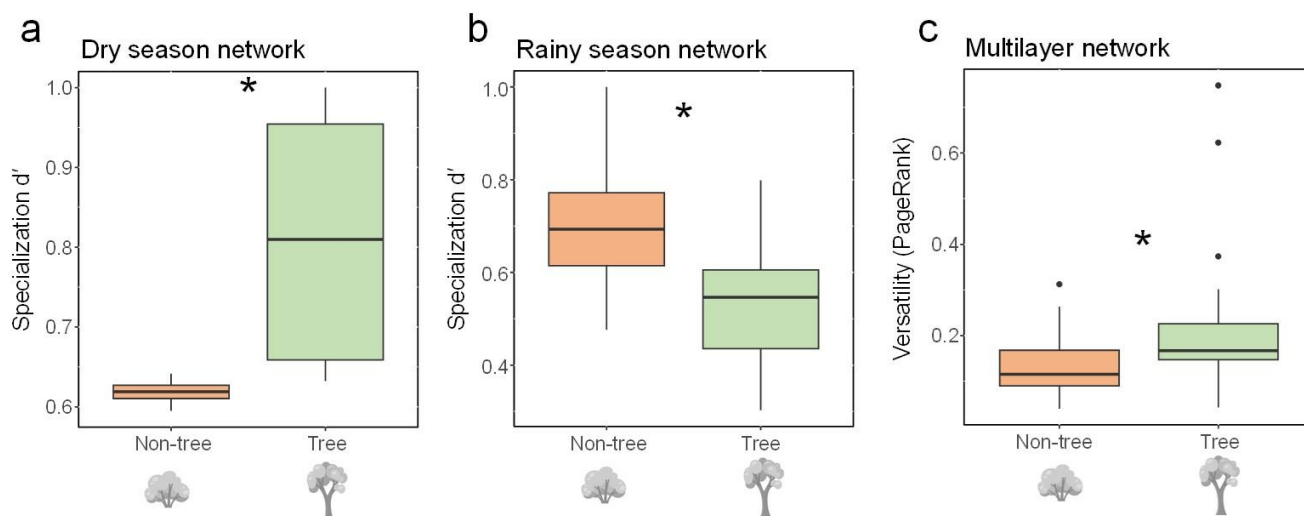


Fig. 4. Box plots showing the difference in specialization and PageRank between tree and non-tree species in the interaction network of each season and in the multilayer network.

*significant difference.

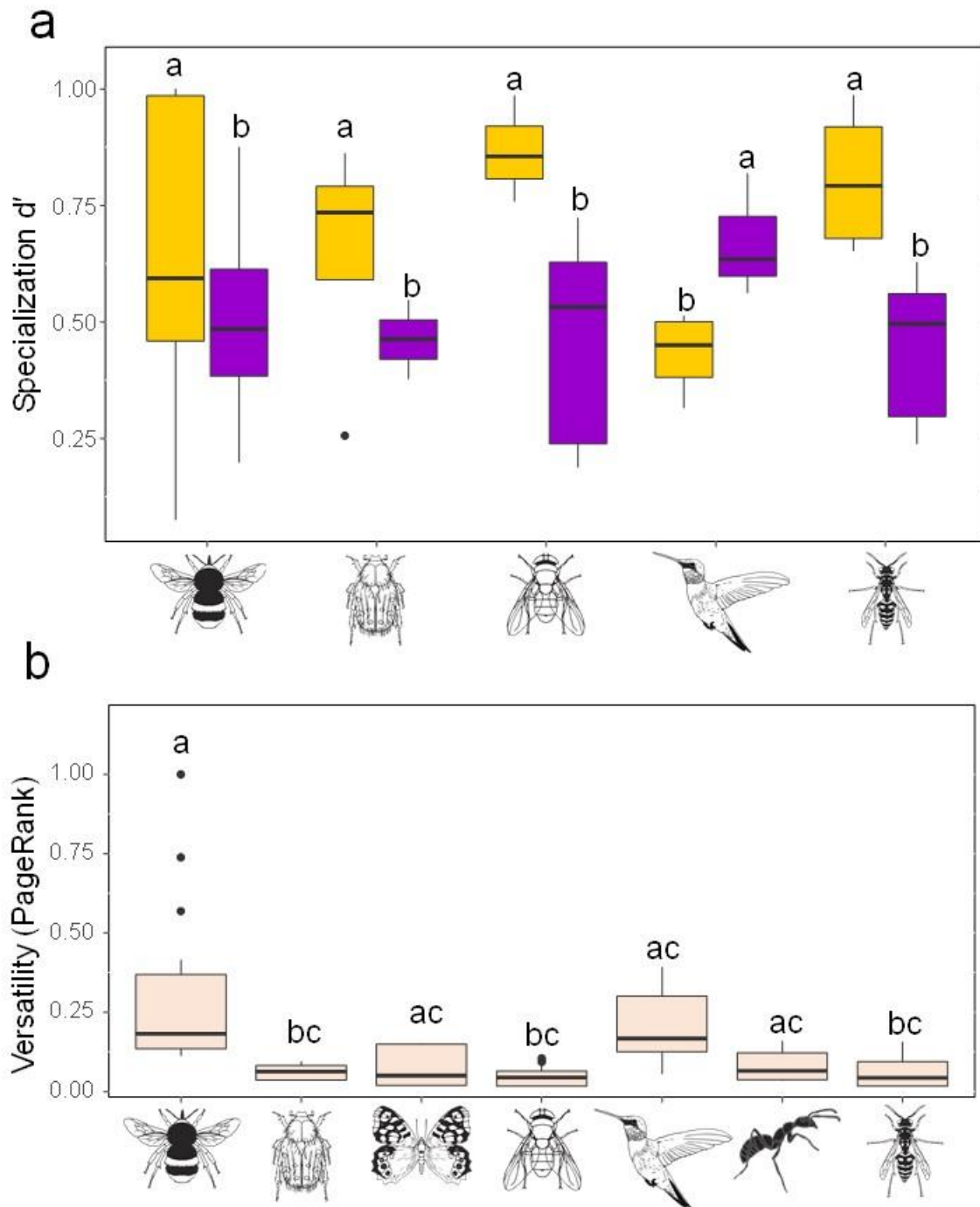


Fig. 5. Box plots showing the difference in specialization and PageRank between groups of pollinators in the interaction network of each season and in the multilayer network. Different letters differ in their values.

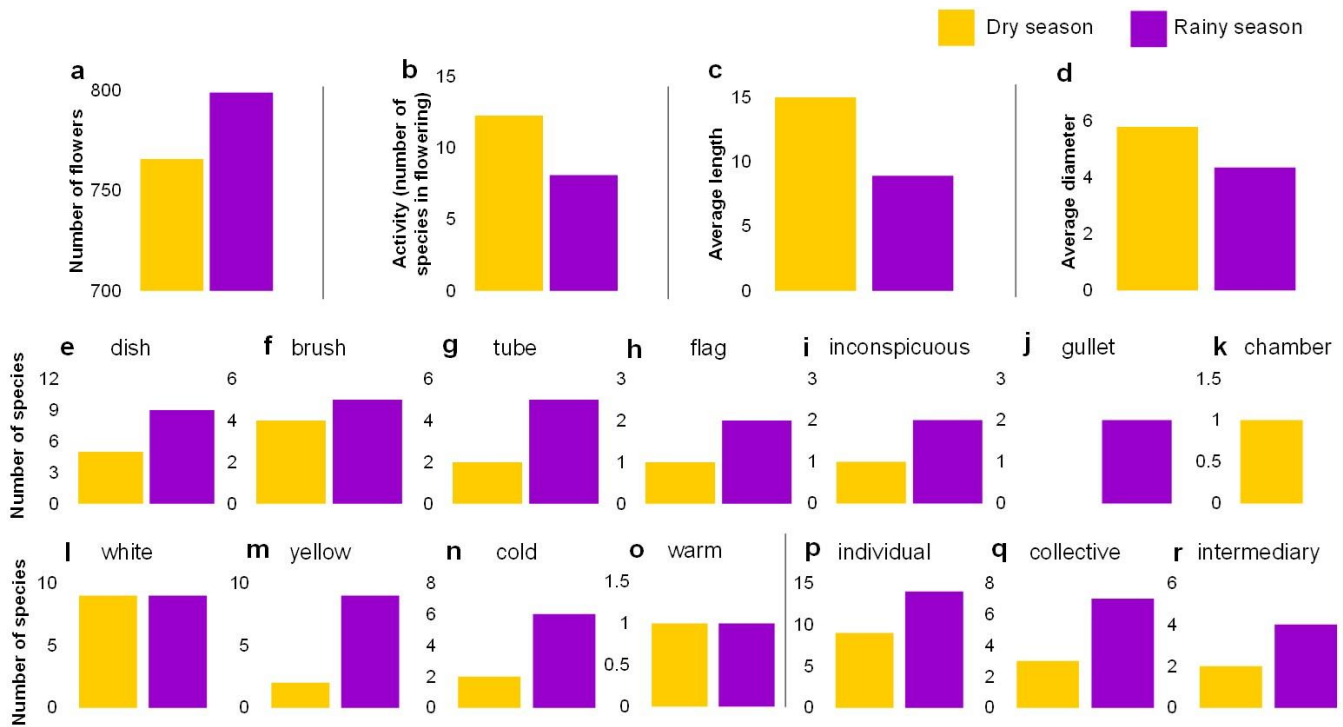


Fig. 6. Synthesis of floral attributes evaluated in plant species from *vereda* Almescla in the dry and rainy season.

Supplementary material

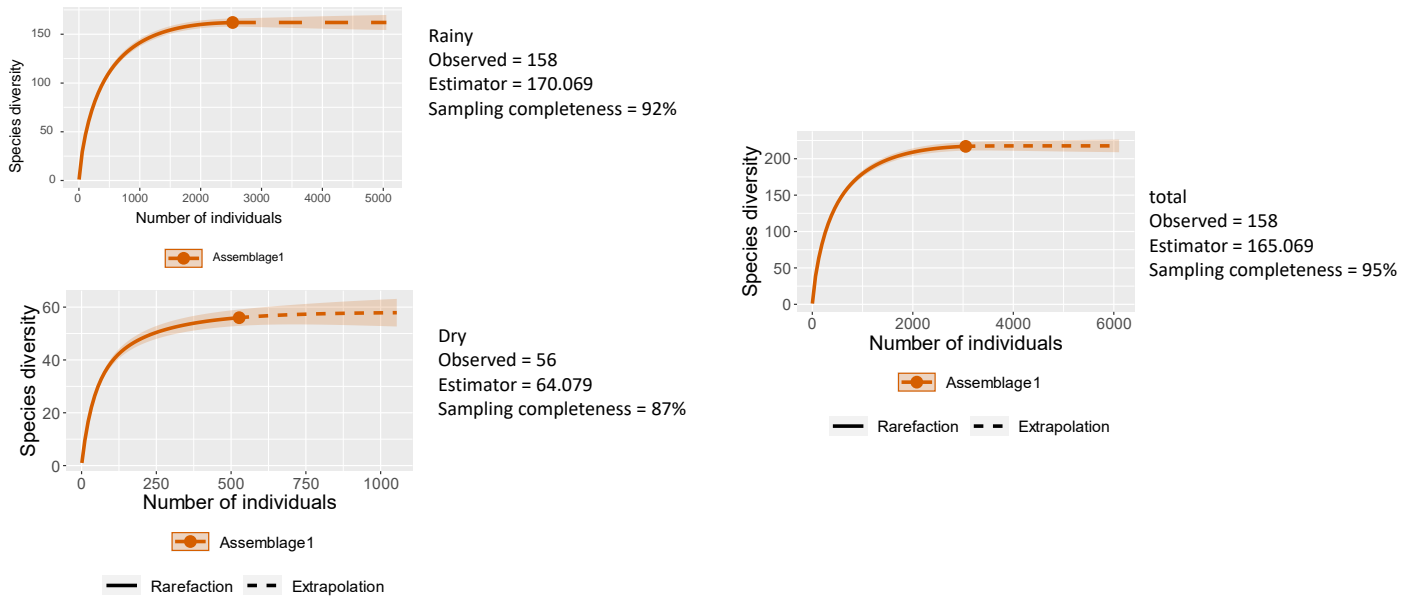


Fig. S1. Rarefaction curves generated for sampling completeness results.

Table S1. List of pollinator and plant species from *vereda* Almescla showing the group, occurrence layer and module in the multilayer network.

Pollinators	Group	Layer	Module
<i>Apidae sp1</i>	bee	both	10
			9
<i>Apidae sp10</i>	bee	rainy	3
<i>Apidae sp11</i>	bee	rainy	9
<i>Apidae sp12</i>	bee	rainy	9
<i>Apidae sp13</i>	bee	rainy	9
<i>Apidae sp14</i>	bee	rainy	0
<i>Apidae sp2</i>	bee	dry	0
<i>Apidae sp3</i>	bee	dry	6
			9
<i>Apidae sp4</i>	bee	both	9
			9
<i>Apidae sp5</i>	bee	rainy	5
<i>Apidae sp6</i>	bee	rainy	6
<i>Apidae sp7</i>	bee	rainy	10
<i>Apidae sp8</i>	bee	rainy	10
<i>Apidae sp9</i>	bee	rainy	7
			9
<i>Apis mellifera</i>	bee	both	9
			9
<i>Apodemia sp</i>	butterfly	rainy	3
<i>Augochloropsis sp1</i>	bee	dry	10
<i>Augochloropsis sp2</i>	bee	dry	9
			9
<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i>	bee	both	10
			10
<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i>	bee	rainy	10
<i>Bombus sp1</i>	bee	rainy	6
<i>Bombyliidae sp</i>	fly	rainy	8
<i>Brachygastra sp</i>	wasp	dry	6
			5
<i>Camponotus crassus</i>	others	both	7
			7
			0
<i>Centris sp1</i>	bee	both	7
			7
<i>Centris sp2</i>	bee	dry	0
<i>Centris sp3</i>	bee	dry	10
<i>Centris sp4</i>	bee	dry	0
<i>Centris sp5</i>	bee	dry	10
			0
<i>Centris sp6</i>	bee	both	0
			0
<i>Cephalotes sp1</i>	others	rainy	0
<i>Ceratinula sp</i>	bee	rainy	0

<i>Chlorostilbon lucidus</i>	hummingbird	both	10
			10
<i>Coleoptera sp1</i>	beetle	dry	6
<i>Coleoptera sp2</i>	beetle	dry	5
<i>Coleoptera sp3</i>	beetle	dry	1
<i>Coleoptera sp4</i>	beetle	rainy	7
<i>Ctenioschelus sp</i>	bee	dry	10
<i>Curculionidae sp1</i>	beetle	dry	1
<i>Curculionidae sp2</i>	beetle	rainy	5
<i>Diptera sp1</i>	fly	rainy	3
<i>Diptera sp10</i>	fly	rainy	4
<i>Diptera sp11</i>	fly	rainy	5
<i>Diptera sp12</i>	fly	rainy	8
<i>Diptera sp2</i>	fly	dry	6
<i>Diptera sp3</i>	fly	dry	9
<i>Diptera sp4</i>	fly	rainy	5
<i>Diptera sp5</i>	fly	rainy	5
<i>Diptera sp6</i>	fly	rainy	5
<i>Diptera sp7</i>	fly	rainy	8
			9
<i>Diptera sp8</i>	fly	both	5
			7
<i>Diptera sp9</i>	fly	rainy	7
<i>Eulaema nigrita</i>	bee	dry	2
			10
<i>Eupetomena macroura</i>	hummingbird	both	10
			10
<i>Examalopsis sp</i>	bee	dry	0
<i>Exosoprosopa sp1</i>	fly	rainy	8
<i>Exosoprosopa sp2</i>	fly	rainy	9
<i>Exosoprosopa sp3</i>	fly	rainy	10
<i>Formicidae sp3</i>	others	rainy	5
			6
<i>Halictidae sp</i>	bee	both	6
			6
<i>Halictidae sp2</i>	bee	rainy	6
<i>Hemiptera sp3</i>	others	rainy	7
			6
<i>Hylocharis chrysur</i>	hummingbird	both	6
			6
<i>Larocanthidium sp</i>	bee	rainy	7
<i>Lepidoptera sp1</i>	butterfly	rainy	3
<i>Lepidoptera sp6</i>	butterfly	rainy	10
<i>Leptidea sp</i>	butterfly	rainy	7
<i>Megachile sp1</i>	bee	rainy	3
<i>Mischocyttarus sp</i>	wasp	dry	5
<i>Nymphalidae sp2</i>	butterfly	rainy	3
<i>Palpada vinetorum</i>	fly	rainy	6

<i>Paratetrapedia sp</i>	bee	rainy	7
<i>Paratetrapedia sp2</i>	bee	rainy	8
<i>Paratrigona lineata</i>	bee	both	5
			9
<i>Polybia sp</i>	wasp	both	5
			5
<i>Polybia sp3</i>	wasp	rainy	5
<i>Polybia sp4</i>	wasp	rainy	5
<i>Polybia sp5</i>	wasp	rainy	9
<i>Sarcophagidae sp</i>	fly	rainy	5
<i>Tachinidae sp</i>	fly	rainy	5
			9
<i>Tetragonisca angustula</i>	bee	both	9
			7
<i>Tetragonisca sp</i>	bee	rainy	7
<i>Tetrapedia sp1</i>	bee	dry	0
<i>Tetrapedia sp2</i>	bee	dry	0
<i>Thalurania furcata</i>	hummingbird	dry	10
<i>Trigona sp</i>	bee	rainy	6
			9
<i>Trigona spinipes</i>	bee	both	9
			6
<i>Vespidae sp1</i>	wasp	dry	6
<i>Vespidae sp3</i>	wasp	rainy	0
<i>Vespidae sp4</i>	wasp	rainy	10
<i>Vespidae sp5</i>	wasp	rainy	3
<i>Vespidae sp6</i>	wasp	rainy	3
<i>Vespidae sp7</i>	wasp	rainy	7
<i>Vespidae sp8</i>	wasp	rainy	8
			6
<i>Xylocopa sp</i>	wasp	both	6
			6
Plants			
<i>Ageratum fastigiatum</i>	tree	rainy	9
<i>Alternanthera martii</i>	non tree	rainy	9
<i>Bidens riparia</i>	non tree	rainy	9
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	tree	dry	9
<i>Byrsonima intermedia</i>	tree	rainy	7
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	tree	dry	0
			10
<i>Calliandra dysantha</i>	non tree	both	10
			6
<i>Caryocar brasiliense</i>	tree	dry	6
<i>Chamaecrista sp1</i>	non tree	rainy	6
<i>Copaifera oblongifolia</i>	tree	rainy	5
<i>Croton urucurana</i>	tree	rainy	6
<i>Ctenodon Paniculatus</i>	tree	rainy	0

<i>Cuphea flava</i>	non tree	rainy	10
<i>Cuphea polymorpha</i>	non tree	rainy	10
<i>Dimorphandra molis</i>	tree	rainy	9
<i>Enterolobium gummiferum</i>	tree	dry	9
<i>Hyptis brevipes</i>	non tree	rainy	3
<i>Hyptis sp</i>	non tree	rainy	9
<i>Kielmeyera coriacea</i>	tree	dry	9
<i>Macairea radula</i>	non tree	dry	6
<i>Miconia albicans</i>	non tree	dry	6
<i>Microstachys serrulata</i>	non tree	rainy	8
<i>Mikania sp</i>	non tree	rainy	3
<i>Mimosa hirsutissima</i>	non tree	rainy	9
<i>Ouratea floribunda</i>	tree	dry	2
<i>Passovia pedunculata</i>	non tree	dry	9
<i>Pterodon emarginatus</i>	tree	dry	10
<i>Richardia grandiflora</i>	non tree	rainy	9
<i>Secondatia densiflora</i>	tree	dry	10
<i>Sida cerradoensis</i>	non tree	rainy	0
<i>Sida linifolia</i>	non tree	rainy	4
<i>Solanum lycocarpum</i>	tree	rainy	5
<i>Spermacoce eryngioides</i>	non tree	rainy	3
<i>Terminalia glabrescens</i>	tree	dry	5
<i>Tibouchina sp</i>	tree	rainy	6
<i>Waltheria communis</i>	tree	rainy	7
<i>Xylopia aromatica</i>	non tree	dry	1
<i>Vochysia rufa</i>	tree	rainy	6

ANEXO III

Normas da revista *Plant Biology*

Plant Biology aceita

1. Artigos de pesquisa originais orientados para problemas (máximo de 9.000 palavras)
2. Artigos de pesquisa curtos orientados para problemas (máximo de cinco páginas tipografadas)
3. Artigos de revisão concisos
4. Pontos de vista, ou seja, comentários sobre problemas reais e artigos de opinião provocativos.
5. Artigos de revisão curtos (4.000 palavras excluindo referências e figuras).

Não serão aceitos trabalhos puramente descritivos. Os Editores aceitam contribuições de todo o mundo.

Pré-impressões

A *Biologia Vegetal* considerará artigos previamente disponíveis em servidores de pré-impressão. Os autores também podem publicar a versão submetida de seu manuscrito em servidores de pré-impressão a qualquer momento. Os autores são solicitados a atualizar quaisquer versões de pré-publicação com um link para o artigo final publicado

Compartilhamento de dados e acessibilidade de dados

A *Biologia Vegetal* incentiva os autores a compartilhar os dados e outros artefatos que apoiam os resultados do artigo, arquivando-os em um repositório público apropriado. Os autores devem incluir uma declaração de acessibilidade dos dados, incluindo um link para o repositório que utilizaram, para que esta declaração possa ser publicada juntamente com o seu artigo.

Envio de manuscritos

Por favor, envie seu manuscrito on-line em [ScholarOne Manuscripts](https://scholarone.manuscriptcentral.com/plabio) .

Para enviar um manuscrito através do ScholarOne Manuscripts, siga estas instruções:

1. Se você ainda não possui uma conta, acesse <http://mc.manuscriptcentral.com/plabio> e clique em 'Criar conta'. Em seguida, você receberá uma senha por e-mail. Se você já possui uma conta, insira seu ID de usuário e senha e clique em 'Log In'. (Observação: se necessário, você pode alterar sua senha em 'Editar minha conta'.)
2. Na página de boas-vindas, clique em 'Centro de Autor Correspondente'.
3. Você então acessa o 'Painel do Centro do Autor' e clica no ícone de estrela para envio do manuscrito.
4. Siga as etapas 1 a 7 até que a submissão do manuscrito seja concluída. O documento principal incluindo título, resumo, palavras-chave (arquivo MS Word), tabelas (arquivos MS Word) e figuras (arquivos *.eps, *.tif ou *.jpg) são carregados no sistema como arquivos individuais. O texto deverá ser escrito em espaço duplo e com numeração de linhas. (Observação: você também pode interromper a submissão on-line e continuar mais tarde.) Os autores são incentivados a fornecer informações adicionais como Informações de Apoio que estarão acessíveis on-line.
5. **Publicação rápida:** *Biologia Vegetal* oferece tratamento especial de manuscritos que foram rejeitados por periódicos de alto nível. Os autores são incentivados a anexar o manuscrito original, as revisões mais os comentários do editor e o manuscrito revisado de manuscritos previamente revisados para agilizar seu manuseio, pois seu manuscrito pode ser aceito com base nas revisões anteriores. Inclua também uma carta com uma resposta ponto por ponto às preocupações levantadas pelo(s) revisor(es). Você receberá uma decisão final do Editor-Chefe alguns dias após o envio dos manuscritos com revisões.
6. Os autores deverão abordar os seguintes pontos em sua carta de apresentação. 1. Quais são os objetivos e hipóteses do seu artigo?; 2. Que novas conquistas ou inovações apresentam?; 3. Qual é o significado geral do seu artigo e por que é oportuno?
7. A submissão do seu manuscrito será confirmada por um e-mail que lhe fornecerá o 'Número de identificação do manuscrito'. Por favor, refira-se a este número em toda a correspondência com a redação. Com a sua submissão você garante que todos os coautores concordam com a submissão do manuscrito.

Caso você encontre dificuldades para enviar um manuscrito ao ScholarOne Manuscripts, entre em contato com a redação pelo e-mail annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de . A ajuda também está disponível na página introdutória dos Manuscritos do ScholarOne na forma de um 'Guia do usuário on-line'. Para acessar o guia, clique em 'Obter ajuda agora' no canto superior direito.

O rastreamento de produção on-line agora está disponível para o seu artigo através dos Serviços de Autor da Wiley.

Os Serviços de Autor permitem que os autores rastreiem seu artigo - uma vez aceito - através do processo de produção até a publicação on-line. Os autores podem verificar o status de seus artigos online e optar por receber e-mails automatizados nas principais etapas da produção. O autor receberá um e-mail com um link exclusivo que permitirá o cadastro e a adição automática do artigo ao sistema. Certifique-se de fornecer um endereço de e-mail completo ao enviar o manuscrito. Visite <http://authorservices.wiley.com/bauthor> para obter mais detalhes sobre rastreamento de produção on-line e para obter uma variedade de recursos, incluindo perguntas frequentes e dicas sobre preparação, envio de artigos e muito mais.

Condições para Publicação Podem ser submetidos artigos de pesquisa que não tenham sido publicados anteriormente, ainda que na forma de resumo. É necessária uma apresentação concisa. Embora o leitor não-especialista deva ser levado em consideração quando resumos, introduções e discussões são escritos, introduções longas do tipo revisão e discussões especulativas devem ser evitadas. Os métodos experimentais devem ser explicados detalhadamente, exceto os procedimentos padrão. Estilo difuso e repetitivo deve ser evitado. As ilustrações e tabelas devem limitar-se ao material verdadeiramente essencial. A *Plant Biology* publica preferencialmente **artigos de pesquisa curtos** (no máximo cinco páginas tipografadas) que serão revisados com alta prioridade. **Artigos de revisão concisos** que sintetizem o estado da arte de forma original são altamente desejáveis para esta revista. As contribuições **de pontos de vista** devem conter breves comentários sobre um problema real (2-3 páginas tipografadas). **Artigos de revisão curtos** devem ter 4.000 palavras, excluindo referências e figuras.

CrossCheck para plágio : Todos os envios serão executados através do CrossCheck para identificar qualquer plágio. Se for constatado que um autor plagiou a totalidade ou parte de sua obra, o instituto do autor será notificado da violação da conduta científica.

Suporte para preparação de artigos

[Wiley Editing Services](#) oferece ajuda especializada com edição em inglês, bem como tradução, formatação de manuscritos, ilustração de figuras, formatação de figuras e design gráfico abstrato – para que você possa enviar seu manuscrito com confiança. Além disso, verifique nossos recursos para [Preparando seu artigo](#) para obter orientações gerais sobre como escrever e preparar seu manuscrito

Comprimento dos Artigos

Os artigos não devem exceder 8 páginas impressas. Uma página tipografada no periódico (sem figuras e tabelas, com cerca de 3 subtítulos e parágrafos) geralmente contém cerca de 6.200 caracteres. O número de figuras mais tabelas não deve exceder 9 (geralmente não mais que 4 subfiguras) e deve ser levado em consideração na contagem de páginas, assim como a lista de referências. Os apêndices serão publicados como informações de apoio e não no texto principal.

Referências: Cerca de 40 a 50 referências geralmente ocupam uma página impressa.

Informações de apoio: Os autores são incentivados a fornecer materiais adicionais como informações de apoio que estarão acessíveis online. Por favor, identifique as informações de apoio como tal e inclua legendas apropriadas de figuras e tabelas no final do manuscrito.

Taxas de página: Artigos de pesquisa originais mais longos do que as diretrizes fornecidas acima, quando em prova, estão sujeitos a uma taxa de página de € 125 por página acima do limite de 8 páginas (as primeiras 8 páginas são gratuitas). Uma fatura será enviada aos autores por essas cobranças no momento da publicação de seu artigo em uma edição. Artigos de revisão estão excluídos desta regra. Não será aceita renúncia à cobrança da página.

Arranjo

Artigos de pesquisa

Página de título : A primeira página de cada artigo deve indicar: O título, os nomes e afiliações dos autores, um título curto para uso como cabeçalho, o nome, endereço, endereço de e-mail, números de telefone e fax do autor correspondente, 3 a 7 palavras-chave e um resumo de uma frase da mensagem principal do artigo.

Abreviatura: Lista com abreviaturas quando apropriado.

Resumo: O resumo deve poder ser utilizado como um documento independente e não deve exceder 250 palavras. Para todos os artigos submetidos a partir de 2016, é necessário um resumo estruturado usando quatro pontos para indicar (1) a pesquisa realizada, incluindo sua justificativa, (2) métodos centrais aplicados, (3) resultados principais e (4) conclusões principais, incluindo os principais pontos de discussão. Não deve conter citações de outros artigos. Para revisões, os marcadores não se aplicam.

As seções a seguir cobrem os conteúdos usuais: Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos, Referências (veja abaixo), Tabelas (veja abaixo), Legendas das figuras (veja abaixo), Ilustrações (veja abaixo).

Em Materiais e Métodos, os subtítulos Resultados e Discussão são possíveis. Se um autor optar por combinar as seções Resultados e Discussão, uma seção adicional Conclusões poderá ser adicionada, mas esta deve ser breve.

Artigos de revisão concisos

Escolha subtítulos conforme apropriado, mas não use um sistema de numeração. Página de título, palavras-chave, resumo e outros itens como para artigos completos.

Tabelas

As tabelas devem ser numeradas sequencialmente em algarismos arábicos e cada uma deve conter um breve título descritivo. As tabelas reproduzidas de outras publicações devem indicar sua fonte precisa. Somente sinais que possam ser digitados devem ser usados nas tabelas e legendas. Forneça tabelas em Word e inclua-as no final do manuscrito, após as referências, cada uma em uma página separada. Evite usar tabelas e gráficos para demonstrar os mesmos resultados.

Figuras e gráficos

Arte eletrônica

É essencial que toda a arte seja fornecida em formato eletrônico. Salve gráficos vetoriais (por exemplo, arte de linha) em formato Encapsulated Post-script (EPS) e arquivos de bitmap (por exemplo, meios-tons) em Tagged Image Format (TIFF). A revista não aceita figuras em formato PDF.

Por favor, não inclua tabelas e/ou figuras no documento de texto.

Caso encontre dificuldades na submissão de figuras e gráficos, entre em contato com a redação pelo e-mail annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de ou pelo telefone ++49/(0)761/203-8300.

Referências

A lista de referências deve incluir todas as referências citadas (mas nenhuma adicional). São permitidas no máximo 100 referências. Organize as referências em ordem alfabética de acordo com o nome do autor, e não cronologicamente. O nome dos periódicos que contêm os artigos citados deverá ser informado por extenso. Nomes de cidades e países devem ser fornecidos para referências que não sejam de periódicos.

Cada referência de artigo deve ser fornecida conforme o exemplo a seguir:

Alfano JR, Collmer A. (2004) Proteínas efetoras do sistema de secreção Tipo III: agentes duplos em doenças bacterianas e defesa de plantas. *Revisão Anual de Fitopatologia*, **42**, 385–414.

Livros ou outras publicações não seriadas citadas nas referências devem ser citadas da seguinte forma:

Gage JD, Tyler PA (1991) *Deep-sea Biology: A Natural History of Organisms at the Deep-sea Floor*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido: 504 pp.

Lester RN, Hasan SMZ (1991) Origem e domesticação da berinjela berinjela, *Solanum melongena*, de *S. incanum*, na África e na Ásia. In: Hawkes JG, Lester RN, Nee M., Estrada N. (Eds), *Solanaceae III: Taxonomia, Química, Evolução*. Jardins Botânicos Reais, Kew; Londres, Reino Unido: 369-387.

Artigos ainda não publicados só poderão ser citados se tiverem sido definitivamente aceitos para publicação. Devem ser indicados pela expressão «no prelo».

Recomendamos o uso de uma ferramenta como EndNote ou Reference Manager para gerenciamento e formatação de referências.

Citações de dados

Em reconhecimento da importância dos dados como resultado do esforço de pesquisa, a Wiley endossou os Princípios de Citação de Dados FORCE11 e está implementando uma política obrigatória de citação de dados. A *Biologia Vegetal* exige que os dados sejam citados da mesma forma que citações de artigos, livros e web, e os autores são obrigados a incluir citações de dados como parte de sua lista de referências.

A citação de dados é apropriada para dados mantidos em repositórios de dados institucionais, focados em assuntos ou mais gerais. Não se destina a substituir os padrões comunitários, como a citação em linha dos códigos de acesso do GenBank.

Ao citar ou fazer afirmações baseadas em dados, os autores devem referir-se aos dados no local relevante do texto do manuscrito e, além disso, fornecer uma citação formal na lista de referências. Recomendamos o formato proposto pela Declaração Conjunta de Princípios de Citação de Dados:

[conjunto de dados] Autores; Ano; Título do conjunto de dados; Repositório ou arquivo de dados; Versão (se houver); Identificador persistente (por exemplo, DOI)

Resumos gráficos

A *Biologia Vegetal* tem o prazer de oferecer **Resumos Gráficos** aos autores para apresentar e expandir suas pesquisas de uma forma mais visual e dinâmica. Após a aceitação do manuscrito, os autores devem estar preparados para submeter um resumo gráfico autoexplicativo à redação e depositar os dados originais em um repositório ou arquivo de dados e fornecer o identificador persistente (ex. DOI). Este é um requisito essencial antes que o manuscrito possa ser encaminhado para produção.

o Instruções sobre como submeter um Resumo Gráfico:

Imediatamente após a aceitação do manuscrito, os autores deverão:

- preparar um arquivo .doc que inclua:
 - o título do artigo;
 - nomes dos autores (autor correspondente indicado por asterisco); e

- um resumo de uma frase (máximo de 200 caracteres) resumindo as principais conclusões apresentadas no documento.
- Apresentar uma figura que:
 - melhor represente o escopo do artigo;
 - o está nos formatos de arquivo .tiff ou .eps;
 - o esteja dentro das dimensões de 50mm x 60mm; e
 - o tem resolução mínima de 300 dpi.
- Evite gráficos e outras figuras com detalhes finos devido ao tamanho relativamente pequeno desta imagem.
- Dê ao arquivo .doc e ao arquivo de figura o título de 'Graphical Abstract' e carregue-o no ScholarOne Manuscript (SIM) durante o processo de submissão do manuscrito.

Sem essas informações o manuscrito não será encaminhado para produção.

As unidades

de Biologia Vegetal seguirão o sistema de unidades SI (Système International d'Unites). Dentro de um determinado papel, as unidades escolhidas devem ser uniformes.

Abreviatura

Observe que abreviaturas comuns podem ser usadas sem explicação. Outros devem ser explicados. Em caso de dúvida dê sempre uma explicação. Use FW = peso fresco e DW = peso seco.

Nomes Científicos

Os nomes científicos devem ser citados em sua forma completa quando mencionados pela primeira vez com gênero - espécie - autoridade - cultivar (cv.) ou subespécie (ssp.) quando apropriado. Os nomes latinos devem ser sublinhados ou digitados em *itálico*.

Subsequentemente, os nomes genéricos devem ser abreviados, mas evite confusão: por exemplo, use *A. comosus* se o único gênero com um primeiro grilhão *A* no seu artigo for Ananas; mas use abreviações inequívocas se você tiver mais de um gênero com a mesma primeira letra, por exemplo, *Ananas comosus*, *Aechmea nudicaulis* = *A. comosus*, *Ae. nudicaulis*, etc. Os nomes comuns dos organismos devem ser acompanhados do nome científico correto quando mencionados pela primeira vez. Para gêneros raros ou exóticos pode

ser útil indicar o nome da família e/ou táxon superior entre parênteses quando mencionado pela primeira vez.

Direitos autorais

Os autores serão obrigados a ceder os direitos autorais de seu artigo à Sociedade Alemã de Ciências Vegetais, à Sociedade Botânica Real da Holanda e à Wiley. A cessão dos direitos autorais é uma condição para publicação e os artigos não serão repassados à editora para produção, a menos que os direitos autorais tenham sido cedidos. (Os artigos sujeitos a direitos autorais do governo ou da Coroa devem marcar a caixa relevante no formulário). Os editores não recusarão qualquer pedido razoável dos autores para permissão para reproduzir suas contribuições à revista.

1 **CONCLUSÃO GERAL**

2

3 Os estudos de interações planta-polinizador e os atributos florais ofertados em áreas úmidas
4 preenchem lacunas dentro das pesquisas. As descobertas de novidades como os fatores diversos
5 que macrófitas aquáticas do Pantanal apresentam através da sua forma de vida, podem trazer
6 informações valiosas de como funcionam esses ecossistemas dentro desses diferentes fatores
7 ecológicos. Assim como a disponibilidade de recursos ao longo do ano em um ecossistema de
8 *vereda*, contribui com as flutuações de recursos de diversas espécies vegetais. Além disso, as
9 variações temporais contribuem para a formação de uma rede de polinização, sendo promissora
10 para compreender esses diferentes tipos de interações com base nas diferentes estações, hábitos,
11 atributos e recursos florais. Portanto, este estudo é um primeiro passo para que outros estudos
12 em áreas úmidas tropicais sejam feitos, explorando a diversidade de espécies vegetais e o
13 funcionamento dos ecossistemas, o que é primordial para a preservação dessas áreas.