



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)

**ESTUDO DE LONGA DURAÇÃO EM CERRADO *SENSU STRICTO*:
ENTENDENDO AS MUDANÇAS DO CLIMA E SEUS EFEITOS NA FENOLOGIA
E REPRODUÇÃO DAS PLANTAS, SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E A SUA
PERCEPÇÃO PELA SOCIEDADE**

AMANDA EBURNEO MARTINS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)

**ESTUDO DE LONGA DURAÇÃO EM CERRADO *SENSU STRICTO*:
ENTENDENDO AS MUDANÇAS DO CLIMA E SEUS EFEITOS NA FENOLOGIA
E REPRODUÇÃO DAS PLANTAS, SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E A SUA
PERCEPÇÃO PELA SOCIEDADE**

AMANDA EBURNEO MARTINS

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

Orientador: Dra. Leonor Patricia Cerdeira Morellato

M386e

Martins, Amanda Eburneo

Estudo de longa duração em cerrado sensu stricto: entendendo as mudanças do clima e seus efeitos na fenologia e reprodução das plantas, serviços ecossistêmicos e a sua percepção pela sociedade / Amanda Eburneo Martins.

-- Rio Claro, 2025

230 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientadora: Leonor Patricia Cerdeira Morellato

1. Botânica. 2. Biologia da Polinização. 3. Fenologia vegetal. 4. Mudanças climáticas. 5. Ciência cidadã. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: "Estudo de longa duração em cerrado sensu stricto: entendendo as mudanças do clima e seus efeitos na fenologia e reprodução das plantas, serviços ecossistêmicos e a sua percepção pela sociedade"

AUTORA: AMANDA EBURNÊO MARTINS

ORIENTADORA: LEONOR PATRICIA CERDEIRA MORELLATO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal), área: Biologia Vegetal pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **LEONOR PATRICIA CERDEIRA MORELLATO**
Data: 11/03/2025 09:01:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. LEONOR PATRICIA CERDEIRA MORELLATO (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade / Unesp IB Rio Claro

Documento assinado digitalmente
 **NATALIA COSTA SOARES**
Data: 21/02/2025 02:29:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Pesquisadora NATALIA COSTA SOARES (Participação Virtual)
Pós doutoral do Instituto de Biologia / Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Documento assinado digitalmente
 **LIGIA SILVEIRA FUNCH**
Data: 20/02/2025 15:50:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Drª. LIGIA SILVEIRA FUNCH (Participação Virtual)
Ciências Biológicas / Universidade Estadual de Feira de Santana

Documento assinado digitalmente
 **KAYNA AGOSTINI**
Data: 21/02/2025 14:06:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. KAYNA AGOSTINI (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação / Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Prof.^a Dr.^a TEREZA CRISTINA GIANNINI (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos / Instituto Tecnológico Vale - Belém I

Rio Claro, 20 de fevereiro de 2025

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à vida! Por me permitir ter esta vivência muito desafiadora, aproveitar cada momento e conseguir finalizar este longo processo. O doutorado estimulou muitas mudanças em mim, dentro da universidade e fora dela, que me fizeram crescer, aprender e compartilhar novas experiências profissionais e pessoais. Obrigada, vida!

Agradeço às plantas e seus polinizadores, por serem fascinantes, belos e cheios de especializações. Estes seres despertam a minha curiosidade, a vontade de continuar a estudá-los e contribuir ao máximo para sua conservação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2021/12842-2 e CEPID CBioClima, Processo nº 2021/10639-5. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - 140534/2020-2, DTI-B #381851/2024-9, pelas bolsas concedidas ao longo destes cinco anos, as quais permitiram o desenvolvimento desta pesquisa. Agradeço ao projeto *MISMATCH: Padrões de floração, mudanças do clima e assincronias temporais entre flores e polinizador: implicações na polinização por abelhas e serviços ecossistêmicos em ecossistemas tropicais – Chamada A.B.E.L.H.A.* (#401577/2022-8) pelo financiamento. Agradeço ao PIBIC CNPq, Extensão UNESP pelas bolsas concedidas à Ana Carolina S. M. Lemos e Thalita Surian, que foram de extrema importância para o desenvolvimento do terceiro capítulo desta tese e do projeto de extensão “Fenologia Cidadã”.

Agradeço à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho - UNESP”, por toda nossa parceria desde 2010, que se iniciou em Botucatu, e continuou em Rio Claro. Em especial, ao Programa de pós-graduação de Biologia Vegetal, Departamento de Biodiversidade e a Seção Técnica de Pós-graduação do Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, pelo apoio e infraestrutura disponibilizados.

Agradeço em especial às minhas orientadoras Patrícia e Priscila, e o Laboratório de Fenologia, por terem compartilhado comigo este tempo de muita aprendizagem, desafios, lições, network e parceria. Obrigada por toda a amizade, ajuda em campos, trocas de experiências, cervejas e risadas. Ter feito parte deste lab. me deixa muito feliz! Agradeço em especial a Thalita, Ana, Bruna, Nattália, Ian, Mateus, Arthur e Dani pela ajuda de campo em Itirapina durante os experimentos nas plantas. Agradeço a Monize por fazer a rede de polinizadores, cultivos e espécies nativas do segundo capítulo. Obrigada amigos e parceiros de ciência.

Agradeço em especial a toda a equipe, às alunas bolsistas e aos voluntários, que desenvolveram e participaram do projeto de extensão “Fenologia Cidadã”. Foi uma experiência muito importante, que, a partir dela, surgiu um novo caminho para continuar a trabalhar com ciência.

Agradeço em especial a minha família de Botucatu e Rio Claro, e a todas as pessoas que conheci durante os caminhos que o doutorado me proporcionou e. Todo o tempo e vida que compartilhamos, toda escuta, apoio, paciência e risadas (que não poderiam faltar), foram essenciais para conseguir finalizar este processo intenso que é o doutorado. Minha vida é mais feliz porque a compartilho com vocês!!!

Obrigada!

RESUMO

O cerrado é uma vegetação tropical sazonal mega diversa, considerada um *hotspot* de conservação da biodiversidade. Apresenta diversas estratégias reprodutivas que interagem com os visitantes florais locais em função das condições climáticas. As mudanças climáticas estão alterando a fenologia reprodutiva de plantas de regiões extratropicais. Estudos de longa duração podem contribuir com previsões e tendências sobre a resiliência de comunidades, visto que são escassos nos trópicos. Esses efeitos também atingem a qualidade de vida e bem-estar humano, que ficam vulneráveis devido a diminuição dos serviços ecossistêmicos. O cerrado apresenta uma fenologia com padrão sazonal e a maioria das espécies tem reprodução cruzada, e polinização por animais. Desta maneira, a área remanescente de cerrado *sensu stricto* em Itirapina, interior de São Paulo foi utilizada como estudo de caso. Na área ocorre um monitoramento fenológico de longa duração e utilizamos 15 anos de dados de 2005 a 2019, para avaliar se a dependência de polinização biótica é um traço funcional importante que altera a resposta fenológica reprodutiva da comunidade ao longo do tempo e em relação às variáveis climáticas. Em seguida, através de uma revisão sistemática da literatura dos serviços ecossistêmicos das espécies vegetais e dos dados fenológicos de floração, descrevemos quais são esses benefícios e sua relação com a polinização, temporalidade e fenologia. Por fim, para contribuir no diálogo entre ciência e sociedade, utilizamos a ciência cidadã em conjunto com a fenologia para convidar e capacitar cidadãos para participarem na coleta de dados fenológicos e atividades de educação ambiental. Encontramos que a dependência de polinização biótica não é um gatilho para maiores alterações fenológicas, visto que os dois grupos diminuíram a duração das fenofases de floração e frutificação, e que há relação com as variáveis climáticas. A alteração na duração das flores e frutos foi detectada no final do ciclo reprodutivo, considerando que os grupos não apresentaram alterações no início e pico das fenofases reprodutivas. Porém, a duração mais curta não impactou o sucesso reprodutivo da comunidade, que se manteve estável ao longo dos 15 anos, com *fruit-set* aproximado de 70%. Ademais, o cerrado apresentou diversos serviços ecossistêmicos descritos na literatura, com foco no uso medicinal. Constatamos que a disponibilidade de recursos florais de 20 espécies das 31 analisadas apresentou mudanças, diminuindo ou aumentando a duração da floração e ou frutificação. O serviço de polinização mostrou-se de extrema importância para manter os cultivos agrícolas próximos, visto que encontramos alta dependência dos cultivos em relação à área natural. Isto porque,

aproximadamente 60% dos cultivos próximos à área de cerrado dependem de polinizadores que estão presentes e são visitantes florais. Como resultado do terceiro capítulo, foi possível implementar a ciência cidadã no monitoramento de árvores do campus da UNESP de Rio Claro. Os voluntários demonstraram engajamento durante todo o período de coleta e os dados coletados apresentaram relação positiva significativa quando comparados com os dados coletados pelas pesquisadoras. Portanto, validamos o treinamento fenológico padronizado para capacitar cidadãos. Por fim, esta tese abordou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS 4, 13 e 15 e contribui para conservação do cerrado, proporcionando subsídios para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas em ecossistemas naturais savânicos, além de incentivar projetos de ciência cidadã e fenologia no Brasil.

Palavras-chave: cerrado, ecossistemas naturais savânicos, fenologia reprodutiva, sistema reprodutivo de plantas, polinização, mudanças climáticas, vegetação sazonal, fenologia tropical, fenologia de longa duração, serviços ecossistêmicos, ciência cidadã, educação ambiental, ciência colaborativa, monitoramento da biodiversidade.

ABSTRACT

The cerrado is a mega-diverse seasonal tropical vegetation, considered a biodiversity conservation hotspot. It presents various reproductive strategies that interact with local floral visitors based on climatic conditions. Climate change is altering the reproductive phenology of plants in extratropical regions. Long-term studies can contribute to predictions and trends on the resilience of communities, since they are scarce in the tropics. These effects also impact human quality of life and well-being, which become vulnerable due to the reduction in ecosystem services. The Brazilian savanna (cerrado) exhibits a seasonal phenology and most species exhibit cross-pollination, pollinated by animals. Hence, the remaining area of cerrado *sensu stricto* in Itirapina, in the interior of São Paulo, was used as a case study. Long-term phenological monitoring takes place in the area, and we used 15 years of data from 2005 to 2019 to assess whether dependence on biotic pollination is an important factor that alters the community phenological response over time and in relation to climatic variables. Following, through a systematic review of the literature on ecosystem services of plant species, we describe what these benefits are and their relationship with pollination, temporality, and phenology. Moreover, to contribute to the dialogue between science and society, we used citizen science in conjunction with phenology to invite and train citizens to participate in the collection of phenological data and environmental education activities. We found that dependence on biotic pollination is not a trigger for major phenological changes, since both groups decreased the duration of flowering and fruiting, with a relationship with climate variables. The shifts in the flowering and fruiting were detected at the end of the reproductive cycle, considering that the groups did not present changes in the onset and peak of reproductive phenophases. However, the shorter duration did not impact the reproductive success of the community, which remained resilient over the 15 years, with a fruit-set of approximately 70%. Furthermore, the cerrado presented several ecosystem services described in the literature, with a focus on medicinal use. We found that floral resources availability of 20 from the cerrado showed changes, decreasing or increasing the flowering and or fruiting duration. Several species were indicated as potential for restoration, and the pollination service proved to be extremely important for maintaining nearby agricultural crops, since we found a high dependence of crops on the natural area. This is because approximately 60% of crops near the cerrado area depends on pollinators that are present in the natural area. As a result of the third chapter, it was possible to implement a citizen science tree

monitoring on the UNESP campus in Rio Claro. The volunteers demonstrated engagement throughout the data collection period, and was possible to validated the standardized phenological training to train citizens. Finally, this thesis addressed the Sustainable Development Goals - SDGs 4, 13 and 15 and contributes to the cerrado conservation, providing subsidies for mitigating the effects of climate change on natural savanna ecosystems, and to encouraging citizen science and phenology projects in Brazil.

Keywords: cerrado savanna, natural savanna ecosystems, reproductive phenology, reproductive system of plants, pollination, climate change, seasonal vegetation, tropical phenology, long-term phenology, ecosystem services, citizen science, environmental education, biodiversity monitoring, collaborative research.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	12
Referências.....	17
CAPÍTULO 1. <i>Climate-induced shifts in long-term tropical tree reproductive phenology: insights from species dependent on and independent of biotic pollination</i>	23
Abstract.....	23
Introduction.....	24
Materials and Methods	26
Results.....	33
Discussion.....	37
References.....	42
Tables and Figures.....	50
Supplementary material.....	53
CAPÍTULO 2. <i>Serviços Ecossistêmicos do cerrado: Espécies potenciais do cerrado de São Paulo e a temporalidade dos recursos, um estudo de caso</i>	65
Resumo.....	65
Introdução.....	67
Materiais e Métodos	70
Resultados.....	73
Discussão.....	82
Referências.....	87
Figuras e Tabelas.....	93
Material Suplementar.....	100

CAPÍTULO 3. <i>Ciência cidadã na universidade: validação de treinamento de monitoramento fenológico</i>	184
Resumo.....	184
Introdução.....	186
Materiais e Métodos	189
Resultados.....	193
Discussão.....	199
Referências.....	203
Material Suplementar.....	208
CONCLUSÃO GERAL.....	227

INTRODUÇÃO GERAL

As Américas concentram 40% dos ecossistemas mundiais e o Brasil lidera o ranking das 17 nações mega diversas do mundo, com cerca de 20% das espécies descritas atualmente no planeta estão presentes nos ecossistemas brasileiros (IPBES, 2018; Prado et al., 2024). O Cerrado é o segundo maior domínio morfoclimático da América do Sul, presente em aproximadamente 24% do território brasileiro (Fernandes et al., 2016). É considerado um *hotspot* da biodiversidade, e é a savana tropical mais biodiversa do mundo (Klink and Machado, 2005; Myers et al., 2000). Com distintas fitofisionomias, possui mais de 13 mil espécies de plantas, no qual aproximadamente 38% são endêmicas e representam cerca de 5% da diversidade biológica do planeta (Fernandes et al., 2016; Colli et al., 2020). O Cerrado também possui alta sócio diversidade, pois abriga inúmeras populações humanas tradicionais, como comunidades indígenas, quilombolas e seringueiras, que sobrevivem de seus recursos e que possuem saberes e práticas construídos ao longo de várias gerações, contribuindo para sua conservação (Sawyer et al., 2016; Prado et al., 2024). Além das comunidades em paisagens naturais, mais de 29 milhões de pessoas vivem em áreas urbanas situadas dentro do Cerrado (IBGE, 2012). Desta forma, o Cerrado é responsável por disponibilizar diversos benefícios sem custo monetário para sobrevivência, qualidade de vida e bem-estar, considerados serviços ecossistêmicos (SE) aos seres humanos (Bergamo et al., 2021).

Apesar disso, o Cerrado é o domínio morfoclimático mais severamente ameaçado no Brasil, transformado por expansões agropecuárias, extrativismo e áreas urbanizadas (Ratter et al., 1997; Fernandes et al., 2016; Morandi et al., 2020). Com a taxa mais alta de desmatamento entre os biomas brasileiros, as paisagens do Cerrado se tornaram fragmentos e foram reconfiguradas em torno da produção de commodities relacionadas a produtos como a soja e de incentivos políticos (Carvalho et al., 2009; MMA, 2014; Strassburg et al., 2017). Embora existam leis para preservação das áreas naturais e redução do desmatamento, a superfície geográfica pertencente a esta área conservada é equivalente a apenas 8% de sua cobertura original (Carranza et al., 2014; Françoso et al., 2015). Com a transformação das áreas naturais interligadas às mudanças do clima, a reprodução das plantas através da polinização por animais, por exemplo, que ocorre em cerca de 86% das espécies vegetais lenhosas nas áreas de cerrado do Brasil, poderá ser impactada (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Fernandes et al., 2016).

No atual cenário de alterações climáticas, entender como a fenologia do cerrado está mudando

ao longo do tempo é essencial para a conservação e manutenção das comunidades no Cerrado. A fenologia estuda a época de ocorrência de eventos cíclicos recorrentes no ciclo de vida de plantas e animais e sua relação com o clima da biota (Morellato et al. 2016; Schwartz, 2024). A vegetação do Cerrado está sujeita à sazonalidade climática, com uma estação seca e mais amena e estação úmida quente e úmido (Klink & Machado, 2005). Esta sazonalidade é considerada a principal condicionante dos padrões fenológicos vegetativos e reprodutivos, definindo os gatilhos para a floração e frutificação (Batalha & Mantovani, 2000; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Morellato et al., 2016; 2024; Vilela et al., 2017; Escobar et al., 2018; Martins et al., 2021). Apesar da sazonalidade de flores e frutos, esses recursos estão disponíveis para os animais durante o ano todo (Oliveira & Gibbs, 2000; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Martins et al., 2021). O pico de floração ocorre em setembro, na transição da estação seca para úmida, quando os polinizadores estão mais ativos, e o pico de frutificação, ocorre em outubro-novembro, durante a estação chuvosa (Figura 1) (Camargo et al., 2013; Escobar et al., 2018; Martins et al., 2021). Adicionalmente, as espécies vegetais do cerrado apresentam diversas estratégias reprodutivas, variedade de sistemas sexuais e traços funcionais (Oliveira & Gibbs, 2000; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Oliveira, 2008). Nesse contexto, as alterações na temperatura e precipitação relacionadas às mudanças do clima e intensificadas pela ação antrópica, especialmente às mudanças no uso do solo (IPCC 2021; 2022), podem ocasionar alterações da fenologia da floração e frutificação das plantas, especialmente em vegetações tropicais sazonais como o cerrado (Morellato et al., 2016; 2024; Vilela et al., 2017; Genini et al., 2021). Essas mudanças na fenologia podem afetar a oferta de recursos e as interações com polinizadores e dispersores devido às alterações na época e duração de oferta de recursos, causando desacoplamento intra e entre espécies de plantas e seus mutualistas (Memmott et al., 2007; Morellato et al., 2016; Kharouba et al., 2016). Ademais, o traço funcional de dependência de polinização biótica, é dominante no cerrado lenhoso (Oliveira & Gibbs, 2000; 2002) e, portanto, podem responder mais intensamente às alterações climáticas do que as espécies que são independentes de polinização biótica (Ferrer et al., 2024). Os traços funcionais afetam a sobrevivência, desenvolvimento, crescimento e reprodução de indivíduos, ligados a processos evolutivos e neste contexto, podem caracterizar espécies vegetais mais susceptíveis às alterações climáticas e ao tempo (Violle et al., 2007).

Interligado aos traços funcionais, o monitoramento fenológico a longo prazo proporciona tendências de comportamento e resiliência das espécies. A maioria dos estudos de longa duração são desenvolvidos principalmente fora da região tropical e relacionam os dados

fenológicos de plantas, principalmente a floração, com variáveis climáticas, como temperatura, precipitação, radiação solar e umidade relativa (Parmesan, 2007; Menzel et al., 2020; Rafferty et al., 2020; Freimuth et al., 2022). Nos trópicos, existem alguns estudos de longo prazo que relacionam variáveis climáticas à fenologia reprodutiva (Wright & Calderón, 2006; Zhao et al., 2013; Pau et al., 2017; Wright & Calderón, 2017; Garwood et al., 2023), e que descrevem o padrão fenológico da comunidade (Van Schaik et al., 1993; Alencar et al., 1979). E ademais, detectaram mudanças na produção de flores e sua relação com eventos climáticos, como o El Niño (Wright & Calderón, 2017). Apesar desses estudos de longo prazo nos trópicos, no Brasil, há apenas quatro estudos descritos, nos biomas da Mata Atlântica, na Amazônia Central, na caatinga e no cerrado (Lex Engel & Martins, 2005; Alencar et al., 1979; Vilela et al., 2018).

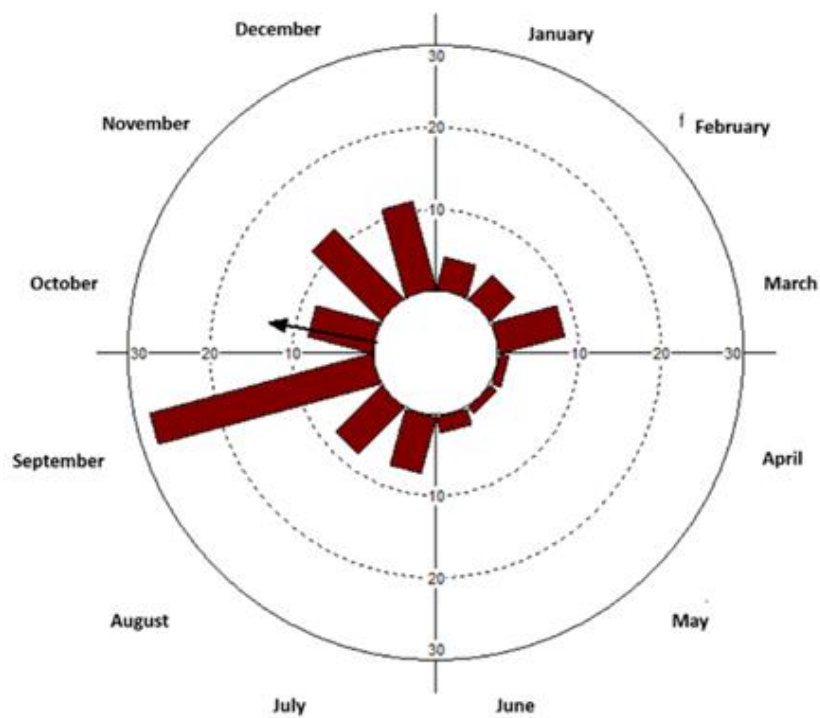


Figura 1: Pico de floração de 91 espécies do cerrado *sensu stricto* de Itirapina, São Paulo, no período de 2005 a 2015. O pico da comunidade ocorre em setembro, entre as transições da estação seca para chuvosa.

O Cerrado oferece muitos serviços ecossistêmicos (SE) essenciais para o bem estar humano, do qual destacamos a polinização (Hill et al., 2016; Joly et al., 2019; Colli et al. 2020; Bergamo et al. 2021; Prado et al., 2024). Esses SE podem ser afetados pelas mudanças do clima e

consequentes alterações na fenologia das plantas e suas interações mutualistas, como a polinização (Inouye, 2019; Aquino et al., 2020; Agostini et al., 2022). Portanto, é importante entender os SE que o cerrado oferece e quais estão sob ameaça devido às mudanças do clima (Bergamo et al., 2021).

Considerada uma variável essencial da biodiversidade, a fenologia, e seu monitoramento continuado, oferece informações sobre a época, intensidade, e a duração da estação reprodutiva, a sincronicidade das espécies vegetais e a adaptação e resiliência de plantas e animais ao ambiente (GCOS, 2010; Kissling et al., 2018). É uma das áreas mais simples para desenvolver estudos de monitoramento da biodiversidade, por detectar possíveis variações nas dinâmicas das comunidades vegetais (Taylor et al., 2019; Fraisl et al., 2020). Desta maneira, diversos estudos de fenologia em associação com programas de ciência cidadã estão sendo desenvolvidos, principalmente no Hemisfério Norte (Danielsen et al., 2005; Taylor et al., 2019; Woodland Trust, 2021). A ciência cidadã convida a sociedade para colaborar no desenvolvimento de projetos científicos, com intuito de democratizar a ciência por meio do compartilhamento de informações entre cientistas e não cientistas (Dickinson et al., 2012, Haklay et al., 2021; Johnston et al., 2023). Portanto, integrar a fenologia e ciência cidadã é uma maneira de engajar a população na observação de espécies vegetais e aproximar as pessoas da natureza, de questões relacionadas à conservação da biodiversidade, resgatando um histórico cultural, que está vinculado ao cotidiano das pessoas, e também o alto potencial de coleta de dados em grandes escalas espaciais e temporais, beneficiando tanto a sociedade quanto cientistas (Donnely et al., 2009; Kissling et al., 2018).

Esta tese, portanto, tem o intuito de contribuir para entendermos, tendo como foco de estudo o cerrado, e respondermos se as mudanças do clima estão afetando a fenologia reprodutiva de longa duração, sua relação com a dependência da polinização biótica, o sucesso reprodutivo das plantas, e como os SE estão relacionados com a temporalidade. Além disso, esta tese também tem o intuito de promover iniciativas e debates de projetos de ciência cidadã, para disseminar o conhecimento de fenologia, democratizar o conhecimento para toda população e auxiliar no desenvolvimento de monitoramentos da biodiversidade em maiores escalas (Figura 1).

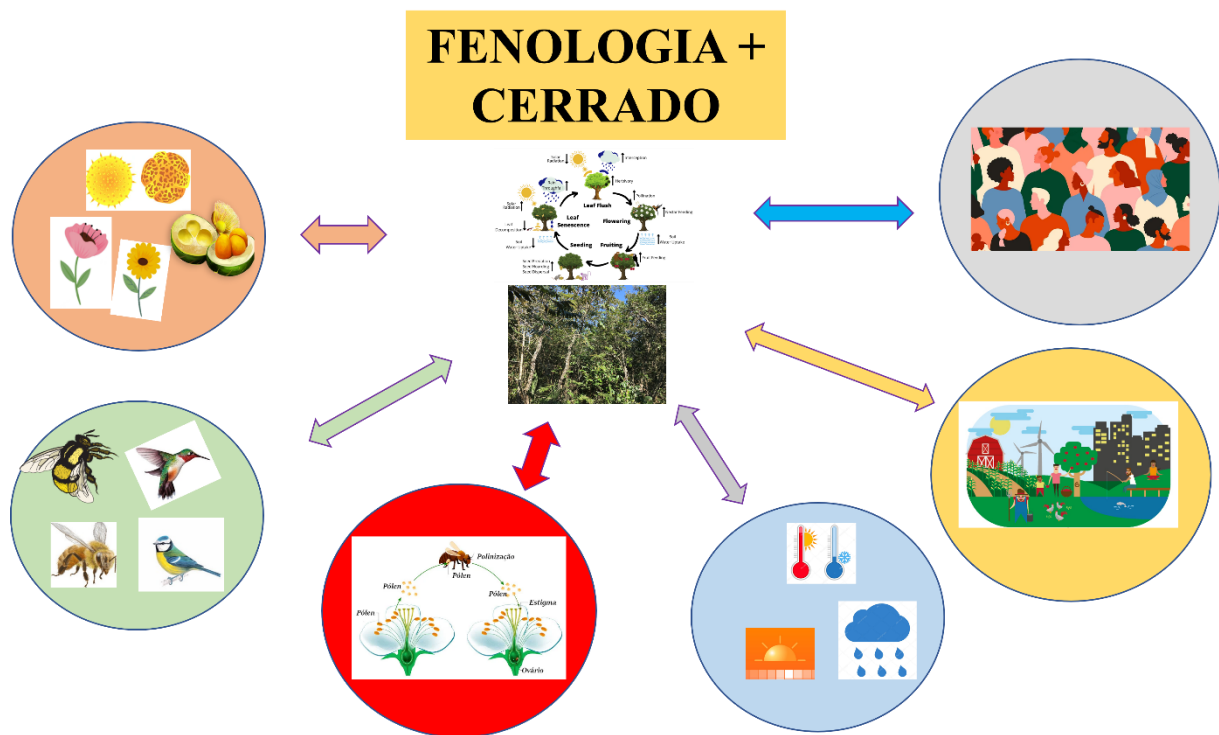


Figura 1: Esquema demonstrativo dos tópicos que a tese aborda. Através da fenologia reprodutiva de longa duração do cerrado de Itirapina, São Paulo, abordamos uma conexão entre temporalidade com a dependência de polinização biótica, as variáveis do clima, serviços ecossistêmicos e a sociedade, através da ciência cidadã.

O primeiro capítulo intitulado “*Mudanças induzidas pelo clima na fenologia reprodutiva de espécies lenhosas tropicais a longo prazo: perspectivas de espécies dependentes e independentes de polinização biótica*” tem por objetivo comparar os padrões e alterações fenológicas nas flores e frutos a longo prazo de espécies lenhosas de cerrado, separadas entre dois grupos funcionais: dependentes e independentes de polinização biótica. Testamos a hipótese se variáveis fenológicas de floração e frutificação foram alteradas devido às mudanças do clima, e se estas alterações apresentaram maiores intensidades para espécies dependentes de polinização biótica. A fenologia reprodutiva foi avaliada durante o período de 2005 a 2019, a partir de um banco de dados de longa duração, em uma área de cerrado *sensu stricto*, em Itirapina, São Paulo. O segundo capítulo intitulado “*Serviços Ecossistêmicos do cerrado: Espécies potenciais do cerrado de São Paulo e a temporalidade dos recursos, um estudo de caso*” faz uma avaliação dos efeitos das mudanças na fenologia de floração do cerrado na provisão de Serviços Ecossistêmicos, com foco no serviço de regulação de polinização. Apresentamos uma revisão sistemática da literatura sobre os serviços ecossistêmicos de 82 espécies vegetais presentes na mesma área de cerrado *sensu stricto* em Itirapina. Descrevemos

e discutimos os benefícios que as espécies oferecem aos seres humanos, destacando o SE de polinização, apresentamos as análises de longa duração da fenologia das espécies que oferecem recursos florais buscando responder se as mudanças do clima afetam a oferta de serviços e com a alteração temporal na fenologia reprodutiva. O terceiro capítulo intitulado “*Ciência cidadã na universidade: validação de treinamento de monitoramento fenológico*”, é uma proposta de monitoramento fenológico das espécies vegetais do campus da UNESP de Rio Claro, São Paulo, realizada por voluntários/cidadãos cientistas. Nosso objetivo foi criar um treinamento para capacitar cidadãos sem experiência em fenologia para contribuir no avanço da pesquisa da ciência cidadã e fenologia no Brasil, democratizar a ciência, desenvolver maior empatia pela natureza e diminuir a cegueira botânica na sociedade.

Portanto, englobar a fenologia reprodutiva, os sistemas reprodutivos das espécies vegetais, as mudanças do clima no Cerrado, seus serviços ecossistêmicos e a ciência cidadã, podem estimular o interesse e gerar transformações em processos educacionais e comportamentais da sociedade em relação à natureza, estabelecendo um diálogo que contribua para a conservação da biodiversidade de áreas remanescentes do Cerrado e ofereça subsídios para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas em ecossistemas naturais savânicos, visto que, em sua maioria as ameaças do Cerrado são de origem antrópica (Fernandes et al., 2016; Cunha et al., 2017; Albagli, & Rocha, 2021; Ghilardi-Lopes & Zattara, 2022). Neste contexto, esta tese multidisciplinar abordou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) - 4: Educação de qualidade, 13: Combate às alterações climáticas e 15: Vida sobre a terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI, K. *et al.* Polinização: um serviço ecossistêmico completo. in: GHILARDI-LOPES, N.; ZATTARA, E. E. **Ciência cidadã e polinizadores da América do Sul**. Editora CUBO. 2022.
- ALBAGLI, S.; ROCHA, L. Ciência cidadã no Brasil: um estudo exploratório. In M. M. BORGES & E. S. CASADO (Coords.), **Sob a Lente da Ciência aberta: olhares de Portugal, Espanha e Brasil** (pp. 489-511). Coimbra: Imprensa da Universidade, 2021.
- ALENCAR, J. da C.; ALMEIDA, R. A. de; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 163–199, 1979.
- AQUINO, F. de G. *et al.* Panorama sobre os Serviços Ecossistêmicos Prestados em Zonas Ripárias do Cerrado. [s. l.], p. 1–36, 2020.
- BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista brasileira de biologia**, v. 60, n. 1, p. 129–145, 2000.
- BERGAMO, P. J. *et al.* Areas Requiring Restoration Efforts are a Complementary Opportunity to

Support the Demand for Pollination Services in Brazil. **Environmental Science and Technology**, [s. l.], v. 55, n. 17, p. 12043–12053, 2021.

BURKLE, L. A.; ALARCÓN, R. The future of plant-pollinator diversity: Understanding interaction networks across time, space, and global change. **American Journal of Botany**, [S. l.], v. 98, n. 3, p. 528–538, 2011. DOI: 10.3732/ajb.1000391.

CAMARGO, M. G. G. *et al.* Fruit color and contrast in seasonal habitats - a case study from a cerrado savanna. **Oikos**, 122(9), 1335–1342, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00328.x>

CARRANZA, M. L. *et al.* Measuring Forest fragmentation using multitemporal remotely sensed data: Three decades of change in the dry Chaco. **European Journal of Remote Sensing**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 793–804, 2014.

CARVALHO, F. M. V.; DE MARCO, P.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 142, n. 7, p. 1392–1403, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.031>.

COLLI, G. R.; VIEIRA, C. R.; DIANESE, J. C. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. **Biodiversity and Conservation**, [s. l.], v. 29, n. 5, p. 1465–1475, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01967-x>.

CUNHA, D. G. F., CASALI, S. P., DE FALCO, P. B., THORNHILL, I., LOISELLE, S. A. The contribution of volunteer-based monitoring data to the assessment of harmful phytoplankton blooms in Brazilian urban streams. **Science of the Total Environment**, p. 586–594, 2017.

DANIELSEN, F.; BURGESS, N. D.; BALMFORD, A. Monitoring matters: Examining the potential of locally-based approaches. **Biodiversity and Conservation**, 2005.

DICKINSON, J. L. *et al.* The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 10, p. 291–297, 2012.

DONNELLY A. *et al.* Response of birds to climatic variability, evidence from the western fringe of Europe. **Int J Biometeorol**, v. 53, p. 211–220, 2009.

ENGEL, V. L.; MARTINS, F. R. Reproductive phenology of Atlantic forest tree species in Brazil: An eleven year study. **Tropical Ecology**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 1–16, 2005.

ESCOBAR, D. F. E., SILVEIRA, F. A. O., & MORELLATO, L. P. C. Timing of seed dispersal and seed dormancy in Brazilian savanna: Two solutions to face seasonality. **Annals of Botany**, 121(6), 1197–1209, 2018. <https://doi.org/10.1093/aob/mcy006>

FERNANDES, G. W. *et al.* Cerrado: em busca de soluções sustentáveis. Rio de Janeiro: Vertente Produções Artísticas, 2016.

FERRER, M. M. *et al.* The distribution of self-incompatibility systems in angiosperms: the relationship between mating system diversity, life span, growth habit and latitude in a changing global environment. **Annals of Botany**, 1–17, 2024. <https://doi.org/10.1093/aob/mcae056>

FRAISL, D. *et al.* Mapping citizen science contributions to the UN sustainable development goals. *Sustainability Science*, v. 15, n. 6, p. 1735–1751, 2020. DOI: 10.1007/s11625-020-00833-7.

FRANÇOSO, R. D. *et al.* Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza e Conservacao**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 35–40, 2015.

FRANKIE, G.W., BAKER, H.G., OPLER, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical

lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. **Journal of Ecology** 62:881-913, 1974.

FREIMUTH, J.; BOSSDORF, O.; SCHEEPENS, J. F.; WILLEMS, F. M. Climate warming changes synchrony of plants and pollinators. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 289(1971), 2022. <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2142>

GARWOOD, N. C. *et al.* Seasonality of reproduction in an ever-wet lowland tropical forest in Amazonian Ecuador. **Ecology**, 104(9), 1–15, 2023. <https://doi.org/10.1002/ecy.4133>

GCOS. Meteorological, W., and O. Commission, 2010.

GENINI, J. *et al.* Temporal organization among pollination systems in a tropical seasonal forest. **The Science of Nature**, [S. l.], v. 108, n. 4, p. 1–15, 2021. DOI: 10.1007/s00114-021-01744-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00114-021-01744-y>.

GHILARDI-LOPES, N.; ZATTARA, E. E. Ciência cidadã e polinizadores da América do Sul. **Editora CUBO**. 2022

GOTTSBERGER G., & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Life in the cerrado: a South American tropical seasonal ecosystem. Vol. II. **Pollination and seed dispersal**. Ulm, Reta, 2006.

HAKLAY, M. *et al.* What is citizen science? The challenges of definition. **The Science of citizen science**. Springer, New York, 13, 2021.

HILL, R. *et al.* Chapter 5: Biocultural diversity, pollinators and their socio-cultural values. In IPBES (2016): The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, et al. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, pp. 275-359, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INOUE, D. W. Climate change and phenology. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 1–17, 2022.

IPBES: The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas. Rice, J., Seixas, C. S., Zaccagnini, M. E., Bedoya-Gaitán, M., and Valderrama N. (eds.). **Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**, Bonn, Germany. 656 pages, 2018

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., et al. (eds.)]. Cambridge University Press.

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

JOLY, C. A. *et al.* Capítulo 1: Apresentando o Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. 1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, [s. l.], p. 6–33, 2019.

JOHNSTON, A., MATECHOU, E., & DENNIS, E. B. Outstanding challenges and future directions for

biodiversity monitoring using citizen science data. **Methods in Ecology and Evolution**, 14(1), 103–116, 2023.

KHAROUBA. *et al.* Global shifts in the phenological synchrony of species interactions over recent decades. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, [S. l.], v. 115, n. 20, p. 5211–5216, 2018. DOI: 10.1073/pnas.1714511115.

KISSLING, W. D. *et al.* Towards global data products of Essential Biodiversity Variables on species traits. *Nature Ecology and Evolution*, [S. l.], v. 2, n. 10, p. 1531–1540, 2018. DOI: 10.1038/s41559-018-0667-3. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-018-0667-3>.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 707–713, 2005.

MARTINS, A. E.; CAMARGO, M. G. G.; MORELLATO, L. P. C. Flowering Phenology and the Influence of Seasonality in Flower Conspicuousness for Bees. **Frontiers in Plant Science**, [S. l.], v. 11, n. February, p. 1–11, 2021. DOI: 10.3389/fpls.2020.594538.

MEMMOTT, J. *et al.* Global warming and the disruption of plant-pollinator interactions. **Ecology Letters**, 10(8), 710–717, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01061.x>

MENZEL, A. *et al.* European phenological response to climate change matches the warming pattern. **Global Change Biology**, 12(10), 1969–1976, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01193.x>

MENZEL, A. *et al.* Climate change fingerprints in recent European plant phenology. *Global Change Biology*, 26(4), 2599–2612, 2020. <https://doi.org/10.1111/gcb.15000>

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Portaria nº 444/2014. Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçada de extinção. **Ministério do Meio Ambiente**. 2014.

MORANDI, D. T. *et al.* Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 115, n. March 2019, p. 106440, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106440>.

MORELLATO, L.P.C.; CAMARGO, M.G.G.; GRESSLER, E. A review of plant phenology in South and Central America. In: Schwartz, M.D. (Ed.), **Phenology: An Integrative Environmental Science**, Springer, The Netherlands, p. 91–113, 2013.

MORELLATO, L. P. C. *et al.* Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, [S. l.], v. 195, p. 60–72, 2016. DOI: 10.1016/j.biocon.2015.12.033. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.033>.

MORELLATO, L. P. C.; ALTOMARE, M.; GRESSLER, E. A Review of Reproductive Plant Phenology in South and Central America: New Perspectives. pp 107-138. In: Schwartz, M.D. (eds) **Phenology: An Integrative Environmental Science**. Springer, Cham, 2024. https://doi.org/10.1007/978-3-031-75027-4_6

MYERS, N. *et al.* Lessons from the past. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, [s. l.], v. 403, n. February, p. 853–858, 2000. Disponível em: https://sdmmp.com/upload/SDMMP_Repository/0/038n1thz2kcdwfpqs7jy6mrvvg4xb59.pdf.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Pollination and reproductive biology in cerrado plant communities. In: Oliveira, P. E & Marquis R. J. (eds), **The cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**, Columbia University, New York, 329-347, 2002.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of

- Central Brazil. **Flora**, 195(4), 311–329, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30990-8](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30990-8)
- PARMESAN, C. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. **Global Change Biology**, 13(9), 1860–1872, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01404.x>
- PAU, S.; OKAMOTO, D. K.; CALDERÓN, O.; WRIGHT, S. J. Long-term increases in tropical flowering activity across growth forms in response to rising CO₂ and climate change. **Global Change Biology**, 24(5), 2105–2116, 2017. <https://doi.org/10.1111/gcb.14004>
- PRADO, R. B. *et al.* Sumário para Tomadores de Decisão: Sumário para Tomadores de Decisão: **Relatório Temático sobre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**, [s. l.], 2024.
- RAFFERTY, N. E.; DIEZ, J. M.; BERTELSEN, C. D. Changing Climate Drives Divergent and Nonlinear Shifts in Flowering Phenology across Elevations. **Current Biology**, 30(3), 432–441, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.11.071>
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 80, p. 223–230, 1997.
- SAWYER, D.; LAHSEN, M. Civil society and environmental change in Brazil's Cerrado. **Environment**, [s. l.], v. 58, n. 6, p. 16–23, 2016.
- SCHWARTZ, M. D. Phenology: An Integrative Environmental Science. Springer Cham, 2024. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-75027-4>
- SILVEIRA, F. A. O. *et al.* Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1–2, p. 129–152, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-015-2637-8>.
- STRASSBURG, B., BROOKS, T., FELTRAN-BARBIERI, R. *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nat Ecol Evol**, v. 1, 2017. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>
- TAYLOR, S. D., *et al.* Comparison of large-scale citizen science data and long-term study data for phenology modeling. **Ecology**, v. 100, p. 1–12, 2019.
- THE WOODLAND TRUST. Disponível em: < <https://www.woodlandtrust.org.uk/> >. Acesso em 24 de agosto de 2021.
- VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 353–377, 1993.
- VILELA, A. A. *et al.* Climate changes affecting biotic interactions, phenology, and reproductive success in a savanna community over a 10-year period. **Arthropod-Plant Interactions**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 215–227, 2018. DOI: 10.1007/s11829-017-9572-y.
- VIOLLE, C. *et al.* Let the concept of trait be functional!. **Oikos**, [s. l.], v. 116, n. 5, p. 882–892, 2007.
- WRIGHT, S. J.; CALDERÓN, O. Seasonal, El Niño and long-term changes in flower and seed production in a moist tropical forest. **Ecology Letters**, 9(1), 35–44, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00851.x>
- WRIGHT, S. J.; CALDERÓN, O. Solar irradiance as the proximate cue for flowering in a tropical moist forest. **Biotropica**, 50(3), 374–383, 2018. <https://doi.org/10.1111/btp.12522>

ZHAO, J. *et al.* Phenological response of tropical plants to regional climate change in Xishuangbanna, south-western China Author (s): JUNBIN ZHAO, YIPING ZHANG, FUQIANG SONG, ZAIFU XU AND LAIYUN XIAO Published by: **Cambridge University Press Stable**, URL: [https://www. 29\(2\), 161–172, 2013. <https://doi.org/10.1017/S02>](https://www.cambridge.org/core)

CHAPTER 1.

ORIGINAL ARTICLE

Climate-induced shifts in long-term tropical tree reproductive phenology: insights from species dependent on and independent of biotic pollination

Authors: Martins, A. E.¹, Loiola, P. P.¹, Pareja-Bonija, D.² & Morellato, L. P. C.^{1*}

1. Abstract

The dependence on biotic pollination may constrain plant phenological responses because flowering time ultimately defines reproductive success. We proposed a local-scale study combining long-term phenology and experimental data to evaluate how a key functional trait—the dependence/independence on biotic pollination for reproduction—influences the phenological response of tropical plants to a locally shifting climate. We asked whether the flowering and fruiting durations and start and peak dates of trees differed over time according to the dependence or independence on biotic pollination; if species dependent on biotic pollination are more responsive to climate; and how phenological shifts affect co-flowering and the proportion of flowering individuals producing fruits (reproductive success). Our study was conducted in a diverse Cerrado savanna vegetation where long-term phenological monitoring has been conducted since 2004. We selected the 31 most-abundant tree species, monitored from 2005—2019 and categorized them by pollination type, reproductive system, and functional group (dependent/independent on biotic pollination). We applied generalized linear mixed models to test whether flowering and fruiting variables differed over time according to functional group and local climatic variables. We used circular statistics to extract phenological parameters and evaluate phenological changes between functional groups. We analyzed species co-flowering and the proportion of flowering individuals that produced fruits over time, according to their dependence on biotic pollination and a changing climate. Increasing temperatures were the key driver determining the significant reduction in flowering, and precipitation and relative humidity drove the decrease in fruiting duration for both functional groups. Overall, co-flowering decreased over time, but reproductive success of both functional groups did not change, suggesting community resilience to the changing climate. We highlight the relevance of reductions in flowering and fruiting durations for tropical plants in contrast to the widespread early flowering observed for species from North temperate regions in response

to climate change. Reduced duration of reproduction and increased flowering decoupling across species pairs did not affect the estimated reproductive success of either functional group. However, species-specific responses may have far greater consequences for plant-pollinator and plant-frugivore interactions, by reducing or changing resource availability over time in highly diverse tropical savannas.

KEYWORDS: cerrado, climate change, reproductive system, flowering phenology, fruiting phenology, plant-pollinator interaction.

2. Introduction

Megadiverse tropical ecosystems present distinct mechanisms of adaptation to changing environments, including plant functional traits such as pollinator vector and reproductive systems (Barrett & Harder, 2017), and especially the reproductive phenology (Abernethy et al. 2018; Morellato et al., 2024). The phenology - the study of the recurrent time of growth and reproduction -, the plant reproductive systems and plant-pollinator interactions, are all closely related to species distributions and their local abiotic tolerances (Barrett & Harder, 2017; Chuine & Beaubien, 2001; Kooi & Ollerton, 2020; Raven et al., 2020; Vamosi & Vamosi, 2011). Plant species that depend on biotic pollination, a dominant component of tropical vegetations (Bawa, 1990; Ferrer et al., 2024), may respond more strongly to climate change (Freimuth et al., 2022; Memmott et al., 2007; Pareja-Bonilla et al., 2024) than species that are less dependent on biotic vectors for cross pollination (Ferrer et al., 2024). Beyond that, approximately 50% of pollinators species are expected to be affected by regional climate change, in addition to a potential reduction in floral resource availability due to shifts in flowering phenology (Day Briggs & Anderson, 2024; Freimuth et al., 2022; Kovács-Hostyánszki et al., 2016; Memmott et al., 2007; Parmesan & Hanley, 2015), with consequences for fruiting time and seed dispersal (Chapman et al., 2005; Mendoza et al., 2017).

Plant species dependent on biotic pollination may be constrained in their phenological response because within-species flowering time, synchrony and floral visitors define their reproductive success (Albor et al., 2020; Genini et al., 2021; Memmott et al., 2007; Morellato et al., 2016; Ollerton, 2011; Rech et al., 2014). Along with biotic factors, climatic seasonality also drives reproductive phenology, shaping the dynamics of tropical plant communities and resource availability for pollinators (Fleming et al., 2024; Flores et al., 2023; Genini et al., 2021; Garwood et al., 2023; Morellato et al., 2016).

During the last three decades, studies have attributed the shifts in reproductive phenology — i.e., overall early flowering to climate change— related increases in temperatures across temperate vegetation from the Northern Hemisphere (Geng et al., 2021; Kharouba et al., 2018; Menzel et al., 2006, 2020; Parmesan & Hanley, 2015; Rafferty et al., 2020; Vitasse et al., 2022). However, phenological shifts are expected to vary in intensity and direction across different regions and environments (Augspurger & Zaya, 2020; Chambers et al., 2013; Cleland et al., 2007; Menzel et al., 2006, 2020; Parmesan, 2007). In tropical areas, the focus in the literature has been on describing phenology patterns and environmental drivers, with few studies addressing long-term phenological shifts (Flores et al., 2023; Morellato et al. 2024; Pau et al. 2017). Flowering has been largely related to rainfall seasonality, solar radiation/daylength, temperature and El Niño events (Borchert et al., 2005; Martins et al. 2021; Morellato et al. 2024; Wright & Calderón, 2006, 2018). Tropical fruiting phenology has been mainly related to precipitation seasonality and seed dispersal syndrome, and recently to temperature and El Niño events (Camargo et al., 2013; Garwood et al. 2023; Mendoza et al., 2017; Morellato et al., 2024; Wright & Calderón, 2006). Flowering and fruiting duration, which are key phenological metrics related to resource availability for pollinators and frugivores, have mainly been addressed in Asian long-term studies, where reproductive duration has decreased over time in relation to the climate variables (Wang et al., 2023; Zhao et al., 2013).

In Brazil, which is one of the most species-rich regions of the world (Flora e Funga, 2023), the Cerrado, a Neotropical savanna, is the second largest biome and is considered a biodiversity hotspot (Myers et al., 2000). The Cerrado holds more than 13,000 plant species, of which ~38% are endemic, representing the richest savanna in the world, with 4.8% of the global flora (Colli et al., 2020; Fernandes et al., 2016). The reproductive phenology of woody cerrado flora is seasonal, but flowers and fruits are available throughout the year (Camargo et al., 2013; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Martins et al., 2021; Oliveira & Gibbs, 2000). Peak flowering occurs in September, during the dry-to-wet season transition, when pollinators are more active, and peak fruiting occurs in October-November, during the rainy season (Camargo et al., 2013; Escobar et al., 2018; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Martins et al., 2021). Additionally, about 86% of the Cerrado woody species are pollinated by animals (diverse insects, bats, hummingbirds and predominantly, bees) and rely on cross-pollination for fruit production (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Oliveira & Gibbs, 2000, 2002). These Cerrado species, therefore, depend on intraspecific synchronized phenology for successful reproduction (Oliveira & Gibbs 2000, 2002). Flowering time also

mediates the plant-pollination interactions with other co-flowering species, defining the organization of flowering resources and the entire interaction network in the community (Albor et al., 2020; Barônio et al., 2016; Barrett, 2010, 2013; Barrett & Harder, 2017).

Here, we present a local scale study combining long-term monthly phenological observations (2005—2019) and experimental data from a highly diverse Cerrado savanna to evaluate whether a key functional trait—dependence/independence of biotic cross pollination for reproduction—affects plant reproductive phenological responses to the changing climate. We expect a response distinct from the early phenology reported for the Northern Hemisphere due to the complex tropical climatic and geographical conditions (Chambers et al., 2013; Parmesan, 2007) and biodiversity (Morellato et al. 2016, Abernethy et al. 2018). We expect that flowering and fruiting durations will be altered due to shifts in weather variables related to the changing climate, and will decrease over time (Wang et al., 2023), with greater intensity for species dependent on biotic pollination (DBP). DBP species need more reliable and predictable resources, and the cues for flowering/fruiting are strongly tied to environmental drivers; therefore, DBP species are more susceptible to shifts under climate change (Ferrer et al., 2024). We expect that the start and peak dates of flowering and fruiting will change significantly over time, because of the changing climate (Diez et al., 2012; Kovács-Hostyánszki et al., 2016; Memmott et al., 2007; Nakazawa & Doi, 2012). We expect that co-flowering among species may also change, most likely decreasing over time, but that the responses may be species specific (Flores et al., 2023; Pareja-Bonilla et al., 2024). In respect to reproductive success, i.e., the proportion of individuals flowering that produce fruits, we also expect that both —dependent/independent groups will exhibit decreased reproductive success over time, with species dependent on biotic pollination being more negatively affected than species independent of biotic pollination (Flores et al., 2023).

3. Materials and methods

3.1 Study site area

The study was carried out in a Cerrado woodland located at Itirapina, São Paulo State, southeastern Brazil (22°10'31.41"S, 47°52'26.13"W) (Borgiani et al., 2022). The vegetation of the studied area is mainly the cerrado *sensu stricto*, hereafter called cerrado, characterized by a continuous herbaceous layer, scattered shrubs, and a discontinuous tree cover that ranges from 6—12 m high (Camargo et al., 2018; Reys et al., 2013). The study site has a total diversity of 195 species and 131 genera, including shrub, tree, liana, subshrub and herbaceous species, with

128 woody species from 40 botanical families (Borgiani et al., 2022). The most species-rich families are Myrtaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, and Vochysiaceae and the most abundant species are *Bauhinia rufa* (Bong.) Steudel, *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) A.D., *Virola sebifera* (Aubl), and *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. (Borgiani et al., 2022; Reys et al., 2013). The vegetation is classified as semi deciduous and markedly seasonal in terms of vegetative phenology (Camargo et al., 2018). Flowering and fruiting are seasonal, with a flowering peak in September, during the transition from the dry to rainy season and a fruiting peak in December, during the rainy season (Camargo et al., 2013; Escobar et al., 2018; Martins et al., 2021). About 70% of the plant species in this cerrado are pollinated by animals, mainly by insects, with bees being the most important pollinators, followed by beetles, birds, bats and sphingids (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Martins et al., 2021; Oliveira & Gibbs, 2000; 2002).

The seasonal climate is marked by a rainy, warm season from October to March and a dry, cold season from April to September, with an average temperature of 20.7 °C, a total annual rainfall of 1524 mm (Fig. S1), and a water deficit from June to August (Camargo et al., 2018; Reys et al., 2013). There has been a tendency towards higher temperatures and reduced rainfall in the last 40 years and during the period of study (Fig. S1). The climatic data were obtained from the adjacent climatological station at the Center for Water Resources and Applied Ecology (CRHEA), located 4 km from the study site.

3.2 Phenology monitoring and variables

For the long-term monthly phenological monitoring, we established 36 transects measuring 25 x 2 m, 50 m apart, in which all woody individuals with a circumference >3 cm above the ground were tagged, sampled, identified to the species level, and monitored individually for reproductive and vegetative phenology (Camargo et al., 2018; Escobar et al., 2018; Reys et al., 2013). Starting in September 2004, we carried out monthly observations on the presence and absence of reproductive phenophases: floral bud, anthesis (hereafter referred to as flowering), immature and mature fruit (hereafter referred to as fruiting). We estimated the intensity of phenophases for each individual as described by Camargo et al. (2013) and Martins et al. (2021). The observations have been conducted by the Phenology Laboratory team (UNESP - Rio Claro campus) as part of the Long-Term monitoring Cerrado Phenology Research Program (for more details, see Mariano et al. 2016). Of the 88 species monitored, we selected 31 species with > 10 individuals per species monitored over 15 years (2005 to 2019), totaling 827 individuals (Table 1). The species-rich families were Bignoniaceae, Fabaceae, Malpighiaceae,

Melastomataceae, Myrtaceae and Rubiaceae.

We extracted the following phenological variables for each year/phenology cycle studied and phenophase (flower bud, open flower or anthesis, immature fruit and mature fruit), after Morellato et al. (2000): (a) duration, in months of each phenophase; (b) start month, according to the first observation of the phenophase in an individual of a given species; (c) peak month, which indicates the date (month) of highest intensity of each observed phenophase. Individuals that did not flower or fruit in a given year were not included in the analysis. We also estimated (d) reproductive success as the proportion of flowering (flower bud plus anthesis) individuals that produced fruits (immature plus mature fruits) within each functional group per flowering episode in each reproductive cycle over 15 years of observations. We calculated the reproductive success or fruit-set of each species and functional group over time by counting the number of individuals fruiting divided by the number of flowering individuals per flowering event per year. Finally, using circular descriptive statistics (see details in Morellato et al. 2000, 2010 and Staggemeier et al. 2020) we estimated the (e) mean flower and fruit peak dates (angle) for each species and reproductive functional group as a phenological parameter to evaluate changes in flowering and fruiting phenologies over time and used the vector r as an estimate of (f) flowering and fruiting start and peak synchrony or seasonality (Wright & Calderón, 1995, Morellato et al. 2000).

3.3 Dependence or independence on biotic pollination

3.3.1 Survey of the reproductive systems and field experiments

To determine the dependence on biotic pollination and the reproductive systems of the 31 species of woody plants selected, we carried out two systematic reviews in three main databases, Web of Science, Scopus and Google Scholar according to Monteiro et al. (2021). For the pollination survey, we used as keywords: “species” or “genus” names in combination with “floral biology”, “reproductive biology”, “pollination”, “pollinator”, “floral visitor” and “cerrado” in English and Portuguese (Martins et al., 2021). To survey reproductive systems, the keywords were: “species name” in combination with “floral biology”, “reproductive biology”, “reproductive system” and “cerrado” in Portuguese and English.

We found that 27 of the 31 species selected for our study had reproductive systems defined by experiments carried out in the field (Table 1). The reproductive system of four species had not been studied: *Banisteriopsis campestris*, *Schefflera vinosa*, *Myrcia bella* and *Myrcia guianensis* (Table 1). For each of those four species, we conducted field experiments with 10 to 20

individuals per species, to define their reproductive system and its dependence on pollinators. We selected individuals not included in the long-term phenological monitoring and marked branches separated into two groups (Table S1). In the control group we marked pre-anthesis buds with coloured tape and left available for free animal visitation. In the treatment group we marked and bagged pre-anthesis buds, restricting access to the flower by floral visitors, but allowing self-pollination. We conducted the experiments during the flowering seasons of 2022 and 2023: *B. campestris* (January to May 2022), *S. vinosa* (May to October 2022), *M. bella* and *M. guianensis* (August 2022 to January 2023), monitoring at fortnightly or monthly intervals until fruit set. We determined the fruit-set of each species by counting the number of fruits divided by the number of flowers for each individual in the control and treatment groups (Table S1) (Oliveira & Gibbs, 2000). The coefficient of pollinator dependency (D) for each species was calculated by subtracting 1 from the ratio of the percentage of fruits resulting from self-pollination (treatment group) to the percentage of fruits from cross-pollination (control group) (Bullock, 1985; Melathopoulos et al. 2015; Robinson et al., 1989). We considered as DBP the species with D values between 1 and 0.26 and, as IBP those species with D values between 0.25 and 0. (Melathopoulos et al. 2015). Vouchers for all plant species are housed in the Herbarium Rioclarense (HRCB).

3.4 Statistical analyses

Statistical analyses considered the entire plant community (817 individuals) and also each of the 31 species, to identify phenological responses to climatic variables between the two reproductive functional groups.

3.4.1 Replication Statement

Scale of inference	Scale at which the factor of interest was applied	Variable of interest	Number of replicates at the appropriate scale
Community (31 spp)	Functional Groups:	Flowering duration	Number of individuals: 4059
		Fruiting duration	Number of individuals: 5211
		Flowering start	Number of individuals: 2697
	Dependent of biotic pollination - DBP = 23 spp;	Fruiting start	Number of individuals: 2930
		Flowering peak	Number of individuals: 2697
		Fruiting peak	Number of individuals: 2930
		Co-flowering	Number of individuals: 4059
		Estimative of reproductive success	Number of flowering individuals: 6677 Number of fruiting individuals: 5211

3.4.2 Circular statistics: detecting shifts in phenological seasonality over time

We analyzed flowering and fruiting phenologies using the flower and fruit start and peak dates of each species. To test for changes in the start and peak dates between the DBP and IBP functional groups, we used circular statistics following on Morellato et al. (2000, 2010). First, we converted the flower and fruit start and peak dates (month of the year) of each species to an angle or vector direction (15° corresponds to January, etc.). For each reproductive cycle we then calculated the mean angle, and angular standard deviation (Morellato et al., 2000, 2010) for the DBP and IBP functional group. For the phenophases with a unimodal distribution (Batschelet, 1981; Morellato et al., 2010), we applied the Rayleigh test (Z) to test for the significance of the mean angle or mean date, i.e., whether the species' flower and fruit start and peak dates or angles are significantly concentrated around the mean angle or date (Morellato et al., 2010). If the mean angle was significant, the flower and fruit start and peak pattern was considered significantly concentrated around the mean date, indicating that it is synchronous or seasonal, and the degree of synchronicity/seasonality (of the DBP and IBP functional groups), was measured by the length of the mean vector (r); the r vector ranges from 0 (no concentration or seasonality), to 1 (the highest concentration around the mean angle or highest degree of seasonality) (Morellato et al., 2000, 2010). We considered as significant just the r vectors ≥ 0.4 . The mean angle or date and the r vector length were also used as phenological variables (e) and (f), respectively (see Section 2.2). Finally, for phenophases with significant mean angles, we tested whether the mean start date or peak date differed between functional groups using the Watson-Williams test (Zar, 2010).

3.4.3 Duration of phenophases, climate and functional group

In order to test the relationship of the different phenophases with the climatic variables, we fitted generalized mixed models with a Poisson distribution (Haight, 1967), using the number of months of each phenophases (duration) per individual as the dependent variable, and the climatic variables (mean temperature, total monthly precipitation and relative humidity) as fixed factors.

Linear mixed effects models were constructed to test whether flowering and fruiting duration (dependent variables) are influenced by the functional group (fixed factor). In all models, individuals were included as random factor to consider repeated measurements over time. The best models were selected based on the Akaike criterion and multiple comparisons, using the *emmeans* function (Lenth et al., 2018) and the significance of each fixed factor was tested using

the *Anova* function, in the car package version 0.4-93 of R Studio (Fox & Weisberg 2019; R Development Core Team, 2021).

3.4.4 Start and peak of flowering and fruiting, and climate

Circular-linear mixed regression models were constructed in which the months of onset or peak of phenophases were converted into angles and used as the dependent variable to test the relationship between the start and peak of flowering (flower bud and anthesis) and fruiting (green fruit and ripe fruit) and **a)** with time (years) as a fixed factor; **b)** the relationship to monthly climatic variables (fixed factor) (mean temperature, total monthly precipitation and relative humidity); **c)** the relationship with functional groups (fixed factor); **d)** the relationship with functional groups and climatic variables, as fixed factors.

Individuals were included as random factors to account for repeated measures over time and highlight the community response (Rafferty et al., 2020). Climatic data and functional groups (dependence/independence of biotic pollination) were used as fixed factors in the "circular" and "bpnreg" packages version 0.4-94 of R Studio (Cremers & Klugkist, 2018; Rafferty et al., 2020; R Development Core Team, 2021). The best models were selected using the Akaike criterion and the significance of each variable was measured using the car package version 0.4-93 of R Studio (Fox & Weisberg, 2019; R Development Core Team, 2021).

3.4.5 Co-flowering over time

Co-flowering was defined as the number of months in a given year that a species shared its flowering time with each of the other species. Proportional co-flowering was then obtained by dividing co-flowering by the number of months that the species itself flowers in that particular year (Pareja-Bonilla et al. (2024). For example, in 2005, *Pouteria torta* flowered for four months. During this period, *P. torta* shared part of its flowering period with 21 other species. The sum of the number of months shared with each species was 53 months x n species. The formula used was: (53 months x n species) ÷ (4 months of flowering of the focal species) = 13.25.

Linear models were constructed to test whether proportional co-flowering was changing over the years and whether there were differences between functional groups. Models were performed using the 'stats' package in the R statistical environment (R Development Core Team, 2021)

3.4.6 Reproductive success by functional group dependent/independent on biotic

pollination over time

To determine whether the community sustains reproductive success (in terms of flowering individuals producing fruits), we compared the estimated reproductive success over time between functional groups IBP and DBP.

4. Results

4.1 Reproductive systems of plant species

Based on the systematic survey and field experiments, 23 species were dependent on biotic pollination (DBP) and eight were independent of biotic pollination (IBP) (Table 1). The field experiments indicated that *B. campestris*, *M. guianensis* and *M. bella* were dependent on biotic pollinators, with D values of 1, 0.68 and 0.32 respectively (Table S1). *Schefflera vinosa* was considered independent of biotic pollination, with a D value of 0.21 (Table S1).

4.2 Flowering and fruiting duration, functional groups and climate

4.2.1 Flowering

The flowering duration differed between functional groups, decreasing significantly over time for species dependent on biotic pollination (DBP), whereas the decreasing duration of the IBP group was not significant (Fig. S2A, Table S2). On the other hand, flowering duration was not significantly related to temperature, with an increasing trend for IBP species and an opposite trend for DBP group (Fig. S3A; Table S3). We found a significant relation of reduction in flowering duration for species dependent on biotic pollination functional group and the decreasing precipitation. (Fig. 1, Table S3).

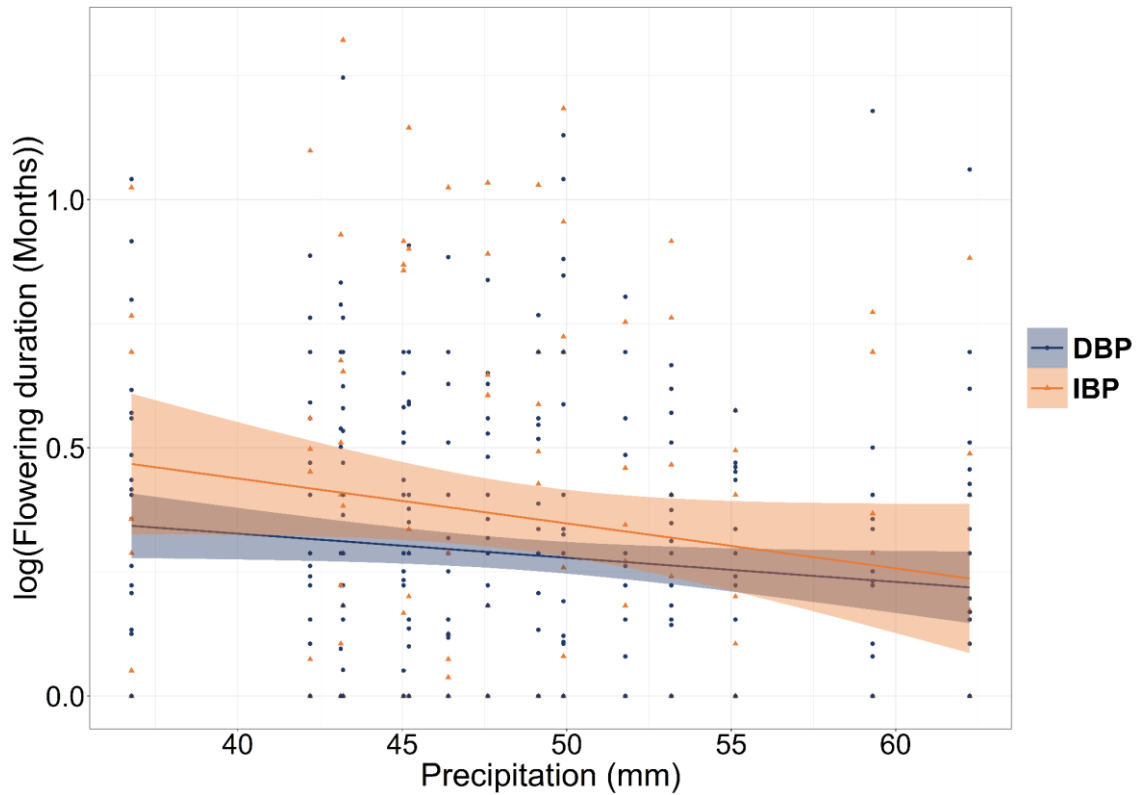


Figure 1: The variation on flowering duration of cerrado woody species, southeastern Brazil by functional group of species dependent (DBP, $n=23$, in blue) and Independent (IBP, $n=8$, in orange) on biotic pollination, in relation to precipitation. Each dot represents the log of the flowering duration of one species for one year. The y axis represents duration in a log month scale, and the x axis represents the precipitation values in millimeters, from 2005-2019.

4.2.2 Fruiting

The fruiting duration decreased significantly over time for both the DBP and IBP functional group (Fig. S2B, Table S2), with a significant relationship between the decrease in the mean temperature and relative humidity and the reduction in fruiting duration for both functional groups, dependent and independent on biotic pollination (Fig. 2A and B, Table S3).

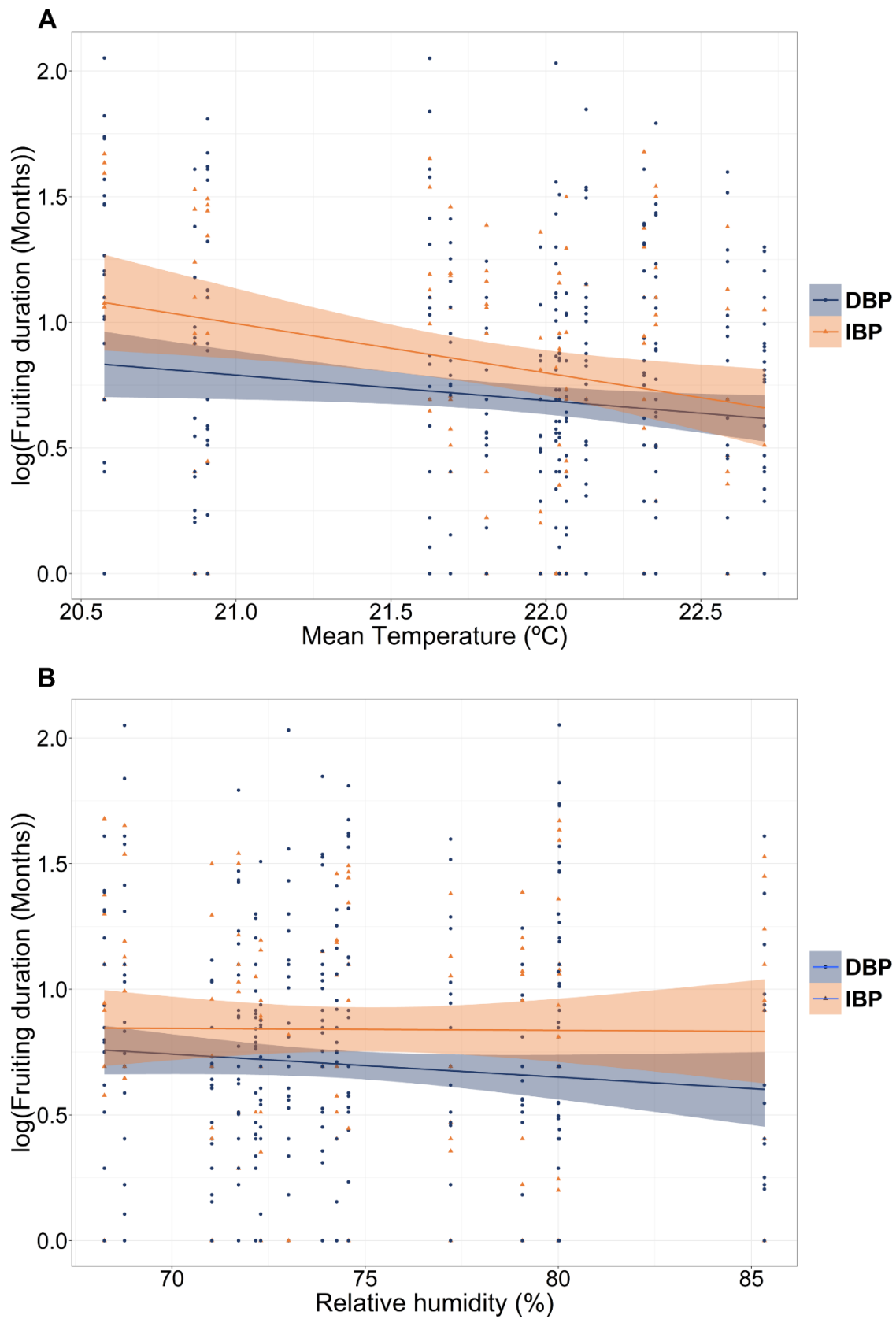


Figure 2: The variation on fruiting duration of cerrado woody species, southeastern Brazil by functional group of species dependent (DBP, $n = 23$, in blue) and Independent (IBP, $n = 8$, in orange) on biotic

pollination, in relation to temperature (A) and relative humidity (B). Each dot represents the log of the fruiting duration of one species for one year. The y axis represents duration in a log month scale, and the x axis represents the mean temperature in degrees Celsius (A) and relative humidity in percentage (B) from 2005 to 2019.

4.3. Start and peak dates of flowering and fruiting, functional group and climate

The start and peak dates of flowering and fruiting did not change over time for either functional group dependent or independent of biotic pollination, and were not related to climatic variables (Fig. S4, S5, S6, S7, Table S4). Compared with that of the IBP group, flowering of the DBP group was less seasonal (Fig. S4A, S5A). The IBP species started flowering earlier than did the DBP (Fig. S4B, S5B). The fruiting of the DBP group was also less seasonal than that of the IBP group, and fruiting started first in the IBP functional group (Fig. S6A, B). The fruiting peak of the IBP group was seasonal, with a restricted distribution throughout the year (Fig. S7A, B).

4.4. Co-flowering between the DBP and IBP group

The co-flowering decreased significantly over time for both DBP and IBP species (estimate = -0.11753, $p = 0.0004$), without significant differences between the groups (Table S5; Fig. 3).

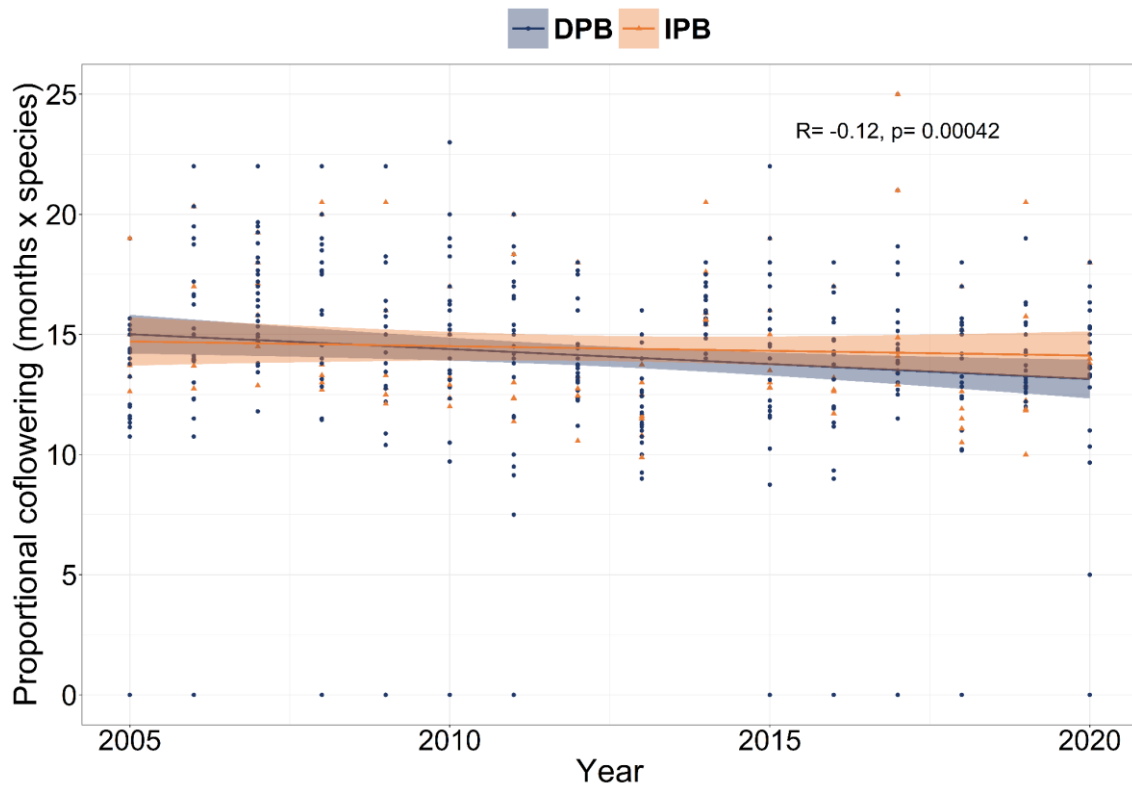


Figure 3: Proportional co-flowering of cerrado woody species, southeastern Brazil over time (2005 to 2020). The blue color represents the group of species dependent on biotic pollination (DBP, $n = 23$);

orange represents the group independent of biotic pollination (IBP, $n=8$). The x axis represents the years. The y axis represents proportional coflowering: the sum of the number of months that a species shares its flowering time with each of the other species in a given year, divided by the number of months that the species itself flowers in that particular year.

4.5. Estimative of reproductive success by functional group

To understand whether reproductive success changed over time, we calculated the proportion of flowering individuals producing fruits over time. We found a decrease in reproductive success over time for both DBP and IBP species, but this decrease was not significant. Both groups presented high values of fruit-set over the 15 years of observation: 0.72 for the DBP group and 0.91 for the IBP group (Fig. 4; Table S6).

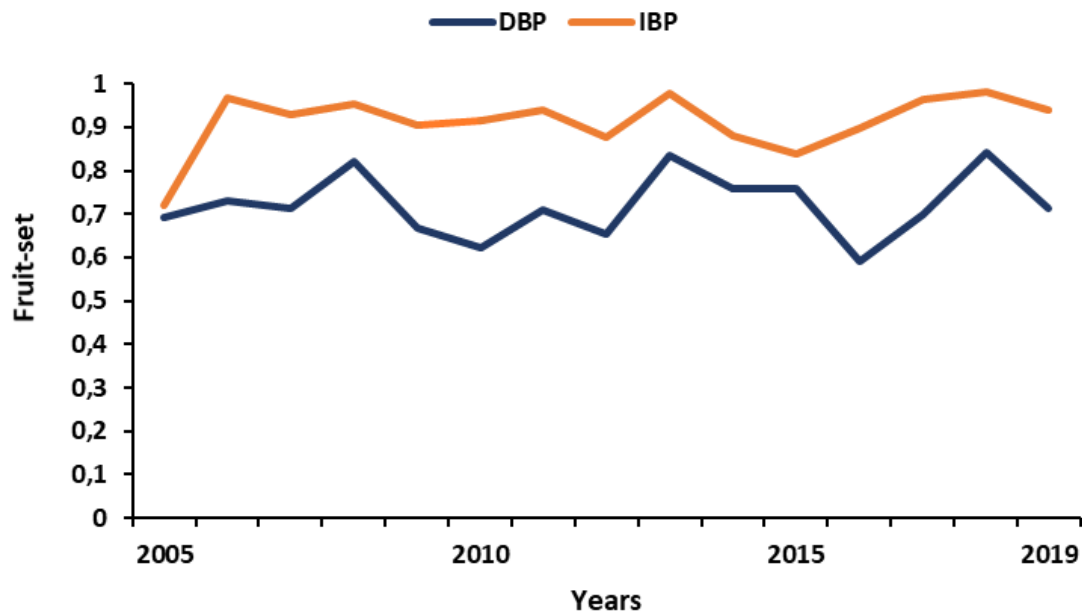


Figure 4: Fruit set, estimated as the number of flowering individual trees that produced fruits over time among species dependent (blue) on biotic pollination (DBP) and independent (orange) on biotic pollination (IBP) in a cerrado savanna, Southeastern Brazil.

5. Discussion

Our study successfully demonstrated the influence of a key functional plant trait – dependence/independence on biotic pollination for reproduction – on the reproductive phenological responses of woody cerrado species to a changing climate. We provide the first detailed evaluation of the responses of six reproductive phenological variables from cerrado tree species over 15 years to temperature and precipitation the different responses of species dependent (DBP) and independent (IBP) on biotic pollination. Overall, as predicted, plant

reproductive phenology was affected by climate, sustaining that even minor climate variations may substantially impact tropical tree species phenology (Borchert, 1999; Brunet et al. 2024; Morellato et al., 2000). Flowering and fruiting duration showed the most significant responses over time. As expected, the flowering of DBP species and flowering and fruiting of IBP species reduced duration over time, and these trends were correlated with a shifting climate. Co-flowering changed over time but had no expected effect, along with flowering duration, on the reproductive success (fruit-set) of the species. Contrary to our expectations, fruit-set did not differ over 15 years of observations, despite the dependence on biotic pollination, presenting high conversion values (DBP = 0.72 and IBP = 0.91). This pattern suggests resilience of the cerrado plant community to climate change.

5.1 Long-term monitoring phenological trends and shifts in the cerrado

In accordance with our expectations, the flowering duration significantly decreased over time among the DBP species. The reduction in flowering duration was negatively correlated with precipitation, a trigger for flowering in cerrado tree species (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006). However, contrary to our expectations, the onset and peak flowering dates did not change over time, in comparison with most extratropical regions, which are characterized by an advance in the onset date of flowering and, to a lesser extent, fruiting with climate change (Augspurger & Zaya, 2020; Freimuth et al., 2022; Menzel et al., 2020; Parmesan, 2007; Rafferty et al., 2020; Vitasse et al., 2022). We conclude, therefore, that the duration of cerrado species phenology was shortened at the end of the flowering period, in the rainy season. The flowering peak at our study site, and in general for woody cerrado communities, occurs during the dry to wet season transition, exhibiting high synchronicity, a common strategy among plants pollinated by insects, favouring pollen flux and cross-pollination (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Martins et al., 2021, Morellato et al., 2024). The flowering cut towards the end of the flowering period did not affect the fruit-set, which remained unchanged over time for both functional groups. Therefore, precipitation seasonality remains decisive in the temporal adjustment of flowering in this cerrado community.

Fruiting duration was more sensitive to climate variations than was flowering duration, with a significantly higher number of species from both functional groups, DBP and IDP, decreasing fruiting duration, as mean temperature increased and relative humidity decreased (see Chapmam et al., 2005). The reduction in fruiting duration with increasing temperatures confirmed our expectations, but our prediction for different responses between functional groups was not supported. Similar to the results for flowering, the onset and peak fruiting dates

did not change over time, and the fruiting duration likely ended earlier than expected. Decreasing the length of the fruiting season may affect the establishment of new individuals of the plant species, as well as impact the animal species that rely on fruits as food source (Chapman et al., 2005, Mendoza et al., 2017; Wright et al., 1999; Escobar et al., 2018; 2021). Approximately 70 - 80% of Cerrado wood species have fresh fruits that depend on vertebrate frugivores, particularly birds, for seed dispersal (Kuhlmann & Ribeiro, 2016). Therefore, a reduction on fruit duration, even considering that the reproductive success remains unchanged over time, likely affects local frugivores and may cause famine or death (Wright et al., 1999). At our study site, for example, the species *Eriotheca gracilipes*, a Malvaceae DBP, is a food resource for various animals during its reproductive period (Francisco et al., 2002). The flowers are pollinated by large bees, such as *Xylocopa* and *Centris*, whereas the seeds are predated by psittacidae (Francisco et al., 2008; Oliveira, 1992). *Eriotheca gracilipes* presented a significant reduction in the duration of both flowering and fruiting, likely affecting flower and fruit supply (Francisco et al., 2002, 2008), a matter for further evaluation.

Most of the species with reduced fruiting duration were dispersed by animals, suggesting that fewer resources were available to seed dispersers during the rainy season and the rainy-to-dry season transition (Escobar et al., 2018, 2021). Regardless of the functional group, the individual variation in response influences community-level patterns of phenology and species resilience (Day Briggs & Anderson, 2024; Brunet et al., 2024; Memmott et al., 2007; Vilela et al., 2018). Along with the shifts in duration, as predicted, co-flowering decreased over time for both functional groups, a pattern that has been observed for highly diverse Mediterranean vegetation (Pareja-Bonilla et al., 2024). However, Mediterranean species increased duration over a 40-yr time window (Pareja-Bonilla et al., 2024). Given that most of the studied species are pollinated by bees, species co-flowering is beneficial as it facilitates pollinator attraction by increasing the availability and attractivity of many open flowers (Bergamo et al., 2020; Pareja-Bonilla et al., 2024). A decline in co-flowering species over time likely reduces the flower demand for species sharing pollinators, leading to increased competition for resources in the community (Carvalho et al., 2014). Finally, despite the decrease in flowering and fruiting duration, as well as in the number of co-flowering species over time, the reproductive success (fruit set) of the community has been stable since 2005, despite dependence on biotic pollination. This suggests that inter- and intraspecies interactions are occurring over time and space, and that the studied community remains resilient to changes in climate and phenology.

Our results demonstrated that in tropical areas with well-defined dry and rainy seasons, precipitation and temperature are the main factors that influence plant phenology (Morellato et

al., 2024). In our study area, precipitation decreased and temperature increased over the last 40 years (Figure S1). The stable reproductive success in the community suggests the resilience of the cerrado species to climate change, potentially being able to resist or adapt to climate events (Chapman et al., 2005; Fleming et al., 2024). The resilience of pollination-dependent species is likely a form of pre-adaptation of Cerrado species, many of which are widely distributed on a continental scale and thus have experienced many cycles of climate change throughout the Pleistocene (Pessoa, 2017; Salgado-Labouriau, 2005). For example, the genera *Byrsonima* and the families Fabaceae, Melastomataceae and Myrtaceae are documented in palynomorph assemblages showing tree pollen from the Cerrado (Salgado-Labouriau, 2005).

A few community studies, such as those in China, Panamá and the Mediterranean, have addressed flowering or fruiting duration as a phenological variable to investigate trends in phenology under climate change (Pau et al., 2017; Pareja-Bonilla et al., 2024; Zhao et al., 2013). The duration has been considered a key variable for tropical phenology, especially considering resource availability for pollinators and seed dispersers (e.g., Newstrom et al., 1994; Wright et al., 1999; Morellato et al. 2016). The yet limited number of long-term tropical phenology studies (Morellato et al. 2024) inspires us to find innovative ways to assess plant community responses to climate change. Here we demonstrated, based on plant groups that are dependent on or independent of biotic pollination, divergences in their phenological responses to changing climate, differing in terms of flowering and fruiting duration, but showing a convergent decreasing trend. Our findings as presented here, combining flowering duration, dependence on biotic pollination for cross reproduction and co-flowering haven't been addressed all together. Nonetheless, duration, reproductive traits and co-flowering are independently reported shifting for tropical systems and highly diverse vegetations (Everingham et al., 2021; Flores et al., 2023; Numata et al., 2022, Pareja-Bonilla et al., 2024; Pau et al. 2017). The cerrado resilience, suggested by sustained high reproductive success, can be altered over time by extreme climate events (Flores et al., 2023). The distinct reproductive strategies and phenological responses within functional groups highlight the importance of considering functional traits when analyzing phenological trends over time on highly diverse plant communities (Flores et al., 2023, Pareja-Bonilla et al., 2024).

6. Conclusions

Integrative approaches combining long-term tropical plant phenology with climate and functional reproductive traits at the community scale provide crucial information about the resilience of vegetation under stress conditions and possible future trends. Here we

demonstrated that precipitation and temperature are determinants of the temporal adjustment in flowering and fruiting phenology of the cerrado woody community. Owing to climate change, plant phenologies shifted over time, and the responses differed between plant functional dependence on or independence from biotic pollination. The decreasing durations in flowering and fruiting were the most significant alterations over time. Even with the reduction in duration and co-flowering, the reproductive success of the community remained stable, suggesting the resilience of inter and intraspecies interactions over time. We recommend using duration as a phenological variable to help to understand the trends of species, adding more robust response to the phenological analyses. Finally, long-term monitoring in tropical areas is crucial to understand the trends and temporal dynamics of communities and the diversity of reproductive phenological responses under a changing climate (Morellato et al., 2024). Understanding the drivers and changes in tropical plant phenology is more complex and still uncertain, due to the high species diversity and the associated cost of maintaining long-term monitoring in the field with a team trained to perform continuous observations (Abernethy et al., 2018; Mendoza et al., 2017; Morellato et al., 2010, 2016, 2024). Indeed, forecasting phenological responses to climate change remains a global challenge to be addressed at several levels and using different resources and technologies (Brunet et al., 2024; Diez et al., 2012; Morellato et al., 2016, 2024; Parmesan 2007).

6. References

- Abernethy, K., Bush, E. R., Forget, P. M., Mendoza, I., & Morellato, L. P. C. (2018). Current issues in tropical phenology: a synthesis. *Biotropica*, 50(3), 477–482. <https://doi.org/10.1111/btp.12558>
- Aguiar, B. I., et al. (2020). Phenology, seed germination, and genetics explain the reproductive strategies of *Diospyros lasiocalyx* (Mart.) B. Wall. *Tropical Plant Biology* 13(1): 23–35. 10.1007/s12042-019-09243-1
- Albor, C., Arceo-Gómez, G., & Parra-Tabla, V. (2020). Integrating floral trait and flowering time distribution patterns help reveal a more dynamic nature of co-flowering community assembly processes. *Journal of Ecology*, 108(6), 2221–2231. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13486>
- Amorim, F. W., Oliveira, P. E. (2006). Sexual structure and reproductive ecology of *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), a dioecious species in cerrado forest formations. *Revista Brasileira de Botânica* 29(3): 353–362. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000300003>
- Augspurger, C. K., & Zaya, D. N. (2020). Concordance of long-term shifts with climate warming varies among phenological events and herbaceous species. *Ecological Monographs*, 90(4), 1–20. <https://doi.org/10.1002/ecm.1421>
- Balestra, C. L., Soares, M. P., Reys, P. (2014). Reproductive biology and pollination of two species of *Byrsonima* Kunth in a cerrado fragment in central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 37(1): 71–81.
- Barônio, G. J., Maciel, A. A., Oliveira, A. C., Kobal, R. O. A. C., Meireles, D. A. L., Brito, V. L. G., & Rech, A. R. (2016). Plants, pollinators and some contributions from pollination biology to the ecological theory. *Rodriguesia*, 67(2), 275–293. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667201>
- Barrett, S. C. H. (2010). Understanding plant reproductive diversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1537), 99–109. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0199>
- Barrett, S. C. H. (2013). The evolution of plant reproductive systems: How often are transitions irreversible? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1765). <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0913>
- Barrett, S. C. H., & Harder, L. D. (2017). The Ecology of Mating and Its Evolutionary Consequences in Seed Plants. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 135–157. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-023021>
- Batschelet, E. (1981). Circular Statistics in Biology. *Academic Press*, London.
- Bawa, K. S. (1990). Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21(1), 399–422. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.21.110190.002151>
- Bergamo, P. J., Susin Streher, N., Traveset, A., Wolowski, M., Sazima, M. (2020). Pollination outcomes reveal negative density-dependence coupled with interspecific facilitation among plants. *Ecology Letters*, 23(1), 129–139. doi: 10.1111/ele.13415.
- Borchert, R. (1999). Climatic periodicity, phenology and cambium activity in tropical dry forest trees. *IAWA J*, 20, 239–247.
- Borchert, R., Robertson, K., Schwartz, M. D., & Williams-Linera, G. (2005). Phenology of temperate trees in tropical climates. *International Journal of Biometeorology*, 50(1), 57–65.

<https://doi.org/10.1007/s00484-005-0261-7>

Borgiani, R., Grombone-Guaratini, M. T., Vargas, B. da C., Martins, A. E., Camargo, M. G. G., & Morellato, L. P. C. (2022). Floristic composition, pollination and seed-dispersal systems in a target cerrado conservation area. *Biota Neotropica*, 22(2). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2021-1318>

Brunet, J., Inouye, D. W., Rankin, E. E. W., & Giannini, T. C. (2024). PLANT REPRODUCTION IN A CHANGING GLOBAL ENVIRONMENT Global change aggravates drought , with consequences for plant reproduction. 1–16.

Bullock, S.H. (1985). Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest. *Biotropica*, 17, 287-301.

Camargo, M. G. G., Cazetta, E., Schaefer, H. M., & Morellato, L. P. C. (2013). Fruit color and contrast in seasonal habitats - a case study from a cerrado savanna. *Oikos*, 122(9), 1335–1342. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00328.x>

Camargo, M. G. G., de Carvalho, G. H., Alberton, B. de C., Reys, P., & Morellato, L. P. C. (2018). Leafing patterns and leaf exchange strategies of a cerrado woody community. *Biotropica*, 50(3), 442–454. <https://doi.org/10.1111/btp.12552>

Carvalho, L. G., Biesmeijer, J. C., Benadi, G., Fründ, J., Stang, M., Bartomeus, I., Kaiser-Bunbury, C. N., Baude, M., Gomes, S. I. F., Merckx, V., Baldock, K. C. R., Bennett, A. T. D., Boada, R., Bommarco, R., Cartar, R., Chacoff, N., Dänhardt, J., Dicks, L. V., Dormann, C. F., ... Kunin, W. E. (2014). The potential for indirect effects between co-flowering plants via shared pollinators depends on resource abundance, accessibility and relatedness. *Ecology Letters*, 17(11), 1389–1399. <https://doi.org/10.1111/ele.12342>

Chambers, L. E., Altwegg, R., Barbraud, C., Barnard, P., Beaumont, L. J., Crawford, R. J. M., Durant, J. M., Hughes, L., Keatley, M. R., Low, M., Morellato, P. C., Poloczanska, E. S., Ruoppolo, V., Vanstreels, R. E. T., Woehler, E. J., & Wolfaardt, A. C. (2013). Phenological Changes in the Southern Hemisphere. *PLoS ONE*, 8(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075514>

Chapman, C. A., Chapman, L. J., Struhsaker, T. T., Zanne, A. E., Clark, C. J., & Poulsen, J. R. (2005). A long-term evaluation of fruiting phenology: importance of climate change. *Journal of Tropical Ecology*, 21(1), 31–45. doi:10.1017/S0266467404001993

Chaine, I., & Beaubien, E. G. (2001). Phenology is a major determinant of tree species range. *Ecology Letters*, 4(5), 500–510. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00261.x>

Cleland, E. E., Chaine, I., Menzel, A., Mooney, H. A., Schwartz, M. D. (2007). Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(7), 357-365. doi: 10.1016/j.tree.2007.04.003.

Colli, G.R., Vieira, C.R. & Dianese, J.C. (2020). Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. *Biodivers Conserv*, 29, 1465–1475. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01967-x>

Costa, R. B. (1988). Avaliação do sistema reprodutivo de *Anadenanthera falcata*, Benth., *Vochysia tucanorum*, Mart. e *Xylopia aromatica*, Baill. em área de cerrado no município de Itirapina – São Paulo. *Universidade de São Paulo – USP*. 109 p.

Cremers, J., & Klugkist, I. (2018). One direction? A tutorial for circular data analysis using R with examples in cognitive psychology. *Frontiers in Psychology*, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02040>

- Day Briggs, S., & Anderson, J. T. (2024). The effect of global change on the expression and evolution of floral traits. *Annals of Botany*, 1–16. <https://doi.org/10.1093/aob/mcae057>
- Diez, J. M., Ibáñez, I., Miller-Rushing, A. J., Mazer, S. J., Crimmins, T. M., Crimmins, M. A., Bertelsen, C. D., & Inouye, D. W. (2012). Forecasting phenology: From species variability to community patterns. *Ecology Letters*, 15(6), 545–553. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01765.x>
- Escobar, D. F. E., Silveira, F. A. O., & Morellato, L. P. C. (2018). Timing of seed dispersal and seed dormancy in Brazilian savanna: Two solutions to face seasonality. *Annals of Botany*, 121(6), 1197–1209. <https://doi.org/10.1093/aob/mcy006>
- Escobar, D. F. E., Casas, R.R., Morellato, L.P.C. (2021). Many roads to success: Different combinations of life-history traits provide accurate germination timing in seasonally dry environments. *Oikos*, 130(11), 1865–1879. <https://doi.org/10.1111/oik.08522>
- Everingham, S. E., Blick, R. A. J., Sabot, M. E. B., Slavich, E., & Moles, A. T. (2023). Southern hemisphere plants show more delays than advances in flowering phenology. *Journal of Ecology*, 111(2), 380–390. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13828>
- Fernandes, G.W., Pedroni, F., Sanchez, M., Scariot, A., Aguiar, L.M.S., Ferreira, G., Machado, R., Ferreira, M.E., Diniz, S., Pinheiro, R., Costa, J. A. S., Dirzo, R., Muniz, F. (2016) Cerrado: Em Busca De Soluções Sustentáveis. 1. Ed. *Editora Vozes*, v. 1. 211p.
- Ferrer, M. M., Vásquez-Cruz, M., Verde-Cáceres, M. A., Magaña-Rosado, U. C., & Good, S. V. (2024). The distribution of self-incompatibility systems in angiosperms: the relationship between mating system diversity, life span, growth habit and latitude in a changing global environment. *Annals of Botany*, 1–17. <https://doi.org/10.1093/aob/mcae056>
- Fidalgo, A. D. O., Kleinert, A. D. M. P. (2011). Reproductive biology of six Brazilian Myrtaceae: is there a syndrome associated with buzz-pollination? *Brazilian Journal of Botany*, 34(3): 353–362. 10.1080/0028825x.2009.9672712
- Fleming, G. M., Wunderle, J. M., White, J. D., Currie, D., Helmer, E. H., & Ewert, D. N. (2024). Winter dry season reproductive phenology in Bahamian dry forest and implications for conservation. *Biotropica*, 56(1), 170–184. <https://doi.org/10.1111/btp.13294>
- Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 28 Dec. 2023
- Flores, S., Forister, M. L., Sulbaran, H., Díaz, R., & Dyer, L. A. (2023). Extreme drought disrupts plant phenology: Insights from 35 years of cloud forest data in Venezuela. *Ecology*, 104(5), 1–11. <https://doi.org/10.1002/ecy.4012>
- Foguel, M. V. (2015). Estrutura e ontogênese de órgãos reprodutivos de *Connarus suberosus* Planch. (Connaraceae) e *Oxalis cytisoides* Zucc. (Oxalidaceae). *Universidade Estadual Paulista – UNESP*. 187 p.
- Fox, J., & Weisberg, S., (2019). Functions to Accompany, An R Companion to Applied Regression, Third Edition, Sage.
- Francisco, M. R., Lunardi, V. O. & Galetti, M. (2002). Massive seeds predation of *Pseudobombax grandiflorum* (Bombacaceae) by parakeets *Brotogeris versicolurus* (Psittacidae) in a forest fragment in Brazil. *Biotropica*, 34(4), 613-615. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00582.x>.
- Francisco, M. R., Lunardi, V. O., Guimarães, P. R. Jr. & Galetti, M. (2008). Factors affecting seed predation of *Eriotheca gracilipes* (Bombacaceae) by parakeets in a cerrado fragment. *Acta*

- Oecologica*, 33(2), 240-245. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2007.11.002>.
- Freimuth, J., Bossdorf, O., Scheepens, J. F., & Willems, F. M. (2022). Climate warming changes synchrony of plants and pollinators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 289(1971). <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2142>
- Gama, L. U., Barbosa, A. A. A., Oliveira, P. E. (2011). Sexual system and floral biology of *Pouteria ramiflora* and *P. torta* (Sapotaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 34(3): 375–387. [10.1590/S0100-84042011000300011](https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000300011)
- Garwood, N. C., Metz, M. R., Queenborough, S. A., Persson, V., Wright, S. J., Burslem, D. F. R. P., Zambrano, M., & Valencia, R. (2023). Seasonality of reproduction in an ever-wet lowland tropical forest in Amazonian Ecuador. *Ecology*, 104(9), 1–15. <https://doi.org/10.1002/ecy.4133>
- Geng, X., Fu, Y. H., Hao, F., Zhou, X., Zhang, X., Yin, G., Vitasse, Y., Piao, S., Niu, K., De Boeck, H. J., Menzel, A., & Peñuelas, J. (2020). Climate warming increases spring phenological differences among temperate trees. *Global Change Biology*, 26(10), 5979–5987. <https://doi.org/10.1111/gcb.15301>
- Genini, J., Guimarães, P. R., Sazima, M., Sazima, I., & Morellato, L. P. C. (2021). Temporal organization among pollination systems in a tropical seasonal forest. *Science of Nature*, 108(4), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s00114-021-01744-y>
- Gibbs, P., Sasaki, R. (1998). Reproductive biology of *Dalbergia miscolobium* Benth. (Leguminosae-Papilionoideae) in southeastern Brazil: the effects of pistillate sorting on fruit-set. *Brazilian Journal of Botany*, 21(4): 735–740.
- Goldenberg, R., Sheperd, G. J. (1998). Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in cerrado vegetation. *Plant Systematics and Evolution*, 211(1–2): 13–29.
- Gottsberger G., & Silberbauer-Gottsberger, I., (2006). Life in the cerrado: a South American tropical seasonal ecosystem. Vol. II. *Pollination and seed dispersal*. Ulm, Reta.
- Haight, F. A. (1967). Handbook of the Poisson Distribution. [S.l.]: John Wiley & Sons. ISBN 978-0-471-33932-8.
- Kharouba, H. M., Ehrlén, J., Gelman, A., Bolmgren, K., Allen, J. M., Travers, S. E., & Wolkovich, E. M. (2018). Global shifts in the phenological synchrony of species interactions over recent decades. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(20), 5211–5216. <https://doi.org/10.1073/pnas.1714511115>
- van der Kooi, C. J., & Ollerton, J. (2020). The origins of flowering plants and pollinators. *Science*, 368(6497), 1306–1308. <https://doi.org/10.1126/science.aay3662>
- Kovács-Hostyánszki, A., Li, J., Pettis, J., Settele, J., Aneni, T., Espíndola, A., Kahono, S., Szentgyörgyi, H., Thompson, H., Vanbergen, A. J., & R. Vandame. (2016). Chapter 2: Drivers of change of pollinators, pollination networks and pollination. In IPBES (2016): The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, et al. (eds.). *Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, Bonn, Germany, 27-149.
- Kuhlmann, M. & Ribeiro, J. F. (2016). Fruits and frugivores of the Brazilian Cerrado: ecological and phylogenetic considerations. *Acta Botanica Brasilica*, 30, 495-507.
- Lenth, R., Singmann, H., Love, J., Buerkner, P., & Herve, M. (2018). Package “Emmeans”. *R Package Version 4.0-3*. <http://cran.r-project.org/package=emmeans>
- Lenza, E., Oliveira, P. E. (2006). Reproductive biology and phenology of *Virola sebifera* Aubl.

- (Myristicaceae) in the mesophytic forest of Uberlândia, MG, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(3): 443–451. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000300011>
- Lenza, E., Ferreira, J. N., Consolaro, H., & Aquino, F. G. (2008). Reproductive biology of *Rourea induta* Planch. (Connaraceae), a heterostylous species of cerrado in central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 31(3): 389–398. <https://doi.org/10.1590/S0100-8404200800030000313>
- Mariano, G. C., Morellato, L. P. C., Almeida, J., Alberton, B., de Camargo, M. G. G., & Torres, R. da S. (2016). Modeling plant phenology database: Blending near-surface remote phenology with on-the-ground observations. *Ecological Engineering*, 91, 396–408. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.03.001>
- Martins, A. E., Camargo, M. G. G., & Morellato, L. P. C. (2021). Flowering Phenology and the Influence of Seasonality in Flower Conspicuousness for Bees. *Frontiers in Plant Science*, 11(February), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.594538>
- Melathopoulos, A. P., Cutler, G. C., & Tyedmers, P. (2015). Where is the value in valuing pollination ecosystem services to agriculture? *Ecological Economics*, 109, 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.11.007>
- Memmott, J., Craze, P. G., Waser, N. M., & Price, M. V. (2007). Global warming and the disruption of plant-pollinator interactions. *Ecology Letters*, 10(8), 710–717. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01061.x>
- Mendoza, I., Peres, C. A., & Morellato, L. P. C. (2017). Continental-scale patterns and climatic drivers of fruiting phenology: A quantitative Neotropical review. *Global and Planetary Change*, 148, 227–241. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.12.001>
- Menzel, A., Sparks, T. H., Estrella, N., Koch, E., Aaasa, A., Ahas, R., Alm-Kübler, K., Bissolli, P., Braslavská, O., Briede, A., Chmielewski, F. M., Crepinsek, Z., Curnel, Y., Dahl, Å., Defila, C., Donnelly, A., Filella, Y., Jatzak, K., Måge, F., ... Zust, A. (2006). European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 12(10), 1969–1976. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01193.x>
- Menzel, A., Yuan, Y., Matiu, M., Sparks, T., Scheifinger, H., Gehrig, R., & Estrella, N. (2020). Climate change fingerprints in recent European plant phenology. *Global Change Biology*, 26(4), 2599–2612. <https://doi.org/10.1111/gcb.15000>
- Monteiro, B. L., Camargo, M. G. G., Loiola, P. D. P., Carstensen, D. W., Gustafsson, S., & Morellato, L. P. C. (2021). Pollination in the campo rupestre: A test of hypothesis for an ancient tropical mountain vegetation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 133(2), 512–530. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blaa205>
- Montesinos, D., Oliveira, P. (2014). Reproductive ecology of buzz-pollinated *Ouratea spectabilis* trees (Ochnaceae) in Brazilian cerrados. *Web Ecology*, 14(1): 79–84. <https://doi.org/10.5194/we-14-79-2014>
- Morellato, L. P. C., Talora, D. C., Takahasi, A., Bencke, C. C., Romera, E. C., & Zipparro, V. B. (2000). Phenology of Atlantic rain forest trees: A comparative study. *Biotropica*, 32(4 B), 811–823. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00620.x>
- Morellato, P. L. C., Alberti, L. F., and Hudson, I. H. (2010). “Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach” in *Phenological Research: Methods for Environmental and Climate Change Analyses*, ed. I. L. Hudson, and M. R. Keatley (Springer, Dordrecht) 339–360. doi: 10.1007/978-90-481-3335-2

- Morellato, L. P. C., Alberton, B., Alvarado, S. T., Borges, B., Buisson, E., Camargo, M. G. G., Cancian, L. F., Carstensen, D. W., Escobar, D. F. E., Leite, P. T. P., Mendoza, I., Rocha, N. M. W. B., Soares, N. C., Silva, T. S. F., Staggemeier, V. G., Streher, A. S., Vargas, B. C., & Peres, C. A. (2016). Linking plant phenology to conservation biology. *Biological Conservation*, 195, 60–72. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.033>
- Morellato, L. P. C., Altomare, M., Gressler, E. (2024). A Review of Reproductive Plant Phenology in South and Central America: New Perspectives. pp107-138. In: Schwartz, M.D. (eds) *Phenology: An Integrative Environmental Science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-75027-4_6
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Nakazawa, T., & Doi, H. (2012). A perspective on match/mismatch of phenology in community contexts. *Oikos*, 121(4), 489–495. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.20171.x>
- Newstrom, L. E., Frankie, G. W., Baker, H. G. (1994). A New Classification for Plant Phenology Based on Flowering Plants in Lowland Tropical Rainforest Trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26, 141-159. <http://dx.doi.org/10.2307/2388804>
- Numata, S., Yamaguchi, K., Shimizu, M., Sakurai, G., Morimoto, A., Alias, N., Noor Azman, N. Z., Hosaka, T., & Satake, A. (2022). Impacts of climate change on reproductive phenology in tropical rainforests of Southeast Asia. *Communications Biology*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03245-8>
- Oliveira, P. E., Gibbs, P. E. (2002). Pollination and reproductive biology in cerrado plant communities. In: Oliveira, P. E & Marquis R. J. (eds), *The cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*, Columbia University, New York, 329-347.
- Oliveira, P. E., & Gibbs, P. E. (2000). Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora*, 195(4), 311–329. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30990-8](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30990-8)
- Oliveira, P. E., Gibbs, P. E., Barbosa, A. A., & Talavera, S. (1992). Contrasting breeding systems in two *Eriotheca* (Bombacaceae) species of Brazilian cerrados. *Plant Systematics and Evolution*, 179(3–4): 207–219.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Pareja-Bonilla, D., Arista, M., Morellato, L. P. C., & Ortiz, P. L. (2024). Better soon than never: climate change induces strong phenological reassembly in the flowering of a Mediterranean shrub community. *Annals of Botany*, 1–15. <https://doi.org/10.1093/aob/mcad193>
- Parmesan, C. (2007). Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. *Global Change Biology*, 13(9), 1860–1872. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01404.x>
- Parmesan, C., & Hanley, M. E. (2015). Plants and climate change: Complexities and surprises. *Annals of Botany*, 116(6), 849–864. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv169>
- Pau, S., Okamoto, D. K., Calderón, O., & Wright, S. J. (2017). Long-term increases in tropical flowering activity across growth forms in response to rising CO₂ and climate change. *Global Change Biology*, 24(5), 2105–2116. <https://doi.org/10.1111/gcb.14004>
- Pessoa, L. K. G. (2017). Paleo-vegetação e paleo-clima do final do Pleistoceno no Cerrado do

- norte de Minas Gerais, Brasil. 2017. 81 f. Monografia. (Graduação em Engenharia Geológica) - *Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto*, Ouro Preto.
- R Development Core Team. (2021). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0
- Rafferty, N. E., Diez, J. M., & Bertelsen, C. D. (2020). Changing Climate Drives Divergent and Nonlinear Shifts in Flowering Phenology across Elevations. *Current Biology*, 30(3), 432-441.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.11.071>
- Raven, P. H., Gereau, R. E., Phillipson, P. B., Chatelain, C., Jenkins, C. N., & Ulloa, C. (2020). The distribution of biodiversity richness in the tropics. *Science Advances*, [S. l.], 6(37), 5–10. DOI: 10.1126/sciadv.abc6228.
- Rech, A. R., Agostini, K., Oliveira, P. E., & Machado, I. C. (2014). Biologia da Polinização. *Editora Projeto Cultural*, 527. <https://doi.org/10.1590/S0034-71081998000400015>
- Reys, P., Camargo, M. G. G., Grombone-Guaratini, M. T., Teixeira, A. D. P., Assis, M. A., & Morellato L. (2013). Structure and floristic composition of a Cerrado sensu stricto and its relevance to ecological restoration. *Hoehnea*, 449–464.
- Robinson, W. S., Nowogrodzki, R., Morse, R. A. (1989). The value of honey bees as pollinators of US crops. Parts I and II. *Am. Bee J.*, 129, 411–423.
- Rodrigues, S. S., Fidalgo, A. O., Barbedo, C. J. (2017). Reproductive biology and seed and seedling production of *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg. *Journal of Seed Science*, 39(3): 272–279. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n3174807>
- Salgado-Laboriau, M.L. (2005). Alguns aspectos sobre a Paleoeecologia dos Cerrados. In: Scariot, A., Sousa-Silva, J.C., Felfili, J.M. (Eds.), *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Editora do Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp: 107-118
- Santos, R. A. (2013). Desempenho reprodutivo de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (Leguminosae) em remanescente de cerrado do estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. *Universidade de São Paulo – USP*. 66 p.
- Silva, A. L. G., Chaves, S. R., Brito, J. M. (2011). Reproductive biology of *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae). *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 33(4): 463–470. [10.4025/actasciobiolsci.v33i4.9003](https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v33i4.9003)
- Staggemeier, V. G., Camargo, M. G. G., Diniz-Filho, J. A. F., Freckleton, R., Jardim, L., & Morellato, L. P. C. (2020). The circular nature of recurrent life cycle events: a test comparing tropical and temperate phenology. *Journal of Ecology*, 108(2), 393–404. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13266>
- Vamosi, J. C., & Vamosi, S. M. (2011). Factors influencing diversification in angiosperms: At the crossroads of intrinsic and extrinsic traits. *American Journal of Botany*, 98(3), 460–471. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000311>
- Vilela, A. A., Del Claro, V. T. S., Torezan-Silingardi, H. M., & Del-Claro, K. (2018). Climate changes affecting biotic interactions, phenology, and reproductive success in a savanna community over a 10-year period. *Arthropod-Plant Interactions*, 12(2), 215–227. <https://doi.org/10.1007/s11829-017-9572-y>
- Vitasse, Y., Baumgarten, F., Zohner, C. M., Rutishauser, T., Pietragalla, B., Gehrig, R., Dai, J., Wang, H., Aono, Y., & Sparks, T. H. (2022). The great acceleration of plant phenological shifts. *Nature Climate Change*, 12(4), 300–302. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01283-y>
- Wang, X., Morin, X., Zhang, J., Chen, G., Mao, L., Chen, Y., Song, Z., Du, Y., & Ma, K.

- (2023). Geographical patterns and determinants in plant reproductive phenology duration. *Frontiers in Plant Science*, 14(June), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1199316>
- Wright, S. J., & Calderón, O. (1995). Phylogenetic constraints on tropical flowering phenologies. *Journal of Ecology*, 83(6), 937–948.
- Wright, S. J., Carrasco, C., Calderón, O., & Paton, S. (1999). The El Niño southern oscillation, variable fruit production, and famine in a tropical forest. *Ecology*, 80(5), 1632–1647. <https://doi.org/10.1890/0012-9658>
- Wright, S. J., & Calderón, O. (2006). Seasonal, El Niño and long-term changes in flower and seed production in a moist tropical forest. *Ecology Letters*, 9(1), 35–44. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00851.x>
- Wright, S. J., & Calderón, O. (2018). Solar irradiance as the proximate cue for flowering in a tropical moist forest. *Biotropica*, 50(3), 374–383. <https://doi.org/10.1111/btp.12522>
- Zar, J. H. (2010). Biostatistical analysis. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall International.
- Zhao, J., Zhang, Y., Song, F., Xu, Z., & Xiao, L. (2013). Phenological response of tropical plants to regional climate change in Xishuangbanna, south-western China Author (s): Junbin Zhao, Yiping Zhang, Fuqiang Song, Zaifu Xu and Laiyun Xiao Published by: *Cambridge University Press Stable*, URL: [https://www.29\(2\), 161–172](https://www.29(2), 161–172). <https://doi.org/10.1017/S02>

TABLES

Table 1: List of plant species studied from woody cerrado *sensu stricto* (N = 31), Southeastern Brazil, defining the dependence on biotic pollination, main pollinator, and reference for dependence/independence on biotic pollination. [£] = references for the pollination systems available in Martins et al. (2021).

Family	Species	Dependence of biotic pollinator	Pollinator [£]	Reference
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.*	yes	beetle	Costa, 1988
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. & Zucc.*	yes	moth/bee	Oliveira & Gibbs, 2000
Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	no*	bee	<i>this study</i>
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.*	yes	bee	Foguel, 2015; Oliveira & Gibbs, 2000
Connaraceae	<i>Rourea induta</i> Planch.*	yes	bee	Lenza et al., 2008
Ebenaceae	<i>Diospyros lasiocalyx</i> (Mart.) B.Walln.	no	moth	Aguiar et al., 2020
Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i> (Benth.) Altschul*	yes	bee	Oliveira & Gibbs, 2000
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.*	yes	bat	Santos, 2013
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth*	no	bee	Silva et al., 2011
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.*	yes	bee	Gibbs & Sasaki, 1998
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i> (A. Juss.) Little	yes	bee	<i>this study</i>

Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss.*	no	bee	Balestra et al., 2014
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth*	yes	bee	Oliveira & Gibbs, 2000
Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i> A. Juss.*	yes	bee	Balestra et al., 2014
Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A. Robyns*	yes	bee	Olveira et al., 1992
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana *	no	bee	Oliveira & Gibbs, 2000, 2011
Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.*	no	bee	Goldenberg & Shepherd, 1998
Melastomataceae	<i>Miconia stenostachya</i> DC.*	no	bee	Goldenberg & Shepherd, 1998
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.*	yes	fly	Oliveira & Gibbs, 2000
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.*	yes	bee	Lenza & Oliveira, 2006
Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i> (Mart. ex DC.) O. Berg*	no	bee	Rodrigues et al., 2017
Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i> Cambess.	yes*	bee	<i>this study</i>
Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	yes*	bee	<i>this study</i>
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	yes	bee	Fidalgo & Kleinert, 2011
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	yes	small insects/bee	Oliveira & Gibbs, 2000
Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.*	yes	bee	Montesinos & Oliveira, 2014

Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	yes	moth/bee	Amorim & Oliveira, 2006
Rubiaceae	<i>Tocoyena Formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.*	yes	hawkmoths	Oliveira & Gibbs, 2000
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.*	yes	small insects	Gama et al., 2011
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.*	yes	small insects	Gama et al., 2011
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.*	yes	hawkmoths	Oliveira & Gibbs, 2000

SUPPLEMENTARY MATERIAL

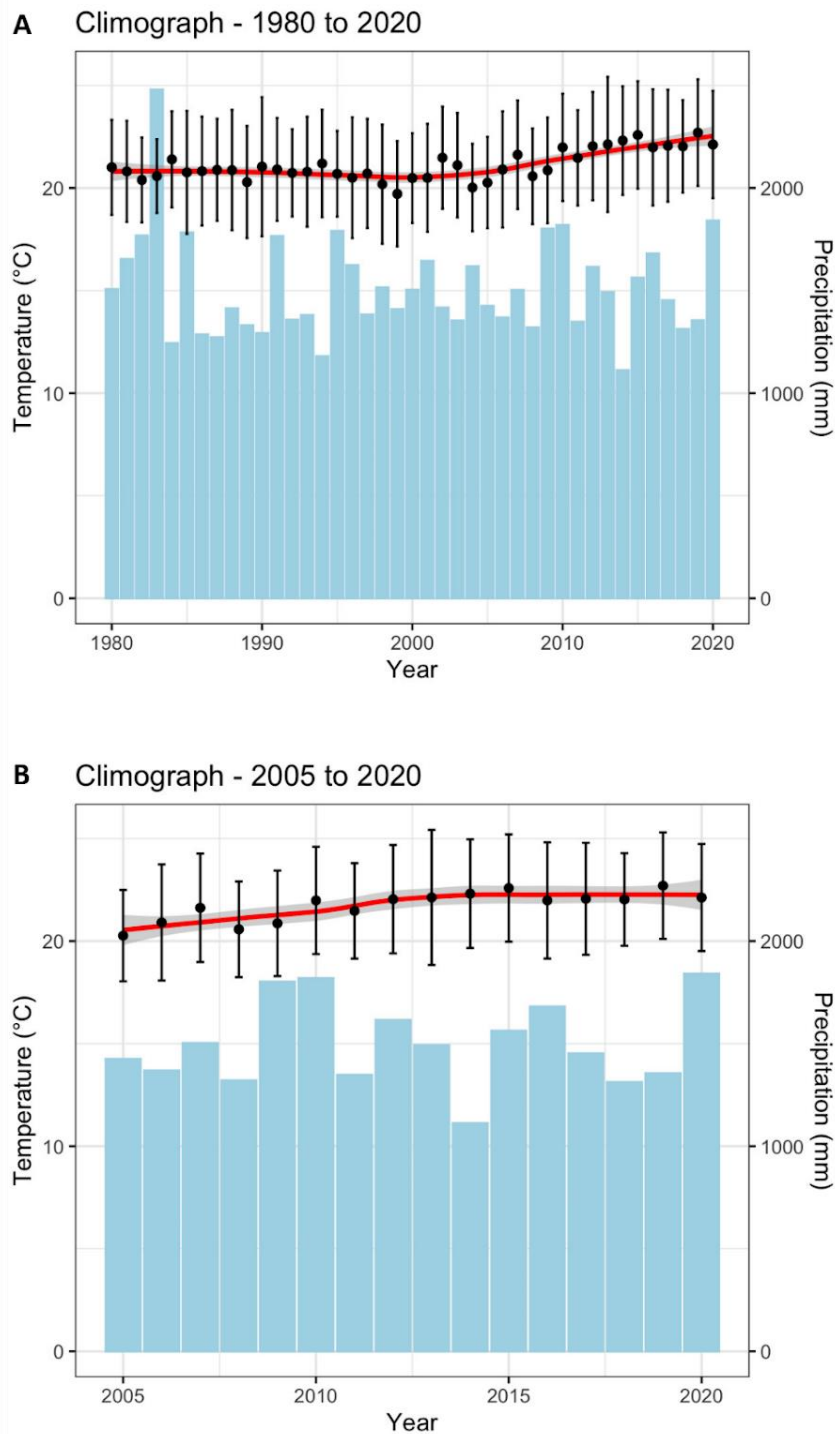


Figure S1: Climograph for the cerrado study site at Itirapina, south-eastern Brazil. (A) Mean temperature (solid lines) and precipitation (bars) over a period of 40 years (1980–2020) (CRHEA–EESC/USP meteorological station). (B) Mean temperature (solid lines) and precipitation (bars) over the 15-year study period (2005–2020).

Table S1: Breeding experiments carried out to indicate the dependence or independence of biotic pollination in four species at the cerrado at Itirapina, São Paulo. D = Coefficient of pollinator dependency. Fruit-set = ratio of fruits/flowers per species in each group: cross-pollination or control and self-pollination or treatment.

Species	Number of individuals	Number of branches / marked flowers	D	Fruit-set (open-pollination)	Fruit-set (self-pollination)	Biotic pollination
<i>Schefflera vinosa</i>	7	14 / 930	0.21	30%	23%	Independent
<i>Banisteriopsis campestres</i>	8	16 / 201	1	8%	0%	Dependent
<i>Myrcia guianensis</i>	9	18 / 843	0.68	20%	5%	Dependent
<i>Myrcia bela</i>	9	18 / 153	0.32	50%	30%	Dependent

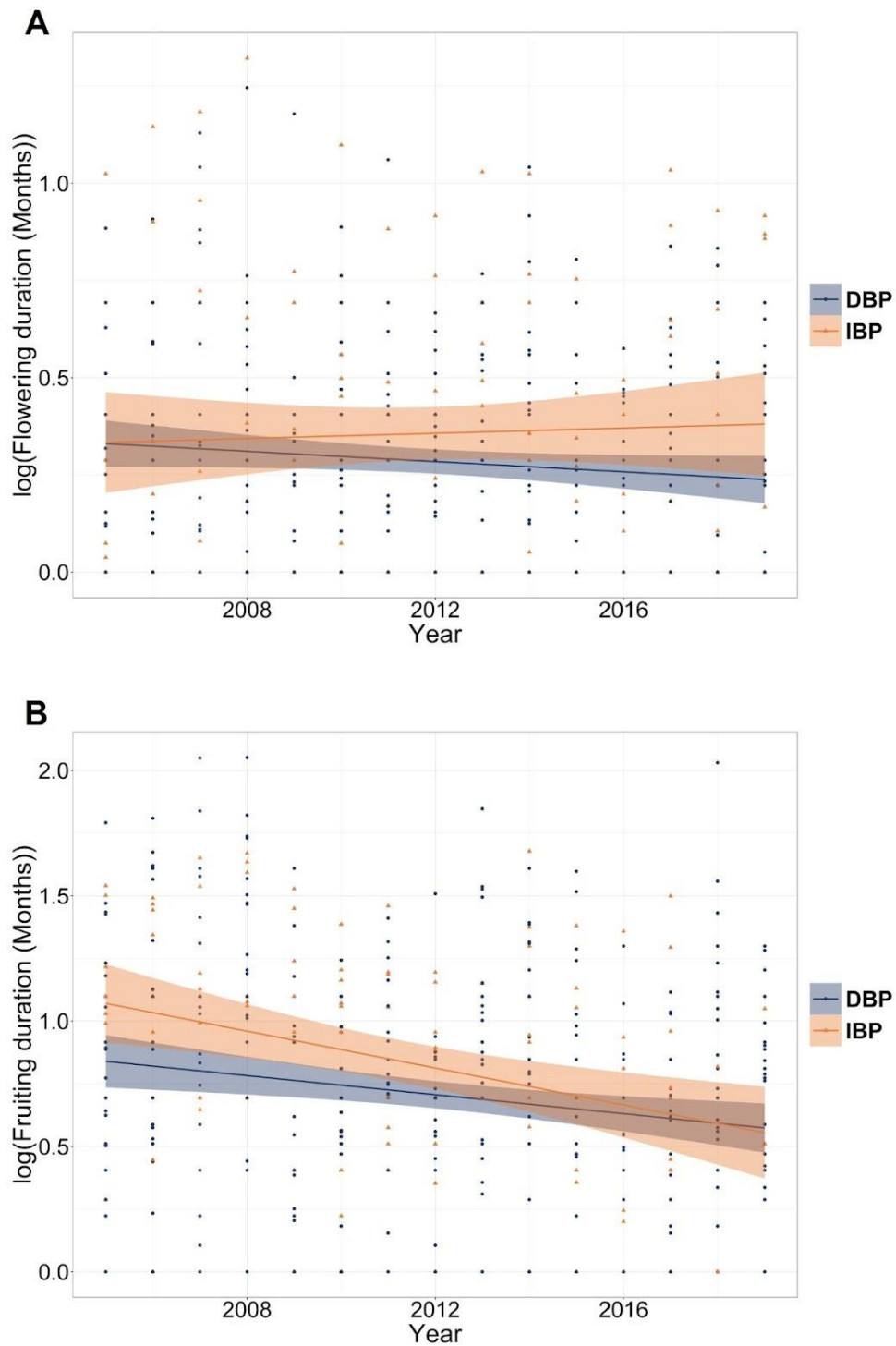


Figure S2: The variation on (A) Flowering and (B) Fruiting duration of cerrado woody species, southeastern Brazil over time (2005 to 2019). The blue color represents the functional group of species dependent on biotic pollination (DBP, $n=23$); orange represents the group independent on biotic pollination (IBP, $n=8$). The y axis represents duration in a log month scale. The x axis represents the years from 2005 to 2019.

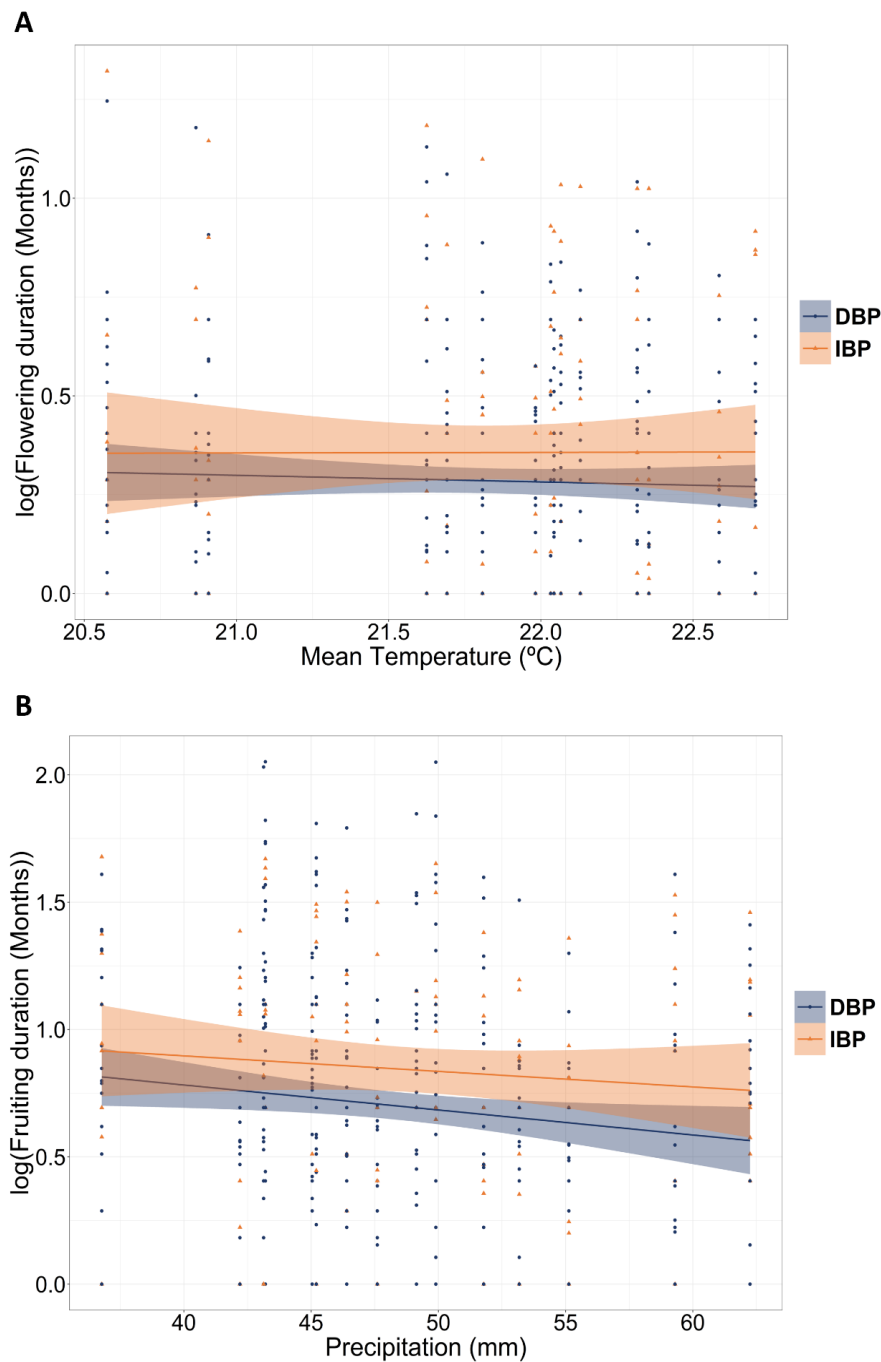


Figure S3: The variation on (A) Flowering and (B) Fruiting duration of cerrado woody species, southeastern Brazil in relation to temperature (A) and precipitation (B). The blue color represents the functional group of species dependent on biotic pollination (DBP, $n=23$); orange represents the group independent on biotic pollination (IBP, $n=8$). The y axis represents duration in a log month scale. The x axis represents the years from 2005 to 2019.

Table S2: Generalized linear model for the cerrado woody species with the flowering and fruiting duration by functional group dependent (DBP) and independent (IBP) of biotic pollination over time.

** represents p value = <0.05.

Flowering duration				
Factors	Estimate	Standard error	Z value	P (> z)
Intercept	2.48	5.85	0.42	0.7
DBP	-0.11	0.02	-4.2	0.01**
Year	-0.00	0.00	-0.33	0.7
Fruiting duration				
Factors	Estimate	Standard error	Z value	P (> z)
Intercept	41.6	3.81	10.9	0.001**
DBP	-0.08	0.02	-4.8	0.001**
Year	-0.02	0.00	-10.6	0.001**

Table S3: Mixed effects linear regression model with Poisson distribution for the flowering and fruiting duration of cerrado community and its relationship to climatic variables and pollination groups. ** represents p value = <0.05.

Flowering duration					
Factors	Estimate	Standard error	t value	d.f.	P (> z)
Intercept	1.46	0.04	36.79	23.96	0.00 **
Precipitation	-0.13	0.04	-3.38	23.42	0.00 **
Precipitation: DBP	0.08	0.03	3.03	3724.65	0.00 **
Fruiting duration					
Factors	Estimate	Standard error	t value	d.f.	P (> z)
Intercept	2.68	0.12	22.22	17.47	0.00 **

Mean temperature	-0.42	0.14	-3.06	14.22	0.01 **
Relative humidity	-0.27	0.13	-2.12	12.12	0.05 *
Mean temperature: DBP	-0.11	0.06	-2.02	4769.32	0.04 *

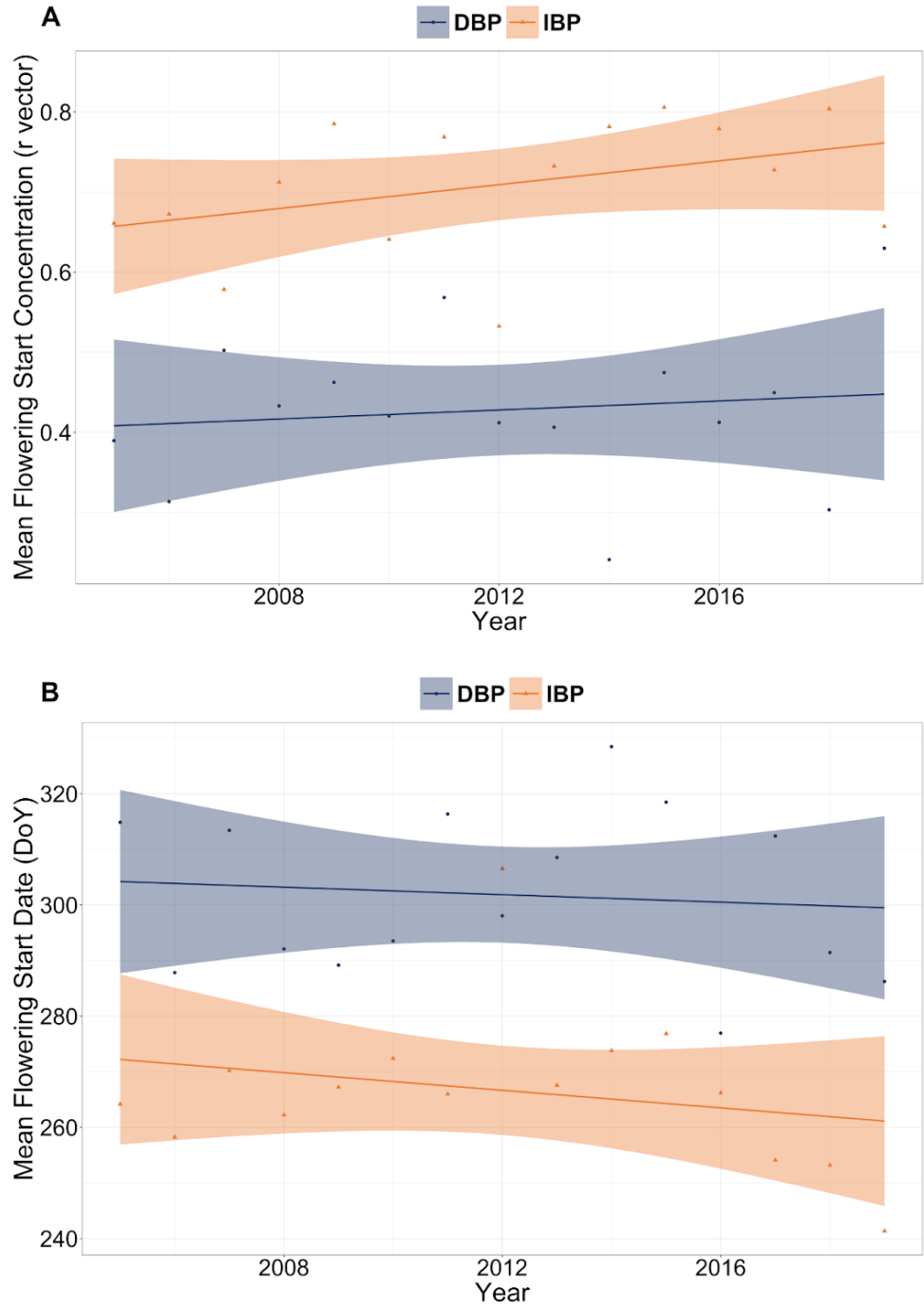


Figure S4: The flowering start concentration (A) and mean dates (B) of cerrado woody species, southeastern Brazil over time (2005 to 2019), according to the species functional group dependent of biotic (DBP, $n=23$) in blue color and the species dependent on biotic pollination and the group independent of biotic pollination (IBP, $n=8$) in orange color. The x axis represents the years from 2005 to 2019.

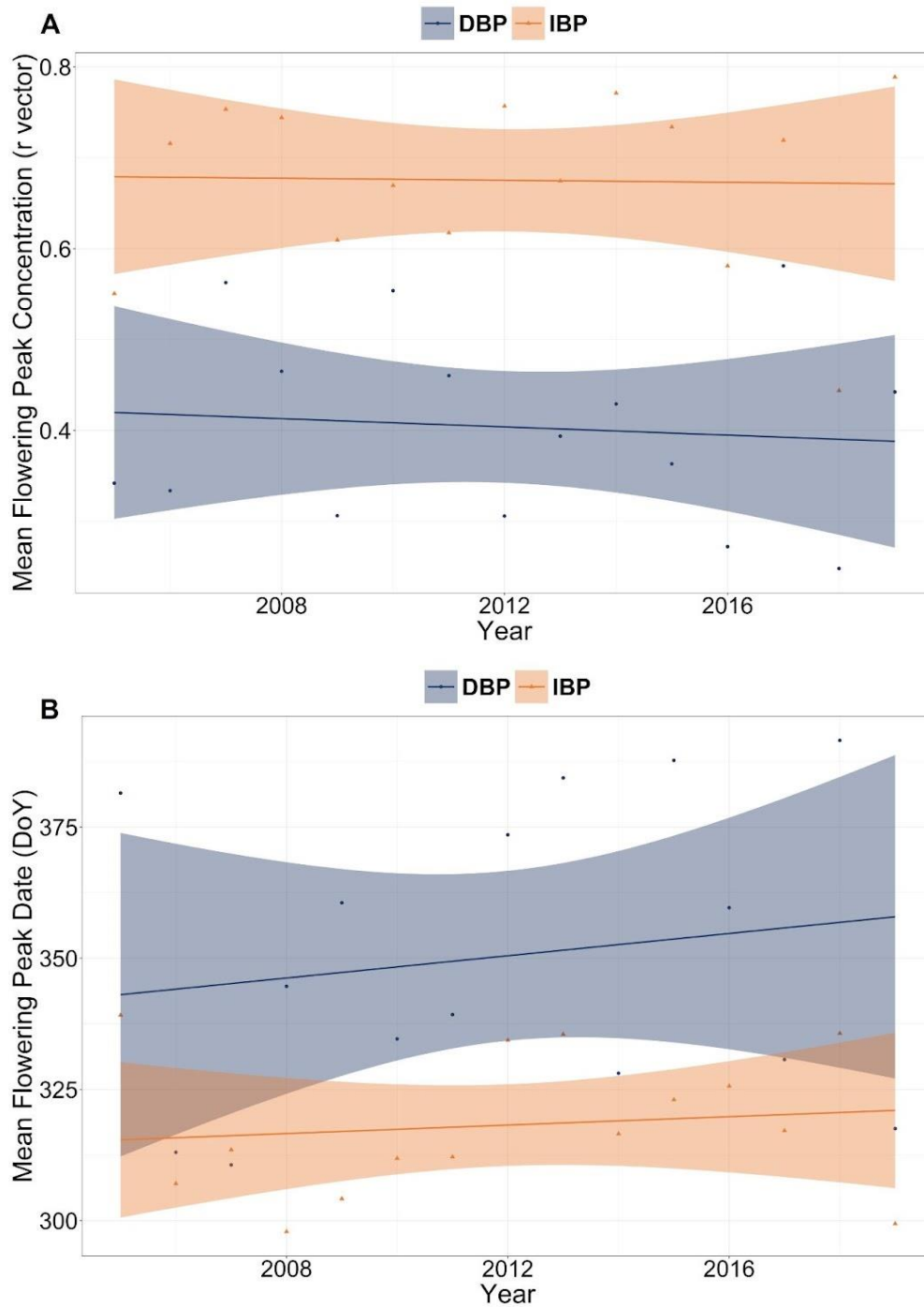


Figure S5: The flowering peak concentration date indicated by the vector r (A) and the mean flowering peak dates (B) of cerrado woody species, southeastern Brazil over time (2005 to 2019), according to the dependence on biotic pollination (DBP, $n=23$) in blue color r and the independence on biotic pollination (IBP, $n=8$) in orange color. The x axis represents the years from 2005 to 2019.

Table S4: Circular-linear mixed regression analysis applied to the start and peak date of flowering and fruiting dates of cerrado woody species per functional group independent (IBP) and dependent (DBP) on biotic pollination.

Flowering start	mean	mode	sd	LB HPD	UB HPD
Intercept	-0.85040184	-0.76038696	0.86357396	-2.55872848	0.59165992
Mean temperature	0.02514412	0.01875678	0.03954709	-0.04272613	0.09779596
Intercept	0.140266623	0.14383012	0.188280930	-0.19240175	0.538718192
Precipitation	-0.009019654	-0.00808476	0.003759947	-0.01563197	-0.001863958
Flowering peak	mean	mode	sd	LB HPD	UB HPD
Intercept	-0.40672608	-0.24827999	0.34137450	-1.07152908	0.30306417
Mean temperature	0.02184608	0.02869697	0.01585317	-0.01147167	0.05257772
Intercept	-0.034390173	0.007093178	0.083509091	-0.19963953	0.134907677
Precipitation	0.002190898	0.001233764	0.001685545	-0.00208512	0.004793851
Fruiting start	mean	mode	sd	LB HPD	UB HPD
Intercept	8.9542732	8.8066809	0.70775257	7.7688772	10.2583470
Mean temperature	-0.4109953	-0.4034552	0.03258559	-0.4719616	-0.3564293
Intercept	1.68339389	1.70372638	0.128903762	1.42991425	1.89742182
Precipitation	-0.03647969	-0.03764133	0.002759332	-0.04127156	-0.03109118
Fruiting peak	mean	mode	sd	LB HPD	UB HPD
Intercept	1.71430372	1.67669053	0.75773427	0.6451373	3.59034830

Mean temperature	-0.05858714	-0.05719311	0.03460986	-0.1429719	-0.01065785
Intercept	-0.04307898	-0.10657273	0.166865571	-0.34171435	0.24391502
Precipitation	0.01013928	0.008296663	0.003327907	0.004696554	0.01652748

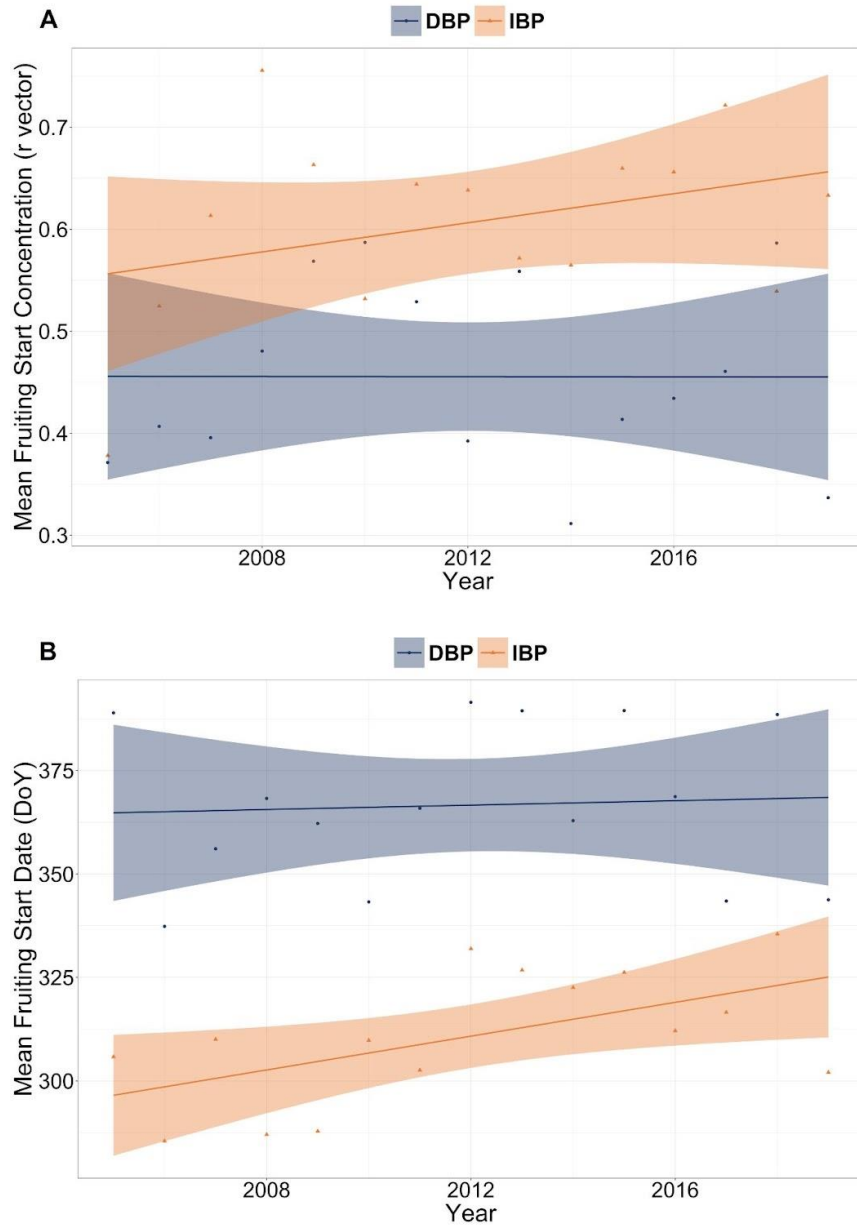


Figure S6: The fruiting start concentration date indicated by the vector r (A) and mean fruiting dates (B) of cerrado woody species, southeastern Brazil over time (2005 to 2019), according to the functional group dependent of biotic pollination (DBP, $n=23$) in the blue color; and the group independent of biotic pollination (IBP, $n=8$) in orange color. The x axis represents the years from 2005 to 2019.

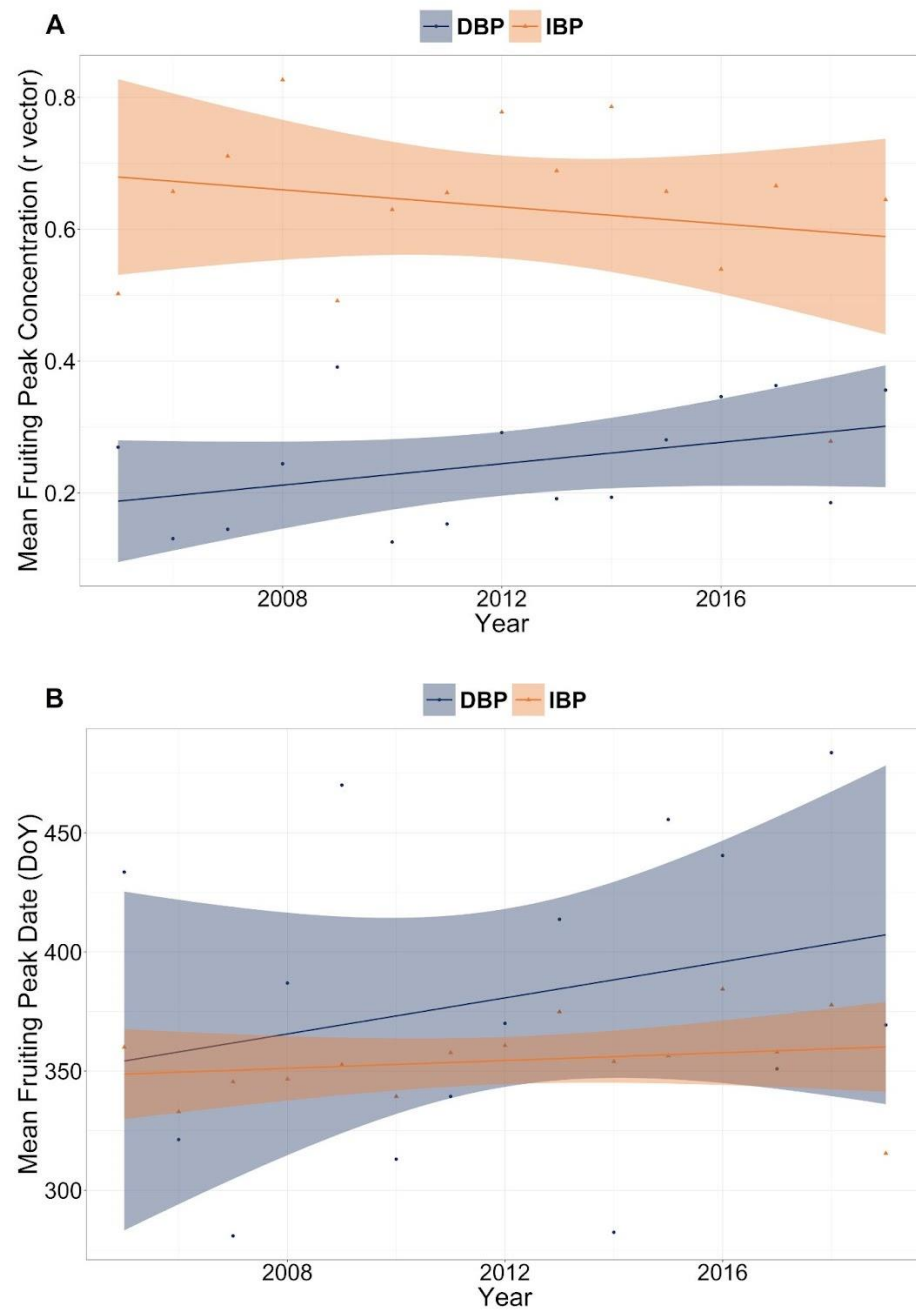


Figure S7: The fruiting peak concentration date indicated by the vector r (A) and the mean dates (B) of cerrado woody species, southeastern Brazil over time (2005 to 2019), according to the dependence of biotic pollination (DBP, $n=23$) in the blue color and the independence of biotic pollination (IBP, $n=8$) in the orange colour. The x axis represents the years from 2005 to 2019.

Table S5: Ancova models with proportional co-flowering woody species in the cerrado and the relationship between functional groups dependent (DBP) and independent (IBP) of pollination and time.

Proportional model	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Pollination	1	13	13.48	1.72	0.2
Year	1	99	98.71	12.61	0.0004 **
Pollination: Year	1	11	11.20	1.43	0.23
Residuals	473	3702	7.83		

Table S6: Estimate of reproductive success of cerrado woody species based on the number of individuals that flowered (with flowers) and produced fruits (with fruits) over the years and the fruit-set (calculated as by counting the number of individuals with fruits divided by the number of individuals with flowers), according to the functional group: DBP – dependent on biotic pollination and IBP – independent of biotic pollination.

	Individuals with flower	Individuals with fruit		Individuals with flower	Individuals with fruit	
Group	DBP	DBP	DBP fruit-set	IBP	IBP	IBP fruit- set
2005	320	221	0.690625	147	106	0.721088
2006	372	272	0.731183	152	147	0.967105
2007	378	269	0.71164	154	143	0.928571
2008	391	321	0.820972	150	143	0.953333
2009	267	178	0.666667	146	132	0.90411
2010	285	177	0.621053	142	130	0.915493
2011	323	229	0.708978	148	139	0.939189
2012	311	203	0.652733	131	115	0.877863
2013	289	241	0.83391	137	134	0.978102
2014	326	247	0.757669	142	125	0.880282
2015	298	226	0.758389	131	110	0.839695
2016	251	148	0.589641	126	113	0.896825
2017	314	220	0.700637	135	130	0.962963
2018	264	222	0.840909	108	106	0.981481
2019	240	171	0.7125	99	93	0.939394

CAPÍTULO 2

ORIGINAL ARTICLE

Serviços Ecosistêmicos do cerrado: uma abordagem local da importância da fenologia e da temporalidade dos recursos**Amanda E. Martins, Pedro J. Bergamo & Patrícia Morellato****1. RESUMO**

Os serviços ecossistêmicos (SE) são os benefícios e recursos que obtemos de ecossistemas naturais e que estão diretamente relacionados ao bem-estar da sociedade e qualidade de vida na Terra. São classificados em serviços materiais, regulação e imateriais/culturais. A disponibilidade dos SE está diretamente relacionada com sua temporalidade, ou seja, muitos dos SE são sazonalmente dependentes no tempo para oferecer recursos ao ser humano. Na interação entre temporalidade e oferta de recursos, a fenologia é a determinante, pois estuda a ocorrência de eventos recorrentes no ciclo de vida dos seres vivos e sua relação com o clima e outras espécies. Desta forma, visando aumentar a visibilidade e reforçar a importância da conservação das áreas remanescentes de cerrado, incorporando valores ambientais, culturais e sociais das suas espécies vegetais, combinamos o levantamento sistematizado dos SE, com informação dos seus polinizadores, grau de ameaça das espécies, sua fenologia de longa duração (Capítulo 1) e a relação das espécies nativas com informações dos cultivos agrícolas localizados próximos a uma comunidade vegetal de cerrado em Itirapina, São Paulo, como marco para determinar a variação temporal nos SE e sua vulnerabilidade diante das mudanças do clima. Respondemos: (I) Quais são os SE do cerrado e como estes podem ser afetados pelas mudanças climáticas, considerando alterações na oferta temporal de recursos relacionados a floração e frutificação ao longo do tempo? (II) Qual o nível de dependência dos cultivos agrícolas próximos a área de cerrado estudada quando considerados os serviços ecossistêmicos de regulação de polinização? Encontramos que a maioria dos SE da área de estudo são materiais, principalmente com uso medicinal. Constatamos que a disponibilidade de recursos de 20 espécies do cerrado das 31 analisadas apresentou mudanças, no qual a maioria das espécies diminuiu sua floração e/ou frutificação. Ou seja, 91 ou 10,2% dos SE oferecidos estão sob ameaça, principalmente devido ao aumento de temperatura e à diminuição da precipitação, observados durante o período estudado. Além disso, encontramos que 59% das espécies dos

cultivos dependem em algum nível de abelhas que são visitantes florais de 51 das espécies presentes no fragmento de cerrado. Desta maneira, a diminuição da floração e frutificação impactam diversos serviços ecossistêmicos ao longo do tempo, e estes podem sofrer alterações mais marcantes quando relacionados às mudanças do clima.

PALAVRAS-CHAVE: fenologia reprodutiva, cerrado, benefícios para humanos, cultivos agrícolas, polinização, mudanças do clima

2. INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos (SE) são os benefícios e recursos que obtemos de ecossistemas naturais e que estão diretamente relacionados ao bem-estar da sociedade e qualidade de vida na Terra (Mea 2005, Muradian et al. 2010, Birkhofer et al. 2015, IPBES, 2018). Os serviços ecossistêmicos, atualmente, são classificados em serviços materiais, regulação e imateriais (Birkhofer et al. 2015; IPBES, 2018). Serviços materiais (ou de provisão) são responsáveis pela oferta de alimento, matéria-prima e medicinas (e.g. IPBES, 2018). Os serviços de regulação abordam a regulação do clima, ciclagem de nutrientes, purificação do ar, qualidade da água, polinização, dispersão e estoque de carbono (e.g. IPBES, 2018). Serviços imateriais (ou culturais) são benefícios recreativos, educacionais, espirituais, estéticos, ecoturísticos, relacionados à saúde humana física e mental através do contato com a natureza e o resgate de conhecimentos ancestrais (e.g. IPBES, 2018). Os SE foram criados fundamentalmente com intuito de conscientizar os seres humanos sobre a importância e dependência direta da sobrevivência de nossa espécie e conservação de ecossistemas naturais (Mea, 2005; Fisher et al. 2009; Birkhofer et al. 2015; IPBES, 2018). Os SE são valorados em contribuição anual de \$24.3 trilhões de dólares nas Américas (IPBES, 2018), mas esta valoração monetária não está plenamente estabelecida para todas as categorias ou é sempre clara (Mota et al. 2023).

A disponibilidade dos SE está diretamente relacionada com sua temporalidade, ou seja, muitos dos SE são sazonalmente dependentes no tempo para oferecer recursos ao ser humano (Inouye, 2022). Na interação entre temporalidade e oferta de recursos, a fenologia é a determinante, pois estuda a ocorrência de eventos recorrentes no ciclo de vida dos seres vivos e sua relação com o clima e outras espécies (Lieth 1974). A fenologia se destaca como ferramenta simples e eficaz na descrição dos eventos reprodutivos em plantas e animais, interações mutualísticas, antagonistas e de competição entre espécies, com destaque para polinização e dispersão (Morellato et al. 2016), SEs precificados e valorados (Inouye, 2022). Desta forma, uma abordagem integrada dos SE com a fenologia e sua distribuição espaço-temporal pode permitir prever possíveis alterações na dinâmica e resiliência de ecossistemas frente a alterações antrópicas, especialmente aquelas relacionadas às mudanças climáticas e do uso do solo (Morellato et al. 2016, Buisson et al. 2017, Inouye 2022, Richardson et al 2013, Ettinger et al 2022).

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, sendo um *hotspot* de biodiversidade com 13 mil espécies de plantas, no qual aproximadamente 38% são endêmicas e representam cerca de 5% da diversidade biológica do planeta (Fernandes et al., 2016; Colli et al., 2020). O cerrado também abriga inúmeras populações humanas tradicionais, como comunidades indígenas e quilombolas, que sobrevivem de seus recursos e que possuem saberes e práticas construídos que contribuem para a conservação da biodiversidade (Sawyer et al., 2016, Prado et al. 2024). Além das paisagens naturais e comunidades tradicionais, mais de 29 milhões de pessoas vivem em áreas urbanizadas situadas dentro do cerrado (IBGE, 2012). No entanto, o Cerrado passa por intensa conversão de uso da terra, com a mais alta taxa de desmatamento entre os biomas brasileiros, totalizando 1,9 milhões de hectares convertidos para a agroindústria entre 2013 e 2015 (Carvalho et al. 2009; MMA, 2014; Strassburg et al., 2017). O Cerrado é responsável por disponibilizar diversos SE nos quais seus benefícios ultrapassam seu território e são temporais e sazonais (Resende 2018). Por exemplo, a vegetação de Cerrado está sujeita à sazonalidade climática, com inverno seco e verão úmido, considerada a principal condicionante dos padrões fenológicos vegetativos e reprodutivos, determinando os gatilhos para a floração e frutificação (Batalha & Mantovani 2000, Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006, Morellato et al., 2013; 2016; Vilela et al., 2017, Martins et al. 2021). O pico de floração no Cerrado ocorre na transição da estação seca para úmida, em setembro, porém existem recursos florais disponíveis durante todo o ano para os animais (Martins et al. 2021).

O serviço ecossistêmico de regulação de polinização abrange diversos níveis tróficos e é dependente do tempo. No cerrado, a polinização por animais ocorre em 50% das espécies de plantas, e em mais de 70% das espécies lenhosas (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006). Para que aconteça, é necessário um encontro no tempo e espaço entre as flores abertas e os animais polinizadores (Imperatriz-Fonseca, V.L. & Nunes-Silva, 2010; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Martins et al., 2021, Oliveira, 2000). De fato, as áreas de Cerrado estão entre as que mais demandam serviços de polinização no Brasil (Bergamo et al., 2021). Além da polinização das espécies vegetais nativas, os cultivos agrícolas localizados dependem dos polinizadores para uma maior produtividade (Resende, 2018; Aquino et al., 2020; Bergamo et al., 2021; Prado et al., 2024, Wolowski et al., 2019), e esses polinizadores sobrevivem nas áreas remanescentes de vegetação de cerrado, localizados no entorno das culturas.

Apesar de disponibilizar incontáveis SE que beneficiam a sociedade, o Cerrado é o bioma mais severamente ameaçado no Brasil (Ratter et al. 1997; Fernandes et al. 2016; Morandi et al. 2020).

É esperado que até 2050, 46% de sua extensão seja de pastagens para produção de carne e 12% de monoculturas de soja (Resende, 2018). Interligada às alterações no uso do solo, à mudança do clima é outro aspecto que pode alterar a dinâmica de comunidades no Cerrado e seus SEs. Nesse sentido, a fenologia pode auxiliar no monitoramento dos efeitos esperados das alterações antrópicas para as comunidades de Cerrado e seus SEs, assim como pode auxiliar na previsão e prevenção dos impactos associados às mudanças do clima e uso do solo (Resende, 2018; Joly et al., 2019; Aquino et al., 2020).

Para contribuir no conhecimento sobre SE providos pelas espécies nativas da região do interior de São Paulo, visando integrar a fenologia como ferramenta essencial para entender a oferta de SE no Cerrado, o presente estudo avaliou, para um área de Cerrado do interior de São Paulo, Sudeste do Brasil e com fenologia bem conhecida (Camargo et al. 2013, 2018; Escobar et al. 2018, 2021a, b; Martins et al., 2021, Martins et al. 2025(Capítulo 1)), a importância e consequências da temporalidade na oferta dos serviços ecossistêmicos de polinização. Identificado como um serviço ecossistêmico produzido por organismos móveis e afetado pelas mudanças no uso da terra (Kremen et al. 2007, Agostini et al., 2022), a polinização varia temporalmente e é dependente da fenologia e sincronia entre a oferta de flores e presença dos polinizadores (Barônio et al., 2016). Portanto, a fenologia da floração é determinante da presença e efetividade dos serviços ecossistêmicos de polinização, e pode ser alterada pelas mudanças do clima, com implicações para o manejo, restauração e conservação (Morellato et al., 2016, Buisson et al., 2017). Visando aumentar a visibilidade e reforçar a importância da conservação das áreas remanescentes de Cerrado, incorporando valores ambientais, culturais e sociais das suas espécies vegetais, combinamos o levantamento sistematizado dos SE, com informação dos seus polinizadores, grau de ameaça das espécies, sua fenologia de longa duração (Capítulo 1) e a relação das espécies nativas com informações dos cultivos agrícolas localizados próximos à área de estudo, como marco para determinar a variação temporal nos SE e sua vulnerabilidade diante das mudanças do clima. Para isso, inicialmente, levantamos quais são os serviços ecossistêmicos que as espécies de plantas e suas interações oferecem em uma área remanescente de Cerrado lenhoso ou cerrado *sensu stricto* (Itirapina, São Paulo) e qual o nível de vulnerabilidade em relação à IUCN Lista Vermelha das espécies que oferecem SE. Posteriormente, quantificamos os três tipos de serviços e sua proporção na área de estudo e, tendo como base os serviços ecossistêmicos de regulação de polinização buscamos responder, para um grupo de espécies selecionadas, (i) quais são os SE do Cerrado e como estes podem ser afetados pelas mudanças climáticas, relacionada às épocas de floração das espécies nativas

ao longo do tempo? Consideramos as espécies polinizadas por animais e com avaliação de respostas fenológicas de longa duração (ver Capítulo 1). Esperamos encontrar respostas espécies-específicas, com alterações em seus padrões de floração e variação na suscetibilidade às mudanças climáticas, que poderão impactar e ameaçar diretamente a oferta dos três tipos de SE no cerrado, relacionados a floração das plantas (Martins et al. (capítulo 1). Ademais, a fim de aprofundar a discussão entre SE, polinização, áreas naturais e cultivos agrícolas, respondemos (ii) como o serviço de regulação de polinização pode ser afetado na área natural de Cerrado e em cultivos agrícolas próximos da área de Cerrado estudada? Relacionamos os polinizadores dos cultivos com os visitantes florais do Cerrado e esperamos encontrar um fluxo de interações entre polinizadores dos cultivos agrícolas próximos e espécies da área de Cerrado, para demonstrar a contribuição para a produção de frutos de espécies cultivadas, e a importância de manter as áreas verdes naturais. Finalmente, relacionamos os resultados das análises fenológicas com a dependência dos cultivos agrícolas na região e possíveis perdas entre o fragmento de Cerrado e áreas cultivadas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido em uma área de cerrado *sensu stricto* (22°10'31.41"S, 47°52'26.13"W), localizada no município de Itirapina, Estado de São Paulo. A área inclui uma vegetação de Cerrado arbustivo-arbórea classificada como semidecídua e é sazonal em relação a fenologia vegetativa e reprodutiva (Camargo et al., 2013, 2018; Escobar et al., 2018, 2021; Martins et al. 2021). A vegetação é caracterizada por uma camada herbácea contínua, arbustos dispersos e cobertura arbórea dominante descontínua (Reys et al. 2013, Camargo et al. 2018). Possui elevada riqueza de espécies arbustivas e arbóreas, representadas por 128 espécies lenhosas de 40 famílias botânicas (Borgiani et al. 2022). As famílias Myrtaceae, Fabaceae, Malpighiaceae e Vochysiaceae são as mais ricas em espécies e as espécies mais abundantes são *Bauhinia rufa* (Bong.) Steudel, *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) A.DC., *Virola sebifera* Aubl. e *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. (Reys et al. 2013, Borgiani et al. 2022). A polinização biótica ocorre em 90% das espécies vegetais lenhosas deste Cerrado, realizada principalmente por insetos, sendo as abelhas as principais polinizadoras, seguida por besouros, aves, morcegos e esfingídeos (Borgiani et al. 2022; Martins et al. 2021). O clima da região é sazonal, com temperatura média de 20.7°C e a pluviosidade média total anual de 1524 mm, com estação chuvosa e quente de outubro a março e a estação seca e fria de abril a setembro, com déficit hídrico nos meses de junho a agosto (Reys et al. 2013, Camargo et al. 2018).

3.2. Levantamento dos serviços ecossistêmicos

Foi realizada uma revisão sistemática de artigos e teses para levantar informações sobre os potenciais usos e benefícios de 82 espécies vegetais da área de Cerrado estudada que podem ser considerados SE. Foram consultadas as principais bases de dados online: *Web of Science*, *Scopus* e *Google Scholar*. Utilizamos como palavras chaves o nome da espécie ou gênero combinado com “serviços ecossistêmicos”, “usos”, “polinização”, “usos por humanos”, “benefícios para humanos”, “uso potencial” e “cerrado” em inglês e em português. Para cada uso descrito foi indicado o tipo de serviço ecossistêmico, sendo que o mesmo uso pôde ser indicado em um ou dois tipos SE, de acordo com a classificação do IPBES (2018):

Serviços materiais ou de provisão	Serviços de regulação	Serviços não-materiais ou culturais
Capacidade do ecossistema em oferecer bens, por exemplo, alimento, matéria-prima, medicinas, etc.	Processos naturais que regulam condições ambientais: regulação do clima, ciclagem de nutrientes, purificação do ar, qualidade da água e estoque de carbono.	Recreativos, educacionais, espirituais e estéticos.

3.3. Serviços que variam temporalmente: serviços ecossistêmicos, fenologia e mudanças do clima

Para entender a relação entre a oferta de serviços ecossistêmicos ao longo do tempo e sua suscetibilidade às mudanças do clima, para as espécies que oferecem o serviço de regulação relacionados a polinização nós realizamos duas análises, descritas abaixo.

3.4. Fenologia da floração, frutificação e mudanças do clima

A partir de setembro de 2004, o monitoramento fenológico mensal de longo prazo foi estabelecido com 36 transectos, medindo 25 x 2 m, com 50 m de distância entre eles, nos quais todos os indivíduos lenhosos com circunferência > 3 cm acima do solo foram marcados, amostrados, identificados até o nível de espécie e monitorados individualmente quanto à fenologia reprodutiva e vegetativa (Camargo et al., 2018; Escobar et al., 2018; Reys et al., 2013). Para este estudo, utilizamos a fenofase de botão floral e antese, chamada posteriormente

de floração, e as fenofases de fruto imaturo e fruto maduro, chamada posteriormente de frutificação. Estimamos a intensidade da fenofase para cada indivíduo conforme descrito por Camargo et al. (2013) e Martins et al. (2021). As observações foram realizadas pela equipe do Laboratório de Fenologia (UNESP - campus Rio Claro) como parte do Programa de Pesquisa de Monitoramento Fenológico de Longo Prazo do Cerrado (para mais detalhes, ver Mariano et al. 2016). Seleccionamos 31 espécies com mais de 10 indivíduos por espécie monitorados ao longo de 15 anos (2005 a 2019), totalizando 827 indivíduos (Tabela 2).

Extraímos a variável fenológica de duração em meses, para cada ano/ciclo fenológico estudado, conforme Morellato et al. (2000). Indivíduos que não floresceram em um determinado ano não foram incluídos na análise. Para testar a relação da antese com as variáveis climáticas, utilizamos modelos mistos generalizados com distribuição de Poisson (Haight, 1967), utilizando o número de meses de cada fenofase (duração) por indivíduo, como variável dependente e as variáveis climáticas (temperatura média, precipitação mensal total e umidade relativa) como fatores fixos. Em todos os modelos, os indivíduos foram incluídos como fator aleatório para considerar as medidas repetidas ao longo do tempo. Os melhores modelos foram selecionados com base no critério de Akaike e comparações múltiplas, utilizando a função *emmeans* (Lenth et al., 2018), e a significância de cada fator fixo foi testada utilizando a função Anova, no pacote *car*, versão 0.4-93 do R Studio (Fox & Weisberg, 2019; R Development Core Team, 2021).

3.5. Levantamento de visitantes florais das espécies nativas e de polinizadores de cultivos agrícolas próximos

Para selecionar os cultivos agrícolas próximos a área de estudo, utilizamos os cultivos presentes nos municípios que fazem divisa com Itirapina, ou seja, Analândia, Brotas, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, São Carlos e São Pedro, de acordo com o IBGE (IBGE, 2024). Os dados de cultivos agrícolas foram selecionados no período entre 2020 – 2023 e de acordo com a base de dados de área plantada ou destinada para colheita. A partir da base de dados CRIA (abelhaseplantas.cria.org.br), de acordo com BPBES-REBIPP (2019), foram levantadas informações sobre os visitantes florais das espécies lenhosas nativas do cerrado estudado e dos polinizadores de cultivos agrícolas próximos a área de estudo. Os polinizadores das espécies dos cultivos dos municípios foram relacionados com os visitantes florais das espécies nativas da área de estudo (cerrado), para avaliar a relação de dependência da produção agrícola próximas de Itirapina, com as espécies nativas do cerrado estudado (Freitas et al. 2023). Foi construída uma rede interativa entre polinizadores e plantas do cerrado e de culturas através do

programa R Studio, versão 0.4-93, com os pacotes “highcharter”, “tidyverse” e “viridisLite” (Fox & Weisberg 2019; R Development Core Team, 2021). Na rede, utilizamos os dados de visitantes florais das espécies do cerrado e os dados de polinizadores dos cultivos, e analisamos quais polinizadores eram compartilhados entre plantas nativas e cultivo. Dessa forma, elencamos quais plantas nativas tem potencial de manter populações de polinizadores de cultivos (Bergamo et al. 2023).

3.6. Nível de vulnerabilidade das espécies de plantas

Para verificar o grau de ameaça das espécies nativas do cerrado foi realizada uma consulta à lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN Red List (IUCN (2023) e CNCFLORA, (cncflora.jbrj.gov.br/), com o nome das 82 espécies nativas e posterior classificação segundo os critérios de vulnerabilidade (Borgiani et al. 2022). A classificação mundial da IUCN (2023) organiza as espécies segundo critérios de vulnerabilidade em: pouco ameaçada (LC), quase ameaçada (NT), vulnerável (VU), não avaliada (NE), criticamente ameaçada (CR), ameaçada de extinção (EN), extinto na natureza (CR), extinto (EX) e dados deficientes (DD) (IUCN, 2023).

4. RESULTADOS

4.1. Levantamento de serviços ecossistêmicos

O levantamento de serviços ecossistêmicos do Cerrado totalizou 890 usos para seres humanos para 82 espécies vegetais (Figura 1 e 2) (Tabela S1 – Material suplementar). Dentre essas 82 espécies, 68 possuem mais de um uso e todas as partes das plantas foram citadas, da raiz às folhas (Tabela S1 – Material suplementar). As espécies mais citadas com SE diversos, foram: *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) com 53 usos, *Byrsonima crassifolia* (murici-rosa) com 51 usos, *Copaifera langsdorfii* (copaíba), totalizando 49 usos, *Caryocar brasiliensis* (pequi) com 40 benefícios descritos e *Protium heptaphyllum* (almecega) com 32, respectivamente (Tabela S1 – Material Suplementar).

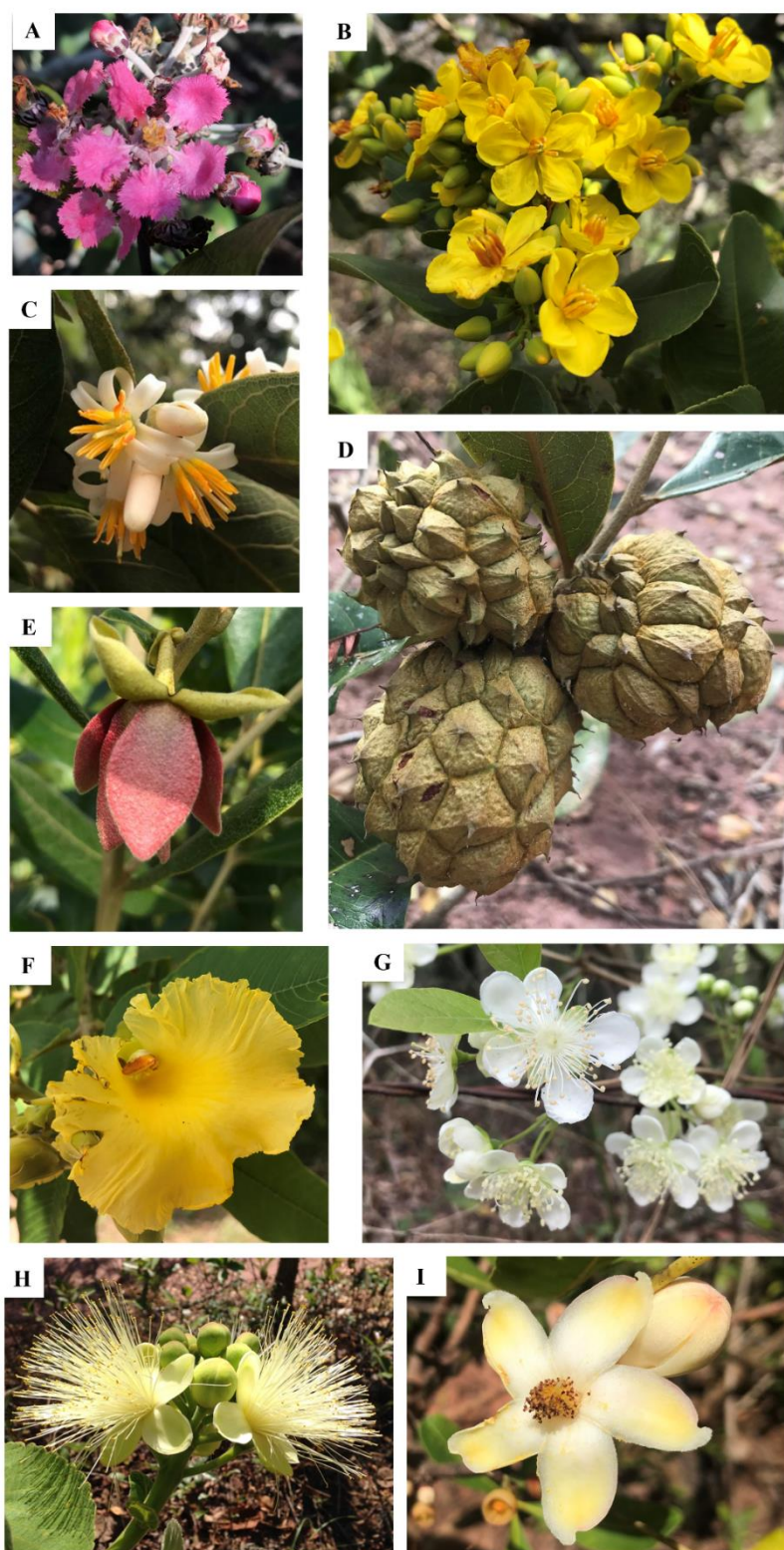


Figura 1: Espécies vegetais presentes no levantamento de SE de Cerrado sensu stricto em Itirapina São Paulo. (A) Flor de *Banisteriopsis campestris*, (B) flores de *Ouratea spectabilis*, (C) flores de *Styrax ferrugineus*, (D) frutos de *Duguetia furfuracea*, (E) flores de *Duguetia furfuracea*, (F) flor de *Qualea grandiflora*, (G) flores de *Campomanesia pubescens*, (H) flores de *Caryocar brasiliense* e (I) flor de *Eriotheca gracilipes*.

4.2. Serviços materiais ou de provisão

Os serviços materiais foram os mais representados, com total de 706 usos em 70 espécies, no qual os benefícios mais citados foram medicinais, industriais, para agroindústria/alimentício, respectivamente. O serviço medicinal representou 66% dos SE materiais. O foco deste uso foi em plantas potenciais para uso terapêutico, nos quais todas as partes das plantas foram indicadas. Por exemplo, para uso anti-inflamatório, antibacteriano, antidiabético, entre outros. Os saberes tradicionais e ancestrais foram, na maioria dos estudos, o ponto de partida para estudo mais detalhado da espécie. Benefícios medicinais a partir de levantamentos etnobotânicos medicinais totalizaram 79 usos. As espécies que se destacaram com mais usos medicinais foram: *Stryphnodendron rotundifolium* (barbatimão) (44), *Copaifera langsdorfii* (copaíba) (44), *Casearia sylvestris* (erva-de-lagarto) (33), *Byrsonima crassifolia* (murici-rosa) (29) e *Byrsonima verbascifolia* (murici) (23), respectivamente (Tabela 1 – Material suplementar). O fragmento de cerrado *sensu stricto* oferece 12 espécies que possuem frutos comestíveis para seres humanos. Desses frutos, apenas *Caryocar brasiliensis* (pequi) tem uso em alguma escala comercial (Tabela 1 – Material suplementar). Os benefícios industriais e agroindustriais foram levantados em 33 espécies, no qual o uso da madeira para carpintaria e móveis, celulose para papel, produtos naturais inovadores no mercado e inseticida contra pragas de monoculturas, se destacaram. Cada espécie tem sua especificidade e parte da planta indicada para potencial benefício. A espécie *Byrsonima crassifolia* (murici-rosa), foi indicada como potencial para ser utilizada como inseticida em cultivos. Ainda, ressalta-se que esta espécie oferece outros tipos de SE, isto porque, apresenta alta produtividade e diversas formas de utilização do fruto (Tabela 1 – Material suplementar).

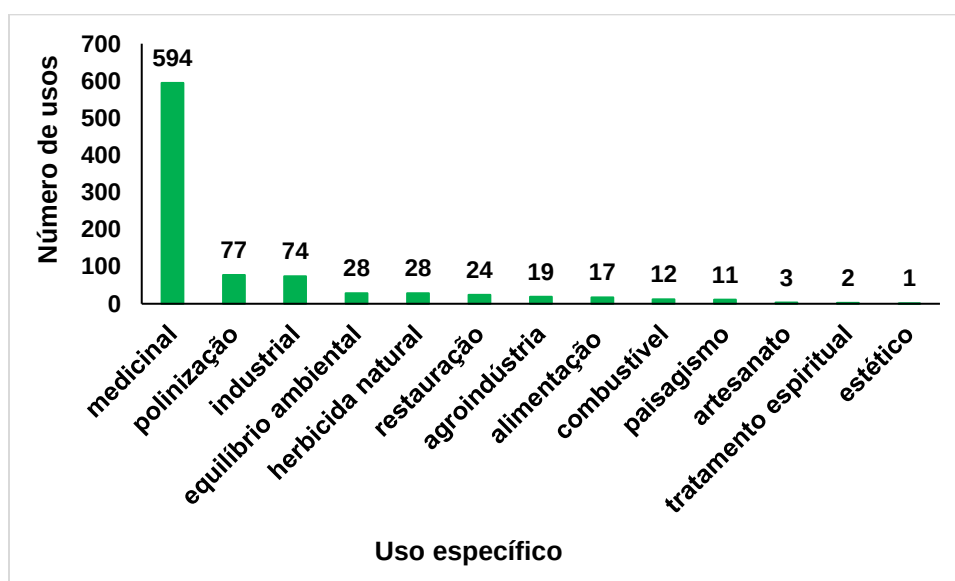


Figura 2: Distribuição do número de usos específicos de serviços ecossistêmicos (Número total de usos = 890) para 82 espécies lenhosas de cerrado no sudeste do Brasil (Itirapina, São Paulo).

4.3. Serviços culturais ou imateriais

Os serviços culturais, como uso ornamental e paisagístico, artesanatos, tratamento espiritual e estético, foram descritos para 38 espécies, totalizando 156 usos (Tabela 1 – Material Suplementar, Figura 2). O uso paisagístico de espécies vegetais foi o mais citado entre os SE culturais, com 10 espécies indicadas (Tabela 1 – Material Suplementar Figura 2). As espécies citadas como potenciais para uso em cosméticos naturais foram *Pouteria torta* (abiu), com suas folhas, frutos e tronco, *Virola sebifera* (ucuúba), *Caryocar brasiliense* e *Eugenia pyriformis* (uvaia) para clareamento de pele, com uso das sementes e frutos. As espécies *Aspidosperma tomentosum* (peroba-do-campo), *Connarus suberosus* (orticeira) e *Rourea induta* (botica-inteira) foram indicadas para confecção de artesanatos. Com o uso das folhas e sementes, *Diospyros hispida* (caqui-do-cerrado) e *Siparuna guianensis* (limão-bravo), foram indicadas como potenciais para tratamento espiritual. Propriedade alucinógena foi indicada no tronco da espécie *Virola sebifera* (ucuúba) (Tabela 1 – Material Suplementar).

4.4. Serviços de regulação

Os serviços de regulação totalizaram 169 usos descritos em 76 espécies, sendo os mais citados, a polinização, equilíbrio ambiental, herbicida natural, restauração e paisagismo, respectivamente. Ao total, 20 espécies, a maioria das famílias Fabaceae e Malpighiaceae, foram indicadas para restauração e arborização urbana (Tabela S1 – Material Suplementar).

4.5. Serviço de polinização

Dentre as 82 espécies pesquisadas, todas são polinizadas por animais e potencialmente oferecem serviços de polinização (Tabela 1). A maioria das espécies são polinizadas por abelhas (n = 53 spp) (Tabela 1). Espécies como *Aspidosperma tomentosum* (peroba-do-campo), *Bowdichia virgilioides* (sucupira-preta), *Byrsonima coccolobifolia* (murici-rosa), *Qualea grandiflora* (pau-terra) e *Rourea induta* (botica-inteira) foram classificadas como melíferas, responsáveis por fornecer recurso a abelhas melíferas e assim, pela provisão de mel (Tabela 1 – Material suplementar).

4.6. Nível de vulnerabilidade das espécies

De acordo com os dados da IUCN e CNCFlora, 58 espécies estão classificadas como pouco ameaçada (LC), e 23 não possuem dados sobre sua vulnerabilidade (DD). Apenas a espécie *Bowdichia virgilioides* foi classificada como quase ameaçada (NT) pela lista do CNCFlora (Tabela S1 – Material suplementar e Tabela 2). espécies *Tocoyena formosa* (jenipapo-bravo) e *Tabebuia aurea* (paratudo) não possuem dados sobre o nível de vulnerabilidade.

4.7. Fenologia da floração, mudanças do clima e SE ameaçados

Alterações na duração da floração foram detectadas em cinco espécies vegetais, das 31 espécies analisadas, no qual quatro espécies diminuíram a duração, sendo elas, *Banisteriopsis campestris*, *Byrsonima basiloba*, *Pouteria torta* e *Schefflera vinosa* e apenas a espécie *Miconia rubiginosa* aumentou a duração ao longo do tempo. (Tabela 2, Figura 3A). Foi encontrada uma relação significativa com o aumento da temperatura para *Banisteriopsis campestris*, *Byrsonima basiloba*, *Miconia rubiginosa* e *Schefflera vinosa*. A espécie *Pouteria torta* foi relacionada à diminuição da precipitação. De maneira geral, os serviços relacionados à floração que estão sob ameaça devido a diminuição da floração de cinco espécies representam 21 ou 2,5% do total dos serviços oferecidos pela comunidade. Mais especificamente, os seguintes serviços podem ser ameaçados: serviços de regulação (8 ou 7%), sendo a polinização e restauração, serviços materiais (12 ou 0,8%), que foram representados por benefícios medicinais e industriais e os serviços culturais (4 ou 2%), relacionados ao paisagismo.

4.8. Fenologia da frutificação, mudanças do clima e SE ameaçados

Alterações na duração da frutificação foram detectadas em 20 espécies vegetais: *Amaioua guianensis*, *Anadenanthera peregrina* var. *falcata*, *Banisteriopsis campestris*, *Bauhinia rufa*, *Byrsonima basiloba*, *Byrsonima intermedia*, *Campomanesia pubescens*, *Eriotheca gracilipes*, *Miconia albicans*, *Miconia rubiginosa*, *Miconia stenostachya*, *Myrcia bella*, *Myrcia guianensis*, *Pouteria torta*, *Rourea induta*, *Schefflera vinosa*, *Siparuna guianensis*, *Tocoyena formosa*, *Virola sebifera* e *Xylopia aromatica*, no qual todas as espécies diminuíram a duração. (Tabela 3, Figura 3B). Para a maioria das espécies, encontramos relação com o aumento da temperatura. A relação com a precipitação foi encontrada para oito espécies. *Schefflera vinosa* apresentou relação com o aumento da temperatura. *Miconia stenostachya* apresentou relação apenas com o tempo. De maneira geral, os serviços relacionados à frutificação que estão sob ameaça devido a diminuição da duração da frutificação das 20 espécies representam 70 ou 7,9%, do total dos serviços oferecidos pela comunidade. Os serviços de regulação totalizaram 17 ou 2%, em nove espécies, no qual a

restauração, equilíbrio ambiental e herbicida natural foram os relacionados aos seus frutos e sementes. Os serviços materiais totalizaram 47 ou 5,3% em 14 espécies, que foram representados por benefícios alimentícios, medicinais e industriais. Os serviços culturais totalizaram 10 ou 1,1%, relacionados ao paisagismo, uso estético e artesanatos, em seis espécies.

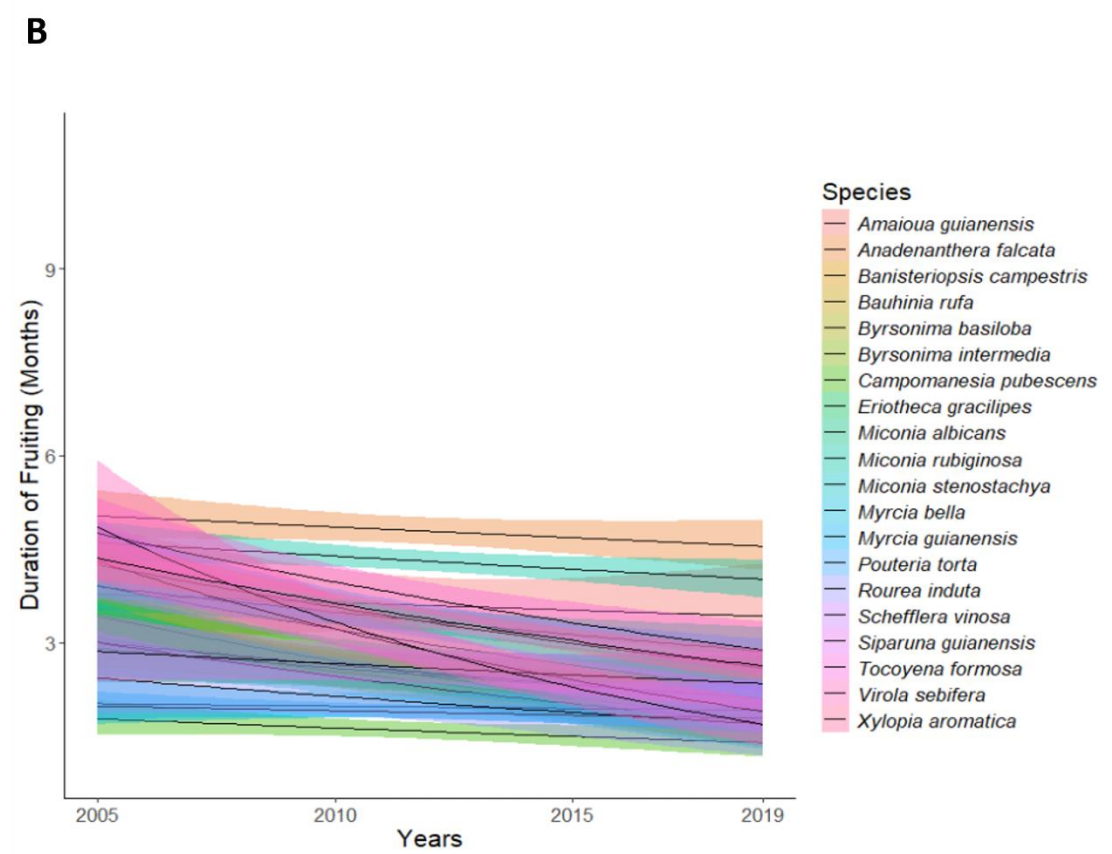
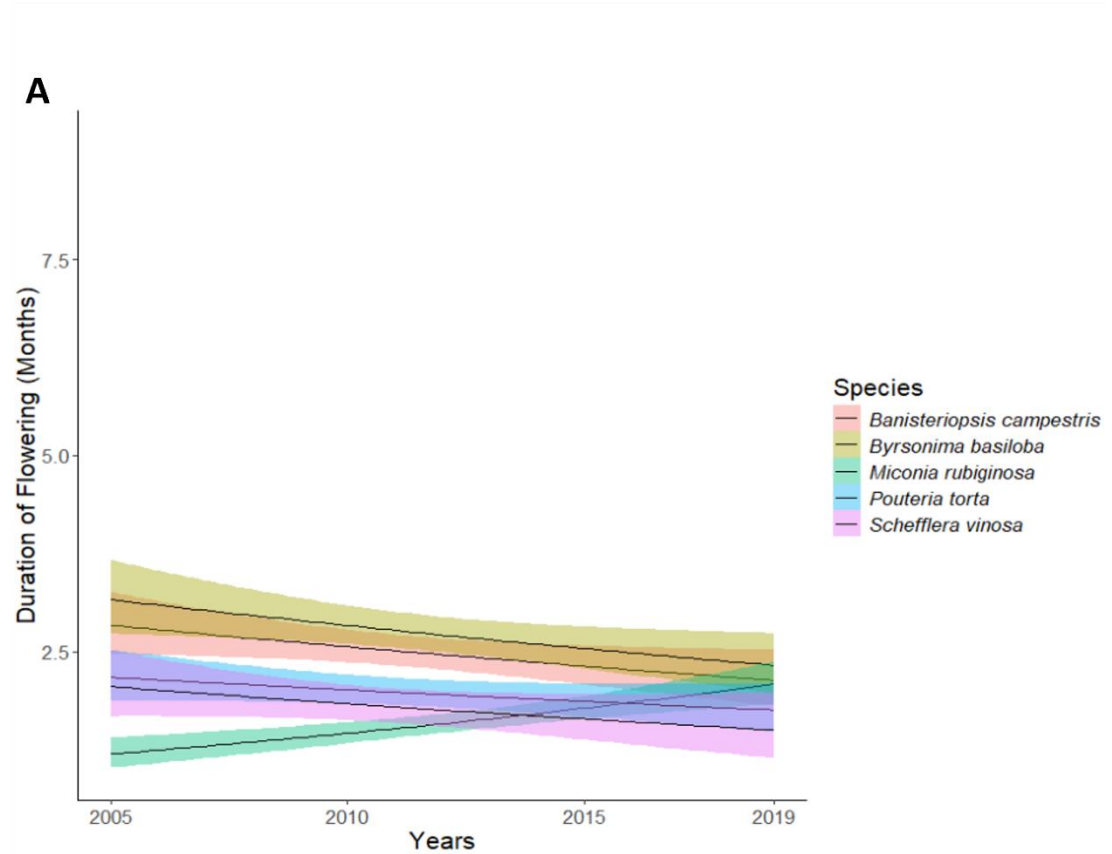


Figura 3: Tendências na duração da floração no período de 2005 a 2019, (A) para onze espécies e (B) para quatro espécies, em área de cerrado *sensu stricto* no sudeste do Brasil.

4.9. Polinização das espécies nativas e dos cultivos agrícolas próximos à área de cerrado *sensu stricto*

Elencamos 28 principais cultivos agrícolas encontrados em Itirapina, com base em área plantada ou destinada à colheita, no qual 17 dependem de abelhas para polinização (Tabela 3). Conforme levantamento na base CRIA foram levantadas 134 espécies de polinizadores para 17 espécies de cultivos agrícolas (Tabela S2 - Material Suplementar). Os visitantes florais de 51 espécies nativas do Cerrado totalizaram 281. (Tabela S3 – Material Suplementar). Observamos que 59% dos cultivos dependem em algum nível de abelhas que interagem diretamente com as espécies presentes no fragmento de cerrado (Figura 4). As espécies de abelhas *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula* foram as que mais tiveram interação em comum com espécies nativas e de cultivos (Figura 4). *Apis mellifera* é polinizadora de 16 espécies dos cultivos e visitante floral de 39 espécies nativas. *Trigona spinipes* é polinizadora de 10 espécies cultivadas e visitante floral de 32 espécies nativas. *Tetragonisca angustula* é polinizadora de três cultivares e visitante floral de 16 nativas. O maracujá é a única espécie que não é polinizada por *Apis mellifera*, no qual as abelhas de grande porte, dos gêneros *Bombus*, *Xylocopa*, *Epicharis*, *Oxaeae*, *Centris* e *Eulaema* são as responsáveis pela polinização deste cultivo (Figura 4).

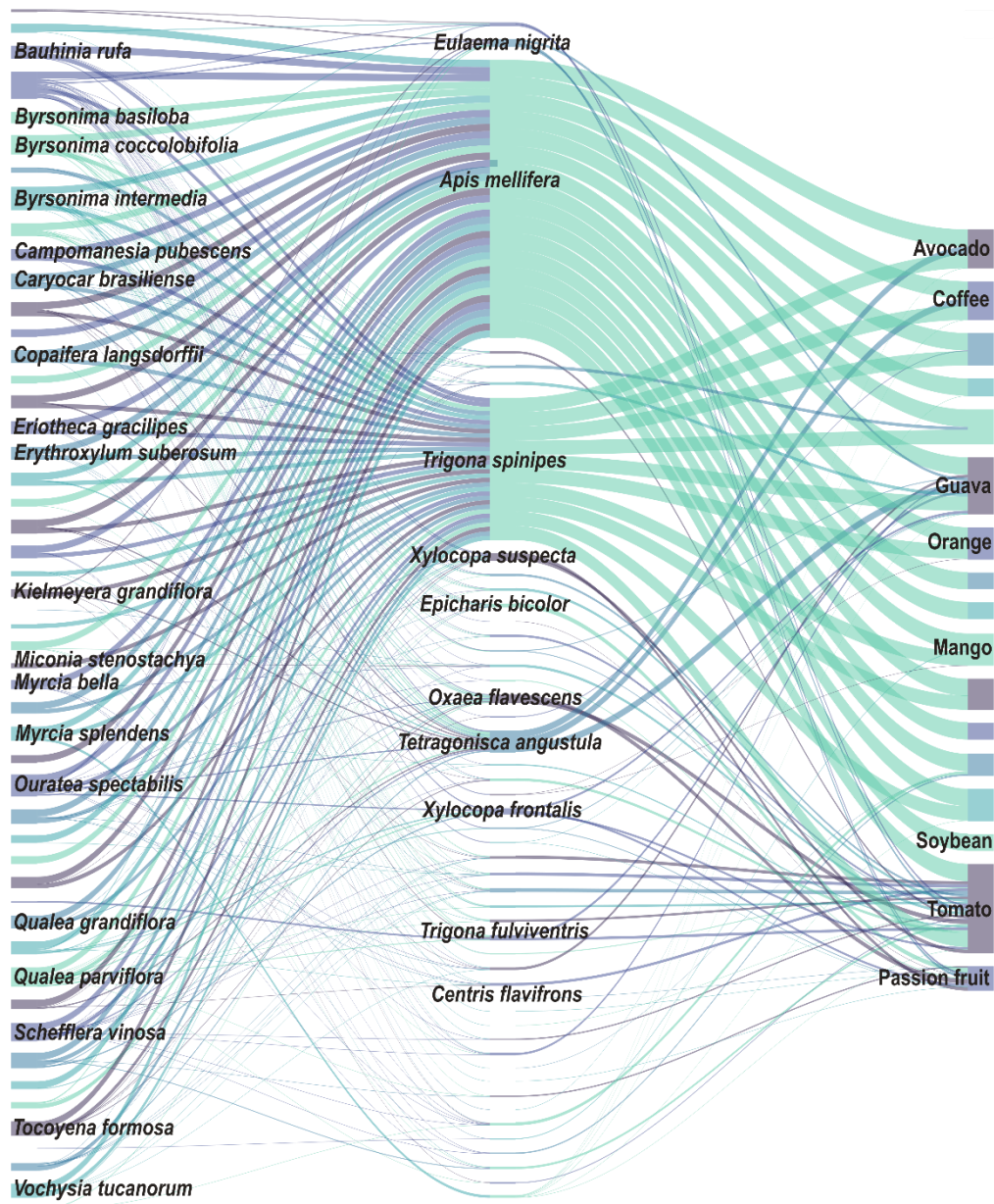


Figura 4: Rede tripartida demonstrando o compartilhamento de polinizadores entre espécies nativas do Cerrado (lado esquerdo), abelhas polinizadoras (centro) e cultivos agrícolas (lado direito) localizados próximos a região do município de Itirapina, São Paulo. Linhas mais grossas representam maior números de interações entre abelhas e plantas. Linhas mais finas representam menor números de interações.

5. DISCUSSÃO

Considerando a importância dos SE para sobrevivência e bem-estar humano e de outras espécies, nosso levantamento dos serviços ecossistêmicos do fragmento de Cerrado estudado (Itirapina, São Paulo) encontrou, como usual, que a maioria dos usos das plantas descrito na literatura são medicinais, com atividade biológica e uso terapêutico. Porém, foram levantados também serviços culturais e de regulação. A nível cultural, atrelado a regulação, o paisagismo foi um dos usos mais citados. O conhecimento tradicional e etnobotânico de comunidades tradicionais foram a base para diversos estudos na descoberta de alternativas para cura de doenças e manejo de vegetações naturais, destacando os benefícios relacionados à regulação. Destacamos que os SE são dependentes do tempo e seus recursos são disponibilizados de acordo com as interações bióticas e abióticas (Morellato et al. 2016). Por exemplo, através do serviço de polinização relacionado com a fenologia vegetal reprodutiva, constatamos que a disponibilidade de recursos florais de cinco espécies do Cerrado das 31 analisadas apresentou mudanças, no qual quatro diminuíram sua duração e apenas a *Miconia rubiginosa*, da família Melastomataceae, aumentou a duração da floração. Ou seja, 21 ou 2,5% dos SE foram relacionados à diminuição da duração da floração. A diminuição da floração foi relacionada principalmente com o aumento da temperatura, no qual, apenas a espécie *Pouteria torta*, apresentou relação com a diminuição da precipitação. Ademais, alterações na frutificação foram detectadas para 20 espécies vegetais, no qual as cinco espécies que apresentaram mudanças na sua floração, também diminuíram a duração da frutificação. O uso dos frutos dessas espécies representa 70 benefícios para os seres humanos ou 7,9% do total dos SE levantados. Detectamos que o aumento da temperatura foi relacionado à diminuição da frutificação para a maioria das espécies vegetais. Além disso, a fim de englobar a dependência dos cultivos agrícolas ao fragmento de Cerrado, encontramos que 59% das espécies dos cultivos dependem em algum nível de abelhas que são visitantes florais de 51 das espécies arbóreas presentes no fragmento de Cerrado. Por fim, analisando a vulnerabilidade, a maioria das espécies foram consideradas pouco ameaçadas, porém ainda falta informações sobre o nível de vulnerabilidade de espécies do Cerrado, visto que 26% não possuem estas informações disponíveis.

5.1. Respostas dos serviços ecossistêmicos frente às alterações fenológicas

5.1.1. Ameaças de perdas de SE

A partir deste estudo, demonstramos que as alterações fenológicas na floração e frutificação, além de impactarem o funcionamento das comunidades ecológicas, também impactam a qualidade de vida e sobrevivência dos seres humanos. Destacamos que as cinco espécies que

apresentaram alteração na duração da floração, também diminuíram a frutificação. Por exemplo, a espécie *Pouteria torta*, é polinizada por borboletas, além de suas flores e outras partes da planta possuírem propriedades anti-hipertensivas, reduzindo a pressão arterial (Gama et al., 2011; Trindade et al., 2022). Ademais, seus frutos são comestíveis, sendo fonte de alimento para diversos animais e para seres humanos (GOT & GOT, 2006). Seus frutos também são utilizados em usos medicinais, com propriedades antidiabéticas e antimelanogênese (Souza et al. 2012; Sales et al. 2017). As suas sementes apresentam propriedades inseticidas, antifúngicas, e são bioindicadoras de glifosato (Boleti et al., 2007; Rezende-Silva et al., 2022). *Pouteria torta* foi também classificada como potencial para restauração de ambientes degradados, contribuindo para a regulação de áreas verdes e para uso paisagístico. Desta maneira, *P. torta* é uma espécie que oferece benefícios sazonais aos seres humanos ao longo do ano, considerando que sua floração ocorre de outubro a dezembro e sua frutificação de dezembro a janeiro.

A espécie *Xylopia aromatica* é outro exemplo que oferece os recursos sazonais para os seres humanos. Por exemplo, na época de frutificação que ocorre de dezembro a abril, seus frutos oferecem benefícios relacionados ao uso medicinal, como tratamento para indigestão, inflamação de garganta, constipação e antifebril, uso alimentício, considerado um alimento funcional, e uso para equilíbrio ambiental, visto que possuem ação como herbicida natural (Got & Got, 2006; Camargo et al., 2011; Souza et al., 2016; Oliveira et al., 2018; Peres et al., 2020; Guimarães et al., 2022). De forma geral, as espécies que diminuíram sua floração e frutificação, são um meio de conexão entre as pessoas e as plantas, pois seus usos estão alinhados ao conhecimento tradicional, à geração de renda, à regulação ambiental e estímulo para observação da natureza, provendo bem-estar físico e mental (Beaubien & Hamann, 2011, Kissling et al. 2018, Fraisl et al. 2020).

Os serviços culturais também poderão ser impactados com as alterações detectadas neste estudo. O uso de espécies para rituais, estéticos e medicinais são conhecimentos etnobotânicos que precisam ser preservados e repassados para outras gerações para manutenção da herança cultural do Brasil (Fernandes et al., 2016, Roy et al., 2018, Kosanica & Petzoldb, 2020). Essas comunidades utilizam práticas agrícolas e de sobrevivência que são melhores adaptadas às mudanças locais do clima, pois conservam e restauram recursos e áreas naturais, com práticas de manejo sustentável (IPBES, 2019). Em síntese, um ponto crucial a ser destacado é que a compreensão dos SE culturais pela sociedade, afeta positivamente as estratégias de conservação

da biodiversidade, gestão ambiental sustentável e bem-estar humano (Pascual et al., 2017, Kosanica & Petzold, 2020; Agostini et al., 2022).

Considerando os SE de regulação, esta alteração na duração da floração pode influenciar a formação de frutos e sementes, diminuindo a quantidade de espécies do Cerrado indicadas para restaurar áreas degradadas. Por exemplo, dentre as 14 espécies que foram indicadas para restauração de áreas degradadas, as espécies *Amaioua guianensis*, *Byrsonima basiloba*, *Miconia albicans* e *Pouteria torta* diminuíram a duração da floração e ou frutificação. Ademais, estas espécies possuem o modo de dispersão por animais, ou seja, além de disponibilizar recursos para os polinizadores, também oferecem recursos para animais dispersores (Borgiani et al. 2022). São indicadas para restauração pois estabelecem interações em áreas degradadas (Garcia et al. 2014; Schellhorn et al. 2015). A restauração e fenologia, se combinadas podem melhorar o desempenho de regeneração nas tomadas de decisões em projetos de restauração (Garcia et al. 2014; Schellhorn et al. 2015; Buisson et al, 2017).

5.2. Ameaças à polinização de espécies nativas e cultivos agrícolas próximos à área de cerrado *sensu stricto*

Para contribuir com o uso sustentável dos recursos naturais e para manutenção da qualidade de vida a longo prazo, a interdependência entre agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos deve ser respeitada (Agostini et al., 2022; Prado et al. 2024). A ocorrência de polinizadores está decaindo no mundo desde 2007, e estudos indicam esta diminuição terá impactos na produção agrícola, principalmente em municípios do sudeste brasileiro, englobando a área de estudo (Giannini et al. 2017). Os efeitos indiretos do clima, como diminuição da precipitação, diminuição da temperatura e a alteração da distribuição temporal dos recursos florais, além do intenso uso de agrotóxicos e herbicidas, impactam a abundância de abelhas e as respostas são espécie-específica, como exemplificado neste estudo (Ogilvie et al., 2017, Inouye, 2022; Timberlake et al., 2019, Martins et al. *In prep.*). Apesar disso, a demanda do SE de polinização cresce juntamente com a demanda da produção agrícola a cada ano (Giannini et al. 2012; Agostini et al., 2022; Bergamo et al. 2025). Além das espécies citadas acima, espécies como *Bahunia rufa*, *Byrsonima basiloba* e *Eriotheca gracilipes*, estão diminuindo a duração da floração em relação ao aumento da temperatura (Martins et al. *In prep.*). Estas espécies possuem 16 visitantes florais que são polinizadores em comum de todos

os cultivos das áreas próximas do fragmento de cerrado em Itirapina Com a alteração do padrão fenológico destas espécies e a dependência das abelhas para os cultivos apresentarem alta produtividade, , efeitos em cascata podem ocorrer, como desencontros no tempo e espaço entre flores abertas e abelhas, causando impacto negativo na comunidade de abelhas, e decaindo a produção agrícola e econômica, e a qualidade de vida da população (Morellato et al. 2016).

O Brasil é responsável por 60% da produção mundial de maracujá, e este é totalmente dependente de polinização por abelhas grandes, como espécies do gênero *Xylocopa*, *Epicharis*, *Centris* e *Oxaea* (Yamamoto et al. 2012). As abelhas *Epicharis bicolor*, *Oxaea flavenscens* e *Xylocopa suspecta* são algumas das abelhas grandes polinizadoras do maracujá e são as visitantes florais de *Bahunia rufa*, *Byrsonima basiloba*, *Byrsonima cocolobifolia* e *Myrcia splendens*, espécies nativas que diminuíram sua duração da floração.

Os cultivos de soja, café e laranja presentes próximos ao fragmento de Cerrado, são considerados de grande importância agrícola nacional, com valores anuais de produção que representam quase 80% do valor anual total arrecadado (Prado et al. 2024). No cultivo de café (*C. arabica*), por exemplo, o rendimento aumenta 16,5% com a presença de abelhas próximas ao cultivo (Hipólito et al. 2018). As abelhas *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula*, *Trigona spinipes* e *Xylocopa* spp. são consideradas as polinizadoras do café e estas são visitantes florais de 46 espécies nativas do Cerrado. Considerando que o raio de forrageamento da fêmea ao redor do ninho é previsto pelo tamanho do corpo, espécies de menor tamanho, como *Tetragonisca angustula* e *Trigona spinipes* voam curtas distâncias e poderão ter menos acesso a plantações de café, se estas estiverem a longas distâncias de vegetações naturais, afetando negativamente a produtividade (Winfrey, 2013). O cultivo de soja (*Glycine max*), que apesar de ser considerada autocompatível, possui produção entre 20% a 40% a mais por hectare quando visitadas por abelhas, principalmente quando estão localizados próximos às áreas de vegetação nativa (Giannini et al. 2015, Gazzoni, 2024). Abelhas como *Apis mellifera* polinizadora do café e da soja, podem atrapalhar o cultivo de espécies especialistas, como o maracujá, pois são consideradas pilhadoras (Giannini et al. 2015). Desta forma, mudanças na duração da floração podem interferir nos recursos florais que a área de Cerrado oferece às abelhas que são consideradas importantes polinizadoras para produtividade agrícola. Por fim, entender a necessidade de cada cultura e manter áreas verdes próximas de cultivos agrícolas é importante para manter a diversidade de polinizadores, e as estratégias reprodutivas de cada planta e seus recursos florais, frente à possíveis alterações fenológicas ao longo do tempo e ao clima (Bergamo et al. 2023). Portanto, é essencial reconhecer quais espécies estão se alterando com

monitoramentos fenológicos vegetais a longo prazo, quais são as espécies de abelhas que fornecem os SE, e preservar seu habitat para também manter os serviços que são demandados pela sociedade e pelos formuladores de políticas públicas (Prado et al. 2024). A fenologia pode ajudar a detectar quando e em quais condições um recurso alimentar específico está disponível, para indicar a presença de determinada espécie de abelha e identificar possíveis necessidades de restauração de habitat para as espécies especialistas e generalistas, sem prejudicar a produção agrícola (Ramos et al. 2020).

6. Conclusão

Os serviços ecossistêmicos do Cerrado de Itirapina, São Paulo, foram em sua maioria materiais, com foco no uso medicinal. Apesar disso, outros serviços de regulação, como polinização e restauração, e culturais ocorrem nas espécies vegetais estudadas. Este estudo contribui no monitoramento da distribuição sazonal dos recursos florais através da fenologia vegetal, contribuindo para apontar tendências de espécies presentes em vegetações naturais remanescentes, como a diminuição da duração da floração e frutificação (Bergamo et al. 2025). Demonstramos que a temporalidade está associada aos serviços ecossistêmicos e a polinização, e a fenologia é uma ferramenta que pode facilitar neste acompanhamento de como os fragmentos de vegetações naturais do Cerrado estão reagindo frente às mudanças do clima, conectando diferentes níveis tróficos. Além disso, a fenologia alinhada com os SE pode alertar e demonstrar impactos na resiliência de espécies, sustentar as necessidades da população humana para manutenção da qualidade de vida e bem-estar, e também auxiliar em tomadas de decisões por governantes (Ettinger et al 2022).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, K.; GALETTO L.; VIELI L.; MURÚA M.; CHACOFF N. P.; FRANCOY T. M. Polinização: um serviço ecossistêmico completo. in: GHILARDI-LOPES, N.; ZATTARA, E. E. **Ciência cidadã e polinizadores da América do Sul**. Editora CUBO. 2022.

AGUIAR, L. M. *et al.* Herbicide tolerance and water use efficiency in forest species used in degraded areas recovery programs Tolerancia a herbicidas y eficiencia del uso del agua en especies forestales utilizadas en programas de recuperación de zonas degradadas. **Bosque**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 493–500, 2016.

AQUINO, F. de G. *et al.* Panorama sobre os Serviços Ecossistêmicos Prestados em Zonas Ripárias do Cerrado. [s. l.], p. 1–36, 2020.

ARAUJO, F. D. A review of caryocar brasiliense (caryocaraceae)-an economically valuable species of the central brazilian cerrados. **Economic Botany**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 40–48, 1995.

ARÉVALO-PINEDO, A. *et al.* Processamento e estudo da estabilidade de pasta de pequi (Caryocar brasiliense). **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 664–668, 2010.

ASENSIO, V. *et al.* Screening of native tropical trees for phytoremediation in copper-polluted soils. **International Journal of Phytoremediation**, [s. l.], v. 20, n. 14, p. 1456–1463, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15226514.2018.1501341>.

AZEVEDO, A. I. de; MARTINS, H. T.; DRUMMOND, J. A. L. A dinâmica institucional de uso comunitário dos produtos nativos do cerrado no município de japonvar (Minas Gerais). **Sociedade e Estado**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 193–228, 2009.

BEAUBIEN, E. G.; HAMANN, A. Plant phenology networks of citizen scientists: Recommendations from two decades of experience in Canada. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, p. 833–841, 2011.

BERGAMO, P. J. *et al.* Areas Requiring Restoration Efforts are a Complementary Opportunity to Support the Demand for Pollination Services in Brazil. **Environmental Science and Technology**, [s. l.], v. 55, n. 17, p. 12043–12053, 2021.

BERNAL-JÁCOME, L. A. *et al.* Adsorption of Lead (II) from Aqueous Solution Using Adsorbents Obtained from Nanche Stone (Byrsonima Crassifolia). **J. Mex. Chem. Soc.**, [s. l.], v. 64, n. 4, p. 301–315, 2020.

BIRKHOFFER, K. *et al.* Ecosystem services-current challenges and opportunities for ecological research. **Frontiers in Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 2, n. JAN, p. 1–12, 2015. DOI: 10.3389/fevo.2014.00087.

BOLETI, A. P. D. A. *et al.* Insecticidal and antifungal activity of a protein from Pouteria torta seeds with lectin-like properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 55, n. 7, p. 2653–2658, 2007.

BORBA, L. L. *et al.* Use of adsorbent biochar from pequi (Caryocar Brasiliense) husks for the removal of commercial formulation of glyphosate from aqueous media. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s. l.], v. 62, 2019.

- BORGIANI, R. *et al.* Floristic composition, pollination and seed-dispersal systems in a target cerrado conservation area. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 22, n. 2, 2022. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2021-1318>
- BUISSON, E. *et al.* Plant phenological research enhances ecological restoration. **Restoration Ecology**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 164–171, 2017.
- CAMARGO, M. G. G. *et al.* Leafing patterns and leaf exchange strategies of a cerrado woody community. **Biotropica**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 442–454, 2018. DOI: 10.1111/btp.12552.
- CARRANZA, M. L. *et al.* Measuring forest fragmentation using multitemporal remotely sensed data: Three decades of change in the dry Chaco. **European Journal of Remote Sensing**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 793–804, 2014.
- CARVALHO, F. M. V.; DE MARCO, P.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 142, n. 7, p. 1392–1403, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.031>.
- COLLI, G. R.; VIEIRA, C. R.; DIANESE, J. C. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. **Biodiversity and Conservation**, [s. l.], v. 29, n. 5, p. 1465–1475, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01967-x>.
- COSTA, R. C. *et al.* Discovery of the rapanone and suberonone mixture as a motif for leishmanicidal and antifungal applications. **Bioorganic and Medicinal Chemistry**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 135–140, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bmc.2013.11.044>.
- DICKINSON, J. L. *et al.* The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 10, p. 291–297, 2012.
- DURIGAN, G.; RATTER, J. A. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962–2000. **Edinburgh Journal of Botany**, [s. l.], v. 63, n. 1, p. 119–130, 2006.
- ESCOBAR, D. F. E.; SILVEIRA, F. A. O.; MORELLATO, L. P. C. Timing of seed dispersal and seed dormancy in Brazilian savanna: Two solutions to face seasonality. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 121, n. 6, p. 1197–1209, 2018. DOI: 10.1093/aob/mcy006.
- ETTINGER, A. K.; CHAMBERLAIN, C. J.; WOLKOVICH, E. M. The increasing relevance of phenology to conservation. **Nature Climate Change**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 305–307, 2022.
- FERNANDES, G. W. *et al.* Cerrado: em busca de soluções sustentáveis. Rio de Janeiro: Vertente Produções Artísticas, 2016.
- FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, [s. l.], v. 68, n. 3, p. 643–653, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>.
- FOX, J.; WEISBERG, S. Functions to Accompany, An R Companion to Applied Regression, Third Edition, Sage, 2019.
- FRANÇOZO, R. D. *et al.* Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza e Conservacao**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 35–40, 2015.

FREITAS, L. *et al.* **INTENSIFICAÇÃO DA POLINIZAÇÃO COMO OPORTUNIDADE PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL NO BRASIL.** Sinbiose/CNPQ. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: www.sinbiose.cnpq.br.

FRIEDMAN, R. S. *et al.* How just and just how? A systematic review of social equity in conservation research. **Environmental Research Letters**, [s. l.], v. 13, 2018.

GAMA, L. U.; BARBOSA, A. A. A.; DE OLIVEIRA, P. E. A. M. Sistema sexual e biologia floral de *Pouteria ramiflora* e *P. torta* (Sapotaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 375–387, 2011.

GARCIA, L. C. *et al.* Flower and Fruit Availability along a Forest Restoration Gradient. **Biotropica**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 114–123, 2014.

GAZZONI, D. L. Soja e abelhas: um processo de ganha-ganha. **Embrapa Soja**, 2024.

GIANNINI, T. C. *et al.* Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 12, n. 8, p. 1–13, 2017.

GIANNINI, TEREZA C.; ACOSTA, ANDRÉ L.; GAROFALO, CARLOS A.; SARAIVA, ANTONIO M.; ALVES-DOS-SANTOS, ISABEL; IMPERATRIZ-FONSECA, VERA L.. Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. **ECOLOGICAL MODELLING**, v. 244, p. 127-131, 2012. (04/15801-0)

GOTTSBERGER G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER I. 2006. Life in the cerrado: a South American tropical seasonal ecosystem. Vol. II. Pollination and seed dispersal. Ulm, Reta.

GRIBEL, R. **Ecologia da polinização e da dispersão de *Caryocar brasiliense* Camb. (*Caryocaraceae*) na região do Distrito Federal.** 1986. 110 f. - Universidade de Brasília, [s. l.], 1986.

HILL, R.; KWAPONG, P.; NATES-PARRA, G.; BRESLOW, S. J.; BUCHORI, D.; HOWLETT, B.; LE BUHN, G.; MAUÉS, M. M.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; S. SAEED. 2016: Chapter 5: Biocultural diversity, pollinators and their socio-cultural values. In IPBES (2016): The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, et al. (eds.). **Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**, Bonn, Germany, pp. 275-359.

<http://abelhaseplantas.cria.org.br/index>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 59–62, 2010.

INOUE, D. W. Climate change and phenology. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 1–17, 2022.

IPBES (2016): Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, et al. (eds.). **Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.** 36 pages.

IPBES (2018): The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas. Rice, J., Seixas, C. S., Zaccagnini, M. E., Bedoya-Gaitán, M., and Valderrama N. (eds.).

Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 656 pages

JOLY, C. A. *et al.* Capítulo 1: Apresentando o Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. **1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**, [s. l.], p. 6–33, 2019.

KISSLING, W. D. *et al.* Towards global data products of Essential Biodiversity Variables on species traits. **Nature Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 2, n. 10, p. 1531–1540, 2018. DOI: 10.1038/s41559-018-0667-3.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 707–713, 2005.

KOFFLER, S. *et al.* A buzz for sustainability and conservation: The growing potential of citizen science studies on bees. **Sustainability** (Switzerland), [s. l.], v. 13, n. 2, p. 1–15, 2021. DOI: 10.3390/su13020959.

KOSANIC, A.; PETZOLD, J. A systematic review of cultural ecosystem services and human wellbeing. **Ecosystem services**, [s. l.], v. 45, 2020.

LEOCADIO, J. N. *et al.* Data Reliability in a Citizen Science Protocol for Monitoring Stingless Bees Flight Activity. **Insects**. [s. l.], p. 1–14, 2021.

MARTÍN-HERNÁNDEZ, C. *et al.* *Byrsonima crassifolia* L. Kunth a bio-resource with potential: Overview and opportunities. **Folia Horticulturae**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 61–75, 2023.

MARTÍNEZ-PÉREZ, A. *et al.* Useful wild plants and priorities identified in the Mixteca-Puebla, Mexico. **Acta Botanica Mexicana**, [s. l.], v. 98, n. 1, p. 73–98, 2012.

MARTINS, A. E.; CAMARGO, M. G. G.; MORELLATO, L. P. C. Flowering Phenology and the Influence of Seasonality in Flower Conspicuousness for Bees. **Frontiers in Plant Science**, [s. l.], v. 11, n. February, p. 1–11, 2021. DOI: 10.3389/fpls.2020.594538.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Business and Industry. World Resources Institute, Washington, DC.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Portaria nº 444/2014. Lista nacional oficial de espécies da fauna ameaçada de extinção. **Ministério do Meio Ambiente**. 2014.

MONTEIRO, B. L. *et al.* Pollination in the campo rupestre: A test of hypothesis for an ancient tropical mountain vegetation. **Biological Journal of the Linnean Society**, [S. l.], v. 133, n. 2, p. 512–530, 2021. DOI: 10.1093/biolinnean/blaa205.

MORANDI, D. T. *et al.* Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 115, n. March 2019, p. 106440, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106440>.

MORELLATO, L. P. C. *et al.* Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, [S. l.], v. 195, p. 60–72, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.033>.

MOTA, P. K. *et al.* Payment for Environmental Services: A critical review of schemes, concepts, and practice in Brazil. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 899, n. July, 2023.

- MURADIAN, R. *et al.* Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, [s. l.], v. 69, n. 6, p. 1202–1208, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.006>.
- MYERS, N. *et al.* Lessons from the past. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, [s. l.], v. 403, n. February, p. 853–858, 2000. Disponível em: https://sdmmp.com/upload/SDMMP_Repository/0/038n1thz2kcdwfpqs7jy6mrvq4xb59.pdf.
- OGILVIE, J. E. *et al.* Interannual bumble bee abundance is driven by indirect climate effects on floral resource phenology. **Ecology Letters**, [s. l.], v. 20, n. 12, p. 1507–1515, 2017.
- OLIVEIRA, R. L. C. de; SCUDELLER, V. V.; BARBOSA, R. I. Use and traditional knowledge of *Byrsonima crassifolia* and *B. coccolobifolia* (Malpighiaceae) in a makuxi community of the Roraima Savanna, Northern Brazil. **Acta Amazonica**, [s. l.], v. 47, n. 2, p. 133–140, 2017.
- PASCUAL, U. *et al.* Off-stage ecosystem service burdens: A blind spot for global sustainability. **Environmental Research Letters**, [s. l.], v. 12, n. 7, 2017.
- PINTO, L. C. L.; RODRIGUES, I. P. S.; DRUMOND, M. A. Population structure and fruit productivity analyses in support of the use of *Caryocar brasiliense*. **Floresta e Ambiente**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 1–11, 2019.
- PRADO, R. B. *et al.* Sumário para Tomadores de Decisão: **Sumário para Tomadores de Decisão: Relatório Temático sobre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**, [s. l.], 2024.
- RAMOS, D. L. *et al.* Ecosystem Services Provided by Insects in Brazil: What Do We Really Know?. **Neotropical Entomology**, [s. l.], v. 49, n. 6, p. 783–794, 2020.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 80, p. 223–230, 1997.
- RESENDE, F.D.M. Planejamento para conservação de serviços ecossistêmicos no Cerrado. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia & Evolução. Universidade Federal de Goiás, 2018.
- REZENDE-SILVA, S. *et al.* Morphophysiological indicators of the glyphosate action on Brazilian savanna plants: a multivariate analysis. **Acta Physiologiae Plantarum**, [s. l.], v. 44, n. 7, p. 1–16, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11738-022-03409-3>.
- REYS, P. *et al.* Structure and floristic composition of a Cerrado sensu stricto and its relevance to ecological restoration. **Hoehnea**. 449–464, 2013.
- REIS, C. R. *et al.* Climate Change Influencing the Potential Distribution of a Brazilian Savanna Indicator Species. **Floresta e Ambiente**, [s. l.], v. 26, n. 3, 2019.
- RICHARDSON, A. D. *et al.* Climate change, phenology, and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system. **Agricultural and Forest Meteorology**, [s. l.], v. 169, p. 156–173, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.09.012>.
- ROY, J., P. T. *et al.* Sustainable Development, Poverty Eradication and Reducing Inequalities. **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change**, 2018.

SALES, P. M. *et al.* *Pouteria torta* epicarp as a useful source of α -amylase inhibitor in the control of type 2 diabetes. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 109, p. 962–969, 2017.

SAWYER, D.; LAHSEN, M. Civil society and environmental change in Brazil's Cerrado. **Environment**, [s. l.], v. 58, n. 6, p. 16–23, 2016.

SCHELLHORN, N. A.; GAGIC, V.; BOMMARCO, R. Time will tell: Resource continuity bolsters ecosystem services. **Trends in Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 30, n. 9, p. 524–530, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2015.06.007>.

SILVA, R. L. *et al.* Residual Larvicidal Activity of Quinones against *Aedes aegypti*. **Molecules**, [s. l.], v. 25, p. 1–12, 2020.

Sistema da Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR). Disponível em: < https://sibbr.gov.br/_>. Acesso em 24 de agosto de 2021.

SOUZA, P. M. *et al.* Plants from Brazilian Cerrado with Potent Tyrosinase Inhibitory Activity. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 7, n. 11, p. 1–7, 2012.

SOUZA, L. F. *et al.* Plantas medicinais referenciadas por raizeiros no município de Jataí, estado de Goiás. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 451–461, 2016.

STRASSBURG, B., BROOKS, T., FELTRAN-BARBIERI, R. *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nat Ecol Evol** 1, 0099, 2017. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>

TIMBERLAKE, T. P.; VAUGHAN, I. P.; MEMMOTT, J. Phenology of farmland floral resources reveals seasonal gaps in nectar availability for bumblebees. **Journal of Applied Ecology**, [s. l.], v. 56, n. 7, p. 1585–1596, 2019.

TRINDADE, M. A. da *et al.* Medicinal plants with potential antihypertensive properties: emphasis on natural products from the Brazilian Cerrado. **Hoehnea**, [s. l.], v. 49, 2022.

VILELA, A. A. *et al.* Climate changes affecting biotic interactions, phenology, and reproductive success in a savanna community over a 10-year period. **Arthropod-Plant Interactions**, 12(2), 215–227, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11829-017-9572-y>

WINFREE, R. Global change, biodiversity, and ecosystem services: What can we learn from studies of pollination? **Basic and Applied Ecology**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 453–460, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2013.07.004>.

WOLOWSKI, M. *et al.* Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**, [s. l.], 2019.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. Ecosystems and Human Well-being: Opportunities for Business and Industry. **Millennium Ecosystem Management**, [s. l.], p. 36, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.754.aspx.pdf>.

ZOELLER, K. C.; CUMMING, G. S. Towards an integrated framework for understanding social-ecological interactions: nature's contributions to people meets cultural ecosystem services. **Ecosystems and People**, [s. l.], v. 20, n. 1, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/26395916.2024.2329576>.

TABELAS

Tabela 1: Espécies vegetais do cerrado de Itirapina, São Paulo, seus polinizadores e a presença ou ausência no monitoramento de longa duração presente na área desde 2005.

Espécie	Polinizadores	Fenologia de longa duração
<i>Amaioua guianensis</i>	mariposas esfingídeos	sim
<i>Adenocalymma axillare</i>	abelhas	não
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	abelhas	sim
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	mariposas	sim
<i>Banisteriopsis campestris</i>	abelhas	sim
<i>Bauhinia rufa</i>	morcegos	sim
<i>Bowdichia virgilioides</i>	abelhas	sim
<i>Byrsonima basiloba</i>	abelhas	sim
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	abelhas	sim

<i>Byrsonima intermedia</i>	abelhas	sim
<i>Campomanesia pubescens</i>	abelhas	sim
<i>Connarus suberosus</i>	abelhas	sim
<i>Dalbergia miscolobium</i>	abelhas	sim
<i>Diospyros hispida</i>	mariposas	sim
<i>Eriotheca gracilipes</i>	abelhas	sim
<i>Erythroxylum cuneifolium</i>	vespas	não
<i>Eugenia bimarginata</i>	abelhas	não
<i>Guapira noxia</i>	pequenos insetos	sim
<i>Machaerium acutifolium</i>	abelhas	não
<i>Miconia albicans</i>	abelhas	sim
<i>Miconia rubiginosa</i>	abelhas	sim
<i>Miconia stenostachya</i>	abelhas	sim
<i>Myrcia bella</i>	abelhas	sim
<i>Myrcia guianensis</i>	abelhas	sim
<i>Myrcia splendens</i>	abelhas	sim
<i>Ocotea pulchella</i>	Pequenos insetos	não
<i>Ouratea spectabilis</i>	abelhas	sim
<i>Pouteria ramiflora</i>	borboletas	sim
<i>Pouteria torta</i>	borboletas	sim
<i>Qualea grandiflora</i>	mariposas esfingídeos	sim
<i>Rourea induta</i>	abelhas	sim
<i>Schefflera vinosa</i>	abelhas	sim
<i>Siparuna guianensis</i>	moscas	sim
<i>Tocoyena formosa</i>	mariposas esfingídeos	sim
<i>Virola sebifera</i>	abelhas	sim
<i>Xylopia aromatica</i>	besouros	sim
<i>Duguetia furfuracea</i>	besouros	não
<i>Jacaranda caroba</i>	abelhas	não
<i>Tabebuia aurea</i>	abelhas	não
<i>Copaifera langsdorffii</i>	abelhas	não
<i>Senna rugosa</i>	abelhas	não
<i>Caryocar brasiliense</i>	morcegos	não
<i>Davilla elliptica</i>	abelhas	não
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	vespas	não

<i>Casearia sylvestris</i>	moscas	não
<i>Strychnos pseudoquina</i>	mariposas	não
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	abelhas	não
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	abelhas	não
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	pequenos insetos	não
<i>Styrax ferrugineus</i>	abelhas	sim
<i>Eugenia punicifolia</i>	abelhas	não
<i>Palicourea rigida</i>	beija-flor	não
<i>Vochysia cinnamomea</i>	abelhas	não
<i>Aegiphila verticillata</i>	abelhas	não
<i>Banisteriopsis stellaris</i>	abelhas	não
<i>Vochysia tucanorum</i>	abelhas	não
<i>Byrsonima crassifolia</i>	abelhas	não
<i>Dimorphandra mollis</i>	abelhas	não
<i>Erythroxylum suberosum</i>	vespas	não
<i>Eugenia pyriformis</i>	abelhas	não
<i>Ficus citrifolia</i>	vespas	não
<i>Fridericia platyphylla</i>	abelhas	não
<i>Cordia sessilis</i>	pequenos insetos	não
<i>Guapira opposita</i>	pequenos insetos	não
<i>Handroanthus ochraceus</i>	abelhas	não
<i>Kielmeyera grandiflora</i>	abelhas	não
<i>Leandra solenifera</i>	abelhas	não
<i>Leptolobium dasycarpum</i>	abelhas	não
<i>Lippia balansae</i>	abelhas	não
<i>Miconia ligustroides</i>	abelhas	não
<i>Myrsine guianensis</i>	abelhas	não
<i>Myrsine umbellata</i>	pequenos insetos	não
<i>Ocotea corymbosa</i>	pequenos insetos	não
<i>Peritassa campestris</i>	abelhas	não
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	borboletas	não
<i>Protium heptaphyllum</i>	pequenos insetos	não
<i>Protium heptaphyllum</i>	pequenos insetos	não
<i>Psidium grandifolium</i>	abelhas	não

<i>Qualea dichotoma</i>	abelhas	não
<i>Syagrus flexuosa</i>	abelhas	não
<i>Qualea multiflora</i>	abelhas	não
<i>Qualea parviflora</i>	abelhas	não

Tabela 2: Espécies nativas do cerrado, a tendência da mudança na duração da floração, se esta mudança possui relação com o clima, quais são os serviços ecossistêmicos oferecidos e o nível de vulnerabilidade de cada espécie, de acordo com IUCN e CNCFlora. Legenda: NT - quase ameaçada, LC - pouco ameaçada e DD - data deficiente.

Espécie	Tendência da duração da floração ao longo do tempo	Relação com clima	SE oferecidos	Vulnerabilidade
<i>Amaioua guianensis</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Banisteriopsis campestris</i>	aumentou	sim / temperatura	material, regulação e cultural	DD
<i>Bauhinia rufa</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Bowdichia virgilioides</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	NT
<i>Byrsonima basiloba</i>	diminuiu	sim / temperatura / precipitação	material, regulação	LC
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Byrsonima intermedia</i>	sem alteração	não	material, regulação	DD
<i>Campomanesia pubescens</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Connarus suberosus</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Dalbergia miscolobium</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Diospyros hispida</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC

<i>Eriotheca gracilipes</i>	sem alteração	não	material, regulação	DD
<i>Guapira noxia</i>	sem alteração	não	cultural, regulação	LC
<i>Miconia albicans</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Miconia rubiginosa</i>	aumentou	sim / temperatura / precipitação	material, regulação e cultural	LC
<i>Miconia stenostachya</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Myrcia bella</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Myrcia guianensis</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Myrcia splendens</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Ouratea spectabilis</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Pouteria ramiflora</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Pouteria torta</i>	sem alteração	sim / precipitação	material, regulação e cultural	LC
<i>Qualea grandiflora</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Rourea induta</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Schefflera vinosa</i>	sem alteração	sim / temperatura	material, regulação	LC
<i>Siparuna guianensis</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Tocoyena formosa</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	DD
<i>Virola sebifera</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	DD
<i>Xylopia aromatica</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC

Tabela 3: Espécies nativas do cerrado, a tendência da mudança na duração da frutificação, se esta mudança possui relação com o clima, quais são os serviços ecossistêmicos oferecidos e o nível de vulnerabilidade de cada espécie, de acordo com IUCN e CNCFlora. Legenda: NT - quase ameaçada, LC - pouco ameaçada e DD - data deficiente.

Espécie	Tendência da duração da	Relação com clima	SE oferecidos	Vulnerabilidade
---------	----------------------------	----------------------	---------------	-----------------

	frutificação ao longo do tempo			
<i>Amaioua guianensis</i>	sem alteração	sim / temperatura	material, regulação e cultural	LC
<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	sem alteração	sim / precipitação / temperatura	material, regulação	LC
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Banisteriopsis campestris</i>	diminuiu	sim / precipitação / temperatura	material, regulação e cultural	DD
<i>Bauhinia rufa</i>	diminuiu	sim / temperatura	material, regulação e cultural	LC
<i>Bowdichia virgilioides</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	NT
<i>Byrsonima basiloba</i>	diminuiu	sim / temperatura / precipitação	material, regulação	LC
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Byrsonima intermedia</i>	sem alteração	sim / temperatura	material, regulação	DD
<i>Campomanesia pubescens</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Connarus suberosus</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Dalbergia miscolobium</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Diospyros hispida</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Eriotheca gracilipes</i>	sem alteração	não	material, regulação	DD
<i>Guapira noxia</i>	sem alteração	não	cultural, regulação	LC
<i>Miconia albicans</i>	diminuiu	sim / temperatura	material, regulação	LC
<i>Miconia rubiginosa</i>	aumentou	sim / temperatura / precipitação	material, regulação e cultural	LC
<i>Miconia stenostachya</i>	diminuiu	não	material, regulação	LC
<i>Myrcia bella</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Myrcia guianensis</i>	sem alteração	sim / temperatura	material, regulação	LC

<i>Myrcia splendens</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Ouratea spectabilis</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Pouteria ramiflora</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Pouteria torta</i>	diminuiu	sim / precipitação / temperatura	material, regulação e cultural	LC
<i>Qualea grandiflora</i>	sem alteração	não	material, regulação	LC
<i>Rourea induta</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Schefflera vinosa</i>	diminuiu	sim / precipitação	material, regulação	LC
<i>Siparuna guianensis</i>	sem alteração	não	material, regulação e cultural	LC
<i>Tocoyena formosa</i>	diminuiu	sim / temperatura	material, regulação e cultural	DD
<i>Virola sebifera</i>	diminuiu	sim / precipitação / temperatura	material, regulação e cultural	DD
<i>Xylopia aromatica</i>	diminuiu	sim / precipitação / temperatura	material, regulação e cultural	LC

Tabela 4: Descrição dos principais cultivos agrícolas, sua dependência de polinização por animais e a localidade de cada cultivo nos municípios que fazem divisa com Itirapina, São Paulo.

Cultivo	Dependência de polinização	Município
Abacate	sim	Analândia, Brotas, Corumbataí, Itirapina, São Carlos
abacaxi	não	Ipeúna
alho	não	Corumbataí
amendoim	não	Analândia, Brotas, São Carlos
arroz	não	Corumbataí
banana	não	Analândia, Brotas, Ipeúna, São Pedro
batata-inglesa	não	Corumbataí
café	sim	Analândia, Brotas, Corumbataí, Itirapina, São Carlos, São Pedro
cana-de-açúcar	não	Analândia, Brotas, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, São Carlos, São Pedro
coco-da-baía	sim	Brotas

feijão	sim	Brotas, Corumbataí, Itirapina
girassol	sim	Corumbataí
goiaba	sim	Brotas, São Carlos
laranja	sim	Analândia, Brotas, Corumbataí, Itirapina, São Carlos, São Pedro
limão	sim	Brotas, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, São Carlos
mandioca	sim	Brotas, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, São Carlos, São Pedro
manga	sim	Analândia, Ipeúna
maracujá	sim	Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, São Carlos
melancia	sim	Corumbataí, São Pedro
milho	não	Analândia, Brotas, Charqueada, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, São Carlos, São Pedro
palmito	sim	Corumbataí
pessego	sim	Brotas
soja	sim	Analândia, Brotas, Corumbataí, Itirapina, São Carlos, São Pedro
sorgo	não	Brotas, Corumbataí
tangerina	sim	Brotas, São Carlos, São Pedro
tomate	sim	Itirapina, São Carlos
uva	não	São Pedro
trigo	não	Corumbataí

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela 1: Serviços ecossistêmicos de área de cerrado sensu stricto, Itirapina, São Paulo. Legendas: ID – número identificando a espécie. Tipo de SE: Tipo de serviço ecossistêmico. DD: data deficiente. LC – Pouco vulnerável. NT – Quase ameaçado.

ID	Família	Espécie	Usos	Uso específico	Tipo de SE	Nível de vulnerabilidade
1	Bignoniaceae	<i>Adenocalymma axillare</i>	medicinal	Leishmanicida para <i>Leishmania amazonensis</i>	material	DD
2	Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	polinização	polinização por mariposas esfingídeos	regulação	LC

2	Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	industrial	carpintaria	material	LC
2	Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	industrial	construção civil	material	LC
2	Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	restauração	reflorestamento	regulação	LC
2	Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	paisagismo	paisagismo	cultural	LC
2	Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	combustível	carvão vegetal	material	LC
3	Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	medicinal	adstringente	material	LC
3	Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	medicinal	Cicatrização de feridas	material	LC
3	Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-hemorragica	material	LC
3	Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	medicinal	narcotico (perda de sensibilidade / sentidos)	material	LC
3	Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	medicinal	tintura	material	LC
3	Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	medicinal	bronquite	material	LC
3	Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> var. <i>falcata</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal / uso terapêutico	antimalárico	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal / uso terapêutico	antimalárico	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal	tratamento de doenças cardiovasculares	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	agroindústria	antiviral para gripe aviária - metapneumovírus aviário (aMPV)	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal	hipercolesterolemia	material	LC

4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal	propriedade anorexígena	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	artesanato	artesanato regional	cultural	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	alimentação	melífera	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal / uso terapêutico	antileishmanial	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal / uso terapêutico	antileishmanial	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	industrial	produção de cortiça	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	industrial	móveis / acabamentos internos / pequenos objetos de madeira	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	industrial	carpintaria	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal / uso terapêutico	anticarcinogênico	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal	febre	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	medicinal	reumatismo	material	LC
4	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	polinização	polinização por mariposas	regulação	LC
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material / cultural	DD
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	DD

5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	DD
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal	hemorragias ovarianas	material / cultural	DD
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal	nefrites	material / cultural	DD
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal	diurético	material / cultural	DD
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal	doenças renais	material / cultural	DD
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal	doenças renais	material / cultural	DD
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal	blenorria	material / cultural	DD
5	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano e antibacteriano	material	DD
6	Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	medicinal	hiperlipidemias, diurético - etnobotanico	material	LC
6	Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	polinização	polinização por morcegos	regulação	LC
6	Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	medicinal	obesidade	material / cultural	LC
6	Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	medicinal	adstringente	material / cultural	LC
6	Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	medicinal	Tratamento contra obesidade	material	LC
6	Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	herbicida natural	acaricida	material	LC
6	Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico para <i>Candida sp</i>	material	LC
6	Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	LC
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	NT

7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	paisagismo	ornamental	regulação / cultural	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	alimentação	melífera	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	paisagismo	paisagismo	cultural	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	restauração	arborização urbana	regulação	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	agroindústria	indução de amadurecimento de bananas "Pacovan"	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	industrial	móveis / acabamentos internos / pequenos objetos de madeira	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal	adstringente	material / cultural	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	equilíbrio ambiental	bioindicadora de glifosato	regulação	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal	potente inibidor proliferativo de células de leucemia linfoblastóide T	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	antifebril	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal	depurativo	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	antirreumático	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	antissifilítico	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	NT

7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	NT
7	Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i>	medicinal	contra dano muscular	material	NT
8	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	industrial	carpintaria	material	LC
8	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
8	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	restauração	recomposição de áreas degradadas de preservação permanente	regulação	LC
8	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	medicinal / uso terapêutico	antimutagênico	material	LC
8	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	LC
8	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	restauração	arborização urbana	regulação	LC
8	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
8	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	equilíbrio ambiental	bioindicador de ar contra potassium fluoride	regulação	LC
8	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i>	medicinal	proteção da mucosa gastrointestinal contra H-pilori	material	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	alimentação / etnobotânico	sucos	material / cultural	LC

9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	medicinal	cortes na pele	material / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	medicinal	dor de garganta	material / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	medicinal	inflamação uterina	material / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	medicinal	doenças renais	material / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	alimentação / etnobotânico	comestível	material / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	combustível / etnobotânico	madeira para lenha	material / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	combustível / etnobotânico	carvão vegetal	material / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	medicinal	tintura	cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	alimentação	melífera	material	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	paisagismo	ornamental	regulação / cultural	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	restauração	recuperação de áreas degradadas	regulação	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	Antituberculoso	material	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
9	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	DD

10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	medicinal	tônico para o peito	material	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-hemorrágica	material	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	medicinal	proteção gastrointestinal contra h.pilore	material	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	medicinal / uso terapêutico	antimutagênico	material	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	herbicida natural	herbicida natural	regulação	DD
10	Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	industrial	antioxidante de alimentos	material	DD
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal / uso terapêutico	antirreumático	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal	adstringente	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC

11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	alimentação	bebida fermentada	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal	obesidade	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal	disordens metabólicas	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal	propriedade anorexígena	material	LC
11	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	medicinal	afecções do aparelho urinário	material / cultural	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	industrial	carpintaria	material	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	industrial	carpintaria	material	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	equilíbrio ambiental	árvore forrageira	regulação	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	artesanato	artesanato regional	cultural	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	medicinal / uso terapêutico	antileishmanial	material	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	medicinal	potencial farmacológico - compostos inéditos no genero	material	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico	material	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	medicinal / uso terapêutico	antileishmanial	material	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material	LC
12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC

12	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	medicinal	problemas de coração	material	LC
13	Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
13	Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i>	industrial	móveis / acabamentos internos / pequenos objetos de madeira	material	LC
13	Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i>	restauração	arborização urbana	regulação	LC
13	Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i>	industrial	produção de corante preto	material	LC
14	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	polinização	polinização por mariposas	regulação	LC
14	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	medicinal / uso terapêutico	antimalárico	material	LC
14	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	medicinal	lepra	material	LC
14	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	medicinal	erupções na pele	material	LC
14	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	medicinal	infecção ocular	material	LC
14	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	medicinal	febre	material	LC
14	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	medicinal / uso terapêutico	antiprotozoário	material	LC
14	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i>	tratamento espiritual	mau olhado	cultural	LC
15	Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
15	Malvaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i>	industrial	carpintaria	material	DD
16	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cuneifolium</i>	polinização	polinização por vespas	regulação	LC
17	Myrtaceae	<i>Eugenia bimarginata</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
17	Myrtaceae	<i>Eugenia bimarginata</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
17	Myrtaceae	<i>Eugenia bimarginata</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico	material	LC

18	Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i>	paisagismo	paisagismo	cultural	LC
18	Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i>	polinização	polinização por pequenos insetos	regulação	LC
18	Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i>	restauração	recuperação de áreas degradadas	regulação	LC
19	Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i>	medicinal	sudorífica	material	LC
19	Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i>	industrial	carpintaria	material	LC
19	Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i>	paisagismo	ornamental	regulação / cultural	LC
19	Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i>	medicinal	diurético	material	LC
19	Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i>	medicinal	tintura	material	LC
19	Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal	efeito laxante	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal	efeito analgésico	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório para osteoartrite do joelho	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal	artrite	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	restauração	restauração ecológica	regulação	LC

20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal	dor nas costas e articulações	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	medicinal	infecção urinária	material	LC
20	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
21	Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
21	Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i>	medicinal	afeções da garganta	material / cultural	LC
21	Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i>	medicinal	efeito analgésico	material	LC
21	Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
21	Melastomataceae	<i>Miconia rubiginosa</i>	medicinal / uso terapêutico	antimutagênico	material	LC
22	Melastomataceae	<i>Miconia stenostachya</i>	medicinal	atividade tripanocida	material	LC
22	Melastomataceae	<i>Miconia stenostachya</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
22	Melastomataceae	<i>Miconia stenostachya</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
22	Melastomataceae	<i>Miconia stenostachya</i>	medicinal / uso terapêutico	antimutagênico	material	LC
23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	medicinal	efeito citotóxico - osteossarcoma	material	LC
23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	LC

23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico para <i>Candida sp</i>	material	LC
23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	medicinal / uso terapêutico	antimutagênico para distúrbios gastrointestinais	material	LC
23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	medicinal	altas concentrações de citotoxicidade induzida por MB e morte celular por necrose	material	LC
23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	medicinal / uso terapêutico	antiproliferativa de células tumorais	material	LC
23	Myrtaceae	<i>Myrcia bella</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano_pasta de dente	material	LC
24	Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antiproliferativa_invit ro	material	LC
24	Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	LC
24	Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
24	Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antibiofilmes microbianos	material	LC
24	Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-hemorragica contra veneno de jararaca	material	LC
25	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
25	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico	material	LC
25	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC

25	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	medicinal	citotóxica_melanoma e cólon	material	LC
25	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	restauração	restauração ecológica	regulação	LC
25	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	medicinal	efeito citotóxico	material	LC
25	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	LC
25	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
25	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	herbicida natural	fitotóxica	regulação	LC
26	Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	herbicida natural	controle biológico de moluscos	regulação	LC
26	Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	medicinal	digestivo	material	LC
26	Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	medicinal	aumenta/provoca fluxo menstrual	material	LC
26	Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	medicinal	fortalece o útero	material	LC
26	Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	restauração	restauração ecológica	regulação	LC
27	Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i>	industrial	carpintaria	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	alimentação	comestível	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	polinização	polinização por borboletas	regulação	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico para <i>Candida sp</i>	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal	efeito neuroprotetico	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal	desintéria	material	LC

28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal	obesidade	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal	agente quimiopreventivo	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	herbicida natural	potencial fungistático sobre Lasiodiplodia theobromae para cultivos orgânicos e sistemas de manejo integrado	regulação	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal	propriedade anorexígena	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	LC
28	Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i>	industrial	carpintaria	material	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	alimentação	comestível	material	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	polinização	polinização por borboletas	regulação	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	medicinal / uso terapêutico	anticarcinogênico bucal	material	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	medicinal / uso terapêutico	anticarcinogênico de mamas	material	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	herbicida natural	inseticida e antifúngica de Fusarium oxysporum, Colletotrichum musa e Saccharomyces cerevisiae	regulação	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	equilíbrio ambiental	bioindicadora de glifosato	regulação	LC

29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	medicinal / uso terapêutico	antimelanogênese	material	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	equilíbrio ambiental	bioindicadora de glifosato	regulação	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	estético	clareamento da pele	cultural	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico para <i>Candida sp</i>	material	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	paisagismo	paisagismo	cultural	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	restauração	recuperação de áreas degradadas	regulação	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	industrial	carpintaria	material	LC
29	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	medicinal / uso terapêutico	propriedades anti- hipertensivas_ redução da pressão arterial	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	industrial	tintura / corante amarelo	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	polinização	polinização por mariposas esfingídeos	regulação	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	industrial	tintura / corante amarelo	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	alimentação	melífera	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	equilíbrio ambiental	acumuladora de Alumínio	regulação	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	restauração	arborização urbana	regulação	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal	adstringente	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal	Cicatrização de feridas	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	anticonvulsivante	material	LC

30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal	efeito analgésico	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antidepressivo	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal	proteção da mucosa gastrointestinal contra H-pilori	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antiplasmodium	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano em biofilme de microcosmo	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano para <i>E. coli</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>S. aureus</i>	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano contra <i>Staphylococcus epidermidis</i>	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal	intestinal	material	LC
30	Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	medicinal	problemas de fígado	material	LC
31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	medicinal / uso terapêutico	antitripanocida	material	LC
31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	medicinal / uso terapêutico	antirreumático	material	LC
31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	alimentação	apícola	material	LC
31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	equilíbrio ambiental	árvore forrageira	regulação	LC
31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	artesanato	artesanato regional	cultural	LC
31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	paisagismo	ornamental	regulação / cultural	LC

31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	industrial	carpintaria	material	LC
31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	medicinal / uso terapêutico	antinociceptivo	material	LC
31	Connaraceae	<i>Rourea induta</i>	medicinal	hepatoprotetiva	material	LC
32	Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i>	industrial	tintura	material	LC
32	Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i>	industrial	carpintaria	material	LC
32	Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
32	Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i>	medicinal / uso terapêutico	antiparasitário	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	tratamento espiritual	banho de descarrego	cultural	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	polinização	polinização por moscas	regulação	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antinociceptivo	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antiviral	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal	febre	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal	dor generalizada	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antiansiolítica	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antimalárico	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	herbicida natural	armadilhas para peixes	regulação	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal	pressão alta	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal	doenças reumáticas	material	LC

33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico para <i>Aspergillus flavus</i>	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal	reduziram o crescimento dos fungos <i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i> e <i>Sclerotium</i> <i>rolfsii</i> .	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal	neuroprotetivo no tratamento de Alzheimer	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	anticariogênico para <i>Streptococcus mutans</i>	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	Antituberculoso	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antiparasitário para ovos de <i>Strongyloides</i> <i>venezuelensis</i>	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antiparasitário para <i>Toxoplasma gondii</i>	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes</i> <i>aegypti</i> , <i>Culex</i> <i>quinquefasciatus</i> (egg s, larvae, pupae, and adult)	regulação	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes</i> <i>aegypt</i>	regulação	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	agroindústri a	controle biológico de lepidopteras_pragas	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	herbicida natural	acaricida	material	LC
33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal	citotóxica	material	LC

33	Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	medicinal	problemas de pele	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório e prevenção de doenças infecciosas	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	antiúlcera	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	antiparasitário	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano - antibiótico	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal	inflamação uterina	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal	infecção urinária	material	LC
34	Fabaceae	<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	medicinal	dor generalizada	material	LC
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	medicinal	reumatismo	material	DD
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	medicinal	torção, luxação	material	DD

35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	polinização	polinização por mariposas esfingídeos	regulação	DD
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	medicinal	fratura	material	DD
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	DD
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	DD
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	medicinal / uso terapêutico	antinociceptivo	material	DD
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	equilíbrio ambiental	árvore forrageira	regulação	DD
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	restauração	arborização urbana	regulação	DD
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	paisagismo	paisagismo	cultural	DD
35	Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicobacteriano	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	agroindústria	antiviral para gripe aviária - metapneumovírus aviário (aMPV)	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	industrial	lubrificante de máquinas	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	industrial	sabonete e velas	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	industrial	cosméticos naturais	cultural	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal	propriedades alucinógenas	cultural	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	industrial	celulose para papel	material	DD

36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	industrial	móveis / acabamentos internos / pequenos objetos de madeira	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal / uso terapêutico	antiasmático	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal	vermífugo	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal	doenças de pele	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal	hemorroidas	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal	mau hálito	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal	reumatismo	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	industrial	carpintaria	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal	citotóxica para células tumorais	material	DD
36	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	medicinal / uso terapêutico	antiproliferativa e citotóxica	material	DD
37	Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	medicinal	tratamento para indigestão	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	polinização	polinização por besouros	regulação	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	medicinal	constipação	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	medicinal	impotência sexual	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	medicinal	Inflamação de garganta	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	medicinal / uso terapêutico	antiprotozoário	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	medicinal / uso terapêutico	antimalárico	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	medicinal / uso terapêutico	antimalárico	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i>	medicinal	febre	material	LC

37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal / uso terapêutico	citotoxicidade, anti tumoral	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	alimentação	alimentos funcionais	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	herbicida natural	fitotóxica	regulação	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	agroindústria	fitotóxica para patógenos da agricultura	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal	citotóxica para células tumoriais	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano contra gram + <i>Streptococcus sanguinis</i>	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	industrial	cordas	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal	colica, desintéria, hemorroida, tônico	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal	vermífugo	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal	diurético	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal / uso terapêutico	antiedematogênico na perna	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal / uso terapêutico	antifebril	material	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal	digestivo	material / cultural	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material / cultural	LC
37	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	LC

38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	polinização	polinização por besouros	regulação	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	medicinal / uso terapêutico	antinociceptivo	material	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	medicinal	bactericida	material	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	medicinal	citotóxica	material	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	medicinal / uso terapêutico	produção de fármacos naturais - antimicrobiana	material	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	medicinal	atividade inibitória moderada de bactérias <i>S. aureus</i> e <i>K. pneumoniae</i>	material	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	medicinal	doenças renais	material	LC
38	Annonaceae	<i>Duguetia furfuracea</i>	medicinal	reumatismo	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal	depurativo	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal	adstringente	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal	diurético	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal / uso terapêutico	antissifilítico	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal	coceiras	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal	tônico	material / cultural	LC

39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal / uso terapêutico	antirreumático	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal	doenças da pele	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal	infecções gerais	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal / uso terapêutico	antidepressivo	material	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal	distúrbios hepáticos	material / cultural	LC
39	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	medicinal	sudorífica	material / cultural	LC
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal / uso terapêutico	antiviral	material / cultural	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	alimentação	comestível	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal	tratamento de frieiras	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal	febrífura	material / cultural	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	equilíbrio ambiental	matéria orgânica para solo	regulação	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	restauração	arborização urbana	regulação	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal / uso terapêutico	antiedematogênico	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	combustível	combustível	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	industrial	construção	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	equilíbrio ambiental	forragem - alimento	regulação	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	paisagismo	ornamental	regulação / cultural	DD

40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal / uso terapêutico	antiprotzoário	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal	problemas no estômago e fígado	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	industrial	papel	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal	depurativo	material / cultural	DD
40	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	medicinal	tosses	material / cultural	DD
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	afecções das vias respiratórias	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antimalárico	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antileishmanial	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	equilíbrio ambiental	fitorremediação do solo - acumula Cu	regulação	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico para <i>Candida sp</i>	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	cicatrizante	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	artrose e artrite	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	reumatismo	material / cultural	LC

41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	afecções do aparelho urinário	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	gastrite - inibidora de <i>H. pylori</i>	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	restauração	diminuir erosões urbanas	regulação	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	herbicida natural	inseticida contra <i>Aphis craccivora</i> (pulgão)	regulação	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	dores de cabeça	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	inflamação uterina	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	fratura de ossos	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	infecção intestinal	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	infecção pulmonar	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	tétano	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	câncer de intestino	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	hemorroidas	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antiasmático	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	bronquite	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antiúlcera	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	constipação	material	LC

41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antidepressivo	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	câncer	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	dor generalizada	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	picada de cobra	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	repelente	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	inflamação da próstata	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	inchaço no joelho	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	Cicatrização de feridas	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	controle de doenças periodontais	material	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	alergias	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	epilepsia	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	hematomas	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	doenças renais	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	queimaduras	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	tratamento de DSTs	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	aumenta imunidade	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antisséptico	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal	sinusite	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	antibiótico	material / cultural	LC
41	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material / cultural	LC

42	Fabaceae	<i>Senna rugosa</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
42	Fabaceae	<i>Senna rugosa</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
42	Fabaceae	<i>Senna rugosa</i>	medicinal	vermífugo	material / cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal / uso terapêutico	antiasmático	material / cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	polinização	polinização por morcegos	regulação	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	herbicida natural	fitotóxica para plântulas de outras spp	regulação	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	equilíbrio ambiental	remoção de Ph II de efluentes aquosos	regulação	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	alimentação	substituto de manteiga	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	alimentação	comestível	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	alimentação	licor alcólico	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	alimentação	diversos alimentos	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	cosméticos naturais	cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	lubrificação	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	construção	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	combustível	carvão vegetal	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	pasta comestível de pequi - alta durabilidade	material	LC

43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	geração de trabalho - cooperativa de beneficiamento	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	equilíbrio ambiental	resistência ao fogo	regulação	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	restauração	recuperação de área de pastagem	regulação	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	equilíbrio ambiental	adsorção de glifosato	regulação	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal / uso terapêutico	anticarcinogênico	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	cosméticos naturais	cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	anti-inflamatório	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	combustível	produção de biodiesel e bioetanol	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	biochar ativado para remoção de corantes de água	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	produção de bioenergia	regulação	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal / uso terapêutico	anticarcinogênico de mamas	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal	tratamento de disfunções de memórias e doenças neurodegenerativas	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	extrativismo em comunidades quilombolas	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico para <i>Candida auris</i>	material	LC

43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal	dores abdominais	material / cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal	doenças renais	material / cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	agroindústria	fitotóxico para galhas de tomateiro	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	equilíbrio ambiental	diminui acidez do solo e é fonte de potássio para outras plantas	regulação	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal	combustível	material / cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal	bronquite	material / cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal	afrodisíaco	material / cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal	tônico	material / cultural	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	industrial	biofilmes biodegradáveis de pectina	material	LC
43	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	medicinal / uso terapêutico	antigripal	material / cultural	LC
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal	adstringente	material / cultural	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal	laxativo	material / cultural	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal / uso terapêutico	Antituberculoso	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal	tratamento de picada de jararaca	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal	gastrite - inibidora de <i>H. pylori</i>	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	DD

44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal	linfonodos	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal	inchaço testicular	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal	hemorroidas	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal / uso terapêutico	antinociceptivo	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-hemorrágica	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal / uso terapêutico	antigenotóxica / mutagênica	material	DD
44	Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	medicinal	tônico	material / cultural	DD
45	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum tortuosum</i>	medicinal	laxativo	material / cultural	LC
45	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum tortuosum</i>	polinização	polinização por vespas	regulação	LC
45	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum tortuosum</i>	equilíbrio ambiental	tolerante ao fogo	regulação	LC
45	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum tortuosum</i>	medicinal	adstringente - no caso de hemorragias	material / cultural	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material / cultural	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	depurativo	material / cultural	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	afecções da pele	material / cultural	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	mordeduras de cobras	material / cultural	LC

46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antifebril	material / cultural	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	efisema pulmonar	material / cultural	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	gastroprotetiva	material / cultural	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antiúlceras	material / cultural	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	leishmanicida	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	protetor solar	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	atividade tripanocida	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano para microorganismos orais - cáries	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	anticarcinogênico	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	combustível	carvão vegetal	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	tratamento de candidíase	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	citotóxica	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antiproliferativa de células tumorais	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	herpes	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	febre	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antissifilítico	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	estimulante sexual	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	sedativa	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	tônico	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	lepra	material	LC

46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	dor generalizada	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	restauração	restauração ecológica - Mata Atlântica	regulação	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	doenças cardiovasculares	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	meningite	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	problemas do trato digestivo	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	anorexígena e hipolipidêmica	material / cultural	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal	fratura de ossos	material	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	polinização	polinização por moscas	regulação	LC
46	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antirreumático	material / cultural	LC
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	anemia	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	Cicatrização de feridas	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	colesterol	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	depurativo	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	fratura de ossos	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal / uso terapêutico	antiviral	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	inflamação uterina	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	DD

47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	pneumonia	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	relaxante muscular	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal / uso terapêutico	antileishmanial	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	gastrite - inibidora de <i>H. pylori</i>	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	gastroprotetiva	material / cultural	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	febrífura	material / cultural	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	infecção urinária	material / cultural	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material / cultural	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	abortiva	material / cultural	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	polinização	polinização por mariposas	regulação	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	anorexígena e hipolipidêmica	material / cultural	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal / uso terapêutico	antimutagênico	material / cultural	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material / cultural	DD
47	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i>	medicinal	tônico	material / cultural	DD
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antifebril	material / cultural	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	adstringente	material / cultural	LC

48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antissifilítico	material / cultural	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	laxativo brando	material / cultural	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	alimentação	comestível	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	atividade espamogênica	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	efeito fotoquimioprotetor	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antiulcerogênica	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	Comportamento de eliminação de radicais livres	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	efeito anti depressivo	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	inibe desenvolvimento de células tumorais no ovário	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	febre	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material	LC

48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	neutralizar radicais livres de oxigênio	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antiviral	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	diminui atividade de necrose tumoral	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	alta riqueza nutricional	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antimutagênico	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	industrial	fruto para produção de barra de cereais	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	agente contra hepatocarcinoma	material	LC
48	Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	medicinal	diurético	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	adstringente	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	anticarcinogênico	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	efeitos genoprotetores e antiapoptóticos em queratinócitos e fibroblastos humanos	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC

49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	industrial	adesivos naturais de taninos	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	industrial	produção de painéis OSB com adesivos de taninos	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antimutagênico	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	industrial	antioxidante de alimentos	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	tratamento de candidíase	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	herbicida natural	acaricida	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	leucorréia	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	herbicida natural	produto natural bioativo com atividade fitopatogênica	regulação	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	industrial	antifúngico	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	queimaduras	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	expectorante	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	dor generalizada	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	infecções gerais	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	dor de dente	material / cultural	LC

49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	agroindústria	inibidores de urease em fertilizantes no solo, diminuindo o uso de reagentes químicos exógenos ao ambiente	material / regulação	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antiprotosoário	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	industrial	produtos para enxaguante bucal	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	dor de garganta	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antigenotóxica / mutagênica	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antiprotosoário	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antiviral	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	auxiliar à formação de ligações cruzadas na córnea	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	imobilização enzimática	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	inibidor de enzima	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	tratamento de fístula	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	redução e reversão dos excessos de pelos terminais	material	LC

49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	neuroprotetor	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	sabonete anti-séptico	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	puerpério	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	problemas de próstata	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	distúrbios hepáticos	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	coceiras	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	Cicatrização de feridas	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	cicatrizante	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	blenorreia	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-hemorrágica	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antiúlcera	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	contra calvície	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material / cultural	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	hipertensão	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	dermatite	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	reumatismo	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	febre	material	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
49	Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	medicinal	uretrites	material / cultural	LC
50	Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	medicinal	adstringente	material / cultural	LC

50	Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material / cultural	LC
50	Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiabético	material	LC
50	Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
50	Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
50	Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	medicinal	prevenção de síndrome metabólica	material	LC
50	Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antiproliferativa moderada	material	LC
50	Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
50	Myrtaceae	<i>Eugenia punicifolia</i>	medicinal	diurético	material / cultural	LC
51	Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	medicinal	depurativo	material / cultural	DD
51	Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	equilíbrio ambiental	acumuladora de Alumínio	regulação	DD
51	Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	polinização	polinização por beija- flor	regulação	DD
51	Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	medicinal	doenças renais	material / cultural	DD
51	Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	equilíbrio ambiental	baixa inflamabilidade - pode ser utilizada em aceiros verdes	regulação	DD
51	Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	medicinal	citotóxica para células tumorais de melanoma	material	DD
51	Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	DD

51	Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	DD
51	Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	medicinal	inflamação uterina	material / cultural	DD
52	Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i>	medicinal / uso terapêutico	antifebril	material / cultural	DD
53	Vochysiaceae	<i>Vochysia cinnamomea</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
54	Verbenaceae	<i>Aegiphila verticillata</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
55	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis stellaris</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
56	Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	medicinal	gastroprotetiva	material / cultural	LC
56	Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
56	Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	medicinal / uso terapêutico	antiasmático	material / cultural	LC
56	Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	medicinal	congestão pulmonar	material / cultural	LC
56	Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	medicinal / uso terapêutico	antitumoral para caquexia	material	LC
56	Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	equilíbrio ambiental	acumuladora de Alumínio	regulação	LC
56	Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	potenciais biossorvente de azul de metileno	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	atividade espasmogênica	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	Antídoto e tratamento de efeitos colaterais causados por picada de cobra	material	LC

57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	cicatrizante	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-hipoglicêmico	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-hiperlipidêmico	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antiglicação	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	Antidepressivo	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	Antituberculoso	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	frutos com alta capacidade antioxidante e fonte de vitamina A	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	citotóxico	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	citoprotetivo	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antiproliferativa	material	LC

57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	produtos criados a partir dos frutos	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	eliminação de radicais livres	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antiulcerogênica	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	Efeito fotoquimioprotetor	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	potencial aplicação para de antibiofilme	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	equilíbrio ambiental	remoção de Ph II de efluentes aquosos	regulação	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	combustível	biocombustíveis	regulação	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	produção de geléia de murici	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	remoção de PH II e Ch de efluentes aquosos	regulação	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	frutos que contribuem para valorização de alimentos regionais	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	cortes na pele	material / cultural	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material / cultural	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	inflamação uterina	material / cultural	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	doenças renais	material / cultural	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	combustível / etnobotânico	carvão vegetal	material / cultural	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	tinturas	material / cultural	LC

57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	bioenergia	regulação	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	equilíbrio ambiental	adsorvente de metformina em solução aquosa	regulação	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	aplicado para prevenir/tratar os danos induzidos pela radiação UVB na pele	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	apoptose de células cangerinas de ovário	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	agroindústria	controle biológico de <i>Penicillium digitatum</i>	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	agroindústria	potencial antifúngico de culturas vegetais - Fusarium	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	restauração / etnobotânico	reflorestamento	regulação / cultural	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	ácido ascórbico e carotenoides e contêm compostos voláteis, como os ácidos butírico e capróico	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	agroindústria	potencial de se tornar uma planta de cultivo	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	combustível	madeira para lenha	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal	sombra	regulação	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	industrial	construir cercas vivas	regulação	LC

57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	equilíbrio ambiental	uso máximo da biomassa, estabelecendo suporte para o cultivo com a economia circular e fortalecendo a segurança alimentar.	regulação	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	compostos bioativos e atividade antioxidante	material	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	equilíbrio ambiental	adsorvente com capacidade de remover Cr (VI) de soluções aquosas	regulação	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
57	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	medicinal / uso terapêutico	antiagregação plaquetária	material	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	medicinal	efeito potencial como inibidores do fator angiogênico	material	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	restauração / etnobotânico	arborização urbana	regulação / cultural	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	restauração	restauração ecológica	regulação	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	industrial	potencial para banco de sementes	regulação	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	equilíbrio ambiental	tolerante à acidez do solo	regulação	LC

58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	agroindústria	manejo integrado de <i>S. cerealella</i> em grãos de <i>T. aestivum</i> armazenados	material	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	medicinal	frutos com taninos, saponinas e flavonóides.	material	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	industrial	potencial para economia familiar	material	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	restauração	restauração ecológica	regulação	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	medicinal	neuroprotetor	material	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	agroindústria	inseticida contra insetos de monoculturas	material	LC
58	Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i>	agroindústria	inseticida contra a lagarta da soja - mariposa marrom pequena <i>Anticarsia gemmatalis</i>	material	LC
59	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
59	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	medicinal	propriedade citotóxica	material	LC
59	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	medicinal	atividade terapêutica contra tumores de cabeça e pescoço resistentes apenas à radioterapia	material	LC
59	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	medicinal	abortiva	material	LC
59	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	polinização	polinização por vespas	regulação	LC

59	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
59	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	medicinal / uso terapêutico	antifúngico	material	LC
59	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	industrial	corante sustentável e de baixo custo para confeitos	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	medicinal	alto valor nutricional - vitamina C, carotenóides e vitamina A	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	medicinal / uso terapêutico	potencial antiproliferativo contra células tumorais da coluna cervical	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	agroindústria	fruto com aplicação de etanol para maior durabilidade	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	industrial	produção de produtos alimentícios - geléias, doces, sorvetes - com baixas calorias	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	industrial	antibiótico promissor para bactérias e fungos	material	LC

60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	medicinal / uso terapêutico	antileishmanial	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	medicinal	potencial industrial para produção de alimentos funcionais	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	industrial	vinho de uvaia com baixo teor alcólico	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	agroindústria	controle do carrapato bovino do sul	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	industrial	cosméticos naturais	cultural	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	industrial	produção de hidrogel	material	LC
60	Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	medicinal / uso terapêutico	antiglicação	material	LC
61	Moraceae	<i>Ficus citrifolia</i>	industrial	produção de papéis artesanais de alta qualidade	material	LC
61	Moraceae	<i>Ficus citrifolia</i>	polinização	polinização por vespas	regulação	LC
61	Moraceae	<i>Ficus citrifolia</i>	industrial	produtos eco-friendly	material	LC
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal / uso terapêutico	antiproliferativa de células tumorais de próstata	material	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal	inibidor da lipoxigenase	material	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal / uso terapêutico	antileishmanial	material	DD

62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal	atividade tripanocida	material	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal	artrite	material	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal	diurético	material	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	herbicida natural	fungicida	regulação	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	medicinal	atividade estrogênica	material	DD
62	Bignoniaceae	<i>Fridericia platyphylla</i>	agroindústria	tóxica para carrapatos bovinos	material	DD
63	Rubiaceae	<i>Cordia sessilis</i>	polinização	polinização por pequenos insetos	regulação	DD
63	Rubiaceae	<i>Cordia sessilis</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	DD
63	Rubiaceae	<i>Cordia sessilis</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	DD
64	Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i>	polinização	polinização por pequenos insetos	regulação	LC
64	Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i>	agroindústria	antiviral para praga da abobrinha-de-moita	material	LC
65	Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
65	Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i>	paisagismo	ornamental	regulação / cultural	LC
66	Calophyllaceae	<i>Kielmeyera grandiflora</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
67	Melastomataceae	<i>Leandra solenifera</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
68	Fabaceae	<i>Leptolobium dasycarpum</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
69	Verbenaceae	<i>Lippia balansae</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD

70	Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i>	medicinal	atividade tripanocida	material	LC
70	Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
70	Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	LC
70	Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i>	equilíbrio ambiental	acumuladora de Alumínio	regulação	LC
71	Asteraceae	<i>Moquiniastrum pulchrum</i>	agroindústria	fitotóxica para patógenos agricultura	material	DD
72	Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
72	Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antiprotosoário	material	LC
72	Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	medicinal / uso terapêutico	antibacteriano	material	LC
72	Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	combustível / etnobotânico	madeira para lenha	material / cultural	LC
73	Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	herbicida natural	herbicida natural contra ervas daninhas e coleóptilos	regulação	LC
73	Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	polinização	polinização por pequenos insetos	regulação	LC
73	Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	industrial	potencial aplicação para antibiofilme	material	LC
73	Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
73	Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
73	Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	restauração	restauração ecológica	regulação	LC
74	Lauraceae	<i>Ocotea corymbosa</i>	polinização	polinização por pequenos insetos	regulação	LC

74	Lauraceae	<i>Ocotea corymbosa</i>	medicinal	inibidora de proliferação de células tumorais	material	LC
75	Celastraceae	<i>Peritassa campestris</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
75	Celastraceae	<i>Peritassa campestris</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	DD
75	Celastraceae	<i>Peritassa campestris</i>	industrial	potencial bioeconômico em aplicações da medicina	material	DD
76	Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	agroindústria	fitotóxica para patógenos agricultura	material	DD
76	Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	polinização	polinização por borboletas	regulação	DD
76	Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	DD
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	polinização	polinização por pequenos insetos	regulação	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal	citotóxico	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	combustível	produção de biodiesel	regulação	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal	relaxamento	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal	hipertensão arterial	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal	efeito analgésico	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	polinização	polinização por pequenos insetos	regulação	LC

77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	anticonvulsivante	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	antidepressivo	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal	hepatoprotetores	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	antipancreatíticos	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	anticonvulsivante	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-hiperglicêmico	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal	hipolipidêmico	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	equilíbrio ambiental	fitorremediação do solo	regulação	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	restauração	resistência a certos herbicidas - spp potencial para recuperação de áreas degradadas	regulação	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	industrial	bioadesivo para produtos alimentícios	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	antiagregação plaquetária	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	industrial	aditivos antibacterianos para cosméticos para a pele	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	LC

77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	herbicida natural	larvicida para <i>Aedes aegypt</i>	regulação	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	industrial	tratamento de Leishmania - a atividade antidermatofítica dos OE parece ser um método eficiente para identificar novos medicamentos potenciais para o tratamento de L. amazonensis.	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	restauração	restauração ecológica	regulação	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	antiproliferativa	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	industrial	um extrato natural multialvo sustentável para a indústria nutracêutica - hipercolesterolemia	material	LC
77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal / uso terapêutico	potencial para aumentar a atividade antibacteriana com a associação de antibióticos, além de ser um forte candidato a inibidor da bomba de efluxo	material	LC

77	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	medicinal	derrame	material	LC
78	Myrtaceae	<i>Psidium grandifolium</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
78	Myrtaceae	<i>Psidium grandifolium</i>	medicinal / uso terapêutico	antimicrobiano	material	LC
79	Vochysiaceae	<i>Qualea dichotoma</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
80	Arecaceae	<i>Syagrus flexuosa</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
81	Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	LC
81	Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antimutagênico	material	LC
81	Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i>	medicinal	gastrite - inibidora de <i>H. pylori</i>	material	LC
81	Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	LC
81	Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-inflamatório	material	LC
81	Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i>	medicinal	citotoxicidade tumoral e atividade imunomoduladora	material	LC
81	Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i>	equilíbrio ambiental	acumuladora de Alumínio	regulação	LC
82	Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i>	equilíbrio ambiental	acumuladora de Alumínio	regulação	DD
82	Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i>	polinização	polinização por abelhas	regulação	DD
82	Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i>	medicinal	gastrite - inibidora de <i>H. pylori</i>	material	DD
82	Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i>	medicinal	gastroprotetiva	material	DD
82	Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i>	medicinal	efeito gastroprotetora	material	DD
82	Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i>	medicinal / uso terapêutico	anti-hemorrágica	material	DD

82	Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antioxidante	material	DD
82	Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i>	medicinal / uso terapêutico	antidiarreico	material	DD

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, H. A. *et al.* A Review on Traditional uses, Phytochemistry and Pharmacological Potential of Family Malpighiaceae. **Egyptian Journal of Chemistry**, [s. l.], v. 65, n. 11, p. 235–274, 2022. Disponível em: 10.21608/EJCHEM.2022.119510.5372.

ABRÃO, F. *et al.* Copaifera langsdorffii oleoresin and its isolated compounds: antibacterial effect and antiproliferative activity in cancer cell lines. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], p. 1–10, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s12906-015-0961-4>.

AGAONIDAE, K. W.; WEIBLEN, G. D.; AGAONIDAE, K. W. How to be a fig wasps. **Annual review of entomology**, [s. l.], v. 47, p. 299–330, 2002.

AGOSTINI, K.; SAZIMA, M. Resources of ornamental plants for bee on campus of the State University of Campinas, São Paulo, Brazil. **Bragantia**, [s. l.], v. 62, n. 3, p. 335–343, 2003.

AGUIAR, L. M. *et al.* Herbicide tolerance and water use efficiency in forest species used in degraded areas recovery programs Tolerancia a herbicidas y eficiencia del uso del agua en especies forestales utilizadas en programas de recuperación de zonas degradadas. **Bosque**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 493–500, 2016.

ALBERNAZ, L. C. *et al.* Investigation of plant extracts in traditional medicine of the Brazilian Cerrado against protozoans and yeasts. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 131, n. 1, p. 116–121, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2010.06.011>.

ALBUQUERQUE, L. B. *et al.* Espécies de Melastomataceae Juss. com potencial para restauração ecológica de mata ripária no cerrado. **Polibotânica**, [s. l.], n. 35, p. 1–19, 2013.

ALLEM, L. N.; GOMES, A. S.; BORGHETTI, F. Pequi leaves incorporated into the soil reduce the initial growth of cultivated, invasive and native species. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, [s. l.], v. 86, n. 4, p. 1761–1768, 2014.

ALMEIDA, C. O. R. P. *et al.* Botanical, nutritional, phytochemical characteristics, and potential health benefits of murici (Byrsonima crassifolia) and tapereba (Spondias mombin): insights from animal and cell culture models. **Nutrition Reviews**, [s. l.], v. 82, n. 3, p. 407–424, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad065>.

ALMEIDA, J. R. G. da S. *et al.* Antimicrobial activity of the essential oil of Bowdichia virgilioides Kunt. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 16, n. Atcc 25923, p. 638–641, 2006.

ALMEIDA, M. A. de *et al.* AVALIAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO E DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO EXTRATO AQUOSO DAS FOLHAS DE Siparuna guianensis Aublet. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 252–270, 2021.

ALONSO, A. A.; MACHADO, S. R. STEM PROTECTIVE TISSUE IN ERYTHROXYLUM TORTUOSUM (ERYTHROXYLACEAE), A FIRE TOLERANT SPECIES FROM CERRADO. **IAWA Journal**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 69–77, 2008. Disponível em: 10.1163/22941932-90000171.

ALVES, C. C. S.; CARLI, A. P. Miconia albicans and Curcuma longa herbal medicines positively modulate joint pain, function and inflammation in patients with osteoarthritis: a clinical study. **Inflammopharmacology**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 377–391, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10787-020-00781-9>.

- AMARAL, L. F. B. *et al.* Caryocar brasiliense supercritical CO₂ extract possesses antimicrobial and antioxidant properties useful for personal care products. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 14, 2014.
- AMORIM, F. W.; OLIVEIRA, P. E. Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de Amaioua guianensis Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 353–362, 2006.
- AMORIM, M.; DE MARCO, P. Pollination of Byrsonima coccolobifolia: short-distance isolation and possible causes for low fruit production. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 71, n. 3, p. 709–717, 2011.
- ANDRADE, B. S. *et al.* Fitoquímica, potencial antioxidante e antifúngico de Byrsonima crassifolia no controle de fitopatógenos de solo. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 78, n. 1, p. 140–146, 2018.
- ANDRADE, G. *et al.* Brazilian Copaifera Species: Antifungal Activity against Clinically Relevant Candida Species, Cellular Target, and In Vivo Toxicity. **Journal of Fungi**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 1–12, 2020. Disponível em: [10.3390/jof6030153](https://doi.org/10.3390/jof6030153).
- ANDRADE, J. P. C. *et al.* Chemical study of Adenocalymma axillarum crude leaf extract and isolated compounds. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [s. l.], v. 58, p. 1–9, 2022.
- ANDRADE, M. A. *et al.* Biological activity of the essential oils from Cinnamodendron dinisii and Siparuna guianensis. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 189–194, 2015.
- ANESE, S. *et al.* Search of New Tools for Weed Control Using Piptocarpha rotundifolia, a Dominant Species in the Cerrado. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 69, n. 31, p. 8684–8694, 2021.
- ANICETO, A. *et al.* A review of the fruit nutritional and biological activities of three Amazonian species: Bacuri (Platonia insignis), murici (Byrsonima spp.), and taperebá (Spondias mombin). **Fruits**, [s. l.], v. 72, n. 5, p. 317–326, 2017.
- ANTINARELLI, L. M. R. *et al.* Antileishmanial activity of some Brazilian plants, with particular reference to Casearia sylvestris. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s. l.], v. 87, n. 2, p. 733–742, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520140288>.
- APARECIDA, L. *et al.* The effect of the aqueous extract of Myrcia guianensis (Aubl) DC and its fractions against the hemorrhagic activity of Bothrops jararaca venom. **Journal of Medicinal Plants Research**, [s. l.], v. 7, n. 42, p. 3139–3146, 2013. Disponível em: [10.5897/JMPR2013.5119](https://doi.org/10.5897/JMPR2013.5119).
- AQUINO, F. J. T. *et al.* Essential Oil Composition and Extracts of Cordiera sessilis (Vell .) Kuntze with Essential Oil Composition and Extracts of Cordiera sessilis (Vell .) Kuntze with Antioxidant and Antimicrobial Activity. **Latin American Journal of Pharmacy**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 371–377, 2013.
- ARAGÃO, G. F. *et al.* Antiplatelet Activity of α - and β -Amyrin, Isomeric Mixture from Protium heptaphyllum. **Pharmaceutical Biology**, [s. l.], v. 45, n. 5, p. 343–349, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13880200701212916>.
- ARAUJO, J. M. M. *et al.* Candida krusei M4CK Produces a Bioemulsifier That Acts on Melaleuca Essential Oil and Aids in Its Antibacterial and Antibiofilm Activity. **Antibiotics**, [s. l.], v. 12, n. 12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antibiotics12121686>.
- AMORIM, D. J. *et al.* Characterization of Pequi (Caryocar brasiliense) shells and evaluation of their potential for the adsorption of PbII Ions in aqueous systems. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 616–623, 2016.
- ARRUDA, E. *et al.* Atividade antifúngica de negramina, eucalipto e pinhão manso sobre os fitopatógenos. **Applied Research & Agrotechnology**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 47–58, 2019.
- ASENSIO, V. *et al.* Screening of native tropical trees for phytoremediation in copper-polluted soils. **International Journal of Phytoremediation**, [s. l.], v. 20, n. 14, p. 1456–1463, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15226514.2018.1501341>.
- AYRES, M. C. C. *et al.* Antibacterial activity of useful plants and chemical constituents of the roots of Copernicia prunifera. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 90–97, 2008.

AZEVEDO, A. I. de; MARTINS, H. T.; DRUMMOND, J. A. L. A dinâmica institucional de uso comunitário dos produtos nativos do cerrado no município de Japonvar (Minas Gerais). **Sociedade e Estado**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 193–228, 2009.

BALESTRA C. L. **MORFOLOGIA FLORAL DE *Byrsonima basiloba* A. JUSS. (MALPIGHIACEAE) EM FRAGMENTO DE CERRADO DO SUDOESTE GOIANO**. 2013. - Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, [s. l.], 2013.

BANDEIRA, P. N. *et al.* Natural Product Communications Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Essential Oil of Resin of *Protium heptaphyllum*. **Natural Product Communications**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 117–120, 2006. Disponível em: [10.1177/1934578X0600100207](https://doi.org/10.1177/1934578X0600100207).

BARBOSA, E. U. G. *et al.* Conhecimento botânico local de agricultores do semiárido do estado da Paraíba, nordeste do Brasil. **Polibotânica**, [s. l.], v. 0, n. 50, 2020.

BATALHA, M. A.; MARTINS, F. R. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). **Australian Journal of Botany**, [s. l.], v. 52, n. 2, p. 149–161, 2004.

BATISTA, P. F. *et al.* Pouteria torta: A native species of the Brazilian Cerrado as a bioindicator of glyphosate action. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 78, n. 2, p. 296–305, 2018.

BENDITO, B. P. C. *et al.* Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi (TO). **Revista Agrogeambiental**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 99–110, 2018.

BERNAL-JÁCOME, L. A. *et al.* Adsorption of Lead (II) from Aqueous Solution Using Adsorbents Obtained from Nanche Stone (*Byrsonima Crassifolia*). **J. Mex. Chem. Soc.**, [s. l.], v. 64, n. 4, p. 301–315, 2020.

BERTANHA, C. S. *et al.* Isolation, in vitro and in silico Evaluation of Phenylethanoid Glycoside from *Arrabidaea brachypoda* as Lipoxygenase Inhibitor. **J. Braz. Chem. Soc.**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 849–855, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20190248>.

BETTEGA FELIPE, K. *et al.* Inhibition of tumor proliferation associated with cell cycle arrest caused by extract and fraction from *Casearia sylvestris* (Salicaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 155, n. 3, p. 1492–1499, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2014.07.040>.

BEZERRA, A. W. *et al.* In silico and In vitro Assessment of Dimeric Flavonoids (Brachydins) on *Rhipicephalus microplus* Glutathione S-transferase. **Medicinal Chemistry**, [s. l.], v. 20, n. 9, p. 912–919, 2024. Disponível em: [10.2174/0115734064298481240517072216](https://doi.org/10.2174/0115734064298481240517072216).

BEZERRA-SILVA, P. C. *et al.* Extract of *Bowdichia virgilioides* and maackiain as larvicidal agent against *Aedes aegypti* mosquito. **Experimental Parasitology**, [s. l.], v. 153, p. 160–164, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exppara.2015.03.018>.

BIESKI, I. G. *et al.* Ethnopharmacology of Medicinal Plants of the Pantanal Region (Mato Grosso, Brazil). **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 2012, 2012. Disponível em: [10.1155/2012/272749](https://doi.org/10.1155/2012/272749).

BITONTO, L. *et al.* Residual Mexican biomasses for bioenergy and fine chemical production : correlation between composition and specific applications. **Biomass Conv. Bioref.**, [s. l.], v. 11, p. 619–631, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00616-1>.

BOLETI, A. P. D. A. *et al.* Insecticidal and antifungal activity of a protein from *Pouteria torta* seeds with lectin-like properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 55, n. 7, p. 2653–2658, 2007.

BONACORSI, C. *et al.* Comparison of Brazilian plants used to treat gastritis on the oxidative burst of *helicobacter pylori* -stimulated neutrophil. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 2013, 2013.

BONACORSI, C. *et al.* Relative antioxidant activity of Brazilian medicinal plants for gastrointestinal diseases. **Journal of Medicinal Plant Research**, [s. l.], v. 5, n. 18, p. 4511–4518, 2011.

BONAMIN, F. *et al.* Can a *Strychnos* species be used as antiulcer agent ? Ulcer healing action from alkaloid fraction of *Strychnos pseudoquina* St . Hil . (Loganiaceae). **J. Ethnopharmacol**, [s. l.], v. 138, n. 1, p. 47–52, 2011. Disponível em: [10.1016/j.jep.2011.08.020](https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.08.020).

BORBA, L. L. *et al.* Use of adsorbent biochar from pequi (*Caryocar Brasiliense*) husks for the removal of commercial formulation of glyphosate from aqueous media. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s. l.], v. 62, 2019.

BORGES H. B. N. **Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do cerrado**. 2000. - Universidade Estadual de Campinas, [s. l.], 2000.

BRAGA, A. S. *et al.* The Effect of Toothpastes Containing Natural Extracts on Bacterial Species of a Microcosm Biofilm and on Enamel Caries Development. **Antibiotics**, [s. l.], v. 11, n. 3, 2022.

BRANDÃO, M. G. L. *et al.* Brazilian medicinal plants described by 19th century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 120, n. 2, p. 141–148, 2008.

BRITO, R. M. *et al.* Bioactive compounds of pequi pulp and oil extracts modulate antioxidant activity and antiproliferative activity in cocultured blood mononuclear cells and breast cancer cells. **Food and Nutrition Research**, [s. l.], v. 66, n. January 2022, p. 1–13, 2022.

CAMILO, C. J. *et al.* Antioxidant potential of the phenolic fraction of *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. From encapsulation in niosomes. **Revista Virtual de Química**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 13–24, 2020.

CARDOSO, A. C. L. *et al.* Chemical Composition and Photoprotective Potential of Infusion Extract from *Casearia sylvestris* var. *lingua* (Cambess.) Eichler Leaves. **Orbital**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 89–94, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v14i2.15578>.

CARDOSO, C. A. L. *et al.* Antimicrobial activity of the extracts and fractions of hexanic fruits of *Campomanesia* species (Myrtaceae). **Journal of Medicinal Food**, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 1273–1276, 2010.

CARLI, C. B. d. A. *et al.* The role of qualea multiflora on mammary tumour cells and immune system. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, [s. l.], v. 3, n. 9, p. 8–13, 2013.

CARTAXO-FURTADO, A. D. O. *et al.* Investigation of thermal and kinetic behavior of the *Stryphnodendron adstringens* dry extract with antimicrobial activity. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, [s. l.], v. 5, p. 3781–3788, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10973-019-08047-5>.

CARVALHO, V. F. *et al.* In vitro anthelmintic activity of *Siparuna guianensis* extract and essential oil against *Strongyloides venezuelensis*. **Journal of Helminthology**, [s. l.], v. 94, 2020.

CARVALHO, A. G. *et al.* Use of tannin adhesive from *Stryphnodendron adstringens* (Mart .) Coville in the production of OSB panels. **European Journal of Wood and Wood Products**, [s. l.], v. 72, p. 425–432, 2014. Disponível em: [10.1007/s00107-014-0797-5](https://doi.org/10.1007/s00107-014-0797-5).

CATELAN, T. B. S. *et al.* Evaluation of the toxicity and anti-inflammatory activities of the infusion of leaves of *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 226, n. June, p. 132–142, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.08.015>.

CAVALHEIRO, A. H. *et al.* Antimicrobial potential of *Casearia sylvestris* against oral bacteria. **Revista de Odontologia da UNESP**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 214–218, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-2577.11015>.

CECÍLIO, A. B. *et al.* Screening of Brazilian medicinal plants for antiviral activity against rotavirus. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 141, n. 3, p. 975–981, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2012.03.031>.

CELOTTO, A. C. *et al.* Evaluation of the in vitro antimicrobial activity of crude extracts of three *Miconia* species. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 34, n. 4, p. 339–340, 2003.

CESÁRIO, F. R. A. S. *et al.* Phytochemical profile and mechanisms involved in the anti-nociception caused by the hydroethanolic extract obtained from *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum (Jenipapo-bravo) leaves in mice. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, [s. l.], v. 97, n. July 2017, p. 321–329, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.054>.

CHARNEAU, S. *et al.* In vitro investigation of Brazilian Cerrado plant extract activity against *Plasmodium falciparum*, *Trypanosoma cruzi* and *T. brucei gambiense*. **Natural Product Research**, [s. l.], v. 6419, p. 1–7, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2015.1055264>.

- CIBIN, G. R. *et al.* Development of aromatic soluble tea from the pulp of *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk. with health benefits. **South African Journal of Botany**, [s. l.], v. 145, p. 236–242, 2022.
- CICERA, N. F. *et al.* Evaluation of the modulatory and antibacterial activity of the ethanolic extract and fractions of *Duguetia furfuracea* A. St.-Hil. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 16–20, 2014.
- RODRIGUES, D. A. *et al.* *Byrsonima basiloba* as a bioindicator of simulated air pollutants: Morphoanatomical and physiological changes in response to potassium fluoride. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 89, n. January, p. 301–308, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.019>.
- COLADO, M. L. Z. *et al.* Key decision-making criteria for dormancy-breaking and ability to form seed banks of Cerrado native tree species. **Acta Botanica Brasilica**, [s. l.], v. 34, n. 4, p. 694–703, 2020.
- CORRÊA, J. G. de S. *et al.* Chemical profile, antioxidant and anti-inflammatory properties of *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae) fruits extract. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 273, n. February, 2021.
- CORREIA, A. F. *et al.* Activity of crude extracts from Brazilian cerrado plants against clinically relevant *Candida* species. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 16, n. 1, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s12906-016-1164-3>.
- CORTELO, C. *et al.* A Molecular Networking Strategy: High-Throughput Screening and Chemical Analysis of Brazilian Cerrado Plant Extracts against Cancer Cells. **Cells**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 1–13, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/cells10030691>.
- COSTA *et al.* Ethnobotanical survey of medicinal flora in the rural community Rio dos Couros , Ethnobotanical survey of medicinal flora in the rural community Rio dos Couros , state of Mato Grosso , Brazil. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y aromáticas**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 53–67, 2020.
- JUNIOR, E. C. F. *et al.* Ethnobotanical knowledge of herbalists about medicinal plants from the semiarid region in northeastern Brazil. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 803–815, 2022. Disponível em: [10.37360/blacpma.22.21.6.49](https://doi.org/10.37360/blacpma.22.21.6.49).
- COSTA, C. A. *et al.* Nutrição mineral da fava d'anta. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 24–28, 2007.
- COSTA, M. *et al.* Safety evaluation of proanthocyanidin polymer-rich fraction obtained from stem bark of *Stryphnodendron adstringens* (BARBATIMÃO) for use as a pharmacological agent. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, [s. l.], v. 58, n. 2, p. 330–335, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yrtph.2010.07.006>.
- COSTA, M. F. *et al.* *Eugenia aurata* and *Eugenia punicifolia* HBK inhibit inflammatory response by reducing neutrophil adhesion, degranulation and NET release. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], p. 1–10, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s12906-016-1375-7>. 2807
- COSTA, S. L. *et al.* Impact of Plant-Derived Flavonoids on Neurodegenerative Diseases. **Neurotoxicity Research**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 41–52, 2016.
- COTA, C. G. *et al.* Biochar from *Caryocar brasiliense* as a soil conditioner for common bean plants. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 52, n. 7, p. 1–10, 2022.
- COUTINHO, D. J. G. *et al.* Comparative Study of the Physicochemical Properties of FAME from Seed Oils of Some Native Species of Brazilian Atlantic Forest. **JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society**, [s. l.], v. 93, n. 11, p. 1519–1528, 2016.
- LOPES, C. F. *et al.* Immunological and microbiological activity of *Davilla elliptica* St. Hill. (Dilleniaceae) against *Mycobacterium tuberculosis*. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, [s. l.], v. 102, n. 6, p. 769–772, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762007005000086>.
- CUNHA M. C. da *et al.* Impact of processing and packaging on the quality of murici jelly [*Byrsonima crassifolia* L.) rich] during storage. **Nutrition & Food Science**, [s. l.], v. 50, n. 5, p. 871–883, 2020. Disponível em: [10.1108/NFS-09-2019-0293](https://doi.org/10.1108/NFS-09-2019-0293).
- CRUZ, J. E. R. *et al.* Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activity of extract from leaves and bark of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. **Revista Ciência Agronômica**, [s. l.], v. 53, p. 1–9, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762007005000086>.

CUNHA, L. F. *et al.* Phytochemical screening and biological assays of ethanolic leaf extract of *Senna rugosa* widely used in the popular medicine although not yet adequately investigated as to its phytoconstituents and Abstract Resumo *Senna rugosa* (Fabaceae) é. **Rodriguesia**, [s. l.], v. 71, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860202071051%0APharmacognosy>.

CUNHA, N. L. *et al.* In vitro schistosomicidal activity of some brazilian cerrado species and their isolated compounds. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 2012, 2012.

CUNHA, W. R. *et al.* Evaluation of the antibacterial activity of the methylene chloride extract of *Miconia ligustroides*, derivatives Evaluation of the antibacterial activity of the methylene chloride extract of *Miconia ligustroides*, isolated triterpene acids, and ursolic a. **Pharmaceutical Biology**, [s. l.], v. 48, n. 2, p. 166–169, 2010. Disponível em: 10.3109/13880200903062648.

CUNHA, W. R. *et al.* Screening of plant extracts from the Brazilian Cerrado for their in vitro trypanocidal activity. **Pharmaceutical Biology**, [s. l.], v. 47, n. 8, p. 744–749, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13880200902951361>.

COSTA NASCIMENTO, R. *et al.* Ripening of bananas using *Bowdichia virgilioides* Kunth leaves. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 1–6, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40053-3>

COSTA, J. G. M. *et al.* Antioxidant effect of *Stryphnodendron rotundifolium* martius extracts from cariri-ceará state (Brazil): Potential involvement in its therapeutic use. **Molecules**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 934–950, 2012.

COSTA, A. V. *et al.* Neuroprotective effects of *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk (Sapotaceae) extract on the brains of rats with streptozotocin-induced diabetes. **Metabolic Brain Disease**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 411–419, 2013.

COSTA, T. G. *et al.* Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no cerrado para produção de carvão vegetal. **CERNE**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 37–46, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602014000100005>.

COSTA, R. C. *et al.* Discovery of the rapanone and suberonone mixture as a motif for leishmanicidal and antifungal applications. **Bioorganic and Medicinal Chemistry**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 135–140, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bmc.2013.11.044>.

COSTA *et al.* Ethnobotanical survey of medicinal flora in the rural community Rio dos Couros , state of Mato Grosso , Brazil. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 53–67, 2020.

ROCHA, C. Q. *et al.* Dimeric flavonoids from *Arrabidaea brachypoda* and assessment of their anti- *Trypanosoma cruzi* activity. **Journal of Natural Products**, [s. l.], v. 77, n. 6, p. 1345–1350, 2014. Disponível em: dx.doi.org/10.1021/np401060j

DA SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Reproductive success of four species of *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 526–534, 2009.

DA SILVA, G. L. *et al.* In vitro antiglycation and antioxidant properties of *Eugenia pyriformis* leaves and fruits. **Natural Product Research**, [s. l.], v. 36, n. 18, p. 4730–4734, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.2005049>.

DA SILVA, K. L. C. *et al.* Chemical composition and acaricidal activity of essential oils from two species of the genus *Bauhinia* that occur in the Cerrado biome in Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 93–101, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10412905.2019.1662338>.

DA, V. P. R. | C. A. | J. J. M.; | J. A. A. M. | N. A. J. C. F.; BASTOS, J. K. Use of spinning band distillation equipment for fractionation of volatile compounds of *Copaifera* oleoresins for developing a validated gas chromatographic method and evaluating antimicrobial activity. [s. l.], n. October 2018, p. 1–12, 2019.

DACOREGGIO, M. V. *et al.* A Comprehensive Review of *Eugenia Pyriformis* Cambess: Reported Bioactivities and Health Effects. **Food Reviews International**, [s. l.], v. 39, n. 5, p. 2477–2491, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1958226>.

DANILO, M. *et al.* Development of a bio-based adhesive from *Protium heptaphyllum* resin. [s. l.], v. 5169, n. 2, p. 1–8, 2021.

ARAUJO, F. D. A review of *caryocar brasiliense* (caryocaraceae)-an economically valuable species of the central brazilian cerrados. **Economic Botany**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 40–48, 1995.

- DE ARAÚJO, F. F. *et al.* Wild Brazilian species of *Eugenia* genera (Myrtaceae) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. **Food Research International**, [s. l.], v. 121, n. October 2018, p. 57–72, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.018>.
- DE AVELAR, M. H. M. *et al.* A byproduct of uvaia (*Eugenia pyriformis*) processing as a natural source for coloring sugar hard-panning confections. **Journal of Food Process Engineering**, [s. l.], v. 42, n. 7, p. 1–8, 2019.
- DE AZEVEDO, G. B. *et al.* Woody biomass accumulation in a Cerrado of Central Brazil monitored for 27 years after the implementation of silvicultural systems. **Forest Ecology and Management**, [s. l.], v. 455, n. November 2019, p. 117718, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117718>.
- DE BARROS VINHAL, G. L. R. R. *et al.* Murici (*Byrsonima verbascifolia*): A high bioactive potential fruit for application in cereal bars. **Lwt**, [s. l.], v. 160, n. February, 2022.
- DE BRITO, M. R.; DE SENNA-VALLE, L. Plantas medicinais utilizadas na comunidade caiçara da Praia do Sono, Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 363–372, 2011.
- DE CÁSSIA DOS SANTOS, R. *et al.* *Byrsonima intermedia* A. Juss partitions promote gastroprotection against peptic ulcers and improve healing through antioxidant and anti-inflammatory activities. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, [s. l.], v. 111, n. June 2018, p. 1112–1123, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.12.132>.
- DE MELO, D. C. *et al.* Anticariogenic and antimycobacterial activities of the essential oil of siparuna guianensis aublet (Siparunaceae). **Orbital**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 55–60, 2017.
- DE O. FIDALGO, A.; DE M. P. KLEINERT, A. Reproductive biology of six Brazilian Myrtaceae: Is there a syndrome associated with buzz-pollination?. **New Zealand Journal of Botany**, [s. l.], v. 47, n. 4, p. 355–365, 2009.
- DE OLIVEIRA, A. P. A. *et al.* Physiological and morphoanatomic responses of *bowdichia virgilioides* kunth. (fabaceae) to glyphosate. **Revista Arvore**, [s. l.], v. 45, p. 1–13, 2021.
- DE OLIVEIRA, D. R. *et al.* Ethnopharmacological study of *Stryphnodendron rotundifolium* in two communities in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 124–132, 2014.
- DE OLIVEIRA, T. S. *et al.* Neuroprotective effect of caryocar brasiliense camb. leaves is associated with anticholinesterase and antioxidant properties. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, [s. l.], v. 2018, 2018.
- DE PAULA ALVES, T. *et al.* Evaluation of the Antiproliferative Potential of *Eugenia pyriformis* Leaves in Cervical Cancer Cells. **Chemistry and Biodiversity**, [s. l.], v. 19, n. 8, 2022.
- DE PAULA, R. C. *et al.* In vitro antileishmanial activity of leaf and stem extracts of seven Brazilian plant species. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 232, n. July 2018, p. 155–164, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.12.026>.
- DE QUEIROZ, J. C. E.; LEITE, J. R. S. A.; VASCONCELOS, A. G. Prospecting Plant Extracts and Bioactive Molecules with Antimicrobial Activity in Brazilian Biomes: A Review. **Antibiotics**, [s. l.], v. 12, n. 3, 2023.
- DE SALES, P. M. *et al.* *Pouteria torta* epicarp as a useful source of α -amylase inhibitor in the control of type 2 diabetes. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 109, p. 962–969, 2017.
- DE SOUSA ANDRADE, L. M. *et al.* Antimicrobial activity and inhibition of the NorA efflux pump of *Staphylococcus aureus* by extract and isolated compounds from *Arrabidaea brachypoda*. **Microbial Pathogenesis**, [s. l.], v. 140, n. April 2019, p. 103935, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103935>.
- DE SOUZA MOURA, W. *et al.* Antibacterial activity of *Siparuna guianensis* essential oil mediated by impairment of membrane permeability and replication of pathogenic bacteria. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 146, n. October 2019, p. 112142, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112142>.
- DE SOUZA TAVARES, W. *et al.* The chemical exploration of *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) in Brazil, with emphasis on insecticidal response: A review. **Journal of Scientific and Industrial Research**, [s. l.], v. 73, n. 7, p. 465–468, 2014.
- DE SOUZA, V. R. *et al.* Amazon fruits inhibit growth and promote pro-apoptotic effects on human ovarian carcinoma cell lines. **Biomolecules**, [s. l.], v. 9, n. 11, 2019.

DELMACIA, G. M. *et al.* Versatility and consensus of the use of medicinal plants in an area of cerrado in the Chapada do Araripe, Barbalha - CE- Brazil. **Journal of Medicinal Plants Research**, [s. l.], v. 10, n. 31, p. 505–514, 2016.

DEMARQUE, D. P. *et al.* The role of tannins as antiulcer agents: a fluorescence-imaging based study. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 425–432, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.03.011>.

DI STASI, L. C. *et al.* Medicinal plants popularly used in the Brazilian Tropical Atlantic Forest. **Fitoterapia**, [s. l.], v. 73, n. 1, p. 69–91, 2002. NO TITLE. [s. l.], 2018.

DIFERENTES, S. O. B. *et al.* Belém / PA. [s. l.], p. 1–54, 2019. PONTES, F. C. *et al.* Antifungal and antioxidant activities of mature leaves of *Myrcia splendens* (Sw.) DC. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 79, n. 1, p. 127–132, 2019.

DINIS BOU, D. *et al.* Phytomedicine Antiparasitic activity and effect of casearins isolated from *Casearia sylvestris* on *Leishmania* and *Trypanosoma cruzi* plasma membrane. **European Journal of Integrative Medicine**, [s. l.], v. 21, n. 5, p. 676–681, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phymed.2014.01.004>.

DINIZ, J. A. *et al.* Chemical composition of essential oils of different *Siparuna guianensis* chemotypes and their acaricidal activity against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae): influence of α -bisabolol. **International Journal of Acarology**, [s. l.], v. 48, n. 1, p. 36–42, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01647954.2021.2009910>.

DO NASCIMENTO, J. R. *et al.* A Review of the Phytochemistry and Pharmacological Properties of the Genus *Arrabidaea*. **Pharmaceuticals**, [s. l.], v. 15, n. 6, p. 1–29, 2022.

DOLABELA, M. F. *et al.* In vitro antimalarial activity of six *Aspidosperma* species from the state of Minas Gerais (Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, [s. l.], v. 84, n. 4, p. 899–910, 2012.

DOS SANTOS DA ROCHA, P. *et al.* Beneficial Effects of *Bauhinia rufa* Leaves on Oxidative Stress, Prevention, and Treatment of Obesity in High-Fat Diet-Fed C57BL/6 Mice. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, [s. l.], v. 2022, 2022.

DOS SANTOS, A. C. *et al.* Essential Oils of *Duguetia* Species A. St. Hill (Annonaceae): Chemical Diversity and Pharmacological Potential. **Biomolecules**, [s. l.], v. 12, n. 5, 2022.

DOS SANTOS, J. L. *et al.* Protective effect of a hydroethanolic extract from *Bowdichia virgilioides* on muscular damage and oxidative stress caused by strenuous resistance training in rats. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, [s. l.], v. 11, n. 1, 2014.

DOS SANTOS, J. S. *et al.* Hydrogel properties of non-conventional starches from guabiju, pinhão, and uvaia seeds. **Food Research International**, [s. l.], v. 173, n. January, 2023.

DUARTE, W. F. *et al.* Indigenous and inoculated yeast fermentation of gabirola (*Campomanesia pubescens*) pulp for fruit wine production. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 557–569, 2009.

ELIAS, S. *et al.* Cytotoxic effect of *Pouteria torta* leaf extracts on human oral and breast carcinomas cell lines. **Journal of Cancer Research and Therapeutics**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 601–606, 2013. Disponível em: 10.4103/0973-1482.126454.

ELIAS, S. T. *et al.* Radiation induced a supra-additive cytotoxic effect in head and neck carcinoma cell lines when combined with plant extracts from Brazilian Cerrado biome. **Clinical Oral Investigations**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 637–646, 2015.

ESPANHA, L. G. *et al.* Mutagenicity and antimutagenicity of six Brazilian *Byrsonima* species assessed by the Ames test. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 14, 2014.

ESPINOSA-RODRÍGUEZ, M. Á. *et al.* Adsorption of Cd (II) and Pb (II) present in aqueous solution with nanche stone. **Química Aplicada y Analítica** [s. l.], v. 49, n. 2, p. 30–36, 2020.

EUFRASIO SARAIVA, M. *et al.* Plant species as a therapeutic resource in areas of the savanna in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 171, p. 141–153, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.05.034>.

- FAKHOURY, V. S. *et al.* Evaluation of *Myrcia bella* in murine osteosarcoma cells: Effect of the extract and enriched fractions of tannins and flavonoids. **Natural Product Research**, [s. l.], v. 36, n. 22, p. 5823–5827, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.2018431>.
- FARIA, A. M. *et al.* Acaricidal activity of ethanolic extracts of *Stryphnodendron adstringens* and *Lafoensia pacari* and oil resins from *Copaifera* sp. and *Pterodon emarginatus* against *Sarcoptes scabiei* var. suis 1. [s. l.], v. 37, n. 12, p. 1411–1415, 2017.
- FARIAS, B. *et al.* Ethnomedicinal survey of a maroon community in Brazil's Atlantic tropical forest. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 181, p. 37–49, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2016.01.014>.
- FARIAS, D. de P. *et al.* Distribution of nutrients and functional potential in fractions of *Eugenia pyriformis*: An underutilized native Brazilian fruit. **Food Research International**, [s. l.], v. 137, n. May, p. 109522, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109522>.
- FAUSTINO, C. G. *et al.* Larvicide Activity on *Aedes aegypti* of Essential Oil Nanoemulsion from the Protium heptaphyllum Resin. **Molecules**, [s. l.], v. 25, n. 22, 2020. Disponível em: 10.3390/molecules25225333.
- FENNER, R. *et al.* Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, [s. l.], v. 42, n. 3, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322006000300007>.
- FERREIRA MACEDO, J. G. *et al.* Therapeutic indications, chemical composition and biological activity of native Brazilian species from *Psidium* genus (Myrtaceae): A review. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 278, n. May, 2021.
- FERREIRA, A. L. A. *et al.* Low-alcohol wine made from uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess): Influence of ultrasound-assisted enzymatic pre-treatment on its bioactive properties. **Microchemical Journal**, [s. l.], v. 198, n. January, p. 110177, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2024.110177>.
- FERREIRA, P. I. *et al.* Espécies Potenciais para Recuperação de Áreas de Preservação Permanente no Planalto Catarinense Areas in the highlands of Santa Catarina state, Brazil. **Floresta e Ambiente**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 173–182, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.003>.
- FERREIRA, P. M. P. *et al.* Folk uses and pharmacological properties of *Casearia sylvestris*: a medicinal review. **Biomedical Sciences**, [s. l.], v. 83, n. 4, p. 1373–1384, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652011005000040>.
- FERREIRA, T. P. *et al.* Prolonged mosquitocidal activity of *Siparuna guianensis* essential oil encapsulated in chitosan nanoparticles. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 1–23, 2019.
- FERRERES, F. *et al.* Phenolic compounds from *Jacaranda caroba* (Vell.) A. DC.: Approaches to neurodegenerative disorders. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 57, p. 91–98, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2013.03.012>.
- FONSECA, E. *et al.* Endophytic fungi from *Myrcia guianensis* at the Brazilian Amazon: Distribution and bioactivity. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 161, p. 153–161, 2014.
- FONSECA, F. D. A.; SCOTTI, M. R. all Aspects of Plant Biology Growth and root responses of woody species to rocky substrate: implications for gully rehabilitation. **Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, [s. l.], v. 3504, p. 1–11, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1376721>.
- FOUAD, H. A. *et al.* Botanical extracts of plants from the Brazilian Cerrado for the integrated management of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in stored grain. **Journal of Stored Products Research**, [s. l.], v. 57, p. 6–11, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2014.01.001>.
- FRACASSO, J. A. R. *et al.* Anti-Inflammatory Effect and Toxicological Profile of Pulp Residue from the Caryocar Brasiliense, a Sustainable Raw Material. **Gels**, [s. l.], v. 9, n. 3, 2023.
- FRANCO C. J. P. *et al.* Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oils from *Eugenia patrisii* Vahl, *E. puniceifolia* (Kunth) DC., and *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC., Leaf of Family Myrtaceae. **Molecules**, [s. l.], v. 26, n. 11, 2021.
- FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 311–321, 2002.

- FURTADO, F. F. *et al.* Antihypertensive and vasorelaxant effects of the ethanolic extract from the stem bark of *Aspidosperma tomentosum* Mart. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, [s. l.], v. 7, n. 10, p. 118–124, 2017.
- GALVÃO RODRIGUES, F. F. *et al.* Antiulcer and antimicrobial activities of *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. **Pharmacognosy Magazine**, [s. l.], v. 4, n. 15, p. 193–196, 2008.
- GAMA, L. U.; BARBOSA, A. A. A.; DE OLIVEIRA, P. E. A. M. Sistema sexual e biologia floral de *Pouteria ramiflora* e *P. torta* (Sapotaceae). **Revista Brasileira de Botanica**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 375–387, 2011.
- GASPI, F. O. G. *et al.* Pharmacological activities investigation of crude extracts and fractions from *Qualea grandiflora* Mart. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 107, n. 1, p. 19–24, 2006.
- GIBBS, P.; SASSAKI, R. Reproductive biology of *Dalbergia miscolobium* Benth. (Leguminosae-Papilionoideae) in SE Brazil: The effects of pistillate sorting on fruit-set. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 81, n. 6, p. 735–740, 1998.
- GOLDENBERG, R.; SHEPHERD, G. J. Studies on the reproductive biology of Melastomataceae in “cerrado” vegetation. **Plant Systematics and Evolution**, [s. l.], v. 211, n. 1–2, p. 13–29, 1998.
- GOMES, B. de O. *et al.* Uvaia fruit (*Eugenia pyriformis* Cambess) drying: Ethanol as pre-treatment, convective drying kinetics and bioactive compounds. **Journal of Food Processing and Preservation**, [s. l.], v. 46, n. 2, p. 1–11, 2022.
- GONÇALVES, M. R. S. **Constituintes químicos das raízes e cascas do caule de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth & Hook (Bignoniaceae) e atividades antiparasitárias**. 2015. 165 f. - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO, [s. l.], 2015.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M. *et al.* Pharmacological extracts and molecules from *Virola* species: Traditional uses, phytochemistry, and biological activity. **Molecules**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 1–13, 2021.
- GOVERNA, P.; BIAGI, M. all Aspects of Plant Biology *Copaifera langsdorffii* Desf.: in vitro investigation on anti- *Helicobacter pylori* and anti-inflammatory activities of oleoresin and fruit methanolic extract. **Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, [s. l.], v. 154, n. 1, p. 117–124, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1578284>.
- GUIMARÃES, A. L. Plantas Medicinais de Uso Popular na Comunidade Quilombola de Piracanjuba - Ana Laura, Piracanjuba, GO. [s. l.], n. September, 2019.
- GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M. S. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 817–821, 2008.
- GUSHIKEN, L. F. S. *et al.* *Copaifera langsdorffii* Oleoresin-Loaded Nanostructured Lipid Carrier Emulgel Improves Cutaneous Healing by Anti-Inflammatory and Re-Epithelialization Mechanisms. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 24, p. 1–25, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms242115882>.
- HARIDASAN, M. *et al.* Aluminium accumulation by some cerrado native species of central. [s. l.], v. 273, p. 265–273, 1982.
- HIRUMA-LIMA, C. A. *et al.* *Qualea grandiflora*, a Brazilian “Cerrado” medicinal plant presents an important antiulcer activity. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 104, n. 1–2, p. 207–214, 2006.
- HOUËL, E. *et al.* Therapeutic switching: from antidermatophytic essential oils to new leishmanicidal products. [s. l.], v. 110, n. February, p. 106–113, 2015.
- HUBINGER, S. Z.; SALGADO, H. R. N.; MOREIRA, R. R. D. Controles físico, físico-químico, químico e microbiológico dos frutos de *Dimorphandra mollis* Benth., Fabaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 690–696, 2009.
- IANTAS, J. Endophytes of Brazilian Medicinal Plants With Activity Against Phytopathogens. [s. l.], v. 12, n. September, p. 1–18, 2021.
- IMATOMI, M. *et al.* Efeito fitotóxico de extrato foliar aquoso de quatro espécies de Myrtaceae sobre três espécies infestantes de cultura. **Acta Scientiarum - Agronomy**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 241–248, 2015.
- ISHIDA, K. *et al.* Activity of tannins from *Stryphnodendron adstringens* on *Cryptococcus neoformans*: effects on growth, capsule size and pigmentation. [s. l.], v. 10, p. 1–10, 2009.

JANG, M. H. *et al.* Inhibition of cholinesterase and amyloid- β aggregation by resveratrol oligomers from *Vitis amurens*. **Phytotherapy Research**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 544–549, 2008. Disponível em: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/117934759/abstract>.

JERÔNIMO, L. B. *et al.* Antioxidant and Cytotoxic Activities of Myrtaceae Essential Oils Rich in Terpenoids From Brazil. **Natural Product Communications**, [s. l.], v. 16, n. 2, 2021. FREITAS, S. *et al.* Flavonoids inhibit angiogenic cytokine production by human glioma cells. **Phytotherapy Research**, [s. l.], v. 25, n. 6, p. 916–921, 2011.

JESUS, G. S. De *et al.* Antimicrobial Potential of Essential Oils from Cerrado Plants against Multidrug – Resistant Foodborne Microorganisms. [s. l.], p. 1–10,

JESUS, N. Z. T. de *et al.* Levantamento etnobotânico de plantas popularmente utilizadas como antiúlcera e antiinflamatórias pela comunidade de Pirizal, Nossa Senhora do Livramento-MT, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 19, n. 1a, p. 130–139, 2009. AGUIAR, R. W. S. *et al.* Insecticidal and repellent activity of *Siparuna guianensis* Aubl. (Negramina) against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 1–14, 2015.

JHOVANNA TEIXEIRA, M. F. G. N. J. L. F. G.; EURIDES DE CARVALHO MARQUES, FLÁVIA DE AQUINO CUTRIM FARIAS, C. M. B.; SANTOS, R. A. M. O. L. V. and D. R. dos. PARÂMETROS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA ESPÉCIE NATIVA DUGUETIA FURFURACEA (A.ST.-HILL) ENCONTRADA NA ZONA TRANSIÇÃO DA AMAZÔNIA MARANHENSE, BRASIL. [s. l.], n. December, 2022.

JONATHAN M. SANCHEZ-SILVA, R. R. G.-E.; FONSECA-CANTABRANA; ÁNGEL, F. J. B.-B. Subproducto de nanche (*Byrsonima crassifolia*): alternativa para la biosorción del cromo hexavalente. [s. l.], n. Vi, p. 1–8, 2022.

JORGE, H. *et al.* *Vochysia tucanorum* Mart . butanol fraction presents antitumoral activity in vivo and prevents the installation of cachexia in solid Ehrlich tumor model. [s. l.], v. 1, p. 1–13, 2021.

JUSTINO, A. B. *et al.* α -Glucosidase and non-enzymatic glycation inhibitory potential of *Eugenia dysenterica* fruit pulp extracts. **Food Bioscience**, [s. l.], v. 35, n. March, p. 100573, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100573>.

KALEGARI, M. *et al.* Chemical composition, antioxidant activity and hepatoprotective potential of *Rourea induta* Planch. (Connaraceae) against CCl₄-induced liver injury in female rats. **Nutrition**, [s. l.], v. 30, n. 6, p. 713–718, 2014.

KOHN, L.K.; PIZÃO, P.E.; FOGLIO, M.A.; ANTONIO, M.A., AMARAK, M.C.E.; BITTRIC, V. . C. J. E. Antiproliferative activity of crude extract and fractions obtained from *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, [s. l.], v. 8, p. 110–115, 2006.

LAGE, P. S. *et al.* *Strychnos pseudoquina* and Its Purified Compounds Present an Effective In Vitro Antileishmanial Activity. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 2013, n. 1, p. 9, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/304354>.

LASKOSKI, L. V. *et al.* Phytochemical prospection and evaluation of antimicrobial, antioxidant and antibiofilm activities of extracts and essential oil from leaves of *Myrsine umbellata* Mart. (Primulaceae). **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 82, p. 1–14, 2022.

LIMA *et al.* Triterpenes from the *Protium heptaphyllum* resin – chemical composition and cytotoxicity. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 399–407, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2014.06.003>.

LIMA NETO, G. A. *et al.* Quantificação de metabólitos secundários e avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de algumas plantas selecionadas do Cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 1069–1077, 2015.

LIMA, C. A. De *et al.* Antiproliferative Activity of Two Unusual Dimeric Flavonoids , Brachyidin E and Brachyidin F , Isolated from *Fridericia platyphylla* (Cham .) L . G . Lohmann : In Vitro and Molecular Docking Evaluation. **BioMed Research International**, [s. l.], v. 2022, n. 1, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2022/3319203>.

LIMA, R. B. D. A. *et al.* Nutritional efficiency of plants as an indicator of forest species for the restoration of forests , Brazil Eficiência nutricional de plantas como indicadora de espécies florestais para restauração de florestas

, Brasil. **Scientia Forestalis**, [s. l.], v. 46, n. 119, p. 415–426, 2018. Disponível em: [dx.doi.org/10.18671/scifor.v46n119.09](https://doi.org/10.18671/scifor.v46n119.09).

LIMA, T. C. *et al.* Evidence for the involvement of IL-1 β and TNF- α in anti-inflammatory effect and antioxidative stress profile of the standardized dried extract from *Miconia albicans* Sw. (Triana) Leaves (Melastomataceae). **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 259, n. December 2019, p. 112908, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112908>.

LIRA, W. D. M. *et al.* Modulatory effect of *Byrsonima basiloba* extracts on the mutagenicity of certain direct and indirect-acting mutagens in *Salmonella typhimurium* assays. **Journal of Medicinal Food**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 111–119, 2008.

LLORENTE, B. E.; ALASIA, A.; LARRABURU, E. E. Biofertilization with *Azospirillum brasilense* improves in vitro culture of *Handroanthus ochraceus*, a forestry, ornamental and medicinal plant. **New Biotechnology**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 32–40, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2015.07.006>.

LOPES REZENDE-SILVA, S. *et al.* Morphophysiological indicators of the glyphosate action on Brazilian savanna plants: a multivariate analysis. **Acta Physiologiae Plantarum**, [s. l.], v. 44, n. 7, p. 1–16, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11738-022-03409-3>.

LOPEZ, A.; HUDSON, J. B.; TOWERS, G. H. N. Antiviral and antimicrobial activities of Colombian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 77, n. 2–3, p. 189–196, 2001.

LORENÇO, M. S. *et al.* Valorization of Polyphenols from *Stryphnodendron adstringens* Bark for Use as a Sustainable Inhibitor of Nitrogen Volatilization in Soil. **ACS Agricultural Science & Technology**, [s. l.], v. 1, n. 6, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acsagscitech.1c00095>.

LOURENÇO, A. M. *et al.* Essential oil of *Siparuna guianensis* as an alternative tool for improved lepidopteran control and resistance management practices. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1–13, 2018.

LUIZE, P. S. *et al.* Effects of medicinal plant extracts on growth of *Leishmania (L.) amazonensis* and *Trypanosoma cruzi*. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, [s. l.], v. 41, n. 1, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322005000100010>.

MACEDO, A. L. *et al.* Pequi cake composition, hydrolysis and fermentation to bioethanol. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 9–15, 2011.

MACEDO, M.; FERREIRA, A. R. Plantas hipoglicemiantes utilizadas por comunidades tradicionais na Bacia do Alto Paraguai e Vale do Guaporé, Mato Grosso - Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 14, p. 45–47, 2004.

MANNINO, G. *et al.* Bioactive Triterpenes of *Protium heptaphyllum* Gum Resin Extract Display Cholesterol-Lowering Potential. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 22, n. 2664, p. 22, 2021.

MARIA PÓVOA VIOLANTE, I. *et al.* Antimicrobial activity of some medicinal plants from the Cerrado of the central-western region of Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 43, n. 4, p. 1302–1308, 2012.

MARTINS *et al.* Medicinal species with gastroprotective activity found in the Brazilian Cerrado. **Fundamental and Clinical Pharmacology**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 238–251, 2015. Disponível em: [10.1111/fcp.12113](https://doi.org/10.1111/fcp.12113).

MARTINS, F. Q.; BATALLA, M. A. Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the upper taquari region (central Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 66, n. 2 A, p. 543–552, 2006.

MARTINS, R. M. G. *et al.* Impact on cholinesterase-inhibition and in silico investigations of sesquiterpenoids from Amazonian *Siparuna guianensis* Aubl. **Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, [s. l.], v. 252, p. 119511, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.119511>.

MATIAS, R. R. *et al.* Degradation of *Staphylococcus aureus* Biofilm Using Hydrolytic Enzymes Produced by Amazonian Endophytic Fungi. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, [s. l.], v. 193, p. 2145–2161, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12010-021-03542-8>.

MAZZOLIN, L. P. *et al.* *Qualea parviflora* Mart.: An integrative study to validate the gastroprotective, antidiarrheal, antihemorrhagic and mutagenic action. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 127, n. 2, p. 508–514, 2010.

MEDEIROS, J. A. USE TABERIA AUREA (BENTH. & HOOK.) IN URBAN AFFORESTATION OF THE SÃO JOSÉ DO SERIDÓ CITY. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, [s. l.], v. 15, n. 15, p. 2935–2944, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/223611708698>.

MEDEIROS, J. P. *et al.* Biocidal potential of *Eugenia pyriformis* essential oil in the control of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* in the free-living cycle. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, [s. l.], v. 39, n. 11, p. 879–888, 2019.

MELO, A. L. F. C. *et al.* Using Activated Biochar from *Caryocar brasiliense* Pequi Almonds for Removing Methylene Blue Dye in an Aqueous Solution. **Water (Switzerland)**, [s. l.], v. 15, n. 22, 2023.

MELO, R. N. De *et al.* Antibacterial activity of barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) against periodontopathogens and cytotoxic effects on fibroblasts. **Letters in Applied Microbiology**, [s. l.], v. 76, n. June, p. 1–6, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/lambio/ovad054>.

MENDONÇA, F. A. C. De *et al.* Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito *Aedes aegypti*. **Fitoterapia**, [s. l.], v. 76, n. 7–8, p. 629–636, 2005.

MICHELIN, D. C. *et al.* Antimicrobial activity of *Byrsonima* species (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 18, n. October, p. 690–695, 2008.

MICHELIN, D. *et al.* Antimicrobial activity of *Davilla elliptica* St. Hill (Dilleniaceae). [s. l.], n. September, p. 8–11, 2005.

MILANEZ, C.; MARCATI, C. R.; MACHADO, S. R. Trabeculae and Al-accumulation in the wood cells of Melastomataceae species from Brazilian savanna. **Botany**, [s. l.], 2016.

MOBIN, M. *et al.* Gas Chromatography-Triple Quadrupole Mass Spectrometry Analysis and Vasorelaxant Effect of Essential Oil from *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. **BioMed Research International**, [s. l.], v. 2017, 2017.

MOLEIRO, F. C. **Avaliação da atividade antiulcerogênica dos extratos e frações das folhas de *Mouriri elliptica* Mart. (Melastomataceae) e *Byrsonima basiloba* A. Juss. (Malpighiaceae)**. 2007. - Universidade Estadual Paulista, [s. l.], 2007.

MORAIS, D. *et al.* Extract from *Eugenia puniceifolia* is an Antioxidant and Inhibits Enzymes Related to Metabolic Syndrome. **Appl Biochem Biotechnol**, [s. l.], v. 172, p. 311–324, 2014.

MORAIS, H. L. M. D. N. *et al.* Hydroalcoholic extract of *caryocar brasiliense* cambess. Leaves affect the development of *aedes aegypti* mosquitoes. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [s. l.], v. 53, n. May, p. 1–7, 2020.

MORAIS, L. S. *et al.* Antileishmanial compounds from *Connarus suberosus*: Metabolomics, isolation and mechanism of action. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 15, n. 11 November, p. 1–22, 2020.

MORAIS, N. de A. *et al.* Seasonal monitoring of the antioxidant activity of *Erythroxylum suberosum* A. St.-Hil. leaves: Correlation with hyperoside and isoquercitrin contents. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 373–382, 2022.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. D. R. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity three fruit species from the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 41, n. 3, p. 0–2, 2019.

MUMBACH, G. D. *et al.* Unlocking the potential of pequi (*Caryocar brasiliense*) residues for bioenergy and renewable chemicals: Multicomponent kinetic modeling, thermodynamic parameter estimation, and characterization of volatile products through TGA and Py-GC/MS experiments. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 209, n. December 2023, 2024.

NARUZAWA, E. S.; PAPA, M. F. S. Antifungal activity of extracts from Brazilian Cerrado plants on *Colletotrichum gloeosporioides* and *Corynespora cassiicola*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 408–412, 2011.

NEGRI, G.; DE SANTI, D.; TABACH, R. Chemical composition of hydroethanolic extracts from *Siparuna guianensis*, medicinal plant used as anxiolytics in Amazon region. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 22, n. 5, p. 1024–1034, 2012.

NETO, G. S. G. *et al.* Chemical Prospection of *Qualea grandiflora* Mart. Fruit and Stem Extracts and Their in vitro and in vivo Antiplasmodial Activity. **J. Braz. Chem. Soc.**, [s. l.], v. 31, n. 7, p. 1475–1484, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20200034%0AJ>.

NISHIJIMA, C. M. *et al.* The anti-inflammatory effects of the methanolic extract and fractions from *Davilla elliptica* St. Hil. (Dilleniaceae) on *Bothrops jararaca* envenomation. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 16, n. 6, p. 12454–12466, 2015.

NOGUEIRA, A. O. *et al.* Pharmacological effects of the isomeric mixture of alpha and beta amyryl from *Protium heptaphyllum*: a literature review. **Fundamental and Clinical Pharmacology**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 4–12, 2019.

NOGUEIRA, M. A. *et al.* In vitro organogenesis, content phenols, and antioxidant capacity of two aluminum accumulator plant species from the Cerrado region, Brazil. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, [s. l.], v. 59, n. 6, p. 734–743, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11627-023-10371-3>.

NOVAES, P. *et al.* Allelopathic potential of *Rapanea umbellata* leaf extracts. **Chemistry and Biodiversity**, [s. l.], v. 10, n. 8, p. 1539–1548, 2013.

NUNES ALVES PAIM, L. F. *et al.* Connaraceae: An updated overview of research and the pharmacological potential of 39 species. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 261, n. May, p. 112980, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112980>.

NUNES, G. P. *et al.* Plantas medicinais comercializadas por raizeiros no Centro de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 83–92, 2003.

NUNES, J. D. *et al.* O extrativismo da fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) na região do Norte de. **Rev. Bras. Pl. Med.**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 370–375, 2012.

OLIVEIRA, D. R. *et al.* Antibacterial and modulatory effect of *Stryphnodendron rotundifolium*. **Pharmaceutical Biology**, [s. l.], v. 49, n. 12, p. 1265–1270, 2011.

OLIVEIRA, P. D.; MEDEIROS, W. D. de A. Serviços Ecológicos De Provisão Promovidos Pelo Parque Municipal Professor Maurício De Oliveira, Mossoró/RN. **Revista GeoInterações**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 78–95, 2023.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E.; BARBOSA, A. A. Moth pollination of woody species in the Cerrados of Central Brazil: A case of so much owed to so few?. **Plant Systematics and Evolution**, [s. l.], v. 245, n. 1–2, p. 41–54, 2004.

OLIVEIRA, P. E. A. M. de; PAULA, F. R. de. Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de matas de galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado: caracterizacao e recuperacao de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p.303-332, 2001.

OLIVEIRA, P. S.; PIE, M. R. Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectaries in cerrado vegetation. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 161–176, 1998.

OLIVEIRA, R. *et al.* Industrial Crops & Products *Byrsonima crassifolia* extract and fraction prevent UVB-induced oxidative stress in keratinocytes culture and increase antioxidant activity on skin. **Industrial Crops & Products**, [s. l.], v. 108, n. July, p. 485–494, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.015>.

OLIVEIRA, R. L. C. de; SCUDELLER, V. V.; BARBOSA, R. I. Use and traditional knowledge of *Byrsonima crassifolia* and *B. coccolobifolia* (Malpighiaceae) in a makuxi community of the Roraima Savanna, Northern Brazil. **Acta Amazonica**, [s. l.], v. 47, n. 2, p. 133–140, 2017.

OMBREDANE, A. S. *et al.* Nanoemulsion-based systems as a promising approach for enhancing the antitumoral activity of pequi oil (*Caryocar brasiliense* Cambess.) in breast cancer cells. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, [s. l.], v. 58, n. May, p. 101819, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101819>.

ORDOÑEZ-HOYOS, A. E.; MACUACÉ-OTERO, R. A.; OSPINA-MONTEALEGRE, R. Análise do mercado de forças energia da madeirana bacia aldeia município de Popayan. **Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 116–122, 2017.

ORLANDI, L. *et al.* Anti-inflammatory and antinociceptive effects of the stem bark of *Byrsonima intermedia* A. Juss. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 137, n. 3, p. 1469–1476, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2011.08.032>.

ORTIZ, P. L. *et al.* Pattern of Flower and Fruit Production in *Stryphnodendron adstringens*, an Andromonoecious Legume Tree of Central Brazil. **Plant Biology**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 592–599, 2003.

OSORIO, E. *et al.* Antiprotozoal and cytotoxic activities in vitro of Colombian Annonaceae. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 111, n. 3, p. 630–635, 2007.

PASSOS, B. G., RANGEL, L. *et al.* Ocotea pulchella as an alternative against schistosomiasis: chemical analysis, development of nanoemulsion and biological control activity. **BOLETIN LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE PLANTAS MEDICINALES Y AROMÁTICAS**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 508–518, 2020.

PAULA, A. *et al.* Potential medicinal use of forest species of the Deciduous Seasonal Forest from Atlantic Forest Biome, South Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s. l.], v. 59, n. December, p. 1–11, 2016.

PELLENZ, N. L. *et al.* Analysis of In Vitro Cyto- and Genotoxicity of Barbatimão Extract on Human Keratinocytes and Fibroblasts. **BioMed Research International**, [s. l.], v. 2018, p. 11, 2018.

PENIDO, A. B. *et al.* Medicinal Plants from Northeastern Brazil against Alzheimer's Disease. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 2017, p. 7, 2017.

PEREIRA GUISSÉ, C. *et al.* Insecticide activity of *Copaifera langsdorffii* oil in *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae). Actividad insecticida del aceite de *Copaifera langsdorffii* en *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae). **Bosque**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 51–55, 2022.

PEREIRA, C. B. *et al.* Endophytic fungal compounds active against *Cryptococcus neoformans* and *C. gattii*. **The Journal of Antibiotics**, [s. l.], v. 68, n. October 2014, p. 436–444, 2015.

PEREIRA, M. V. M. *et al.* Endemic Atlantic Forest species of Caryophyllales as inhibitors of viral infection in zucchini. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 146–154, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-0536-20210204>

PEREIRA, S. R.; LAURA, V. A.; DE SOUZA, A. L. T. Superação de dormência de sementes como estratégia para restauração florestal de pastagem tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 48, n. 2, p. 148–156, 2013.

PEREIRA, V. V.; BOREL, C. R.; SILVA, R. R. Phytochemical screening, total phenolic content and antioxidant activity of *Byrsonima* species. **Natural Product Research**, [s. l.], v. 29, n. 15, p. 1461–1465, 2015.

PERES, M. T. L. P. *et al.* Phytotoxic and antioxidant activity of seven native fruits of Brazil. **Acta Botanica Brasiliica**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 836–846, 2013.

PETACCI, F. *et al.* Inhibition of peroxidase activity and scavenging of reactive oxygen species by astilbin isolated from *Dimorphandra mollis* (Fabaceae, Caesalpinioideae). **Biological Research**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 63–74, 2010.

PIERONI, L. G. *et al.* Antioxidant activity and total phenols from the methanolic extract of *Miconia albicans* (Sw.) Triana leaves. **Molecules**, [s. l.], v. 16, n. 11, p. 9439–9450, 2011.

PINHO, F. V. S. D. A. *et al.* Phytochemical Composition, Antifungal and Antioxidant Activity of *Duguetia furfuracea* A. St.-Hill. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, [s. l.], v. 2016, 2016.

PINTO, L. C. L. *et al.* Conhecimento tradicional e usos de *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) por quilombolas de Minas Gerais, Brasil: Subsídios para o manejo sustentável. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 76, n. 2, p. 511–519, 2016.

PINTO, L. C. L.; RODRIGUES, I. P. S.; DRUMOND, M. A. Population structure and fruit productivity analyses in support of the use of *Caryocar brasiliense*. **Floresta e Ambiente**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 1–11, 2019.

PIRES, J. G. *et al.* Effect of hydroalcoholic extract of *Myracrodruon urundeuva* All. and *Qualea grandiflora* Mart. leaves on the viability and activity of microcosm biofilm and on enamel demineralization. **Journal of Applied Oral Science**, [s. l.], v. 27, p. 1–9, 2019.

PIRES, M. M. Y.; DE SOUZA, L. A. Morphoanatomy and aspects of floral biology from *Myrcia guianensis* (Aubl.) A. P. de Candolle and *Myrcia laruotteana* Cambesse (Myrtaceae). **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 325–331, 2011.

POTTS, ARMILDO; VAILI, P. **Plantas do Pantanal**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. CÔRTEZ, M. A. *et al.* Imunomodulação de Fagócitos do Sangue Humano pelo Extrato de *Strychnos Pseudoquina* ST . HILL Adsorvido em microesferas de Polietilenoglicol. [s. l.], v. 23, p. 402–409, 2013.

PRANDEL, J. A. Agroecologia [recurso eletrônico]: caminho de preservação do meio ambiente 2. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020-. ISSN 20711050. Disponível em: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTAR_I.

RAFAEL ALVES SANTANA CESÁRIO, F. *et al.* Chemical fingerprint, acute oral toxicity and anti-inflammatory activity of the hydroalcoholic extract of leaves from *Tocoyena formosa* (Cham. & Schlecht.) K. Schum. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [s. l.], v. 26, n. 5, p. 873–880, 2019.

RAFAEL CALIXTO RIBEIRO DE ARAÚJO; PIRES, L. L. Opções de frutíferas do cerrado para paisagismo urbano em bairros da periferia de Goiânia. **Revista Caatinga**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 235–239, 2009.

REGINATO, M.; MICHELANGELI, F. A. Untangling the phylogeny of *Leandra* s.str. (Melastomataceae, Miconieae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, [s. l.], v. 96, p. 17–32, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2015.11.015>.

RESENDE, F. A. *et al.* In vitro toxicological assessment of *Arrabidaea brachypoda* (DC.) Bureau: Mutagenicity and estrogenicity studies. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, [s. l.], v. 90, p. 29–35, 2017.

REZENDE, K. R. *et al.* Antioxidant activity of aryltetralone lignans and derivatives from *Virola sebifera* (Aubl.). **Natural Product Research**, [s. l.], v. 19, n. 7, p. 661–666, 2005.

RETORE, Y. I. *et al.* Antifungal activity of *Caryocar brasiliense* camb. Alone or along with antifungal agents against multidrug-resistant *Candida auris*. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 330, n. April, p. 118240, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2024.118240>.

RIBEIRO, D. *et al.* Promising medicinal plants for bioprospection in a Cerrado area of Chapada do Araripe , Northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 155, n. 3, p. 1522–1533, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2014.07.042>.

RIBEIRO, H. B. *et al.* Resíduos de frutos de pequi no controle do nematóide das galhas em tomateiro. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 453–458, 2012.

RIBEIRO, R. V. Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 205, n. April, p. 69–102, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2017.04.023>.

RICARDO, L. M. *et al.* Evidence of traditionality of Brazilian medicinal plants: The case studies of *Stryphnodendron adstringens* (Mart .) Coville (barbatimão) barks and *Copaifera* spp . (copaíba) oleoresin in wound healing. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 219, n. February, p. 319–336, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.02.042>.

ROBLES-MELCHOR, L. *et al.* Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Using *Nance* (*Byrsonima crassifolia*) Seeds and Peels as Natural Biosorbents. **Journal of Chemistry**, [s. l.], v. 2021, p. 1–13, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/5556940>.

ROCHA, E. O. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of flowers from *Banisteriopsis campestris* (A. Juss.) little. **Revista Virtual de Química**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 1562–1577, 2018.

RODRIGUES, A. M. S. *et al.* Larvicidal activity of some Cerrado plant extracts against *Aedes aegypti*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 314–317, 2006.

RODRIGUES, A. M. S. *et al.* Larvicidal activity of some Cerrado plant extracts against *Aedes aegypti*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 314–317, 2006.

RODRIGUES, E. Plants of restricted use indicated by three cultures in Brazil (Caboclo-river dweller , Indian and Quilombola). **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 111, p. 295–302, 2007.

RODRIGUES, L. M. *et al.* Uvaia pulp: obtaining a functional product by ultrasound assisted extraction and reverse osmosis. **Journal of Food Measurement and Characterization**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 3561–3568, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00930-w>.

RODRIGUES, S. dos S.; FIDALGO, A. de O.; BARBEDO, C. J. Biologia reprodutiva e produção de sementes e mudas de *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg. **Journal of Seed Science**, [s. l.], v. 39, n. 3, p. 272–279, 2017.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO DE PLANTAS MEDICINAIS NO DOMÍNIO CERRADO NA REGIÃO DO ALTO RIO GRANDE –MINAS GERAIS. **Rev. Bras. Pl. Med**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 17–35, 2007.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio dos cerrados na região do Alto Rio Grande - Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 17–35, 2007.

SALAZAR, G. J. T. *et al.* Antioxidant activity of *stryphnodendron rotundifolium* mart. Stem bark fraction in an iron overload model. **Foods**, [s. l.], v. 10, n. 11, 2021.

SALDANHA, A. A. *et al.* Anti-inflammatory effects of the butanolic fraction of *Byrsonima verbascifolia* leaves: Mechanisms involving inhibition of tumor necrosis factor alpha, prostaglandin E2 production and migration of polymorphonuclear leucocyte in vivo experimentation. **International Immunopharmacology**, [s. l.], v. 31, p. 123–131, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.intimp.2015.12.031>.

SALDANHA, A. A. *et al.* Chemical composition and evaluation of the anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Duguetia furfuracea* essential oil: Effect on edema, leukocyte recruitment, tumor necrosis factor alpha production, iNOS expression, and adenosinergic and opioid. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 231, n. June 2018, p. 325–336, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.11.017>.

SALES, D. S. *et al.* *Eugenia punicifolia* (Kunth) DC . as an Adjuvant Treatment for Type-2 Diabetes Mellitus : A non-Controlled , Pilot Study. **Phytotherapy Research**, [s. l.], v. 1821, n. August, p. 1816–1821, 2014.

SANCHEZ-SILVA, J. M. *et al.* Characterization and transformation of nanche stone (*Byrsonima crassifolia*) in an activated hydrochar with high adsorption capacity towards metformin in aqueous solution. **Chemical Engineering Research and Design**, [s. l.], v. 183, p. 580–594, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2022.05.054>.

SANCHEZ-SILVA, J. M. *et al.* Pyrolysis Kinetics of *Byrsonima crassifolia* Stone as Agro-Industrial Waste through Isoconversional Models. **Molecules**, [s. l.], v. 28, n. 544, p. 1–20, 2023.

SAN-MARTÍN-HERNÁNDEZ, C. *et al.* *Byrsonima crassifolia* L. Kunth a bio-resource with potential: Overview and opportunities. **Folia Horticulturae**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 61–75, 2023.

SANTOS, C. *et al.* Antioxidative, Antiproliferative and Antimicrobial Activities of Phenolic Compounds from Three *Myrcia* Species. **Molecules**, [s. l.], v. 23, n. 986, p. 1–12, 2018. Disponível em: doi:10.3390/molecules23050986.

SANTOS, C. *et al.* Optimization of *Eugenia punicifolia* (Kunth) D. C. leaf extraction using a simplex centroid design focused on extracting phenolics with antioxidant and antiproliferative activities. **BMC Chemistry**, [s. l.], p. 1–13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13065-020-00686-2>.

SANTOS, F. V. *et al.* Genotoxicity of polar and apolar extracts obtained from *Qualea multiflora* and *Qualea grandiflora*. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 138, n. 1, p. 105–110, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2011.08.062>.

SANTOS, M. de O. *et al.* *Copaifera langsdorffii* Desf.: A chemical and pharmacological review. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [s. l.], v. 39, n. December 2021, 2022.

SANTOS, M. L.; AFONSO, A. de P.; OLIVEIRA, P. E. Biologia floral de *Vochysia cinnamomea* Pohl (Vochysiaceae) em cerrados do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 127–132, 1997.

SANTOS, R. F. E. P. *et al.* Avaliação do potencial biológico da *Tabebuia aurea* (Silva Manso) como fonte de moléculas bioativas para atividade antimicrobiana, antiedematogênica e antirradicalar. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 1159–1168, 2015.

SCALVENZI, L. *et al.* *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (syn. *M. fallax* (Rich.) DC.) (myrtaceae) essential oil from amazonian Ecuador: A chemical characterization and bioactivity profile. **Molecules**, [s. l.], v. 22, n. 7, p. 1–12, 2017.

SCHUM, S. K. *et al.* Evaluation of the antioxidant and gastroprotective activity and HPLC analysis of the hydroalcoholic extract of *Tocoyena formosa* leaves (Cham. & **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 112, n. December 2017, p. 355–362, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.12.058>.

SERPELONI, J. M. *et al.* Antimutagenicity and induction of antioxidant defense by flavonoid rich extract of *Myrcia bella* Cambess. in normal and tumor gastric cells. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 176, p. 345–355, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.11.003>.

SERPELONI, J. M. *et al.* In vivo assessment of DNA damage and protective effects of extracts from *Miconia* species using the comet assay and micronucleus test. **Mutagenesis**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 501–507, 2008.

SGANZERLA, W. G. *et al.* Geographical discrimination of uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) by principal component analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 99, n. 15, p. 6778–6787, 2019.

SILVA, I. F. *et al.* Antimicrobial screening of some medicinal plants from Mato Grosso Cerrado. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 19, n. 1 B, p. 242–248, 2009.

SILVA, M. A. B. da *et al.* Levantamento etnobotânico de plantas utilizadas como anti-hiperlipidêmicas e anorexígenas pela população de Nova Xavantina-MT, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 549–562, 2010.

SILVA, R. L. *et al.* Residual Larvicidal Activity of Quinones against *Aedes aegypti*. **Molecules**, [s. l.], v. 25, p. 1–12, 2020.

SIQUEIRA, R. A. *et al.* Pequi mesocarp: a new source of pectin to produce biodegradable film for application as food packaging. **Food Science and Technology (Brazil)**, [s. l.], v. 42, 2022.

SOARES, P. R. O. *et al.* In Vitro Antiproliferative Effects of the Indole Alkaloid Vallesiachota- mine on Human Melanoma Cells. **Archives of Pharmacal Research**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 565–571, 2012.

SOUSA, J. N. *et al.* *Davilla elliptica* (Dilleniaceae) a. St.-Hil. Ethnomedicinal, phytochemical, and pharmacological aspects: A review. **Phytochemistry Letters**, [s. l.], v. 39, n. May, p. 135–143, 2020.

SOUSA, T. B. *et al.* The bark of *Stryphnodendron rotundifolium* as a source of phenolic extracts with antioxidant properties. **Wood Science and Technology**, [s. l.], v. 55, n. 4, p. 1057–1074, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00226-021-01293-7>.

SOUZA, A. B. *et al.* Antimicrobial Evaluation of Diterpenes from *Copaifera langsdorffii* Oleoresin Against Periodontal Anaerobic Bacteria. **Molecules**, [s. l.], v. 16, p. 9611–9619, 2011.

SANTOS, R. A. **Desempenho reprodutivo de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (Leguminosae) em remanescentes de cerrado do estado de São Paulo**. 2013. 66 f. -Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2013.

SOUZA, L. F. *et al.* Plantas medicinais referenciadas por raizeiros no município de Jataí, estado de Goiás. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 451–461, 2016.

SOUZA, L. V. *et al.* *Siparuna guianensis* Controls *Toxoplasma gondii* Infection In Vitro. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 31, n. 6, p. 741–749, 2021.

SOUZA, M. A. de; VALE, A. T. do. Levantamento de plantas de baixa inflamabilidade em áreas queimadas de Cerrado no Distrito Federal e análise das suas propriedades físicas. **Ciência Florestal**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 181–192, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509822416>.

SOUZA, P. M. *et al.* Plants from Brazilian Cerrado with Potent Tyrosinase Inhibitory Activity. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 7, n. 11, p. 1–7, 2012.

SOUZA, R. M. *et al.* An evaluative review on *Stryphnodendron adstringens* extract composition: Current and future perspectives on extraction and application. **Industrial Crops & Products**, [s. l.], v. 187, 2022.

SOUZA, T. *et al.* Avaliação da atividade anti-séptica de extrato seco de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e de preparação cosmética contendo este extrato. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 71–75, 2007.

SOUZA, T. P. M. **Avaliação in Vitro Do Potencial Anticâncer De Extratos Bruto E Fracionados Obtidos De Folhas De *Bowdichia Virgilioides***. 2015. 85 f. - Universidade Federal de Alagoas, [s. l.], 2015.

SOUZA-MOREIRA T. M. *et al.* Stryphnodendron Species Known as “Barbatimão”: A Comprehensive Report. **Molecules**, [s. l.], v. 23, n. 910, p. 1–25, 2018. Disponível em: [10.3390/molecules23040910](https://doi.org/10.3390/molecules23040910).

SPADETO, M. S. *et al.* Assessing the genetic diversity of myrsine umbellata (primulaceae) in brazilian atlantic forest remnants - An important step towards reforestation efforts. **Rodriguesia**, [s. l.], v. 72, 2021.

SPECIAN, A. F. L. *et al.* Chemical characterization of Brazilian savannah Byrsonima species (muricis) and their impact on genomic instability and chemopreventive effects. **Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, [s. l.], v. 887, n. September 2021, 2023.

SPERANDIO, E. M.; MARIO, H.; DO, M. Yeasts from native Brazilian Cerrado plants : Occurrence , diversity and use in the biocontrol of citrus green mould. **Fungal Biology**, [s. l.], v. 119, n. 11, p. 984–993, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.funbio.2015.06.011>.

SPESSOTO, M. A. *et al.* Evaluation of the analgesic activity of extracts of *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae). **Phytomedicine**, [s. l.], n. Uec 10830, p. 606–609, 2003.

TAKAO, L. K.; IMATOMI, M.; GUALTIERI, S. C. J. Antioxidant activity and phenolic content of leaf infusions of Myrtaceae species from Cerrado (Brazilian Savanna). **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 75, n. 4, p. 948–952, 2015.

TAVARES, W. de S. *et al.* Potential of aromatic and medicinal plant extracts from Cerrado biome to control the velvetbean caterpillar Anticarsia gemmatilis. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 372–384, 2013.

TAYLOR, P. *et al.* Screening of Venezuelan Medicinal Plant Extracts for Cytostatic and Cytotoxic Activity Against Tumor Cell Lines. **Phytotherapy Research**, [s. l.], v. 539, n. May 2012, p. 530–539, 2013. Disponível em: [10.1002/ptr.4752](https://doi.org/10.1002/ptr.4752).

TELES, H. L. *et al.* Benzopyrans from Curvularia sp., an endophytic fungus associated with Ocotea corymbosa (Lauraceae). **Phytochemistry**, [s. l.], v. 66, n. 19, p. 2363–2367, 2005.

THOMAZZI, S. M. *et al.* Antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Bowdichia virgilioides* (sucupira). **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 127, n. 2, p. 451–456, 2010.

TRINDADE, M. A. da *et al.* Medicinal plants with potential antihypertensive properties: emphasis on natural products from the Brazilian Cerrado. **Hoehnea**, [s. l.], v. 49, 2022.

UNNIKRISHNAN, G.; RAMASAMY, V. Evaluation of lignin waste as potential carriers for phosphate solubilizing bio-fertilizers: A zero waste technology. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 331–351, 2021.

VAGULA, J. M. *et al.* Antioxidant activity of fifteen seeds from fruit processing residues by different methods. **Acta Scientiarum - Technology**, [s. l.], v. 41, n. 1, 2019.

VALENTINI, C. M. A.; RODRÍGUEZ-ORTÍZ, C. E.; COELHO, M. F. B. Siparuna guianensis Aublet (“negramina”): A review. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 96–104, 2010.

VANDESMET, V. C. S. *et al.* The use of herbs against neglected diseases: Evaluation of in vitro leishmanicidal and trypanocidal activity of Stryphnodendron rotundifolium Mart. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [s. l.], v. 24, n. 6, p. 1136–1141, 2017.

VEIGA, P. A. S. **Interações multitróficas: o efeito de formigas, besouros e mariposas sobre a reprodução e a morfologia floral de *Tocoyena formosa* (Rubiaceae)**. 2017. - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências de Botucatu, [s. l.], 2017.

VELA, F. *et al.* Bioactive Diterpenes from the Brazilian Native Plant (*Moquiniastrum pulchrum*) and Their Application in Weed Control. **Molecules**, [s. l.], v. 26, n. 4632, p. 1–14, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules26154632>

VINSON, S. B. *et al.* Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by Centris bees (hymenoptera: apidae). **Biotropica**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 76–83, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1997.tb00008.x>

YAZBEK, P. B. *et al.* Plants used during maternity, menstrual cycle and other women's health conditions among Brazilian cultures. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 179, p. 310–331, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.12.054>.

ZIDANES, U. *et al.* Utilization of rice production residues as a reinforcing agent in bioadhesives based on polyphenols extracted from the bark of trees from the Brazilian Cerrado biome. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 254, n. 2023, p. 1–11, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127813>.

ZIDANES, U. L. *et al.* Utilization of rice production residues as a reinforcing agent in bioadhesives based on polyphenols extracted from the bark of trees from the Brazilian Cerrado biome. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 254, p. 1–11, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127813>.

Tabela S2: Cultivos agrícolas próximos à área de cerrado e seus polinizadores, de acordo com a base de dados CRIA.

Cultivos agrícolas	Polinizadores
abacate	<i>Apis mellifera</i>
abacate	<i>Trigona spinipes</i>
abacate	<i>Xylocopa spp.</i>
abacate	<i>Tetragonisca angustula</i>
abacate	<i>Chloralictus sp.</i>
café	<i>Apis mellifera</i>
café	<i>Tetragonisca angustula</i>
café	<i>Xylocopa spp.</i>
café	<i>Trigona spinipes</i>
laranja	<i>Apis mellifera</i>
laranja	<i>Trigona spinipes</i>
laranja	<i>Trigona spp.</i>
limão	<i>Apis mellifera</i>
maracujá	<i>Oxaea austera</i>
maracujá	<i>Oxaea flavescens</i>
maracujá	<i>Acanthopus excellens</i>
maracujá	<i>Bombus morio</i>
maracujá	<i>Bombus pauloensis</i>
maracujá	<i>Bombus spp.</i>
maracujá	<i>Centris denudans</i>
maracujá	<i>Centris flavifrons</i>
maracujá	<i>Centris longimana</i>
maracujá	<i>Centris lutea</i>
maracujá	<i>Epicharis analis</i>
maracujá	<i>Centris scopipes</i>

maracujá	<i>Epicharis bicolor</i>
maracujá	<i>Epicharis flava</i>
maracujá	<i>Eufriesea surinamensis</i>
maracujá	<i>Epicharis nigrita</i>
maracujá	<i>Epicharis fasciata</i>
maracujá	<i>Centris sponsa</i>
maracujá	<i>Eulaema nigrita</i>
maracujá	<i>Xylocopa brasiliatorum</i>
maracujá	<i>Hopliophora velutina</i>
maracujá	<i>Xylocopa nigrocincta</i>
maracujá	<i>Xylocopa ordinaria</i>
maracujá	<i>Xylocopa suspecta</i>
maracujá	<i>Xylocopa hirsutissima</i>
maracujá	<i>Eulaema cingulata</i>
maracujá	<i>Xylocopa grisea</i>
maracujá	<i>Xylocopa frontalis</i>
maracujá	<i>Xylocopa cearensis</i>
mexerica	<i>Apis mellifera</i>
feijão	<i>Apis mellifera</i>
feijão	<i>Bombus spp.</i>
feijão	<i>Xylocopa spp.</i>
mandioca	<i>Apis mellifera</i>
melancia	<i>Diabrotica sp.</i>
melancia	<i>Apis mellifera</i>
melancia	<i>Tetragonisca spp.</i>
melancia	<i>Trigona spinipes</i>
soja	<i>Apis mellifera</i>
manga	<i>Ornidia obesa</i>
manga	<i>Palpada vinetorum</i>
manga	<i>Musca domestica</i>
manga	<i>Belvosia bicincta</i>
manga	<i>Belvosia sp.</i>
manga	<i>Trigona spinipes</i>
manga	<i>Trigona spp.</i>
manga	<i>Brachygastra sp.</i>
manga	<i>Apis mellifera</i>
tomate	<i>Acamptopoeum prinii</i>
tomate	<i>Oxaea flavescens</i>
tomate	<i>Apis mellifera</i>
tomate	<i>Bombus morio</i>
tomate	<i>Bombus spp.</i>
tomate	<i>Centris aenea</i>
tomate	<i>Centris fuscata</i>
tomate	<i>Centris tarsata</i>
tomate	<i>Centris spp.</i>

tomate	<i>Epicharis flava</i>
tomate	<i>Epicharis spp.</i>
tomate	<i>Exomalopsis analis</i>
tomate	<i>Exomalopsis auropilosa</i>
tomate	<i>Euglossa spp.</i>
tomate	<i>Exomalopsis fulvofasciata</i>
tomate	<i>Exomalopsis minor</i>
tomate	<i>Exomalopsis spp.</i>
tomate	<i>Melipona quinquefasciata</i>
tomate	<i>Melipona spp.</i>
tomate	<i>Trigona fulviventris</i>
tomate	<i>Trigona fuscipennis</i>
tomate	<i>Xylocopa frontalis</i>
tomate	<i>Xylocopa muscaria</i>
tomate	<i>Xylocopa spp.</i>
tomate	<i>Augochloropsis callichroa</i>
tomate	<i>Augochloropsis cupreola</i>
tomate	<i>Augochloropsis electra</i>
tomate	<i>Augochloropsis smithiana</i>
tomate	<i>Augochloropsis spp.</i>
tomate	<i>Augochlora spp.</i>
tomate	<i>Xylocopa suspecta</i>
tomate	<i>Trigona spinipes</i>
tomate	<i>Thygater analis</i>
tomate	<i>Frieseomelitta spp.</i>
tomate	<i>Eulaema nigrita</i>
tomate	<i>Pseudaugochlora erythrogaster</i>
tomate	<i>Pseudaugochlora graminea</i>
tomate	<i>Pseudaugochlora indistincta</i>
tomate	<i>Pseudaugochlora spp.</i>
tomate	<i>Centris varia</i>
tomate	<i>Bombus pauloensis</i>
girassol	<i>Trigona spinipes</i>
girassol	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>
girassol	<i>Apis mellifera</i>
goiaba	<i>Apis mellifera</i>
goiaba	<i>Epicharia flava</i>
goiaba	<i>Euglossa spp.</i>
goiaba	<i>Bombus morio</i>
goiaba	<i>Eulaema nigrita</i>
goiaba	<i>Melipona quadrifasciata</i>
goiaba	<i>Melipona spp.</i>
goiaba	<i>Partamona spp.</i>
goiaba	<i>Partamona cupira</i>
goiaba	<i>Melipona subnitida</i>

goiaba	<i>Tetragonisca angustula</i>
goiaba	<i>Trigona fulviventris</i>
goiaba	<i>Trigona hyalinata</i>
goiaba	<i>Trigona spinipes</i>
goiaba	<i>Xylocopa frontalis</i>
goiaba	<i>Xylocopa muscaria</i>
goiaba	<i>Xylocopa grisescens</i>
goiaba	<i>Xylocopa nigrocincta</i>
goiaba	<i>Xylocopa spp.</i>
goiaba	<i>Augochloropsis patens</i>
goiaba	<i>Bombus spp.</i>
coco-da-baía	<i>Apis mellifera</i>
coco-da-baía	<i>Plebeia poecilochroa</i>
coco-da-baía	<i>Plebeia spp.</i>
coco-da-baía	<i>Trigona guianae</i>
coco-da-baía	<i>Trigona spinipes</i>
palmito	<i>Apis mellifera</i>
palmito	<i>Plebeia droryana</i>
palmito	<i>Plebeia emerina</i>
palmito	<i>Plebeia remota</i>
pessego	<i>Trigona spinipes</i>
pessego	<i>Apis mellifera</i>
pessego	<i>Xylocopa spp.</i>

Tabela S3: Espécies nativas do cerrado e seus visitantes florais, a nível de espécie e gênero, que interagem com as espécies dos cultivos agrícolas.

Espécies nativas	Visitantes florais
<i>Bauhinia rufa</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Bauhinia rufa</i>	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>
<i>Bauhinia rufa</i>	<i>Trigona hyalinata</i>
<i>Bauhinia rufa</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Bauhinia rufa</i>	<i>Xylocopa suspecta</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Centris tarsata</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Epicharis flava</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Epicharis nigrita</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Epicharis spp.</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Centris aenea</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Euglossa spp.</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Eulaema nigrita</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Exomalopsis analis</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Exomalopsis spp.</i>

<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Plebeia</i> spp.
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Oxaea flavescens</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Oxaea austera</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Thygater analis</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Trigona fuscipennis</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Trigona</i> spp.
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Xylocopa frontalis</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Xylocopa grisescens</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Xylocopa nigrocincta</i>
<i>Bowdichia virgilioides</i>	<i>Xylocopa suspecta</i>
<i>Byrsonima basiloba</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Byrsonima basiloba</i>	<i>Centris varia</i>
<i>Byrsonima basiloba</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Byrsonima basiloba</i>	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>
<i>Byrsonima basiloba</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Byrsonima basiloba</i>	<i>Augochlora</i> spp.
<i>Byrsonima basiloba</i>	<i>Augochloropsis cupreola</i>
<i>Byrsonima basiloba</i>	<i>Augochloropsis</i> spp.
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Oxaea flavescens</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Centris varia</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Centris tarsata</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Centris</i> spp.
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Epicharis</i> spp.
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Euglossa</i> spp.
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Exomalopsis</i> spp.
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Trigona fulviventris</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Augochlora</i> spp.
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	<i>Augochloropsis</i> spp.
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Oxaea flavescens</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Centris aenea</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Centris varia</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Centris flavifrons</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Centris varia</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Centris tarsata</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Centris</i> spp.
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Epicharis flava</i>

<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Epicharis fasciata</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Epicharis spp.</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Exomalopsis auropilosa</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Exomalopsis minor</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Melipona quadrifasciata</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Plebeia emerina</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Trigona fuscipennis</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Xylocopa ordinaria</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Augochloropsis electra</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Augochloropsis patens</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Augochloropsis smithiana</i>
<i>Byrsonima intermedia</i>	<i>Augochloropsis spp.</i>
<i>Campomanesia pubescens</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Campomanesia pubescens</i>	<i>Melipona quadrifasciata</i>
<i>Campomanesia pubescens</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Connarus suberosus</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Dalbergia miscolobium</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Eriotheca gracilipes</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Eriotheca gracilipes</i>	<i>Melipona quadrifasciata</i>
<i>Eriotheca gracilipes</i>	<i>Trigona hyalinata</i>
<i>Eriotheca gracilipes</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Eriotheca gracilipes</i>	<i>Augochloropsis patens</i>
<i>Eugenia bimarginata</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Eugenia bimarginata</i>	<i>Augochloropsis cupreola</i>
<i>Miconia albicans</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Machaerium acutifolium</i>	<i>Exomalopsis analis</i>
<i>Miconia rubiginosa</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Miconia rubiginosa</i>	<i>Exomalopsis analis</i>
<i>Miconia rubiginosa</i>	<i>Melipona quadrifasciata</i>
<i>Miconia rubiginosa</i>	<i>Pseudaugochlora graminea</i>
<i>Miconia stenostachya</i>	<i>Exomalopsis analis</i>
<i>Miconia stenostachya</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Myrcia bella</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Myrcia bella</i>	<i>Exomalopsis analis</i>
<i>Myrcia bella</i>	<i>Exomalopsis minor</i>
<i>Myrcia bella</i>	<i>Plebeia remota</i>
<i>Myrcia bella</i>	<i>Plebeia droryana</i>
<i>Ocotea pulchella</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Oxaea austera</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Oxaea flavescens</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Centris tarsata</i>

<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Epicharis flava</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Eulaema nigrita</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Exomalopsis spp.</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Plebeia droryana</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Xylocopa frontalis</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Xylocopa suspecta</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Augochloropsis patens</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Augochloropsis smithiana</i>
<i>Ouratea spectabilis</i>	<i>Pseudaugochlora graminea</i>
<i>Pouteria torta</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Pouteria torta</i>	<i>Trigona hyalinata</i>
<i>Pouteria torta</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Pouteria ramiflora</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Qualea grandiflora</i>	<i>Oxaea flavescens</i>
<i>Qualea grandiflora</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Qualea grandiflora</i>	<i>Trigona hyalinata</i>
<i>Qualea grandiflora</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Rourea induta</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Rourea induta</i>	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>
<i>Rourea induta</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Rourea induta</i>	<i>Augochloropsis smithiana</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Exomalopsis analis</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Exomalopsis minor</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Melipona quadrifasciata</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Plebeia remota</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Plebeia droryana</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Trigona fuscipennis</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Trigona hyalinata</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Augochlora spp.</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Augochloropsis cupreola</i>
<i>Schefflera vinosa</i>	<i>Augochloropsis spp.</i>
<i>Tocoyena formosa</i>	<i>Oxaea flavescens</i>
<i>Tocoyena formosa</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Tocoyena formosa</i>	<i>Plebeia spp.</i>
<i>Tocoyena formosa</i>	<i>Trigona fuscipennis</i>
<i>Tocoyena formosa</i>	<i>Trigona fuscipennis</i>
<i>Tocoyena formosa</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Tocoyena formosa</i>	<i>Xylocopa suspecta</i>
<i>Xylopia aromatica</i>	<i>Oxaea flavescens</i>

<i>Xylopia aromatica</i>	<i>Plebeia droryana</i>
<i>Jacaranda caroba</i>	<i>Centris</i> spp.
<i>Jacaranda caroba</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Jacaranda caroba</i>	<i>Pseudaugochlora graminea</i>
<i>Senna rugosa</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Senna rugosa</i>	<i>Centris denudans</i>
<i>Senna rugosa</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Senna rugosa</i>	<i>Xylocopa frontalis</i>
<i>Senna rugosa</i>	<i>Xylocopa suspecta</i>
<i>Senna rugosa</i>	<i>Pseudaugochlora graminea</i>
<i>Senna rugosa</i>	<i>Pseudaugochlora graminea</i>
<i>Caryocar brasiliense</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Caryocar brasiliense</i>	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>
<i>Caryocar brasiliense</i>	<i>Partamona cupira</i>
<i>Caryocar brasiliense</i>	<i>Plebeia droryana</i>
<i>Caryocar brasiliense</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Caryocar brasiliense</i>	<i>Trigona hyalinata</i>
<i>Caryocar brasiliense</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Caryocar brasiliense</i>	<i>Augochloropsis cupreola</i>
<i>Davilla elliptica</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Davilla elliptica</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Davilla elliptica</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Plebeia droryana</i>
<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Trigona fulviventris</i>
<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Augochloropsis</i> spp.
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Oxaea flavescens</i>
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Centris aenea</i>
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Centris tarsata</i>
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Centris denudans</i>
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Centris</i> spp.
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Trigona fulviventris</i>
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Trigona hyalinata</i>
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	<i>Augochloropsis electra</i>
<i>Eugenia punicifolia</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Eugenia punicifolia</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Eugenia punicifolia</i>	<i>Trigona fuscipennis</i>

<i>Eugenia punicifolia</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Eugenia punicifolia</i>	<i>Augochlora</i> spp.
<i>Palicourea rigida</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Palicourea rigida</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Palicourea rigida</i>	<i>Epicharis</i> spp.
<i>Palicourea rigida</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Palicourea rigida</i>	<i>Augochloropsis cupreola</i>
<i>Palicourea rigida</i>	<i>Augochloropsis patens</i>
<i>Palicourea rigida</i>	<i>Augochloropsis smithiana</i>
<i>Styrax ferrugineus</i>	<i>Oxaea flavescens</i>
<i>Styrax ferrugineus</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Vochysia cinnamomea</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Vochysia cinnamomea</i>	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>
<i>Vochysia cinnamomea</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Vochysia cinnamomea</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Vochysia cinnamomea</i>	<i>Augochlora</i> spp.
<i>Vochysia cinnamomea</i>	<i>Augochloropsis cupreola</i>
<i>Vochysia cinnamomea</i>	<i>Augochloropsis</i> spp.
<i>Banisteriopsis stellaris</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Banisteriopsis stellaris</i>	<i>Epicharis flava</i>
<i>Banisteriopsis stellaris</i>	<i>Exomalopsis</i> spp.
<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Xylocopa suspecta</i>
<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Augochlora</i> spp.
<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Augochloropsis patens</i>
<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Augochloropsis</i> spp.
<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Centris aenea</i>
<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Erythroxylum suberosum</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Erythroxylum suberosum</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Erythroxylum suberosum</i>	<i>Augochlora</i> spp.
<i>Erythroxylum suberosum</i>	<i>Augochloropsis smithiana</i>
<i>Erythroxylum suberosum</i>	<i>Augochloropsis</i> spp.
<i>Guapira opposita</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Guapira opposita</i>	<i>Plebeia droryana</i>
<i>Guapira opposita</i>	<i>Plebeia remota</i>
<i>Guapira opposita</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Kielmeyera grandiflora</i>	<i>Eulaema nigrita</i>
<i>Kielmeyera grandiflora</i>	<i>Melipona quinquefasciata</i>
<i>Kielmeyera grandiflora</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Kielmeyera grandiflora</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Kielmeyera grandiflora</i>	<i>Augochloropsis patens</i>
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	<i>Apis mellifera</i>

<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	<i>Augochloropsis cupreola</i>
<i>Protium heptaphyllum</i>	<i>Trigona fulviventris</i>
<i>Qualea multiflora</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Qualea multiflora</i>	<i>Eulaema nigrita</i>
<i>Qualea multiflora</i>	<i>Thygater analis</i>
<i>Qualea multiflora</i>	<i>Xylocopa frontalis</i>
<i>Qualea multiflora</i>	<i>Xylocopa grisescens</i>
<i>Qualea multiflora</i>	<i>Xylocopa suspecta</i>
<i>Qualea multiflora</i>	<i>Augochloropsis smithiana</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Oxaea flavescens</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Centris aenea</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Centris varia</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Centris tarsata</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Centris denudans</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Centris spp.</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Epicharis spp.</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Melipona quinquefasciata</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Tetragonisca angustula</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Trigona fulviventris</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Xylocopa frontalis</i>
<i>Qualea parviflora</i>	<i>Xylocopa suspecta</i>
<i>Protium heptaphyllum</i>	<i>Trigona fulviventris</i>
<i>Amaioua guianensis</i>	<i>Epicharis flava</i>
<i>Amaioua guianensis</i>	<i>Eulaema nigrita</i>
<i>Myrcia guianensis</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Myrcia guianensis</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Myrcia splendens</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Myrcia splendens</i>	<i>Xylocopa spp.</i>
<i>Myrcia splendens</i>	<i>Thygater analis</i>
<i>Myrcia splendens</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Virola sebifera</i>	<i>Ornidia obesa</i>
<i>Tabebuia aurea</i>	<i>Eulaema nigrita</i>
<i>Tabebuia aurea</i>	<i>Epicharis bicolor</i>
<i>Tabebuia aurea</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Apis mellifera</i>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Exomalopsis spp.</i>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	<i>Ornidia obesa</i>

CAPÍTULO 3.

Ciência cidadã na Universidade: implementação de monitoramento de fenologia vegetal para validação de dados coletados por cientistas cidadãos

Amanda E. Martins¹, Ana Carolina S. M. Lemos¹, Thalita Surian¹, Priscila Loiola¹ & Patricia Morellato¹

1. RESUMO

A ciência cidadã é a linha de pesquisa que convida e envolve cidadãos não profissionais da ciência em trabalhos voluntários de monitoramento em diversas áreas da ciência, com o objetivo de ampliar a coleta de dados científicos e levar o conhecimento científico mais próximo à sociedade. A fenologia é considerada uma variável essencial da biodiversidade e estuda os eventos repetitivos no ciclo de vida de plantas e animais. A fenologia, como uma ciência muito antiga e próxima ao dia dia da sociedade, tem sido utilizada com a ciência cidadã pois possui potencial para coleta de dados em grandes escalas espaciais e temporais, com engajamento da população local, incutindo conhecimentos essenciais sobre a apreciação e observação da natureza, mudanças do clima e conservação da biodiversidade. Nesse contexto, desenvolvemos e testamos um protocolo de observação fenológica para cidadãos cientistas universitários, sem conhecimento prévio de fenologia vegetal, para respondermos: O treinamento fenológico fornecido aos voluntários foi eficaz em garantir a congruência dos dados por eles coletados quando comparados com os dados amostrados por pesquisadoras com experiência em fenologia? A coleta de dados foi mais convergente ao longo do tempo entre os voluntários e as pesquisadoras? Através do projeto de extensão “Fenologia Cidadã” no Campus da UNESP de Rio Claro, São Paulo, foi aplicado um protocolo de observação da fenologia de plantas para oito voluntários universitários. O treinamento fenológico teve duração de 1:30 a 3:00 horas, e ocorreu nos próprios indivíduos do monitoramento. Foram utilizados 58 indivíduos de sete espécies vegetais previamente selecionadas e marcadas e que compõem o programa de observação de longa duração do campus, realizado desde 2004. As observações foram semanais, aplicando o método de Fournier, no período de um ano (06/22 – 06/23) Foram monitoradas as fenofases: queda foliar, broto foliar, botão floral, flor aberta (antese), fruto verde e fruto maduro. Duas bolsistas da graduação com experiência em observação da fenologia do campus, realizaram a observação nos mesmos indivíduos e no mesmo período que os voluntários. A comparação das fenofases coletadas pelas pesquisadoras (grupo controle, n=2)

e pelos cidadãos cientistas universitários (grupo tratamento, $n=8$) foi analisada através de modelos mistos generalizados, considerando a distribuição de Poisson, para comparar os valores atribuídos a cada fenofase segundo a escala de Fournier. A variável 'duração do experimento' foi utilizada para testar se os valores obtidos ao longo do tempo apresentaram maior convergência entre os dois grupos ao longo do monitoramento. Após 34 semanas de observação, encontramos relação positiva significativa entre as intensidades das fenofases observadas pelos grupos, constatando a validação do protocolo de treinamento utilizado para cidadãos cientistas. As fenofases vegetativas foram as mais semelhantes entre os grupos, e a antese foi a fenofase com maior variação nos índices de Fournier. As pesquisadoras aferiram maiores índices de intensidade que os voluntários e não foi encontrado aumento na convergência nas observações ao longo do período de um ano. O protocolo de treinamento fenológico foi validado e oferece novas técnicas de ensino para capacitar indivíduos sem experiência prévia com fenologia. Ademais, a atividade envolveu alunos no início de suas carreiras acadêmicas no desenvolvimento de um projeto científico. Investimentos em projetos de ciência cidadã são cruciais para integrar a comunidade nas universidades, e estas aos governos locais e a sociedade.

Palavras-chave: monitoramento fenológico, educação ambiental, biodiversidade urbana, pesquisa colaborativa, protocolo de fenologia, ciência cidadã.

2. INTRODUÇÃO

A ciência cidadã é a área que convida e envolve cidadãos não profissionais da ciência em trabalhos voluntários, com o objetivo de democratizar a ciência por meio do compartilhamento de informações entre cientistas e não cientistas (Bhattacharjee, 2005; Conrad & Hilchey, 2011; Dickinson et al., 2012; Haklay et al. 2021), enquanto expande a coleta e conhecimento científico sobre determinada área de pesquisa. Através do desenvolvimento de projetos científicos, ela torna a ciência e a expertise ambiental mais acessíveis ao público, ao mesmo tempo em que sensibiliza os cientistas sobre o conhecimento e a experiência locais. (Bhattacharjee, 2005; Conrad & Hilchey, 2011; Dickinson et al., 2012; Johnston et al. 2023). Existem duas abordagens distintas na ciência cidadã, a contribuição voluntária contributória e a colaborativa ou co-criadora do público (Bonney et al., 2009; Pocock et al., 2018). Na abordagem contributória os voluntários são coletores de dados e podem aprender sobre os conceitos científico e implicações das práticas desenvolvidas. Na abordagem colaborativa ou co-criadora, os voluntários podem colaborar em todas as fases do projeto, desde a identificação do problema, elaboração da pergunta científica, delineamento experimental, coleta, análise de dados, interpretação dos resultados e escrita. (Bonney et al., 2009; Conrad & Hilchey, 2011; Aceves-Bueno et al., 2017; Pocock et al., 2018; Gharesifard et al. 2025). Desta forma, cidadãos, universidades, agências governamentais, indústrias privadas e coletivos comunitários interessados podem contribuir com diferentes níveis de participação e em escalas que variam desde o nível local até regional e global, envolvendo diversas populações (Conrad & Hilchey, 2011; Aceves-Bueno et al., 2017; Lodi & Tardin, 2018; Witt & Silva, 2022).

Convidar a sociedade a colaborar no processo científico implica no desenvolvimento, nos voluntários, de habilidades de observação, classificação, reconhecimento e comunicação com a natureza, além de conhecimentos sobre história natural, ecologia, botânica ou zoologia, os quais contribuem para o fortalecimento do pensamento crítico e estimulam mudanças de comportamento (Silvertown, 2009; Donnelly et al., 2014; Peter et al., 2019; 2021; Bowler et al., 2022). Ademais, considera-se um processo de benefício mútuo, uma vez que os cidadãos demonstram maior interesse em compreender a ciência ao participarem ativamente do processo científico, enquanto os cientistas têm acesso a escalas ampliadas de coleta de dados temporais e espaciais (Richter et al., 2018; Larson et al. 2020; Ghilardi-Lopes & Zattara, 2022; Witt & Silva, 2022). Dessa forma, temas de interesse comum tanto para a comunidade quanto para os cientistas podem contribuir para avanços significativos na ciência, assim como no aumento da democracia ambiental, formulação de políticas públicas, promoção da alfabetização científica,

da inclusão dos cidadãos nas questões locais, do capital social, capacitação comunitária e gestão de locais e espécies, entre outros exemplos (Aceves-Bueno et al., 2017; Lodi & Tardin, 2018; Fraisl et al. 2023).

O interesse e reconhecimento da importância da ciência cidadã está em alta popularidade que ocorre tanto a nível nacional quanto a nível mundial (Dickinson et al., 2010; Taylor et al., 2019; Martins & Cabral, 2021; Witt & Silva, 2022). As pesquisas envolvendo ciência cidadã ocorrem em diversas áreas científicas, entretanto, observa-se uma ampla influência positiva nas pesquisas ecológicas, com contribuições significativas e grande potencial de crescimento na coleta de dados globais sobre biodiversidade, além de auxiliar no contexto de restrições orçamentárias, escassez de especialistas e falta de outros recursos institucionais para a pesquisa formal (Silvertown, 2009; Pocock et al., 2018; Ghilardi-Lopes & Zattara, 2022; Gharesifard et al. 2025). Portanto, a ciência cidadã movimenta-se em direção à pesquisa em "ecologia pública", na qual a pesquisa em biologia da conservação inclui tópicos multidisciplinares com o objetivo de influenciar a legislação (Robertson & Hull, 2001; Conrad & Hilchey, 2011; Gharesifard et al. 2025).

Atualmente, a ciência cidadã é considerada a ferramenta mais apropriada para monitoramento a larga escala da biodiversidade e suas respostas às mudanças no meio, o que possibilita acessar informações sobre os comportamentos e padrões de espécies, impactos das mudanças climáticas nos ecossistemas, e padrões de migração de animais, entre outros (Dickinson et al., 2010; Beaubien & Hamann, 2011; Witt & Silva, 2022). Forte aliada à ciência cidadã e com redes em todo o mundo, a fenologia está entre as variáveis essenciais de biodiversidade (EBV), e é considerada linha de pesquisa essencial para estudo, monitoramento, relato, manejo e gestão das mudanças antrópicas e do clima na biota e biodiversidade (Walther et al., 2002; GCOS, 2010; Chambers et al., 2013; Pereira et al., 2013; Kissling et al., 2018). A fenologia estuda os eventos recorrentes no ciclo de vida das plantas ou animais e a sua relação com os fatores abióticos e bióticos (Lieth, 1970). Pode ser estudada em diferentes níveis, monitorando mudanças sem eventos como floração e frutificação e mudança foliar desde indivíduos, populações ou comunidades (Morellato et al., 2010; 2024). É possível realizar a fenologia com observações diretas dos indivíduos, permitindo o acesso a intensidade, a produtividade, a duração da estação reprodutiva, a sincronicidade das espécies vegetais e a resiliência de plantas e animais no ambiente (Frankie et al., 1974; Burkle & Alarcón, 2011; Camargo et al., 2013; Morellato et al., 2016; Martins et al., 2021). Além disso, o monitoramento fenológico através de câmeras que fotografam a vegetação ou a fauna, também é utilizado (Alberton et al. 2017),

sendo uma das áreas de pesquisa mais simples e efetivas para desenvolver estudos de monitoramento de longa duração da biodiversidade e detectar variações na dinâmica temporal das comunidades em resposta às mudanças climáticas (Dichinson et al., 2012; Kissling et al., 2018).

O poder de engajamento do cidadão foi comprovado pelos programas de fenologia e ciência cidadã do Hemisfério Norte (Danielsen et al., 2005; Taylor et al., 2019). Por exemplo, na Inglaterra, foi implementado o “Nature’s Calendar” em 2000, convidando a população a postar registros fotográficos das fenofases de espécies selecionadas e permitindo aos cientistas relacioná-las com as mudanças climáticas (Woodland Trust, 2021). Nos EUA, foi iniciada em 2009 o The USA National Phenology Network, e implementado o “Nature’s Notebook”, no qual voluntários coletam dados da fenologia de diversas espécies vegetais (Donnely et al., 2009).

No Brasil, até o presente momento não temos iniciativas estabelecidas que relacionem os atores locais com a fenologia. Entretanto, os projetos de ciência cidadã ocorrem em diversas áreas podendo ou não ter aplicativos como ferramentas para monitoramento de biodiversidade (Witt & Silva, 2022; Colodel et al. 2024). Além disso, foi criada a Rede Brasileira de Ciência Cidadã em 2021, que tem como objetivo promover iniciativas de ciência, apoiar e incentivar novas parcerias, ampliar a abordagem da ciência cidadã como pesquisa, promover o debate sobre práticas e pesquisas no Brasil e promover prioridades e estratégias de fortalecimento da ciência cidadã no Brasil (Ghilardi-Lopes & Zattara, 2022; Witt & Silva, 2022). Por exemplo, o projeto de monitoramento de interações entre plantas e polinizadores na Chapada Diamantina, o aplicativo Ecocerrado, de registros da flora do cerrado no Mato Grosso do Sul, monitoramento de fauna e apoio no controle de caça de animais silvestres no Amazonas e detecção de aves migratórias pelo aplicativo EBird e pela plataforma WikiAves, representam uma pequena parte do que foi realizado em parceria com a sociedade nos últimos anos (Constatino et al., 2012; Marchezini et al., 2017; Schubert et al., 2019; Degroote et al. 2021; SIBBR, 2021; Ghilardi-Lopes & Zattara, 2022).

Apesar do crescimento no número de projetos de ciência cidadã, a precisão dos dados coletados por cidadãos é um questionamento recorrente feito entre cientistas, visto que o potencial de coleta de dados com erros e viés é pouco compreendido (Danielsen et al., 2005; Crall et al., 2011; Gardiner et al., 2012; Law et al., 2017; Sorensen & Jordan, 2025). Muitos trabalhos publicados sobre monitoramento de biodiversidade e ciência cidadã são utilizados para avaliar

e analisar se os dados coletados pelos participantes, de fato podem ser utilizados para responder as perguntas científicas (Beaubien & Hamann, 2011; Couter et al., 2013; Fuccillo et al., 2015; Sorensen & Jordan, 2025). Para que estes dados sejam validados e que o erro na coleta de dados seja pequeno, é indicado e de grande importância que os participantes recebam treinamento de capacitação, seguindo protocolos padronizados, material informativo em vídeos, workshops, campanhas, discussões, projetos pilotos sendo a internet a ferramenta ideal para coordenar grandes grupos de participantes (Donnelly et al., 2014; Fuccillo et al., 2015; Sorensen & Jordan, 2025).

Considerando a necessidade de iniciativas de ciência cidadã em fenologia no Brasil e a problemática de validação de dados coletados por voluntários, desenvolvemos um projeto de extensão de monitoramento fenológico semanal no campus da UNESP de Rio Claro pelo período de um ano, nomeado “Fenologia cidadã”. O monitoramento teve como base o Projeto fenologia de longa duração do campus, em andamento desde 2004 (Morellato et al. 2010) e utilizou as mesmas árvores e metodologia de observação. O projeto teve como objetivo desenvolver e testar um protocolo padronizado de treinamento de observação da fenologia vegetal, para cidadãos cientistas universitários sem conhecimento prévio de fenologia vegetal e posteriormente comparar os dados coletados pelos cidadãos com os dados coletados no mesmo período e indivíduos, por pesquisadoras de iniciação científica do projeto de fenologia de longa duração no campus, com experiência prévia em fenologia vegetal (Morellato et al. 2010). Testamos se o tempo de experiência em observação fenológica provocou convergência entre os dados dos dois grupos, ou seja, investigamos se os índices obtidos ao longo do tempo se tornavam mais similares entre os grupos de cientistas cidadãos e controle. Esperávamos que, à medida que os voluntários acumulassem mais experiência em campo, os padrões dos dados se tornassem progressivamente mais convergentes com as observações dos pesquisadores treinados e experientes..

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1.Implementação de monitoramento fenológico através de atividade da extensão

O projeto “Fenologia Cidadã” foi submetido como atividade de extensão para a Pró-Reitoria de Extensão da UNESP (PROEX). A proposta se enquadrou na área de Inovação e Tecnologia social de acordo com a PROEX/UNESP, abordando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 4- Educação de qualidade e 15 - Vida Terrestre. A ciência cidadã e a educação ambiental crítica constituíram as principais bases pedagógicas e metodológicas

adotadas neste estudo, representando o ODS4. A área verde urbana, sua biodiversidade e conservação, representaram o ODS 15. O período de monitoramento do experimento de ciência cidadã ocorreu entre junho/2022 a junho/2023. A abordagem da ciência cidadã utilizada foi a contributória, na qual os voluntários foram coletores de dados e não participaram de outras fases do desenvolvimento do projeto (Bonney et al., 2009; Pocock et al., 2018).

3.2. Área de estudo e seleção das espécies vegetais

O Campus da UNESP de Rio Claro está localizado na área urbana de Rio Claro, São Paulo (22.3971° S, 47.5478° W). Possui área de 115 hectares de extensão com uma grande diversidade de espécies vegetais, totalizando 200 espécies vegetais plantadas pertencentes a 52 famílias, 114 espécies nativas e 86 exóticas (ARANTES, 2018). As espécies arbóreas a serem utilizadas no projeto fazem parte do monitoramento fenológico de longa duração do campus, implementado em 2004 (Morellato et al., 2010). Foram selecionadas para acompanhamento dos cidadãos nove espécies arbóreas do projeto Fenologia no campus: *Ceiba glaziovii* (Malvaceae), *Lagerstroemia speciosa* (Lythraceae), *Handroanthus impetiginosus*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Tabebuia roseoalba*, *Tecoma stans* (pertencentes à família Bignoniaceae), *Inga vera*, *Erythrina speciosa* (ambas Fabaceae), e *Lecythis pisonis* (Lecythidaceae), em um total 78 de indivíduos, marcados e identificados com uma placa numerada e com fita colorida (Figura 1).

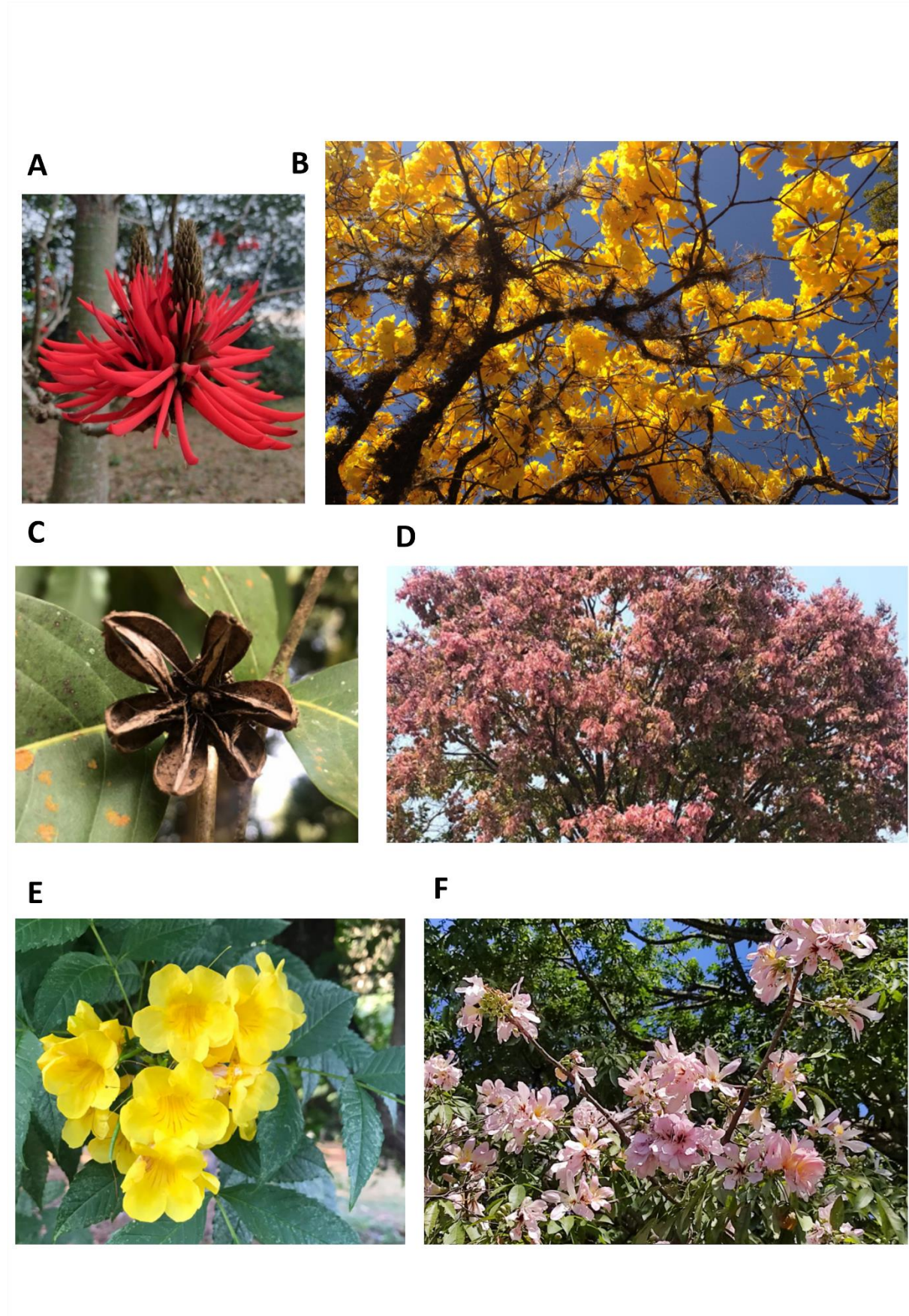


Figura 1: Espécies vegetais observadas no monitoramento fenológico semanal pelos

voluntários e pesquisadoras no período de junho/2022 a junho/2023. (A) *Erythrina speciosa* (Fabaceae), (B) *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae), (C) *Lagerstroemia speciosa* (Lythraceae), (D) *Lecythis pisonis* (Lecythidaceae), *Tecoma stans* (Fabaceae), *Ceiba glaziovii* (Malvaceae).

3.3. Métodos de amostragem fenológica

As observações fenológicas foram semanais e diretas das seguintes fenofases: broto foliar, queda de foliar, botão floral, antese, fruto imaturo e fruto maduro (MORELLATO et al., 2010). A intensidade das fenofases foi estimada de acordo com o percentual de intensidade de Fournier (FOURNIER, 1974) como descrito em Morellato et al. (2010). O índice de Fournier avalia, numa escala intervalar de 0 a 4, a intensidade da presença de uma fenofase em uma planta, levando em consideração a sua presença em comparação a totalidade da copa de cada indivíduo: 0- fenofase está ausente, 1-: fenofase entre 1 a 25% da copa, 2-: entre 26 a 50%, 3-: entre 51 a 75% e 4-: entre 76 a 100% (FOURNIER, 1974). Planilhas fenológicas, pranchetas e binóculos foram disponibilizados para a execução das observações e registro dos dados. Em parceria com a Biblioteca do Campus, estes materiais foram armazenados no escaninho da biblioteca para livre acesso dos voluntários.

3.4. Seleção de voluntários e treinamento de observação fenológica

A busca por voluntários foi realizada por meio da divulgação em redes sociais e pela distribuição de cartazes em pontos estratégicos do campus universitário (Figura S1). Os voluntários selecionados interessados em participar da pesquisa foram oito alunos regularmente matriculados nos cursos de graduação em Ciências Biológicas e Ecologia do Instituto de Biociências do campus, cursando diferentes semestres. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Material Suplementar 2), garantindo a adesão voluntária e a compreensão sobre os objetivos e procedimentos do estudo. Foi realizado um minicurso de introdução e capacitação para realizar a fenologia, e posteriormente o treinamento de observação nas espécies que seriam monitoradas, com duração de 1:30 a 3:00 horas. Os voluntários foram distribuídos em quatro grupos, composto por duas pessoas, no qual cada grupo ficou responsável de realizar o monitoramento uma vez por mês, porém o monitoramento foi realizado toda semana por um grupo de voluntários. A cada semestre, foi disponibilizado um calendário detalhado com a escala dos grupos. Cada voluntário disponibilizou em média 4 horas mensais para o monitoramento. Objetivando auxiliar a observação fenológica, foram

criados materiais educativos e atividades educativas sobre as espécies vegetais monitoradas. O período de monitoramento foi de junho de 2022 a junho de 2023, totalizando 52 semanas. Em parceria com a Biblioteca do Campus, um escaninho foi destinado para retirada e devolução das planilhas de campo.

3.5. Análises estatísticas para validação dos dados coletados

Utilizamos as intensidades do Índice de Fournier das fenofases observadas observadas por cada grupo. Analisamos os índices semanais por espécie e de toda comunidade estudada, sempre a partir do índice de cada fenofase. Desta maneira, comparamos os dados dos índices fenofases coletados pelas duas pesquisadoras e pelos oito cidadãos cientistas universitários das sete espécies monitoradas, através de modelos mistos generalizados, considerando a distribuição de Poisson, para comparar os valores atribuídos segundo o índice de intensidade de Fournier (Haight, 1967). Os indivíduos botânicos observados foram considerados fatores aleatórios, enquanto as observações realizadas pelos voluntários por espécie foram incluídas como fatores fixos. Adicionalmente, para testar se os valores obtidos se tornavam mais convergentes ao longo do tempo entre os dois grupos, a variável 'duração do experimento', foi utilizada. Os modelos foram comparados com um modelo nulo, usando a função *Anova* (pacote *car*, Fox & Weisberg, 2019). Comparações múltiplas e os efeitos das interações entre os fatores fixos foram também analisados, usando o pacote *emmeans* (Lenth et al., 2016). As análises e gráficos foram realizados no R (R Development Core Team, 2023).

4. RESULTADOS

4.1. Materiais educativos e atividades de educação ambiental

Foram desenvolvidos materiais didáticos para facilitar o entendimento da fenologia, das fenofases a serem observadas e a localização das árvores a serem observadas no campus, assim como para a divulgação do projeto. Para auxiliar na localização das espécies, dar eficiência e leveza ao trabalho voluntário, produzimos um mapa de localização das espécies no campus (Figura S3) e um folder denominado “Guia rápido de fenologia” (Figura 2). O mapa foi disponibilizado em PDF, e o guia foi entregue na forma impressa e em PDF para cada participante (Figura 2). Este folder foi idealizado para suprir dúvidas relacionadas à observação da fenologia, detalhando as fenofases das plantas, o índice de observação, o que levar para a observação, entre outras informações. Para auxiliar nas dúvidas das estruturas botânicas foi

desenvolvido um “Guia fotográfico com espécies da fenologia do campus”, com fotos de cada fenofase de cada espécie, disponibilizado em PDF para cada voluntário (Figura S4). Planilhas fenológicas, pranchetas e binóculos foram disponibilizados. Em parceria com a Biblioteca do Campus, estes materiais foram armazenados no escaninho da biblioteca para livre acesso dos voluntários. Reuniões bimensais de formação para aprofundamento do conhecimento sobre características botânicas e ecológicas de cada espécie foram realizadas durante o período de observação (Figura 3).



Figura 2: Guia rápido para auxiliar os voluntários durante a fenologia com informações

básicas sobre o monitoramento.

4.2. Alterações no número de indivíduos das espécies vegetais e dados coletados pelos voluntários

Foi enviado um questionário através do Google Forms para os voluntários em fevereiro de 2023 sobre o andamento do projeto e o tempo demandado para observação. Na maioria das respostas, a quantidade de indivíduos observados foi um ponto como sugestão para ser alterado, com preferência para diminuir a quantidade de indivíduos observados. Desta forma, a partir de março de 2023, alteramos o número de indivíduos para 59 e duas espécies foram retiradas das observações. As espécies que continuaram na observação foram: *Ceiba speciosa* (Malvaceae), *Lagerstroemia speciosa* (Lythraceae), *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae), *Tabebuia roseoalba* (Bignoniaceae), *Tecoma stans* (Bignoniaceae), *Erythrina speciosa* (Fabaceae), e *Lecythis pisonis* (Lecythidaceae). Portanto, os resultados das análises a seguir, correspondem a 59 indivíduos e as sete espécies listadas neste tópico.



Figura 3: Reuniões bimensais com os voluntários sobre estudos das espécies observadas no monitoramento fenológico.

4.3. Comparação dos dados coletados pelos voluntários e pesquisadoras

Os dados coletados pelos voluntários totalizaram 34 semanas de observação, durante um ano. As planilhas com os dados de 18 semanas não foram devolvidas ao escaninho da biblioteca, portanto, estes dados não foram coletados ou as planilhas foram perdidas pelos voluntários. Mesmo assim, encontramos uma relação positiva significativa entre as intensidades das fenofases observadas pelo grupo dos voluntários e das pesquisadoras ($P < 0.05$) (Tabela 1).

Essa relação foi próxima de 1, principalmente em fenofases com intensidades de Fournier maiores do que 2 (Figura 4). A organização em duplas dos voluntários não alterou os resultados semanais das coletas quando comparados com as coletas mensais das pesquisadoras. As fenofases vegetativas, de queda foliar e brotamento foliar foram mais semelhantes na comparação do que as fenofases reprodutivas (Figura 4). A maior diferença das fenofases observadas ocorreu entre fenofases reprodutivas, de botão floral, antese, frutos imaturos e frutos maduros (Figura 4). Além disso, os voluntários observaram índices de intensidades menores do que os coletados pelas pesquisadoras, com exceção na antese, que demonstrou maior variação dos dados coletados e entre as espécies (Tabela 1). Apesar da diferença na observação das intensidades das fenofases reprodutivas, a relação entre os dois monitoramentos foi significativa em todas as espécies (Tabela 1, Figura 4).

Tabela 1: Resultados dos modelos lineares generalizados comparando os dados semanais coletados pelas pesquisadoras e voluntários, para cada fenofase da comunidade (geral) e por espécie. Os dados em coloração azul indicam relações significativas, com coeficientes de inclinação menores do que 1 (abaixo da linha constante esperada), e os dados descritos com a cor vermelha correspondem às observações mais intensas dos voluntários do que das pesquisadoras (acima da linha constante esperada).

Fenofases	Queda foliar (R2 = 0.04)	Brotamento foliar (R2 = 0.32)	Botão floral (R2 = 0.35)	Antese (R2 = 0.34)	Frutos imaturos (R2 = 0.37)	Frutos maduros (R2 = 0.39)
Resultados	P / est	p/ est	P / est	P / est	P / est	P / est
Geral	<0.001 / 0.03	<0.001 / 0.62	<0.001 / 0.89	<0.001 / 1.23	<0.001 / 0.82	<0.001 / 0.74
<i>Ceiba speciosa</i>	<0.001 / 0.34	<0.001 / 0.67	<0.001 / 0.84	<0.001 / 1.35	<0.001 / 0.86	0.42 / 0.55
<i>Erythrina speciosa</i>	0.03 / 0.01	<0.001 / 0.52	<0.001 / 0.88	<0.001 / 1.04	<0.001 / 0.91	<0.001 / 0.78
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	<0.001 / 0.44	<0.001 / 0.45	<0.001 / 0.96	<0.001 / 1.54	<0.001 / 2.46	<0.001 / 2.25
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	<0.001 / 0.35	<0.001 / 0.80	<0.001 / 1.33	<0.001 / 1.72	0.33 / 0.12	<0.001 / 0.45
<i>Lecythis pisonis</i>	<0.001 / 0.59	<0.001 / 0.77	<0.001 / 1.09	<0.001 / 1.59	<0.001 / 0.74	<0.001 / 0.41
<i>Tabebuia roseio-alba</i>	<0.001 / 0.34	<0.001 / 0.67	0.01 / 0.54	<0.001 / 1.18	<0.001 / 1.25	<0.001 / 1.30
<i>Tecoma stans</i>	<0.001 / 0.39	<0.001 / 0.39	<0.001 / 0.94	<0.001 / 0.86	<0.001 / 0.64	<0.001 / 0.86

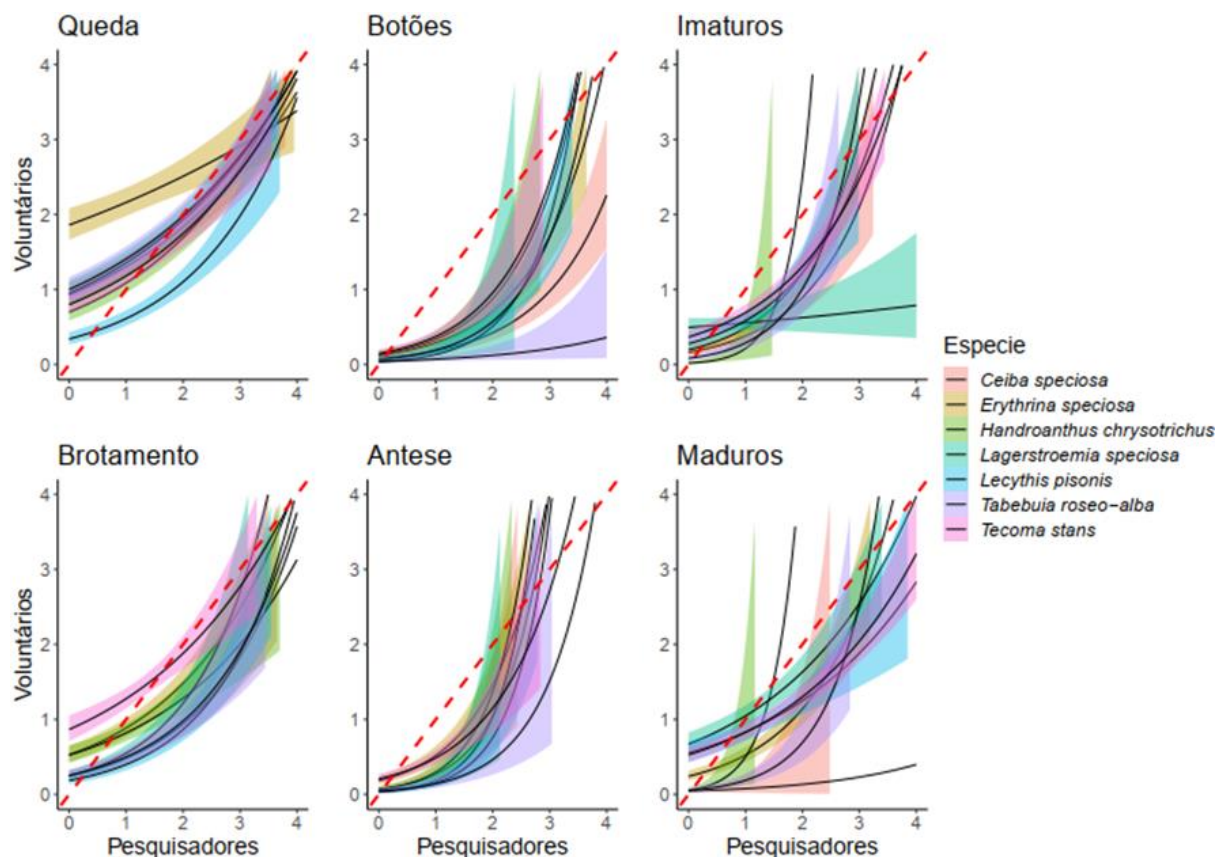


Figura 4: Comparação dos índices de Fournier obtidos semanalmente pelo grupo controle e grupo tratamento de ciência cidadã na observação da fenologia de sete espécies de árvores do campus da UNESP de Rio Claro. O eixo X representa os dados coletados das pesquisadoras e o eixo Y representa os dados coletados pelos voluntários. A linha tracejada é a constante esperada do modelo GLM. Os valores são mais parecidos, quando a reta é mais horizontal, seguindo a linha tracejada vermelha. Se a reta é mais inclinada, há maior diferença na observação dos voluntários e das pesquisadoras.

4.4. Convergência na coleta de dados entre os grupos ao longo do tempo

Não foi encontrada maior convergência nos índices de Fournier aferidos ao longo do período de um ano. As pesquisadoras aferiram maiores índices que os voluntários (Figura 5). Porém, considerando o nível de convergência dos dados, os índices mais similares ao longo do tempo entre os grupos foram as fenofases reprodutivas de antese, fruto imaturo e maduro (Figura 5). Os botões florais foram os mais destoantes (Figura 5). Os dados coletados pelos cidadãos cientistas apresentaram maior variação, devido a coleta ter sido realizada por maior número de pessoas ($n=8$). A forma de organização em grupos, ou seja, duas pessoas por grupo na qual cada um observou uma semana do mês, é um ponto a ser levantado que pode ter alterado esta análise,

visto que os voluntários não observaram toda semana como as pesquisadoras.

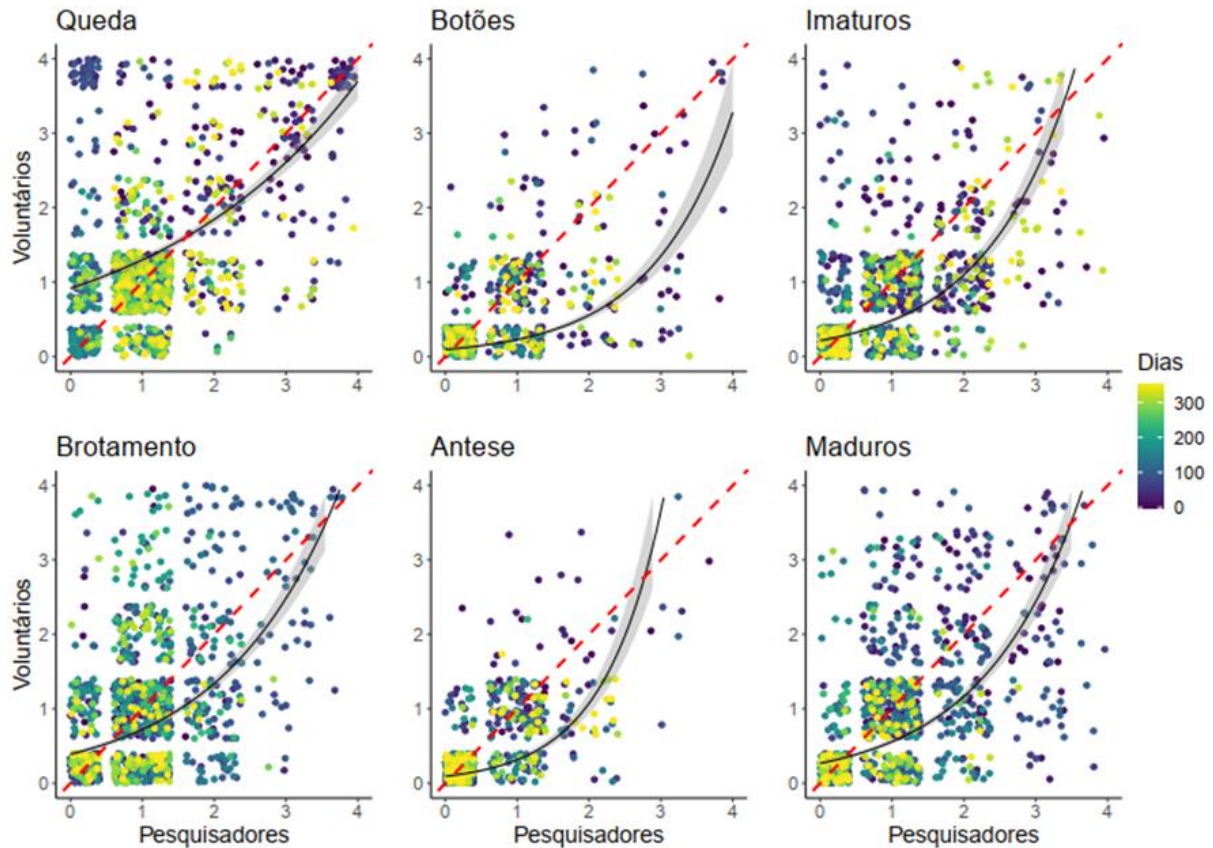


Figura 5: Fenofases observadas ao longo de um ano, em intervalos semanais, ilustrando a convergência entre as observações ao longo do tempo, entre os voluntários no eixo y e as pesquisadoras no eixo x. Os pontos indicam os dados coletados, e a linha tracejada é a constante esperada. A linha tracejada vermelha representa o GLM da relação observada entre os grupos ao longo do tempo. Os valores são mais parecidos, quando a reta é mais horizontal, seguindo a linha tracejada vermelha. Se a reta é mais inclinada, há maior diferença na observação dos voluntários e das pesquisadoras.

5. DISCUSSÃO

Encontramos uma relação positiva significativa entre as intensidades das fenofases observadas pelo grupo dos voluntários e das pesquisadoras ao longo do ano para todas as espécies e quando agrupadas na análise de comunidade. Os dados apresentaram padrões mais semelhantes quando os índices de Fournier aferidos eram maiores que 2, ou seja, quando a espécie estava com a fenofase mais visível, com mais de 50% do valor total da copa. As fenofases vegetativas foram as mais semelhantes e a fenofase de antese foi a mais distinta em relação aos índices aferidos. A partir destes resultados, foi possível validar o protocolo padronizado de treinamento fenológico para capacitar cidadãos, sem experiência prévia em fenologia vegetal. Não foi

observada uma convergência significativa nos índices ao longo do tempo, ou seja, adquirir experiência com o passar do tempo, não resultou em maior semelhança entre os dados coletados.

Diversos estudos de regiões temperadas dão ênfase à necessidade de mais investimentos em projetos e parcerias em diferentes regiões do globo, principalmente países em desenvolvimento, integrando agências de fomento, universidades, governos, tomadores de decisão e a sociedade (Danielsen et al., 2005; Donnely et al., 2009; Dickinson et al., 2010; Ibanez et al., 2010; Dickinson et al., 2012; Diez et al., 2012; Geng et al., 2021; Witt & Silva, 2022). Considerando que atualmente no Brasil, não existe uma rede de fenologia e ciência cidadã, o projeto de extensão Fenologia Cidadã contribui como exemplo de uma iniciativa inovadora que buscou integrar a universidade, agências de fomento e a sociedade. Tendo como base um trabalho de longa duração já estabelecido, utilizando um método simples de observação, o treinamento e desempenho dos voluntários na observação da fenologia, apresentou fácil aplicabilidade, bom resultados e baixo custo monetário para a implementação. A área verde urbana contribuiu para incluir e cooperar com a sociedade, tornando possível a realização de atividades educativas, produtivas e de pensamento crítico sobre a conservação de vegetações brasileiras urbanas e naturais (Klink & Machado, 2005; Fernandes et al., 2016; Fraisl et al., 2020, Gobatto et al. 2024).

Utilizar as plantas como objeto de estudo foi um diferencial e confirma o sucesso obtido em iniciativas de fenologia cidadã e de outras práticas crescentes globalmente (Donnely et al., 2009; Mayer, 2010; Taylor et al. 2019; Woodland Trust, 2021). Constatamos que a escolha das espécies vegetais e a frequência da ocorrência da fenofase pode dificultar ou facilitar a coleta de dados por cidadãos cientistas, devido às diferenças analisadas dos dados coletados. Estruturas botânicas em desenvolvimento podem confundir o observador sobre o que é tal estrutura (Vantieghem et al., 2017; Holopainen et al., 2023). Por exemplo, o brotamento foliar de *Handroanthus chrysotrichus*, popularmente conhecido como ipê-amarelo, confundiu os voluntários se a estrutura era brotamento foliar ou botões florais, principalmente em espécies mais altas. Na espécie *Lecythis pisonis*, popularmente conhecida como sapucaia, os botões florais em fase inicial, se confundiam com folhas novas de coloração rosa. Além disso, a sapucaia mantém o fruto sem semente na planta por longo período de tempo, característica que pode dificultar o reconhecimento de quando se iniciou os frutos maduros. Outra espécie que apresentou grande variação na coleta de dados ao longo do ano, foi a espécie exótica *Tecoma stans*, popularmente conhecida como ipê-de-jardim, provavelmente porque todas as fenofases

ocorrem simultaneamente durante vários meses do ano. É relevante ressaltar que o treinamento fenológico ocorreu quando poucas espécies estavam em período reprodutivo, outro ponto que pode ter dificultado o reconhecimento da estrutura botânica na planta, mesmo com o guia fotográfico das espécies disponibilizado. Desta maneira, foi observado que as espécies com menor altura e que apresentaram comportamento mais ordenado de suas fenofases são de observação mais fácil para os cientistas cidadãos. Por fim, é preferível que a época do treinamento fenológico inclua as fenofases reprodutivas das plantas, para facilitar o reconhecimento em campo e diminuir dúvidas relacionadas à observação (Courter et al., 2013; Holopainen et al., 2023).

Estas dúvidas durante a coleta de dados foram constatadas em outros projetos de ciência cidadã (Holopainen et al., 2023; Sorensen & Jordan, 2025), gerando incertezas sobre a qualidade dos dados coletados. Alguns estudos avaliaram a qualidade dos dados e constataram que os dados coletados por cidadãos são mais variáveis do que os coletados por cientistas (Aceves-Bueno et al., 2017). Porém, também são encontrados estudos que indicam que o desempenho dos voluntários é comparável ao dos profissionais ou cientistas (Mayer, 2010; Aceves-Bueno et al., 2017). Como adotado neste projeto, a comparação dos dados de ciência cidadã com dados de cientistas para avaliar a qualidade dos dados é uma abordagem comum, que assume que os dados profissionais são totalmente precisos (Kosmala et al., 2016; Aceves-Bueno et al., 2017). Em relação à fenologia, Fuccillo et al. (2015), detectou que os dados coletados por 28 voluntários ao longo de um ano, estavam corretos em 91% das observações das fenofases, quando seguiram um protocolo padronizado de coleta (Fuccillo et al., 2015). Os protocolos padronizados têm como objetivo reduzir essa incerteza (Holopainen et al., 2023). Neste projeto, confirmamos que um treinamento direcionado e padronizado nos mesmos indivíduos e no início da implementação da coleta de dados foi suficiente para que os voluntários aprendessem o método e realizassem corretamente as observações ao longo de um ano. Entretanto, o tempo de experiência na prática de fenologia não representou convergência dos dados entre os voluntários e pesquisadoras ao final de um ano de observação, constatando que observações fenológicas são subjetivas e depende também do olhar de cada participante (Holopainen et al., 2023).

É considerado desafiador em projetos de ciência cidadã manter o interesse dos voluntários, e neste projeto, oito voluntários foram ativos até o final das observações (Conrad & Daoust, 2008; Conrad & Hilchey, 2011). Consideramos alguns pontos positivos e negativos, quanto à participação voluntária dentro do meio universitário. Os pontos positivos são que estudantes no início da carreira acadêmica adquiriram mais experiência na execução de um projeto científico,

com responsabilidades no cronograma de coleta de dados (Mitchell, 2017). Além disso, o interesse pela participação foi facilitado visto que estão diariamente no Campus e tinham disponibilidade para fazer a coleta de dados continuada (Mitchell, 2017). O tempo disponível dos estudantes pode ser considerado um ponto negativo, considerando que em épocas de avaliação/provas, excesso de atividades acadêmicas ou período de férias, em que os alunos não se encontravam na cidade de Rio Claro, a coleta de dados em algumas semanas não aconteceu e algumas planilhas foram perdidas. Ademais, foi necessário diminuir a quantidade de indivíduos observados no meio do experimento, de 78 para 57 indivíduos, pois o tempo de coleta foi pontuado pelos voluntários.

Por fim, este projeto abrangeu processos inovadores como a validação de um treinamento fenológico para cidadãos, promoveu diálogo entre a comunidade e universidade, aproximou cidadãos do método científico e da natureza, através da troca de experiências, conhecimentos e desenvolveu mais empatia e sentimento de pertencimento a natureza, além de diminuir a cegueira botânica (Fritz et al. 2019; Rumenos et al. 2022) dos participantes. Este projeto também foi benéfico para os cientistas, ou seja, gerou dados fenológicos e contribuiu para o banco de dados coletados no campus desde 2005.

6. CONCLUSÃO

O projeto “Fenologia Cidadã” foi exemplo de uma iniciativa positiva no monitoramento e recolhimento de dados como um projeto de ciência cidadã e fenologia no meio universitário. O protocolo de treinamento padronizado foi eficaz com os dados coletados no decorrer do ano, validando-se e proporcionando novas técnicas para serem aplicados em outros locais e escalas. Entre mudanças ou melhoras para a implantação de observação cidadão sistemática sugerimos: utilização de áreas verdes urbanas como área de estudo, a época do treinamento fenológico deve englobar fenofases vegetativas e reprodutivas das plantas, atenção à altura das plantas, equipamentos como binóculos e planilhas devem ser entregues aos cidadãos cientistas, espécies vegetais com fenofases bem sinalizadas, contato frequente com cidadãos cientistas, incorporação das sugestões dos cidadãos cientistas no andamento do projeto, elaboração de materiais didáticos para facilitar a coleta dos dados em campo, reuniões sobre educação ambiental crítica e organização e planejamento para que os dados coletados pelos cidadãos cientistas retornem aos pesquisadores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVES-BUENO, E. *et al.* The Accuracy of Citizen Science Data: A Quantitative Review. **The Bulletin of the Ecological Society of America**, [s. l.], v. 98, n. 4, p. 278–290, 2017.
- ARANTES, F. M. Flora do campus: identificação e mapeamento das espécies arbóreas e palmeiras do campus da UNESP de Rio Claro, SP. [S. l.], **Trabalho de Conclusão de Curso Universidade Estadual Paulista**. 2018.
- BEAUBIEN, E. G., AND A. HAMANN. 2011. Plant phenology networks of citizen scientists: Recommendations from two decades of experience in Canada. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, p. 833–841, 2011.
- BHATTACHARJEE, Y. Citizen scientists supplement work of Cornell researchers. **Science**, v. 308, p. 1402–1403, 2005.
- BONNEY, R. *et al.* Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. **BioScience**, v. 59, n. 11, p. 977–984, 2009.
- BOWLER, D. E. Decision-making of citizen scientists when recording species observations. **Scientific Reports**, 12(1), 2022. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15218-2>
- BURKLE, L. A., ALARCÓN, R. The future of plant-pollinator diversity: Understanding interaction networks across time, space, and global change. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 3, p. 528–538, 2011. DOI: 10.3732/ajb.1000391.
- CAMARGO, M. G. G. *et al.* Fruit color and contrast in seasonal habitats - a case study from a cerrado savanna. **Oikos**, v. 122, n. 9, p. 1335–1342, 2013. DOI: 10.1111/j.1600-0706.2013.00328.x.
- CHAMBERS, L. E. *et al.* Phenological Changes in the Southern Hemisphere. **PLoS ONE**, v. 8, n. 10, 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0075514.
- COLODEL, C.; KRAUSHAAR, L. A. P.; MARIA VITÓRIA FERREIRA DOS SANTOS, R. de C. da S. A PLATAFORMA iNATURALIST COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIÊNCIA CIDADÃ. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [s. l.], 2024.
- CONRAD, C. C.; HILCHEY, K. G. A review of citizen science and community-based environmental monitoring: Issues and opportunities. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s. l.], v. 176, n. 1–4, p. 273–291, 2011.
- CONRAD, C.; DAOUST, T. Community-based monitoring frameworks: Increasing the effectiveness of environmental stewardship. **Environmental Management**, v. 41, p. 356–358, 2008.
- CONSTANTINO, P. A. L. *et al.* Changing contexts, changing strategies empowering local people through community-based resource monitoring: a comparison between Brazil and Namibia. **Ecology and Society**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 22, 2012.
- COURTER, J. R. *et al.* Weekend bias in Citizen Science data reporting: Implications for phenology

studies. **International Journal of Biometeorology**, v. 57, n. 5, p. 715–720, 2013.

CRALL, A. W. *et al.* Assessing citizen science data quality: An invasive species case study. **Conservation Letters**, v. 4, n. 6, p. 433–442, 2011.

DANIELSEN, F.; BURGESS, N. D.; BALMFORD, A. Monitoring matters: Examining the potential of locally-based approaches. **Biodiversity and Conservation**, 2005.

DEGROOTE, L. W. *et al.* Citizen science data reveals the cryptic migration of the Common Potoo *Nyctibius griseus* in Brazil. **Ibis**, [s. l.], v. 163, n. 2, p. 380–389, 2021.

DICKINSON, J. L.; ZUCKERBERG, B.; BONTER, D. N. Citizen science as an ecological research tool: Challenges and benefits. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 41, p. 149–172, 2010.

DICKINSON, J. L. *et al.* The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 10, p. 291–297, 2012.

DIEZ, J. M. *et al.* Forecasting phenology: From species variability to community patterns. **Ecology Letters**, v. 15, n. 6, p. 545–553, 2012. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2012.01765.x.

DONNELLY A. *et al.* Response of birds to climatic variability, evidence from the western fringe of Europe. **Int J Biometeorol**, v. 53, p. 211–220, 2009.

DONNELLY, A. *et al.* The role of citizen science in monitoring biodiversity in Ireland. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, p. 1237–1249, 2014.

FRAISL, D. *et al.* Citizen science for monitoring the health and well-being related sustainable development goals and the world health organization's triple billion targets. **Front Public Health**, 11, 2023.

FERNANDES, G. W. *et al.* Cerrado: em busca de soluções sustentáveis. Rio de Janeiro: **Vertente Produções Artísticas**, 2016.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422–423, 1974.

FOX, J., & WEISBERG, S. Functions to Accompany, **An R Companion to Applied Regression**, Third Edition, Sage, 2019.

FRAISL, D. *et al.* Mapping citizen science contributions to the UN sustainable development goals. **Sustainability Science**, v. 15, n. 6, p. 1735–1751, 2020. DOI: 10.1007/s11625-020-00833-7.

FRANKIE, G.W., BAKER, H.G., OPLER, P.A. Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 62, p. 881–913, 1974.

FRITZ, S. *et al.* Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals. **Nature Sustainability**, 2(10), 2019. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0390-3>

FUCCILLO, K. K. *et al.* Assessing accuracy in citizen science-based plant phenology monitoring.

International Journal of Biometeorology, v. 59, p. 917– 926, 2015.

GHARESIFARD, M. *et al.* Citizen science and the nexus approach : unlocking synergies for sustainable development. **Sustainability Nexus Forum**, [s. l.], 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00550-025-00562-4>.

GARDINER, M. M. *et al.* Lessons from lady beetles: Accuracy of monitoring data from US and UK citizenscience programs. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 10, n. 9, p. 471–476, 2012.

GCOS. Meteorological, W., and O. Commission, 2010.

GENG, X. *et al.* Climate warming increases spring phenological differences among temperate trees. **Global Change Biology**, v. 26, n. 10, p. 5979–5987, 2020. DOI: 10.1111/gcb.15301.

GHILARDI-LOPES, N.; ZATTARA, E. E. Ciência cidadã e polinizadores da América do Sul. **Editora CUBO**. 2022

GOBATTO, A. A. *et al.* Paisagismo funcional - uma forma de juntar estética e ecologia. In: Ghilardi-Lopes, N.; ZATTARA, E. E. **Ciência cidadã e polinizadores da América do Sul**. Editora CUBO. 2022.

HAKLAY, M. *et al.* What is citizen science? The challenges of definition. **The Science of citizen science**. Springer, New York, 13, 2021.

HAIGHT, F. A. Handbook of the Poisson Distribution. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1967. ISBN 978-0-471-33932-8.

HOLOPAINEN, J.; HELAMA, S.; VÄRE, H. The written history of plant phenology: shaping primary sources for secondary publications. **Science of Nature**, v. 110, n. 4, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00114-023-01861-w>.

IBÁÑEZ, I. *et al.* Forecasting phenology under global warming. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1555, p. 3247–3260, 2010. DOI: 10.1098/rstb.2010.0120.

JOHNSTON, A., MATECHOU, E., & DENNIS, E. B. Outstanding challenges and future directions for biodiversity monitoring using citizen science data. **Methods in Ecology and Evolution**, 14(1), 103–116, 2023.

KISSLING, W. D. *et al.* Towards global data products of Essential Biodiversity Variables on species traits. **Nature Ecology and Evolution**, v. 2, n. 10, p. 1531–1540, 2018. DOI: 10.1038/s41559-018-0667-3.

KLINK, C.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. April, p. 147–155, 2005. DOI: 10.1590/S0100-69912009000400001.

KOSMALA, M., A. *et al.* Assessing data quality in citizen science. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, p. 551–560, 2016.

LARSON, L. R. *et al.* The diverse motivations of citizen scientists: Does conservation emphasis grow

as volunteer participation progresses? **Biological Conservation**, 242, 2020.

LAW, E. *et al.* Crowdsourcing as a tool for research: implications of uncertainty. Pages 1544–1561 in **Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing**, Portland, Oregon. Association for Computing Machinery, 2017. <https://doi.org/10.1145/2998181.2998197>

LENTH, R.V. Least-Squares Means: **The R Package lsmeans**. J. Stats. Softw, v. 69, p. 1–33, 2016.

LIETH, H. Phenology in productivity studies. In: D.E. Reichle (ed.) **Ecological Studies. Analysis and Synthesis**, Vol.1. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p. 29-46, 1970.

LODI, L.; TARDIN, R. Citizen science contributes to the understanding of the occurrence and distribution of cetaceans in southeastern Brazil – A case study. **Ocean and Coastal Management**, v. 158, n. March, p. 45–55, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.03.029>.

MARCHEZINI, V. *et al.* Participatory Early Warning Systems: Youth, Citizen Science, and Intergenerational Dialogues on Disaster Risk Reduction in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 390–401, 2017.

MARTINS, D. G. de M.; CABRAL, E. H. de S. Panorama dos principais estudos sobre ciência cidadã. **ForScience**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. e01030, 2021.

MARTINS, A. E.; CAMARGO, M. G. G.; MORELLATO, L. P. C. Flowering Phenology and the Influence of Seasonality in Flower Conspicuousness for Bees. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1–11, 2021. DOI: 10.3389/fpls.2020.594538.

MAYER, A. M. Y. Phenology and Citizen Science. **BioScience**, [s. l.], v. 60, n. 3, p. 172–175, 2010.

MITCHELL N. *et al.* Benefits and challenges of incorporating citizen science into university education. **PLoS ONE**, v. 12, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186285>.

MORELLATO, L. P. C., ALBERTI, L.F. & HUDSON, I. H. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach, – In: Hudson, I. L. and Keatley, M. R. (eds), **Phenological research: methods for environmental and climate change analyses**, Springer, pp. 339–360, 2010.

MORELLATO L. P. C. *et al.* Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, v. 195, p. 60-72, 2016.

MORELLATO, L. P. C.; ALTOMARE, M.; GRESSLER, E. A Review of Reproductive Plant Phenology in South and Central America: New Perspectives. pp107-138. In: Schwartz, M.D. (eds) **Phenology: An Integrative Environmental Science**. Springer, Cham., 2024. https://doi.org/10.1007/978-3-031-75027-4_6

PEREIRA, H.M. *et al.* Essential biodiversity variables. **Science**, v. 339, p. 277–278, 2013.

PETER, M., DIEKÖTTER, T., HÖFFLER, T., & KREMER, K. Biodiversity citizen science: Outcomes for the participating citizens. **People and Nature**, 3(2), 294–311, 2021. <https://doi.org/10.1002/pan3.10193>

PETER, M.; DIEKÖTTER, T.; KREMER, K. Participant outcomes of biodiversity citizen science projects: A systematic literature review. **Sustainability**, 11(10), 2019. <https://doi.org/10.3390/su11102780>

POCOCK, M. J. O. *et al.* **A Vision for Global Biodiversity Monitoring With Citizen Science**. 1. ed. [S. l.]: Elsevier Ltd., 2018-. ISSN 00652504.v. 59 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2018.06.003>.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2023. ISBN 3-900051-07-0

RICHTER, A. *et al.* (2018). The social fabric of citizen science—Drivers for long-term engagement in the German butterfly monitoring scheme. **Journal of Insect Conservation**, 22(5), 731–743. <https://doi.org/10.1007/s10841-018-0097-1>

ROBERTSON, D. P.; HULL, R. B. Beyond Biology: Toward a more public ecology for conservation. **Conservation Biology**, v. 15, p. 970–979, 2001.

RUMENOS, N. N.; PAOLI, T.; SPAZZIANI, M. de L. Projetos De Educação Ambiental E Ciência Cidadã: a Formação De Cidadãos Cientistas. Educação e Ensino de Ciências e Matemática: pesquisa, aplicação e novas tendências - Volume 2, [s. l.], p. 179–191, 2022.

SCHUBERT, S. C.; MANICA, L. T.; GUARALDO, A. D. C. Revealing the potential of a huge citizen-science platform to study bird migration. **Emu**, [s. l.], v. 119, n. 4, p. 364–373, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01584197.2019.1609340>.

SILVERTOWN, J. A new dawn for citizen science. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24(9), p. 467–71, 2009.

SISTEMA DA INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA (SiBBr). Disponível em: < <https://sibbr.gov.br/> >. Acesso em 24 de agosto de 2021.

SORENSEN, A. E.; JORDAN, R. C. Framing impacts on citizen science data collection and participant outcomes. **Frontiers in Environmental Science**, [s. l.], v. 12, n. January, p. 1–9, 2024.

TAYLOR, S. D., *et al.* Comparison of large-scale citizen science data and long-term study data for phenology modeling. **Ecology**, v. 100, p. 1–12, 2019.

THE WOODLAND TRUST. Disponível em: < <https://www.woodlandtrust.org.uk/> >. Acesso em 24 de agosto de 2021.

VANTIEGHEM, P. *et al.* Quality of citizen science data and its consequences for the conservation of skipper butterflies (Hesperiidae) in Flanders (northern Belgium). **Journal of Insect Conservation**, v. 21, n. 3, p. 451–463, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10841-016-9924-4>.

WITT, A. S.; SILVA, F. C. C. da. Analysis of citizen science in Brazil: A study of the projects registered in the Civis platform. **Iberoamerican Journal of Science Measurement and Communication**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 1–14, 2022.

WALTHER, G. *et al.* Ecological responses to recent climate change. **Nature**, p. 389–395, 2002.

MATERIAL SUPLEMENTAR



**VAMOS
FAZER
CIÊNCIA E
OBSERVAR A
NATUREZA
JUNTOS?**

**PROJETO DE EXTENSÃO
"FENOLOGIA CIDADÃ" ANUNCIA:**

**QUER APRENDER E COLABORAR NO
DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO
CIENTÍFICO?**

**VOCÊ GOSTA DE ESTAR EM CONTATO COM
A NATUREZA, DE OBSERVAR AS PLANTAS,
SUAS FLORES E SEUS FRUTOS?**

**SERÁ IMPLEMENTADO UM PROJETO DE CIÊNCIA CIDADÃ, A "FENOLOGIA CIDADÃ",
PARA MONITORAR ÁRVORES PRESENTES NO CAMPUS DA UNESP DE RIO CLARO.
PARA ISSO, PRECISAMOS DA SUA AJUDA!**

QUEM PODE PARTICIPAR?

**TEMOS 15 VAGAS PARA MORADORES DE
RIO CLARO MAIORES DE 18 ANOS.**

**INSCRIÇÕES PELO E-MAIL OU PELO
INSTAGRAM DO PROJETO.**

**HORÁRIO FLEXÍVEL DE ACORDO COM A
DISPONIBILIDADE DE CADA UM!**

REALIZAÇÃO:

unesp  

APOIO:

   @FENOLOGIA.CIDADA_RC  FENOLOGIACIDADA.RC@GMAIL.COM

© PROJETO FENOLOGIA CIDADÃ ESTÁ VINCULADA AO PROJETO DE DOUTORADO DE AMANDA EBUERNEO MARTINS.

Figura S1: Flyer de divulgação para sociedade e busca de voluntários no campus e nas redes sociais.

Material Suplementar 2: Modelo do termo de consentimento para participação dos voluntários no projeto de extensão Fenologia Cidadã.

TERMO DE ADESÃO AO SERVIÇO VOLUNTÁRIO
Projeto Fenologia Cidadã 2022

1) INSTITUIÇÃO BENEFICIÁRIA:

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Rio Claro, na Avenida 24A, n.º 1515, bairro Bela Vista, neste ato representada por seu Diretor (a) Geral, Sr (a). Prof. Dr. JOSÉ EUZÉBIO DE OLIVEIRA SOUZA ARAGÃO.

O projeto **Fenologia Cidadã** tem como coordenadoras Leonor Patricia Cerdeira Morellato, CPF professora titular do Departamento de Biodiversidade e Amanda Eburneo Martins, CPF – 393502848-20, doutoranda do programa de Biologia Vegetal do Departamento de Biodiversidade

2) DADOS DO VOLUNTÁRIO:

Nome:

Identidade:

CPF:

Data de nascimento:

Telefone:

Endereço:

Bairro:

CEP:

E-mail:

1. Pelo presente Termo de Adesão, o VOLUNTÁRIO decide espontaneamente realizar atividade voluntária no projeto de extensão Fenologia Cidadã, nos termos e condições claramente expostas na Lei nº 9.608, de 18/02/1998.

1.1. O VOLUNTÁRIO declara que o mesmo não é atividade remunerada, não representa vínculo empregatício nem gera obrigações de natureza trabalhista, previdenciária ou afim.

1.2. Declara, ainda, ter ciência de que eventuais danos pessoais ou materiais no exercício do voluntariado não serão imputados à UNESP, assumindo desde já integral responsabilidade pelos riscos.

2. O Voluntário declara que é detentor de todas as condições necessárias ao desempenho dos serviços a que se compromete.

3. O presente termo vigora pelo prazo de um ano, com início na data de sua assinatura, podendo qualquer das partes rescindi-lo quando lhe aprouver, sem qualquer ônus e independentemente de prévia comunicação de 30 dias.

☐ O Voluntário AUTORIZA a instituição beneficiária, acima qualificada, a título gratuito e em caráter definitivo, irrevogável, irretratável e por prazo indeterminado, utilizar o seu nome e sua imagem e voz obtidas, captadas, gravadas e fotografadas nos trabalhos da instituição, bem como reproduzidas por qualquer forma de tecnologia para uso em atividades ou de divulgação, seja através de mídia virtual, impressa, televisiva, radiodifusão, palestras e seminários, dentre outros.

☐ O Voluntário NÃO AUTORIZA a instituição beneficiária, acima qualificada, a utilizar o seu nome, imagem e voz, obtidas, captadas, gravadas e fotografadas nos trabalhos da instituição, bem como reproduzidas por qualquer forma de tecnologia para uso em atividades doutrinárias ou de divulgação, seja através de mídia virtual, impressa, televisiva, radiodifusão, palestras e seminários, dentre outros.

Rio Claro, ____ de _____ de 2022.

(Assinatura)
COORDENAÇÃO

(Assinatura)
VOLUNTÁRIO

Amanda Eburneo Martins	
-------------------------------	--

(Lei nº 9. 608, de 18 de fevereiro de 1988) - Dispõe sobre o serviço voluntário e dá outras providências.

Art. 1º Considera-se serviço voluntário, para os fins desta Lei, a atividade não remunerada prestada por pessoa física a entidade pública de qualquer natureza ou a instituição privada de fins não lucrativos que tenha objetivos cívicos, culturais, educacionais, científicos, recreativos ou de assistência à pessoa. (Redação dada pela Lei nº 13.297, de 16 de junho de 2016)

Parágrafo único. O serviço voluntário não gera vínculo empregatício, nem obrigação de natureza trabalhista previdenciária ou afim.

Art. 2º O serviço voluntário será exercido mediante a celebração de termo de adesão entre a entidade, pública ou privada, e o prestador do serviço voluntário, dele devendo constar o objeto e as condições de seu exercício.

Art. 3º O prestador do serviço voluntário poderá ser ressarcido pelas despesas que comprovadamente realizar no desempenho das atividades voluntárias.

Parágrafo único. As despesas a serem ressarcidas deverão estar expressamente autorizadas pela entidade a que for prestado o serviço voluntário.

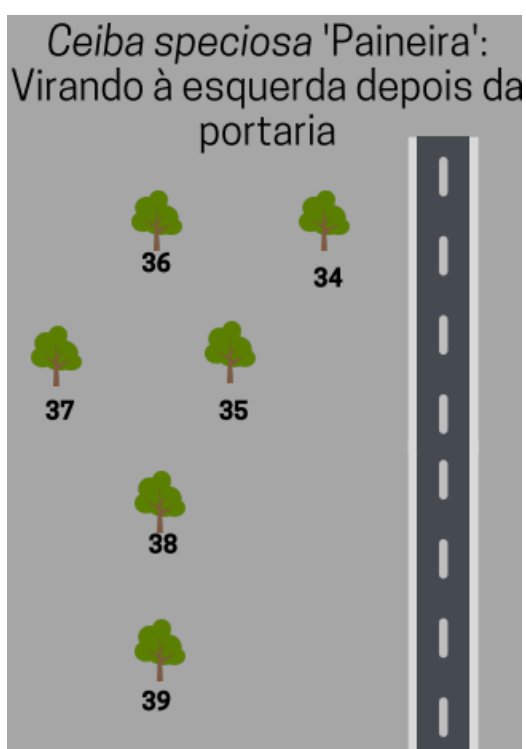
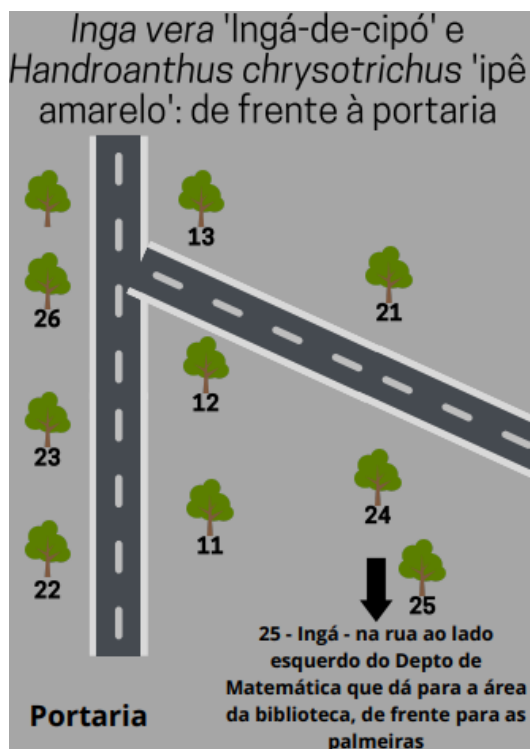
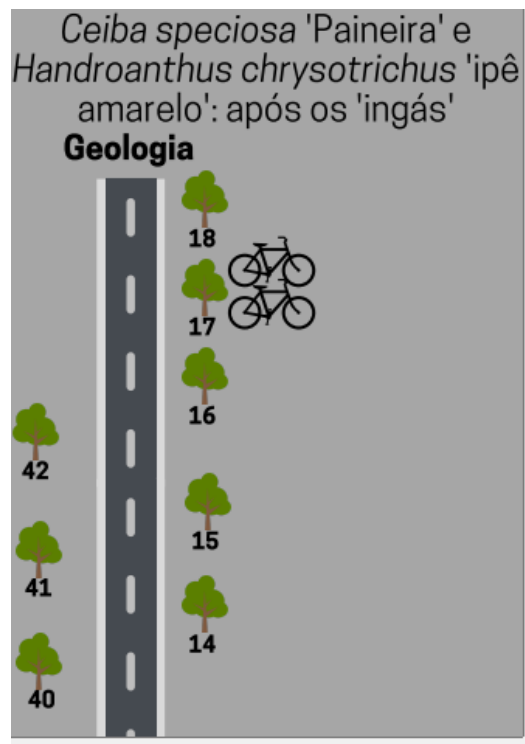
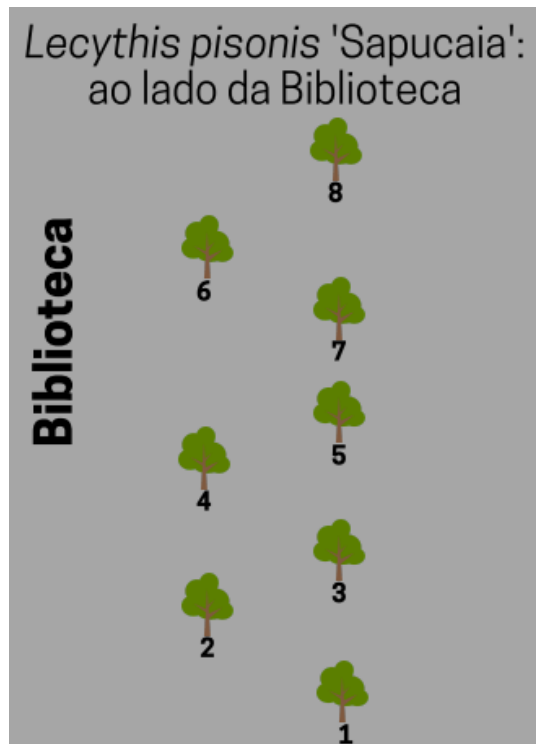
Art. 4º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

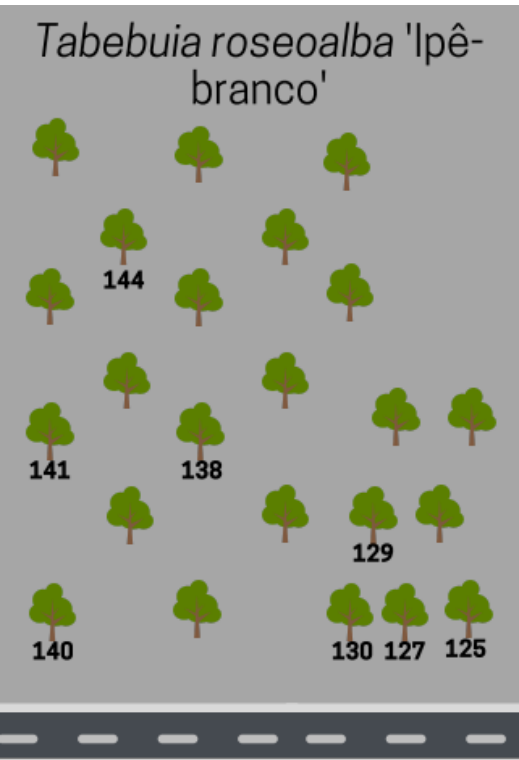
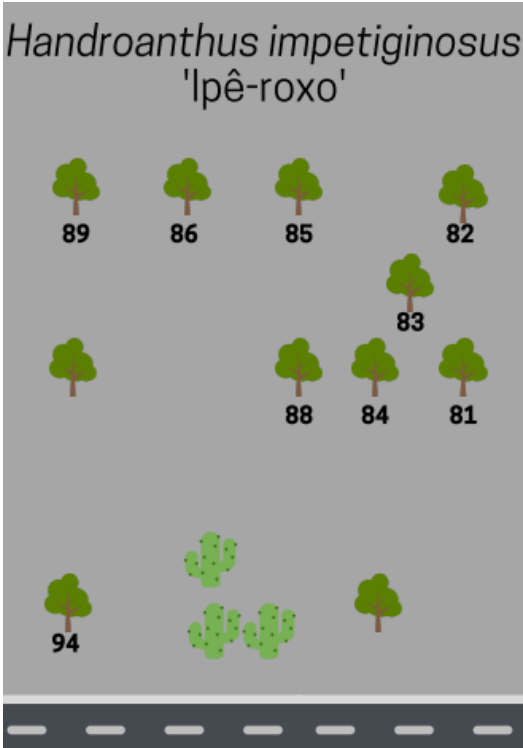
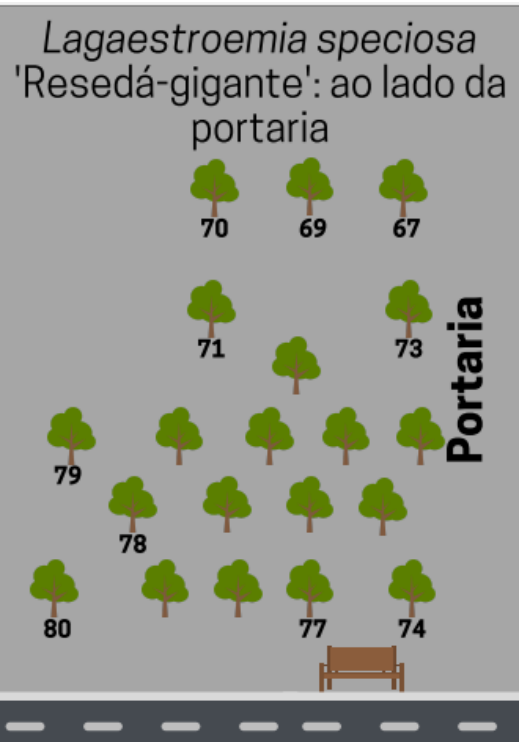
Art. 5º Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 18 de fevereiro de 1998; 177º da Independência e 110º da República.

Presidência da República, Fernando Henrique Cardoso. Brasília, 18/02/98.

Figura S3: Mapas de localização das espécies no campus da UNESP em Rio Claro, São Paulo, para auxílio dos voluntários durante o monitoramento fenológico.





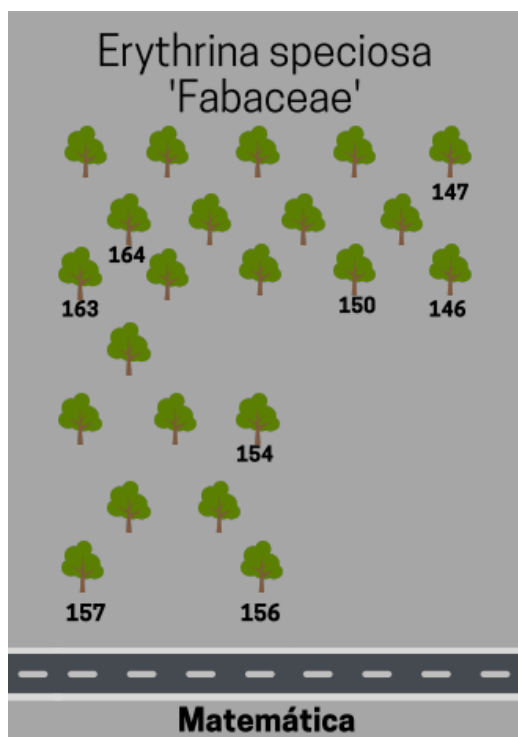


Figura S4: Guia fotográfico com as fenofases de cada espécie observada para auxílio dos voluntários.



Auxílio em campo para detecção das fenofases corretamente.



<i>Ceiba speciosa</i> - Paineira	3 - 8
<i>Inga vera</i> - Inga do brejo	9 - 13
<i>Logestroemia speciosa</i> - Resedá-gigante	14 - 18
<i>Handroanthus impetiginosus</i> - Ipê-roxo	19 - 24
<i>Tabebuia roseoalba</i> - Ipê-branco	25 - 29
<i>Erythrina speciosa</i> - Mulungu	30 - 34
<i>Tecoma stans</i> - Ipê de jardim	35 - 41
<i>Lecythis pisonis</i> - Sapucaia	42 - 46
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> - Ipê amarelo	47 - 51

Ceiba speciosa - Paineira Fenofases reprodutivas

Botão floral



Ceiba speciosa - Paineira Fenofases reprodutivas

Antese - flores abertas



Ceiba speciosa - Paineira
Fenofases reprodutivas

Frutos
Fruto verde / imaturo



Ceiba speciosa - Paineira
Fenofases reprodutivas

Frutos
Fruto maduro

O fruto maduro da paineira é como um "algodão". O fruto abre e tem aspecto de algodão no chão. As suas sementes ficam no meio deste algodão.

Ceiba speciosa - Paineira
Fenofases vegetativas

Brotamento foliar - folhas novas



Pequenas folhas que emergem ao longo do caule, com coloração diferente das folhas adultas. Geralmente verde mais claro.



Ceiba speciosa - Paineira
Fenofases vegetativas

Senescência foliar - queda de folhas



Dicas: Observar no chão ao redor da árvore para algum indicativo de queda;
 Sacudir a árvore e ver se caem folhas.

Inga vera - Inga do brejo
Fenofases reprodutivas

Botão floral



Inga vera - Inga do brejo
Fenofases reprodutivas

Antese - flores abertas



Inga vera - Inga do brejo
Fenofases reprodutivas

Frutos

Fruto verde / imaturo

Fruto maduro



Inga vera - Inga do brejo
Fenofases vegetativas

Brotamento foliar - folhas novas



Pequenas folhas que emergem ao longo do caule, com coloração diferente das folhas adultas. Geralmente verde mais claro.



Inga vera - Inga do brejo
Fenofases vegetativas

Senescência foliar - queda de folhas



Lagestroemia speciosa - Resedã-gigante
Fenofases reprodutivas

Botão floral

Lagestroemia speciosa - Resedã-gigante
Fenofases reprodutivas

Antese - flores abertas

Lagestroemia speciosa - Resedã-gigante
Fenofases reprodutivas

Frutos

Fruto verde / imaturo



Pequena
bolinha
verde/marrom.



Fruto maduro

Formato de estrela. O fruto abre
quando maduro.



Lagestroemia speciosa - Resedá-gigante
Fenofases vegetativas

Brotamento foliar - folhas novas



Pequenas folhas que emergem em ramos terminais do caule, com coloração diferente das folhas adultas. Geralmente verde mais claro.

Lagestroemia speciosa - Resedá-gigante
Fenofases vegetativas

Senescência foliar - queda de folhas



Mudança de coloração das folhas, mais escuras e avermelhadas.



Handroanthus impetiginosus - Ipê-roxo
Fenofases reprodutivas

Botão floral



Handroanthus impetiginosus - Ipê-roxo
Fenofases reprodutivas

Antese - flores abertas



Handroanthus impetiginosus - Ipê-roxo
Fenofases reprodutivas

Frutos
Fruto verde / imaturo



Handroanthus impetiginosus - Ipê-roxo
Fenofases reprodutivas

Frutos
Fruto maduro
Similar à outras espécies de Ipê

Handroanthus impetiginosus - Ipê-roxo
Fenofases vegetativas

Brotamento foliar - folhas novas



Handroanthus impetiginosus - Ipê-roxo
Fenofases vegetativas

Senescência foliar - queda de folhas



Tabebuia roseoalba - Ipê-branco
Fenofases reprodutivas
Botão floral

Tabebuia roseoalba - Ipê-branco
Fenofases reprodutivas
Antese - flores abertas



Tabebuia roseoalba - Ipê-branco
Fenofases reprodutivas
Frutos
Fruto verde / imaturo
Similar à outras espécies de Ipê

Fruto maduro
Similar à outras espécies de Ipê

Tabebuia roseoalba - Ipê-branco
Fenofases vegetativas
Brotamento foliar - folhas novas



Tabebuia roseoalba - Ipê-branco
Fenofases vegetativas

Senescência foliar - queda de folhas



Erythrina speciosa - Mulungu
Fenofases reprodutivas

Botão floral



Erythrina speciosa - Mulungu
Fenofases reprodutivas

Antese - flores abertas



Erythrina speciosa - Mulungu
Fenofases reprodutivas

Frutos

Fruto verde / imaturo

Fruto maduro



Erythrina speciosa - Mulungu
Fenofases vegetativas

Brotamento foliar - folhas novas



Erythrina speciosa - Mulungu
Fenofases vegetativas

Senescência foliar - queda de folhas

Mudança de coloração das folhas, mais amareladas.



Tecoma stans - Ipê de jardim
Fenofases reprodutivas

Botão floral



Tecoma stans - Ipê de jardim
Fenofases reprodutivas

Antese - flores abertas



Tecoma stans - Ipê de jardim
Fenofases reprodutivas

Frutos

Fruto verde / imaturo



Tecoma stans - Ipê de jardim
Fenofases reprodutivas

Frutos

Fruto maduro



O fruto abre e suas sementes ficam expostas. Detalhe da foto pequena mostrando as sementes.

Tecoma stans - Ipê de jardim
Fenofases reprodutivas

Frutos

ATENÇÃO!

Perceba a diferença de um fruto maduro e um fruto velho!

Fruto maduro, com sementes.

Fruto velho, sem sementes. Não é contabilizado na fenologia!!



Tecoma stans - Ipê de jardim
Fenofases vegetativas

Brotamento foliar - folhas novas

Folhas menores, mais brilhantes.



Tecoma stans - Ipê de jardim
Fenofases vegetativas

Senescência foliar - queda de folhas



Lecythis pisonis - Sapucaia
Fenofases reprodutivas

Botão floral

Lecythis pisonis - Sapucaia
Fenofases reprodutivas

Antese - flores abertas

Lecythis pisonis - Sapucaia
Fenofases reprodutivas

Frutos

Fruto verde / imaturo

Fruto maduro



Fruto verde - com tampa.
Fruto maduro - sem tampa.



Lecythis pisonis - Sapucaia
Fenofases vegetativas

Brotamento foliar - folhas novas



Folhas novas
com
coloração rosa.

Lecythis pisonis - Sapucaia
Fenofases vegetativas

Senescência foliar - queda de folhas



Folhas amareladas.
Detalhe dos frutos
ainda na árvore.

Handroanthus chrysotrichus - Ipê amarelo
Fenofases reprodutivas

Botão floral

Similar à outras espécies de Ipê

Handroanthus chrysotrichus - Ipê amarelo
Fenofases reprodutivas

Antese - flores abertas



Handroanthus chrysotrichus -Ipê amarelo
Fenofases reprodutivas

Frutos

Fruto verde / imaturo

Similar à outras espécies de Ipê

Fruto maduro

Similar à outras espécies de Ipê

Handroanthus chrysotrichus -Ipê amarelo
Fenofases vegetativas

Brotamento foliar - folhas novas



Handroanthus chrysotrichus -Ipê amarelo
Fenofases vegetativas

Senescência foliar - queda de folhas

Similar à outras espécies de Ipê

Fotos:
Ana Carolina Lemos
Thalita Surian
Amanda Eburneo Martins



CONCLUSÃO GERAL

Esta tese abordou temas relevantes como o Cerrado, fenologia, reprodução de plantas, polinização, serviços ecossistêmicos, mudanças climáticas e ciência cidadã, de forma a estimular demonstrar as tendências fenológicas reprodutivas de espécies lenhosas do cerrado de Itirapina, São Paulo e analisar os resultados entre espécies dependentes e independentes de polinização biótica frente às mudanças do clima. Além disso, levantou sistematicamente que as plantas do Cerrado nos oferecem benefícios essenciais para nossa sobrevivência sem custo monetário, que os serviços podem ser perdidos ou estar sob ameaça com alterações fenológicas da duração da floração das espécies da área de estudo, interligando os serviços ecossistêmicos com a fenologia e a temporalidade. Por fim, esta tese estimulou o interesse e diálogo de cientistas em relação à sociedade, através de um projeto de extensão de ciência cidadã para capacitar um treinamento fenológico para pessoas sem experiência prévia em fenologia.

No primeiro capítulo, nós confirmamos que a fenologia de floração e frutificação da comunidade de cerrado *sensu stricto* de Itirapina, São Paulo, diminuiu no período de 2005 a 2019, e foi relacionada às variáveis climáticas. A diminuição da floração relacionou-se com a precipitação e a diminuição da frutificação, com a temperatura média e a umidade relativa. A dependência de polinização biótica não foi um fator chave para mudanças mais abruptas na fenologia reprodutiva das espécies vegetais. Apesar do grupo dependente de polinização biótica ter apresentado uma diminuição mais acentuada que o grupo independente, os dois grupos diminuíram e as respostas desta mudança são espécie-específicas. Para confirmar se a resiliência da comunidade foi alterada durante estes 15 anos de dados, utilizamos o número de indivíduos com flores que formaram frutos (*fruit-set*) das espécies dependentes e independentes e constatamos que o sucesso reprodutivo das espécies não foi alterado. Portanto, apesar da duração da fase reprodutiva de algumas espécies diminuir, a formação dos frutos aconteceu de forma estável ao longo deste tempo. Por fim, neste capítulo, sugerimos que a variável fenológica de duração de floração e frutificação pode ser uma métrica para detectar mudanças no final das fenofases, visto que não foram encontradas alterações significativas no início e no pico da floração e frutificação. Além disso, sugerimos que estudos de fenologia, principalmente nos trópicos, utilizem a duração de floração e frutificação para detectar mudanças, considerando que existem pouquíssimos trabalhos que analisaram esta métrica.

No segundo capítulo, detectamos diversos serviços ecossistêmicos na área de cerrado de Itirapina, São Paulo, totalizando 890 em 82 espécies vegetais. Os serviços materiais com foco no uso medicinal foram maioria, seguido dos serviços de regulação e culturais. Além disso,

com foco no serviço de polinização, encontramos que sete espécies vegetais diminuíram a duração da floração e que isto diminui em média 2,5% dos serviços oferecidos na área de estudo. Considerando a diminuição da frutificação, cerca de 7,9% dos serviços oferecidos estão diretamente relacionados aos frutos. Encontramos também os cultivos agrícolas presentes próximos da área de estudo são dependentes dos polinizadores que são visitantes florais das espécies presentes no Cerrado em até 60%, ou seja, manter áreas verdes naturais próximos de cultivos agrícolas é necessário para produção de frutos de maior qualidade e produtividade. Por fim, a temporalidade está associada aos serviços ecossistêmicos e sugerimos a fenologia como ferramenta para facilitar no acompanhamento de como fragmentos de vegetações naturais do Cerrado respondem frente ao desmatamento e mudanças do clima, além de facilitar a restauração e sustentar as necessidades da população humana para manutenção da qualidade de vida e bem-estar.

No terceiro capítulo, através da ciência cidadã e fenologia, validamos um treinamento fenológico padronizado para capacitar cidadãos sem experiência prévia em fenologia, comparando os dados coletados por voluntários e pesquisadoras por um ano. Ademais, o tempo de experiência não tornou os dados mais similares entre os dois grupos, confirmando que um treinamento direcionado no início da implementação do projeto, pode ser eficaz na aprendizagem da coleta dos dados em espécies vegetais.

Portanto, através de uma abordagem multidisciplinar, esta tese conectou temas relevantes para conservação do Cerrado e da biodiversidade brasileira.