



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIODIVERSIDADE,  
EVOLUÇÃO E MEIO AMBIENTE**



Beatriz Pires Mendes

**A INTERAÇÃO PLANTA – VISITANTE FLORAL REVELA ESTRATÉGIA  
GENERALISTA EM TOPOS DE MONTANHAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO**

Ouro Preto, MG

Março/2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIODIVERSIDADE,  
EVOLUÇÃO E MEIO AMBIENTE**



Beatriz Pires Mendes

**A INTERAÇÃO PLANTA – VISITANTE FLORAL REVELA ESTRATÉGIA  
GENERALISTA EM TOPOS DE MONTANHAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO**

Monografia, apresentada ao Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente da Universidade Federal do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas na Ouro Preto como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Aluna: Beatriz Pires Mendes

Orientadora: Dra. Yasmine Antonini

Coorientadora: Dra. Cristiane Martins Leandro

Ouro Preto, MG

Março/2023

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M538a Mendes, Beatriz Pires.

A interação planta [manuscrito]: visitante floral revela estratégia generalista em topos de montanhas do Quadrilátero Ferrífero. / Beatriz Pires Mendes. - 2023.

68 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Yasmine Antonini.

Coorientadora: Dra. Cristiane Leandro.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas .

1. Biodiversidade. 2. Campos Rupestres. 3. Divulgação Científica. 4. Ecologia de Comunidades. 5. Mutualismo. 6. Síndromes de Polinização. 7. Quadrilátero Ferrífero. I. Antonini, Yasmine. II. Leandro, Cristiane. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 574.1

Bibliotecário(a) Responsável: Luciana De Oliveira - SIAPE: 1.937.800



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Beatriz Pires Mendes**

**A interação planta – visitante floral revela estratégia generalista em topos de montanhas do Quadrilátero Ferrífero**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Aprovada em 27 de junho de 2023

### Membros da banca

Dra. Yasmine Antonini – Presidente da banca - Universidade Federal de Ouro Preto  
Dra. Maria Cristina Teixeira Braga Messias - Universidade Federal de Ouro Preto  
Dra. Graziella França Monteiro - Universidade Federal de Ouro Preto

Yasmine Antonini, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 27/06/2023



Documento assinado eletronicamente por **Yasmine Antonini Itabaiana, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 27/06/2023, às 13:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0502400** e o código CRC **BB2359C0**.

## FOLHA DE AGRADECIMENTO

A mim, Beatriz, pela coragem de mergulhar no desconhecido, dedicação a desvendá-lo e vontade de torná-lo acessível a outros.

Ao meu pai, Rodrigo, que desde sempre me ensina a amar, respeitar e me mostra que sempre posso me superar. Meu grande herói.

Ao meu irmão, cuja presença é tão importante, que representa minha certeza de que nunca estarei só. Você me mostra diferentes perspectivas do que é amar.

À minha orientadora, Yasmine, que ao mesmo tempo que me impõe desafios, me dá uma base incrível para poder cumpri-los. Você me faz ir além.

À minha coordenadora, Cristiane, por me mostrar que é possível ter carinho, cuidado ao mesmo tempo de muita seriedade no universo científico.

À Universidade Federal de Ouro Preto que me recebeu e proporcionou diversos caminhos bem estruturados para eu escolher qual trilhar. À PRACE, que desde o início de meus estudos apoiou a minha permanência na cidade. À FAPEMIG, pela aprovação e financiamento do projeto APQ-01510-18. Estas instituições me fazem acreditar que posso sim, viver do que acredito e amo.

Aos “Biofriends”, isso não seria possível sem vocês, Mari, Slow, Zé, Lucas, Mike, Golpe, Vanessa, João V., por sempre me ajudarem, me ouvirem, me direcionarem e, acima de tudo, me fazer acreditar e sentir confiança em mim. Além das bebedeiras, e momentos na concha.

À Galera do laboratório, em especial Rosana e Hannah, agradeço os ensinamentos sobre mercado de trabalho e dedicação, rigor científico, respectivamente. À Grazi, que como um anjo dos 45 minutos do segundo tempo, com tanta paciência e empatia, tornou minha caminhada científica muito mais consciente.

Aos professores, Cris Messias, Yasmine, Alessandra, Hilde, Maria Rita, Livia e Perilo, me emociono ao pensar em vocês. Pessoas que me mostraram e fizeram florescer em mim a paixão e dedicação com o aprender e ensinar.

Amigos de Ouro Preto, principalmente Vanessa, Vitória, Celso, Lacrado, Dicela, Joyce, Luan, Joãozinho. Desde os que estiveram comigo durante os cinco anos aos que estiveram apenas durante um, pela parceria inestimável. Feliz eu sou por ter vocês como companhias, agradeço por tornarem esse caminho mais bonito.

Amigos que, mesmo de outras cidades, sempre estiveram presentes LeoBlack, Pablo, Magá. Aos de Salvador, por sempre me receberem com um sotaque maravilhoso, grandes realizadores de conquistas, vocês me inspiram! Ao de Viçosa, por ser um exemplo de carinho, atenção e responsabilidade, que bom que você apareceu.

À Sociedade Espeleológica e Excursionista, que surgiu em minha vida no “final do segundo tempo” da entrega desse trabalho. Estar com vocês muito me fortalece em aprendizado científico e instiga a aprender e caminhar sempre mais em prol da conservação e preservação dos ambientes naturais.

De vocês, quero sempre me lembrar.

Por fim, aos lugares onde por muito tempo trabalhei, MeuWaffle, Galpão89, Seu José e Tenente Pimenta. O serviço é uma base do caráter. Obrigada pelo aprendizado.

## RESUMO

Existe uma sincronia entre as características morfológicas e sensoriais das flores e seus polinizadores. Esse conhecimento está consolidado na Teoria das Síndromes de Polinização. Entretanto, dependendo das condições ambientais, o sistema de polinização pode ocorrer, na verdade, de forma mais generalista do que prevê esta Teoria. Ainda há a necessidade de mais pesquisas para uma compreensão clara dos padrões de comportamento entre plantas e polinizadores.

O presente trabalho teve como objetivo responder à pergunta “Como ocorrem as interações entre plantas e polinizadores em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero?” a partir das hipóteses “A quantidade de interações “generalistas” é maior do que as interações “especialistas” em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero” e “A quantidade de interações que ocorrem de acordo com a previsão da Teoria de Síndromes de Polinização é menor do que as interações que não seguem essa previsão se em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero”. A área amostral abrangeu os topos mais de montanhas do Quadrilátero Ferrífero em três diferentes Unidades de Conservação (Parque Natural Municipal das Andorinhas, Parque Estadual do Itacolomi e Parque Estadual da Serra de Ouro Branco). A etapa de campo ocorreu mensalmente, de janeiro de 2021 a junho de 2022, durante a qual foi realizada coleta ativa com puçá de insetos que interagiram com as partes reprodutivas florais. As interações foram classificadas em níveis de especialismo, de acordo com a Especialização Ecológica e Especialização Funcional, e as plantas foram classificadas em melitofilia, miofilia e psicofilia, de acordo com a Teoria das Síndromes de Polinização. Um total de 71 espécies vegetais e 162 morfoespécies de visitantes florais foram amostrados. O sistema de polinização nos topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero registrou que a maioria das plantas foram visitadas por três ou mais espécies de visitantes florais e também foram visitadas por três ou mais grupos taxonômicos. Além disso, os resultados mostram que a flora desses topos de montanhas possui características morfológicas e sensoriais restritas, devido às poucas categorias de síndromes amostradas. A síndrome de melitofilia foi predominantemente apresentada, seguida da miofilia e, em seguida, psicofilia, e não houve variação dessa composição entre as áreas. Apesar disso, as particularidades registradas evidenciam que os três topos de montanhas são diferentes entre si e também diferentes de outros campos rupestres.

Este trabalho pode ser usado em análises de compensação ambiental e atualização de plano de manejo das Unidades de Conservação amostradas, contribuindo para o conhecimento e conservação do sistema de polinização nos topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, região de intensa degradação ambiental pela mineração.

Palavras-chave: biodiversidade; campo rupestre; conservação; divulgação científica; ecologia de comunidades; mutualismo; síndromes de polinização; quadrilátero ferrífero.

## ABSTRACT

There is a synchrony among the morphological and sensory characteristics of flowers and their pollinators. This knowledge is consolidated in the Theory of Pollination Syndromes. However, depending on environmental conditions, the pollination system can actually occur in a more generalist manner than predicted by this theory. Further research is still needed for a clear understanding of the behavior patterns among plants and pollinators.

The present study aimed to answer the question "How do interactions among plants and pollinators occur in mountaintop campos rupestres of the Quadrilátero Ferrífero?" based on the hypotheses "The quantity of "generalist" interactions is greater than specialist interactions in mountaintop campos rupestres of the Quadrilátero Ferrífero" and "The quantity of interactions that occur according to the prediction of the Theory of Pollination Syndromes is lower than interactions that do not follow this prediction in mountaintop campos rupestres of the Quadrilátero Ferrífero." The sampling area covered the mountaintops of the Quadrilátero Ferrífero in three different Conservation Units (Municipal Natural Park of Andorinhas, Itacolomi State Park, and Serra de Ouro Branco State Park). The fieldwork was conducted monthly from January 2021 to June 2022, during which active collection with insect nets was performed on flower-interacting insects. The interactions were classified into levels of specialization according to Ecological Specialization and Functional Specialization, and the plants were classified as melittophily, myiophily, and psychophily according to the Theory of Pollination Syndromes. A total of 71 plant species and 162 morphospecies of floral visitors were sampled. The pollination system in the mountaintop campos rupestres of the Quadrilátero Ferrífero recorded that most plants were visited by three or more species of floral visitors and were also visited by three or more taxonomic groups. Furthermore, the results show that the flora of these mountaintops has restricted morphological and sensory characteristics due to the limited categories of syndromes sampled. Melittophily syndrome was predominantly observed, followed by myiophily and psychophily, and there was no variation in this composition among the areas. Despite this, the recorded particularities show that the three mountaintops are different from each other and also different from other campos rupestres.

This work can be used in environmental offset analyses and updating the management plans of the sampled Conservation Units, contributing to the knowledge and conservation of the pollination system in the mountaintop rocky fields of the Quadrilátero Ferrífero region in Minas Gerais, an area subject to intense environmental degradation due to mining activities.

Keywords: biodiversity; community ecology; conservation; grassland; mutualism; pollination syndromes; scientific divulgation; quadrilátero ferrífero.

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	13
1.5. Objetivos.....	16
2. Método.....	17
2.1. Área de Estudo.....	17
2.2. Coleta de Dados.....	19
2.3. Método de Laboratório.....	20
2.5. Análises Estatísticas.....	20
3. Resultados.....	23
3. Discussão.....	31
4. Conclusão.....	39
5. Material Suplementar.....	41
6. Referências Bibliográficas.....	61

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Mapa da localização das áreas de estudo. Ponto A) Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, em Ouro Branco; Ponto B) Parque Natural Municipal das Andorinhas, em Ouro Preto; Ponto C) Parque Estadual do Itacolomi, em Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

**Figura 2.** Transectos e parcelas das três áreas. A) Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, em Ouro Branco; B) Parque Natural Municipal das Andorinhas, em Ouro Preto; C) Parque Estadual do Itacolomi, em Ouro Preto;. Fonte: Google Earth™.

**Figura 3.** Aspectos gerais das áreas de coleta em topos de morros de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, MG. A) Parque Estadual Serra de Ouro Branco, MG; B) Parque Estadual Pico do Itacolomi, MG; C) Parque Natural Municipal das Andorinhas, MG

**Figura 4.** Diferença entre o número de interações amostradas classificadas nos diferentes níveis do espectro especialista da Especialização Ecológica em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Figura 5.** Diferença entre o número de interações amostradas classificadas nos diferentes níveis do espectro especialista da Especialização Funcional em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Figura 6.** Diferença na proporção do número de interações que concordaram com a síndrome de polinização apresentada pela planta hospedeira em relação ao táxon amostrado em sua interação em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Figura 7.** Riqueza de plantas nas diferentes síndromes de polinização ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Figura 8.** Riqueza de plantas em cada família em função das síndromes de polinização ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Figura 9.** Riqueza de visitantes florais nas diferentes síndromes de polinização ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Figura 10.** Espécies de visitantes florais identificados em ordem e superfamília, amostrados em interação com as diferentes síndromes de polinização apresentadas pelas plantas em topos de montanhas de campos rupestres no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais. A) Apresentação da riqueza de visitantes florais e B) Apresentação da abundância de visitantes florais.

**Figura 11.** Diagrama de agrupamento entre as síndromes de polinização apresentadas pelas plantas e os visitantes florais identificados em ordem e superfamília com os quais foram amostrados em interação em topos de montanhas de campos rupestres no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Figura 12.** Composição por área de coleta Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), Parque Estadual da Serra de Ouro Branco (PESOB) e PNMA (Parque Natural Municipal das Andorinhas: A) Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) sobre a riqueza plantas hospedeiras; B) Diagrama de agrupamento das diferentes síndromes de polinização apresentadas pelas plantas ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Figura 13.** Plantas hospedeiras identificadas em síndromes de polinização por área de coleta: Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), Parque Estadual da Serra de Ouro Branco (PESOB) e PNMA (Parque Natural Municipal das Andorinhas) em Minas Gerais. A) Apresentação da riqueza de plantas hospedeiras e B) Apresentação da abundância de plantas hospedeiras.

**Figura 14.** Diagrama de agrupamento das famílias de plantas em relação às síndromes de polinização apresentadas pelas plantas classificadas ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais. Os asteriscos estão em famílias de plantas que apresentaram mais de uma síndrome de polinização.

**Figura 15.** Aspectos gerais de espécies com atributos morfológicos especializados mas com visitantes variados amostrados. A) *Byrsonima variabilis*; B) *Senna reniformis*; e C) *Ouratea semiserrata*.

**Figura 16.** Interação entre visitantes florais e plantas hospedeiras em topos de morros de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, MG. A) Interações generalistas. Visitantes florais acessando o recurso de flores que apresentaram síndrome diferentes síndrome de polinização (melitofilia apenas); B) Interações especialistas. Visitantes florais acessando o recurso de flores que apresentaram sua síndrome de polinização (miiofilia e melitofilia, respectivamente)

**Figura 17.** Interações entre visitantes florais e plantas hospedeiras em topos de morros de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, MG. A) Interação especialista. *Sarbia catomeleana* em *Lychnophora* sp.; B) Interação generalista. *Apis mellifera* em *Lychnophora* sp.

**Figura 18.** Aspectos gerais de três diptera visitantes florais amostrados em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, MG. A) *Syrphidae* sp. em *Hoehnephytum trixoides*; B) *Bombyliidae* sp.; C) *Sarcophagidae* sp.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Resultado do modelo linear generalizado (GLM) testando o efeito do nível do espectro especialista (especialista, bimodal ou generalista) da Especialização Ecológica sobre o número de interações amostradas em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Tabela 2:** Resultado do modelo linear generalizado (GLM) testando o efeito do nível do espectro especialista (especialista, bimodal ou generalista) da Especialização Funcional sobre o número de táxons amostrados em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Tabela 3:** Resultado das análises do modelo linear generalizado (GLM) testando o efeito das síndromes de polinização (melitofilia, miofilia e psicofilia) sobre o número de interações em que o táxon amostrado correspondeu à síndrome apresentada em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Tabela 4:** Lista de espécies das morfoespécies de plantas hospedeiras e suas respectivas classificações em síndromes de polinização, acessibilidade de recurso floral, abundância de interações, táxons de visitantes florais e morfoespécies de visitantes florais nos topos de montanhas do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Tabela 5:** Resultado do teste Tukey comparando a riqueza de plantas amostrada entre as síndromes de polinização apresentadas em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Tabela 6:** Resultado do Teste Tukey comparando a riqueza de visitantes amostrados em interação com plantas que apresentaram diferentes síndromes de polinização e as síndromes de polinização apresentadas em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Tabela 7:** Resultado da análise multivariada não paramétrica (PERMANOVA) testando o efeito das áreas de coleta (Parque Estadual do Itacolomi, Parque Estadual da Serra de Ouro Branco e Parque Natural Municipal das Andorinhas) sobre as diferentes síndromes (melitofilia, miofilia e psicofilia) em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Tabela 8:** Resultado do Teste Tukey sobre a diferença de síndromes de polinização apresentadas pelas plantas amostradas pelas áreas de coleta: Parque Estadual do Itacolomi, Parque Estadual da Serra de Ouro Branco e Parque Natural Municipal das Andorinhas, topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

**Tabela 9:** Resultado do Teste Tukey sobre a diferença de riqueza de plantas amostradas pelas áreas de coleta: Parque Estadual do Itacolomi, Parque Estadual da Serra de Ouro Branco e Parque Natural Municipal das Andorinhas, topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

## INTRODUÇÃO

### **Interação de Polinização e Mutualismo.**

As plantas com flores, surgidas entre 125 e 72 milhões de anos atrás (Silvestro et al., 2021), tinham apenas o vento e a água como agentes polinizadores (Vidal et al., 2021). Esses agentes polinizadores atuam de forma difusa (Waser & Ollerton, 2006), resultando em pressões seletivas que levaram ao desenvolvimento de flores com grandes e expostas quantidades de grãos de pólen. O grão de pólen, além de ser um micrósporo que contém o gametófito masculino, também representa um importante recurso proteico para diversos animais que surgiram desde então (Silveira et al., 2002; Waser & Ollerton, 2006), devido à sua acessibilidade e concentração. Entre estes animais, alguns estabeleceram rotas coevolutivas com as angiospermas (Rech et al., 2014), resultando em mudança nas características, como a acessibilidade e a quantidade de grãos de pólen, para um ajuste mais específico com o animal. Conseqüentemente, foi registrada uma codependência de cerca de 87,5% das angiospermas em relação aos animais para a polinização, principalmente insetos (Rech et al., 2014; Vidal et al., 2021; Waser & Ollerton, 2006).

A interação de polinização passou então a ser interpretada como mutualística. No entanto, planta e o animal possuem interesses diferentes (Rech et al., 2014; Vidal et al., 2021; Waser & Ollerton, 2006). Enquanto as plantas buscam minimizar o gasto energético necessário para garantir sua polinização, fornecendo uma quantidade de pólen que garanta que o visitante precise interagir com outras flores da mesma espécie para atender às suas necessidades nutricionais, os visitantes precisam obter o máximo de alimento ou recurso no menor tempo possível de forrageamento, a fim de diminuir a probabilidade de predação e minimizar o gasto energético (Rech et al., 2014). Em razão disto, diferentes estratégias podem ser observadas na interação de polinização, desde flores acessíveis e vistosas, mas sem recurso disponível, até flores de difícil acesso morfológico, mas que, uma vez acessadas, fornecem todo o recurso necessário de uma só vez (Waser & Ollerton, 2006).

### **Atributos Funcionais e Síndromes de Polinização.**

Características florais, como formato de corola, coloração, unidade de polinização e grau de acessibilidade aos recursos, influenciam o desempenho da função de polinização e, portanto, são chamadas de atributos funcionais (Haregreaves et al., 2004; Rech, et al., 2014; Vanderlook et al., 2019). Diante da grande variabilidade morfológica e de estímulos sensoriais exibidos pelas flores, Vogel (1954) percebeu que havia um padrão entre determinados estilos florais e os visitantes que atuavam nessas flora, e conceituou o Princípio da Harmonia (um breve histórico desse relato pode ser encontrado em Faegri & Van der Pijl, 1979, Rech, A. R. et al., 2014; Waser

& Ollerton, 2006). Posteriormente, Faegri & Van der Pijl (1979), na época auge do fascínio ecológico pela coevolução, entenderam que a fenologia floral era o resultado do sucesso reprodutivo da flor em relação ao seu melhor potencial polinizador, e propuseram um sistema de classificação denominado Síndrome de Polinização (os critérios de classificação podem ser encontrado em Faegri & Van der Pijl, 1979, Rech, A. R. et al., 2014). A importância da classificação das síndromes de polinização permeia diversos aspectos relacionados à estrutura das comunidades, uma vez que a partir dela é possível realizar desde uma avaliação de composição florística até fazer previsões sobre o agente polinizador apenas com base na análise dos atributos funcionais da flor (Rech et al., 2014). Por exemplo, uma flor com corola tubular, longa e estreita sugere a presença de um grupo de visitantes que tenham probóscide longa e fina, como lepidópteros.

### **Interações Generalistas a Especialistas.**

Se por um lado, a Teoria das Síndromes de Polinização é fundamentada na ideia de que a interação especializada promove o sucesso reprodutivo floral, por outro, pesquisas recentes mostram que a interação entre planta hospedeira e visitante floral pode ser mais generalista do que se previa (Hargreaves et al., 2004; Waser & Ollerton, 2006; Wang et al., 2009; Rech, A. R. et al., 2014). Foi observado que fatores como abundância e acessibilidade aos recursos florais, floração sincrônica, eficiência de forrageamento e defesa contra predação influenciavam mais o comportamento dos visitantes florais do que exclusivamente a morfologia floral e características sensoriais atrativas e acessíveis específicas (Waser & Ollerton, 2006, Antunes, 2013). Assim, a Teoria Síndromes de Polinização, embora seja um conceito clássico (Ollerton et al., 2007; Ollerton, 2021), é questionada em relação à sua aplicabilidade e, conseqüentemente, ao seu valor preditivo (Hargreaves et al., 2004; Ollerton, 2021; Wang et al., 2019; Yamamoto et al., 2007). Atualmente, estima-se que a Teoria das Síndromes tem um poder preditivo variado de 30 a 75% (Ollerton, 2007), dependendo da complexidade das condições bióticas e abióticas do local estudado (Vanderlook et al., 2019). Por exemplo, em um local com recursos escassos e isolados, uma planta deve depender de mais de um tipo de polinizador, resultando em interações generalistas, enquanto em um local com recursos mais abundantes, as interações podem ser mais especialistas (Hargreaves et al., 2004; ; Waser & Ollerton, 2006; Ollerton et al., 2007; Wang et al., 2019).

A Generalização Fundamentada é um conceito que refere-se ao número de visitantes florais capazes de interagir com uma flor (Ollerton et al., 2007). Ollerton (2007) classifica o grau de generalização das interações em Especialização Ecológica, Funcional e Fenológica. A Especialização Ecológica está relacionada ao número de espécies de polinizadores capazes de acessar os recursos de uma flor. A Especialização Funcional refere-se ao número de táxons polinizadores capazes de acessar o recurso de uma flor. Já a Especialização Fenológica está relacionada a

adaptações fenológicas florais que se relacionam com os diferentes grupos de visitantes, como o grau de acessibilidade dos recursos, por exemplo (mais detalhes sobre essa classificação podem ser encontrados em Ollerton, 2007).

### **Campos Rupestres.**

Os campos rupestres ocorrem em altitudes superiores a 900m (Silveira et al., 2016; Pontara et al., 2018) sobre afloramentos rochosos, abrangendo 0,78% do território brasileiro (Silveira et al., 2016). Caracterizam-se pela vegetação herbáceas-arbustivas adaptada às condições estressantes de solos pobres em nutrientes e ácidos, ventos fortes, elevada insolação, exposição UV, déficit hídrico, grande amplitude térmica diária e grande propensão vegetal ao fogo (Silveira et al., 2016; Pontara et al., 2018). Além disso, essa fitofisionomia ocorre sobre solo distrófico, como de cangas, as plantas ainda serão adaptadas aos metais pesados, havendo até espécies metalófitas ou hiperacumuladoras (Jacobi et al., 2007; Silveira et al., 2016; Monteiro et al., 2021; Pontara et al., 2018), marcando a forte correlação que existe com as variações edáficas (Jacobi et al., 2007). Portanto, além das adaptações às condições climáticas, a morfologia e fisiologia das plantas são limitadas pelo substrato montanhoso (Jacobi et al., 2007 e 2008; Silveira et al., 2016).

No Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, os afloramentos rochosos são de quartzitos, arenitos ou rochas ferruginosas (as cangas) (Jacobi et al., 2007 e 2008; Silveira et al., 2016). As cangas são depósitos ferruginosos que ocorrem em topos de morros e encostas, formando couraças compactas superficiais (Jacobi et al., 2007, 2008; Silveira et al., 2016). Apesar da predominância dos campos rupestres (Jacobi et al., 2008), devido à variação edáfica ocorre um mosaico de espécies com diferentes adaptações (Silveira et al., 2016). Devido às informações expostas, 30% de sua flora é endêmica e abrigam cerca de 15% da diversidade florística do Brasil (Silveira et al., 2016) o que é de importância mundial devido às concentrações de ferro buscadas pela mineração (Jacobi & Carmo, 2011; Silveira et al., 2016).

As espécies de plantas do Quadrilátero Ferrífero enfrentam severas dificuldades para se autorecuperar após impactos antrópicos (Messias et al., 2017). Dentre os impactos, que são cada vez mais frequentes, o mais expressivo é a mineração (Silveira et al., 2016; Fernandes, 2018), além de crescimento urbano não planejado, arborização com espécies exóticas e coleta predatória de espécies nativas e ocorrência de queimada (Silveira et al., 2016). Essa perda de habitat, principalmente devido à mineração, afeta a ocorrência das espécies, suas interações e, conseqüentemente, os serviços ecossistêmicos proporcionados. Estudos sobre conservação, por exemplo, são importantes dada a ocorrência das espécies hiperacumuladoras, visando a recuperação das áreas degradadas (Silveira et al., 2016). Agravando o panorama, apenas 10% dos campos rupestres têm suas áreas protegidas legislativamente (Silveira et al., 2016), e o conhecimento sobre eles ainda é escasso (Silveira et al.,

2016), principalmente sobre cangas (Jacobi et al., 2007) o que é essencial para o entendimento das dinâmicas de comunidade (Dutra et al., 2009; Yamamoto et al., 2007)

### **Objetivos Gerais.**

Este trabalho objetiva responder à pergunta: “Como ocorrem as interações entre plantas e polinizadores em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero?”. Para isso, busca-se verificar: (1) A quantidade de interações “generalistas” é maior do que as interações “especialistas” em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero. Pressupõe-se que a Especialização Ecológica registra um maior número de interações “generalistas” do que “especialistas”, e que a Especialização Funcional registra um maior número de interações “generalistas” do que “especialistas”; (2) A quantidade de interações que ocorrem de acordo com a previsão da Teoria de Síndromes de Polinização é menor do que as interações que não seguem essa previsão se em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero. Pressupõe-se que a Teoria de Síndromes de Polinização não tenha valor preditivo significativo.

### **Objetivos Específicos.**

Verificar se as Síndromes de Polinização identificadas em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero têm diferentes riquezas de plantas.

Verificar se as Síndromes de Polinização identificadas em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero interagem com diferentes riquezas de visitantes florais.

Verificar se em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero a composição de espécies de plantas hospedeiras nas síndromes de polinização variam entre as áreas de estudo.

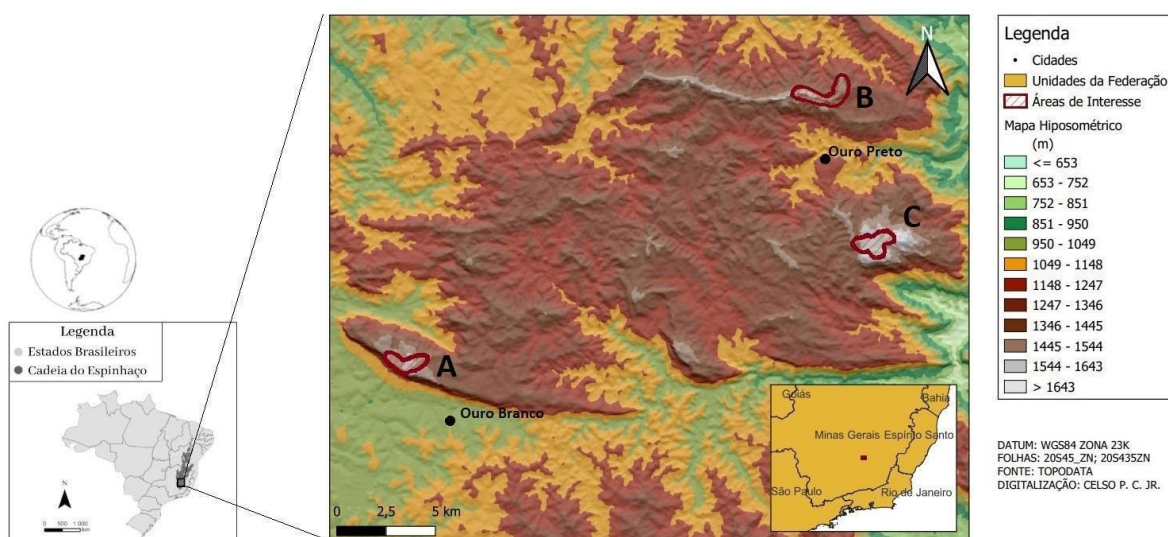
## MÉTODO

### Área de estudo.

O estudo foi desenvolvido nos três mais altos topos de montanhas da região do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, em três Unidades de Conservação: Parque Natural Municipal das Andorinhas (PNMA, 20°21'57.87"S e 43°30'24.39"O), Parque Estadual do Itacolomi (PEIT, 20°25'55.58"S e 43°29'12.79"O) e Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, (PESOB, 20°29'28.35"S e 43°42'52.88"O) (Figura 1). A distância entre as áreas é a seguinte: PNMA e PEIT, 7,5km; PNMA e PESOB, 25,4km; PEIT e PESOB, 23,8km.

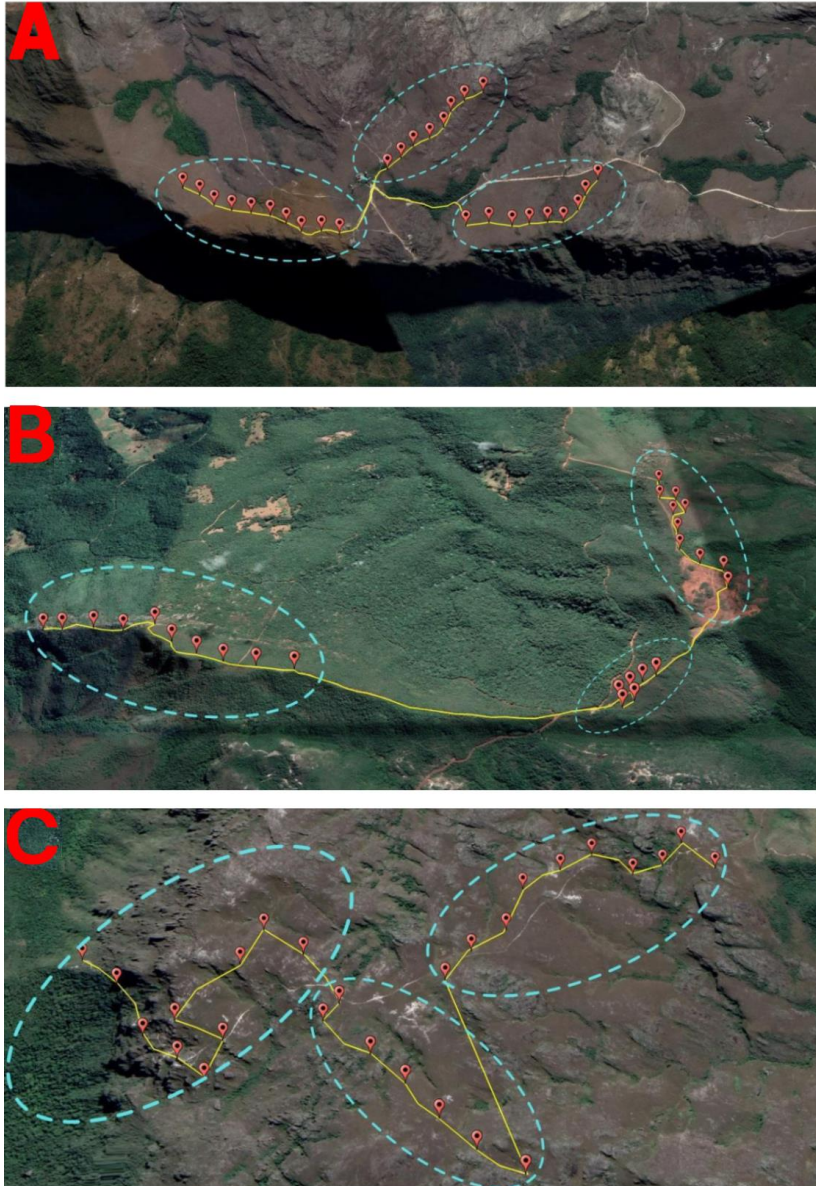
O clima da região é classificado por Köppen como mesotérmico-úmido, com uma estação chuvosa e quente de sete a oito meses e uma estação seca e fria de três a quatro meses. A média pluviométrica anual é de 1,500mm e a temperatura média é de 20°C (Alvares et al., 2013).

MAPA HIPOSOMÉTRICO COM ÁREA DE INTERESSE NOS PONTOS DE COLETA



**Figura 1.** Mapa da localização das áreas de estudo. Ponto A) Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, em Ouro Branco; Ponto B) Parque Natural Municipal das Andorinhas, em Ouro Preto; Ponto C) Parque Estadual do Itacolomi, em Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Os transectos ocorrem em diferentes formações litológicas. PESOB (A) ocorre nos quartzitos da Formação Cambotas, PNMA (B) em quartzitos moeda e couraças de canga do Supergrupo Rio das Velhas, e PEIT (C) em quartzitos do Grupo Itacolomi (Dorr, 1969)(Figura 2) (Figura 3).



**Figura 2.** Transectos e parcelas das três áreas. A) Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, em Ouro Branco; B) Parque Natural Municipal das Andorinhas, em Ouro Preto; C) Parque Estadual do Itacolomi, em Ouro Preto;. Fonte: Google Earth™.

A)



B)



Fotos: Beatriz Pires e Rosana Rocha

C)



**Figura 3.** Aspectos gerais das áreas de coleta em topos de morros de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, MG. A) Parque Estadual Serra de Ouro Branco, MG; B) Parque Estadual Pico do Itacolomi, MG; C) Parque Natural Municipal das Andorinhas, MG.

### **Coleta de Dados.**

A coleta de dados em campos foi iniciada em janeiro de 2021, e foi concluída em junho de 2022, totalizando 12 coletas por área. Em cada uma das três áreas, foram delimitados três transectos nos quais foram estabelecidas sistematicamente sete a dez parcelas circulares de 5 metros de raio, separadas por 100 metros cada (diferenças ocorreram devido ao relevo). O horário de amostragem foi das 09:00 às 16:00 horas, durante o qual foram realizadas observações focais de 10 minutos em cada parcela com plantas floridas para coleta ativa, com puçá, de insetos visitantes florais que tocassem as estruturas reprodutivas das flores, ou seja, polinizadores

efetivos (Monteiro et al., 2011). Em seguida, os insetos foram colocados em câmara mortífera e amostras da planta hospedeira foram fotografadas e coletadas.

### **Método de Laboratório.**

As amostras de plantas foram herborizadas e depositadas no Herbário Professor Baldini da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). As identificações foram realizadas por especialistas. Os visitantes florais coletados foram fixados, etiquetados e depositados na coleção entomológica da UFOP. As identificações foram feitas por especialistas e pela autora, utilizando chaves de identificação (Silveira et al., 2002).

As interações foram categorizadas em níveis de especialismo de acordo com dois critérios propostos por Ollerton (2007): Especialização Ecológica e Especialização Funcional. Para a Especialização Ecológica, as interações foram identificadas nos diferentes níveis do espectro especialista: “especialistas” caso a interação ocorra com uma única espécie, “bimodal” caso a interação ocorra com duas espécies, e “generalista” caso a interação ocorra com três ou mais espécies. Para a Especialização Funcional as interações foram identificadas nos diferentes níveis do espectro especialista: “especialista” caso a interação que ocorra com um único táxon, “bimodal” caso a interação que ocorra com dois táxons, e “generalista” caso a interação que ocorra com com três ou mais táxons. Os níveis taxonômicos utilizados foram baseados em características funcionais dos visitantes florais: díptera (ordem) e hesperioidea, papilionoidea, apoidea, vespoidea (superfamílias).

As plantas registradas tiveram suas síndromes de polinização identificadas de acordo com o critério proposto por Faegri e Van der Pijl (1979). Em razão deste trabalho se preocupar em classificar todas as plantas amostradas, foi necessária a complementação do arcabouço teórico a partir dos critérios classificatórios propostos por Rech A. R. et al. (2014) e Vidal et al. (2021) em casos de a unidade floral não ter classificação direta pelo critério primário.

### **Análises Estatísticas.**

Para verificar se a quantidade de interações “generalistas” é maior do que as interações “especialistas” em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero, o critério Especialização Ecológica foi realizado um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição de dados quasipoisson. A variável resposta foi o número de interações amostradas, e a variável explicativa foi o nível do espectro especialista (especialista, bimodal ou generalista). O critério Especialização Funcional foi realizado um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição de dados quasipoisson. A variável resposta foi o número de táxons amostrados, e a variável explicativa foi o nível do espectro especialista (especialista, bimodal ou generalista). Para ambos os critérios uma comparação de abundância total nos

diferentes níveis foi feita pela análise de variância (ANOVA) com o teste F e pelo pareamento entre médias marginais estimadas (EMMANS). Foram utilizados gráficos tipo boxplot para melhor clareza na apresentação dos resultados. Todas as análises foram feitas utilizando o programa RStudio (R Core Team, 2022).

Para verificar se a quantidade de interações que ocorrem de acordo com a previsão da Teoria de Síndromes de Polinização é menor do que as interações que não seguem essa previsão se em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero, foi realizado um cálculo de probabilidade. Esse cálculo considerou o número de interações amostradas com cada táxon em relação ao número de plantas identificadas com a síndrome de polinização correspondente a esse táxon. Esse procedimento considerou apenas os táxons que tiveram suas síndromes de polinização correspondentes apresentadas nas amostragens (apoidea, díptera e lepidoptera). Para analisar essas interações, foi realizado um GLM com distribuição de dados quasipoisson. A variável resposta foi o número de interações que concordaram entre táxon do visitante floral e síndrome de polinização apresentada pela planta hospedeira, enquanto a variável explicativa foi composta pelas diferentes síndromes identificadas (melitofilia, miiofilia e psicofilia). Uma ANOVA com teste F e um EMMEANS foram realizados para identificar se havia diferença entre o número de interações em cada síndrome em concordância com o táxon de seu visitante floral. Gráficos do tipo boxplot foram montados para ilustrar e facilitar a visualização dos resultados. Todas as análises foram conduzidas utilizando o programa RStudio (R Core Team, 2022).

Para verificar se as síndromes de polinização identificadas em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero têm diferentes riquezas de plantas, foram realizados os testes Kruskal-Wallis e Tukey. A variável resposta foi a riqueza de plantas identificadas em cada síndrome, enquanto a variável explicativa foi composta pelas síndromes identificadas (melitofilia, miiofilia e psicofilia). Todas as análises foram conduzidas utilizando o programa Past 4 (Hammer et al., 2001)

Para verificar se as síndromes de polinização identificadas em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero interagem com diferentes riquezas de visitantes florais, foram realizados os testes Kruskal-Wallis e Tukey. A variável resposta foi a riqueza de visitantes florais, enquanto a variável explicativa foi composta pelas síndromes identificadas (melitofilia, miiofilia e psicofilia). Além disso, foi realizado um agrupamento utilizando a medida de distância Bray-Curtis entre os grupos taxonômicos identificados. Todas as análises foram conduzidas utilizando o programa Past 4 (Hammer et al., 2001).

Para verificar se as síndromes de polinização variam entre as áreas de estudo nos topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, de acordo com as síndromes identificadas, foi realizada uma análise multivariada não paramétrica (PERMANOVA). A variável resposta foi as síndromes identificadas, enquanto a variável explicativa foi composta pelas áreas de coleta (PEIT, PESOB e PNMA). Além

disso, foi realizado um agrupamento utilizando a medida de distância Bray-Curtis entre as diferentes áreas de coleta. Também foi realizada uma PERMANOVA em que a variável resposta foi a riqueza de plantas, e a variável explicativa foi composta pelas áreas de coleta (PEIT, PESOB e PNMA). A diferença da riqueza de plantas entre as áreas de coleta (PEIT, PESOB e PNMA) também foi analisada pelo teste Tukey. Todas as análises mencionadas foram conduzidas utilizando o programa Past 4 (Hammer et al., 2001). Adicionalmente, foi realizado um escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) utilizando a dissimilaridade Bray-Curtis entre as diferentes áreas de coleta, utilizando o programa RStudio (R Core Team, 2022).

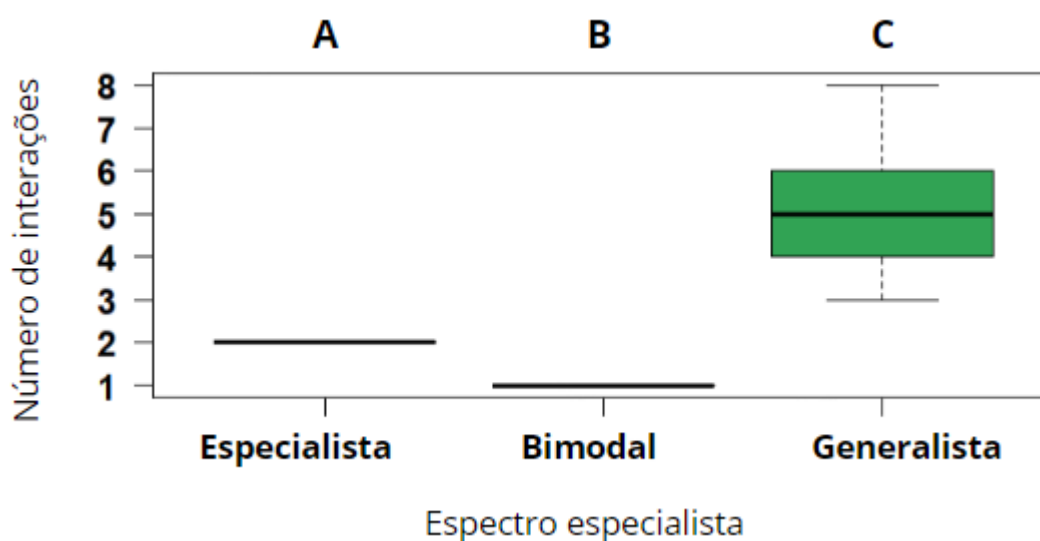
## RESULTADOS

### Especialização Fundamentada.

O espectro da Especialização Ecológica registrou diferenças maiores entre os níveis do espectro especialista, enquanto a Especialização Funcional registrou diferenças menores:

#### Especialização Ecológica:

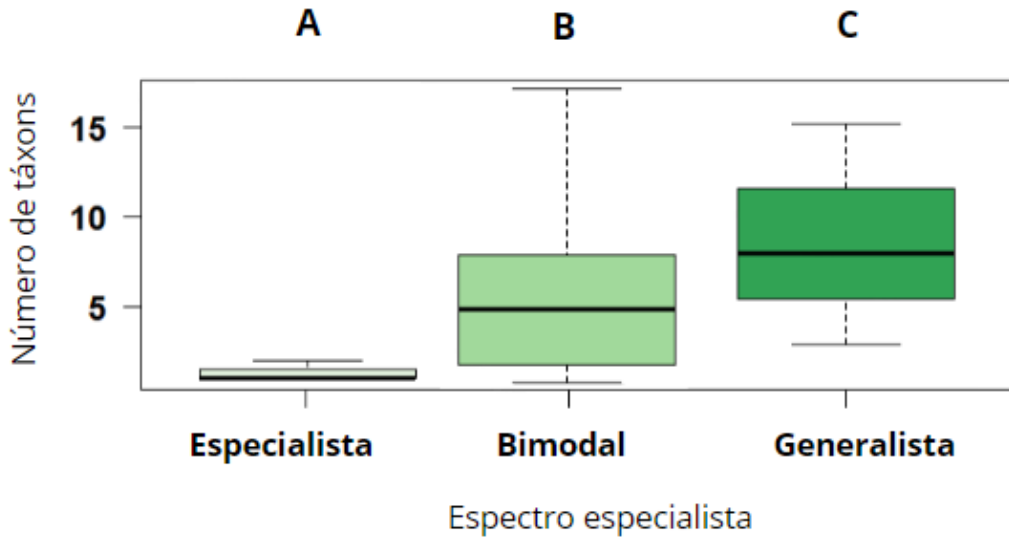
O nível generalista foi registrado com maior abundância, ou seja, ocorreu uma maior quantidade de interações com plantas hospedeiras com três ou mais espécies de visitantes florais. Foi registrado um valor significativamente diferente entre os níveis do espectro ( $F = 22.362$ ;  $p < 0.001$ ) (Tabela 1). Todos os níveis são diferentes entre si, bimodal e especialista ( $p = 0.038$ ), bimodal e generalista ( $p = 0.001$ ) e especialista e generalista ( $p = 0.001$ ) (Figura 4).



**Figura 4.** Diferença entre o número de interações amostradas classificadas nos diferentes níveis do espectro especialista da Especialização Ecológica em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

#### Especialização Funcional:

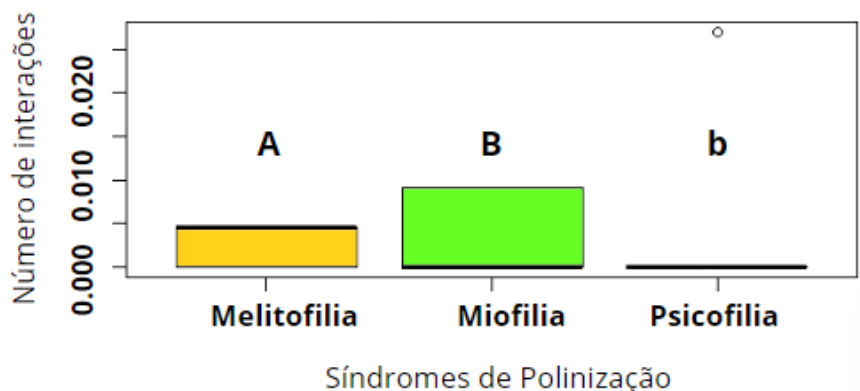
O nível generalista foi registrado com maior abundância, ou seja, ocorreu uma maior quantidade de interações com plantas hospedeiras com três ou mais grupos taxonômicos. Foi registrado um valores significativamente diferentes entre os níveis do espectro ( $F = 22.362$ ;  $p < 0.001$ ) (Tabela 2). Foram encontrados valores significativamente diferentes entre a quantidade de interações especialistas e generalistas ( $p < 0.001$ ), bem como entre a quantidade de interações especialistas e bimodais ( $p < .0001$ ) (Figura 5).



**Figura 5.** Diferença entre o número de interações amostradas classificadas nos diferentes níveis do espectro especialista da Especialização Funcional em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

### Teoria de Síndromes de Polinização e seu caráter preditivo.

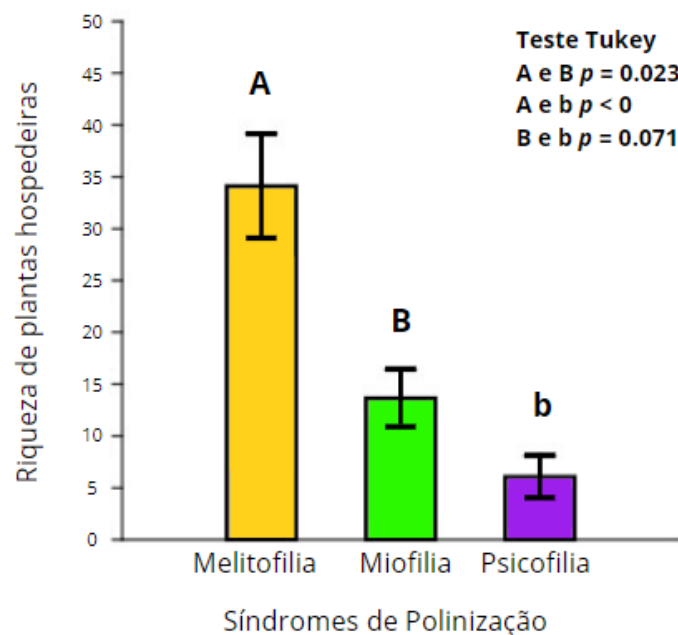
As plantas hospedeiras que apresentaram melitofilia foram amostradas em conjunto com indivíduos do grupo apoidea em 145 das 220 interações. No caso da miofilia, as interações com diptera ocorreram em 30 das 110 coletas. Em relação à psicofilia, as interações com papilionoidea ocorreram em 8 das 37 coletas. No total, 183 das 367 interações ocorreram em concordância entre síndrome de polinização apresentada e visitante floral amostrado. O maior valor preditivo das Síndromes de Polinização foi registrado em plantas que apresentaram melitofilia, enquanto para miofilia e psicofilia a predição, a predição ocorreu em menos de 50% das amostragens em topos de morros de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero (Tabela 3). O GLM registrou diferença no número de interações que concordam com as síndromes de melitofilia e psicofilia. Já para miofilia não houve diferença no número de interações que concordam com as demais síndromes (Figura 6).



**Figura 6.** Diferença na proporção do número de interações que concordaram com a síndrome de polinização apresentada pela planta hospedeira em relação ao táxon amostrado em sua interação em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

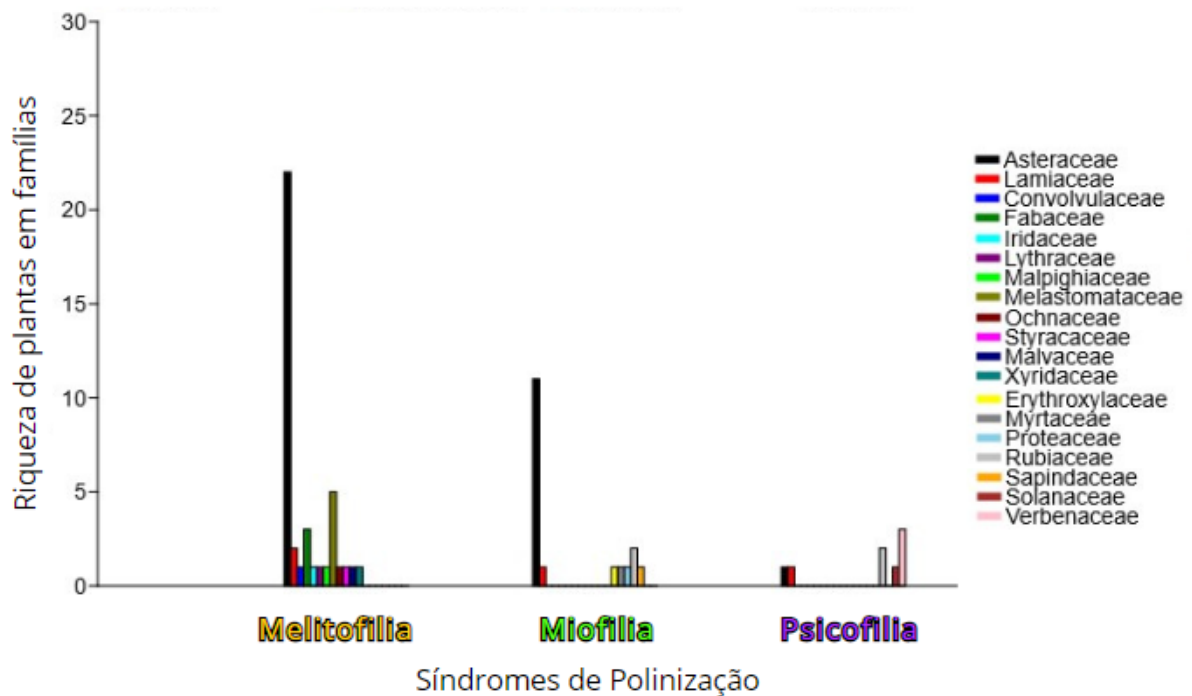
### Riqueza de plantas hospedeiras em cada síndrome.

Foram apresentadas três síndromes de polinização: melitofilia, miofilia e psicofilia em um total de 71 morfoespécies vegetais (Tabela 4). A Síndrome mais amostrada foi a melitofilia (S= 40), seguida da miofilia (S= 18) e psicofilia (S= 8). Foi encontrada uma diferença significativa na riqueza de plantas entre as diferentes síndromes ( $\chi^2=25.14$ ;  $p < 0.001$ ), sendo que as maiores diferenças foram encontradas entre melitofilia e psicofilia e melitofilia e miofilia (Figura 7; Tabela 5).



**Figura 7.** Riqueza de plantas nas diferentes síndromes de polinização ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

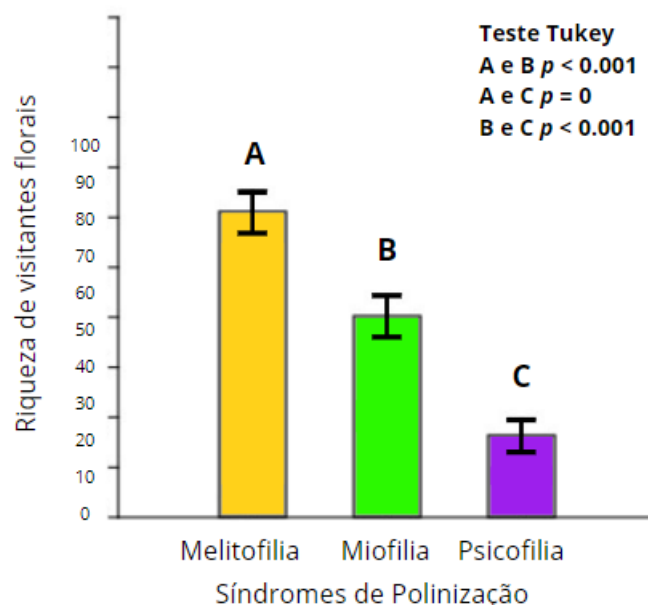
As espécies amostradas identificadas pertencem a 19 famílias. Embora o teste Kruskal-Wallis não tenha registrado diferença significativa na riqueza de cada família ( $\chi^2= 4.143$ ;  $p=0.071$ ), o teste Tukey registrou que a família Asteraceae apresentou diferença significativa na riqueza de plantas em relação às outras 18 famílias (Figura 8).



**Figura 8.** Riqueza de plantas em cada família em função das síndromes de polinização ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

### Riqueza de visitantes florais em cada síndrome.

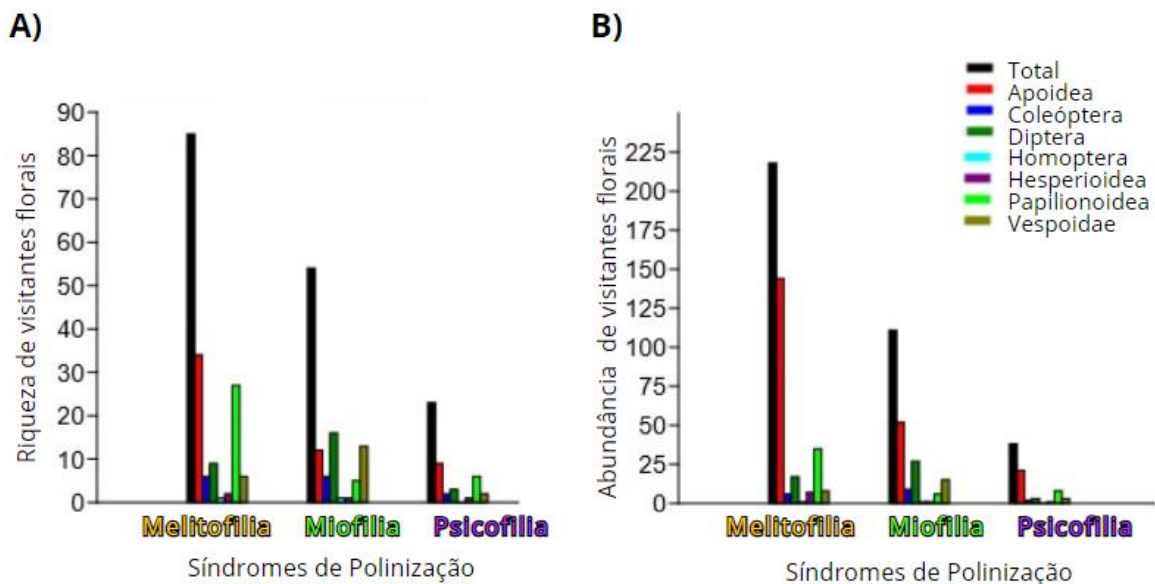
Foram registradas 162 morfoespécies de visitantes florais nas áreas estudadas (Tabela 4). Foi encontrada uma diferença significativa na riqueza de visitantes florais entre as síndromes apresentadas pelas plantas hospedeiras amostradas ( $\chi^2 = 41,13$ ;  $p < 0.001$ ) (Figura 9; Tabela 6).



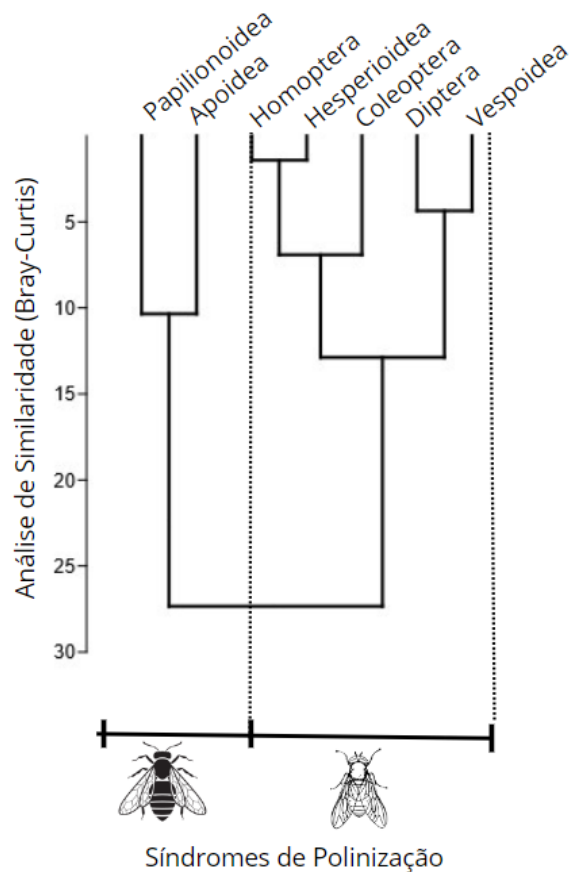
**Figura 9.** Riqueza de visitantes florais nas diferentes síndromes de polinização ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

Não foi registrada diferença significativa na riqueza de visitantes florais amostrados em interação com as diferentes síndromes apresentadas ( $\chi^2= 15.63$ ;  $p=0,263$ ). Também não foi registrada diferença significativa na abundância de visitantes florais amostrados em interação com as diferentes síndromes apresentadas ( $\chi^2= 15.5$ ;  $p=0.290$ ), exceto entre apoidea e homoptera (valor do Teste Tukey= 0.044), devido a apenas dois indivíduo de homoptera ter sido amostrado.

A síndrome melitofilia apresentou maior riqueza de visitantes florais em interação (S=85), seguida pela miofilia (S=54) e psicofilia (S=23). Apoidea foi o grupo que registrou maior número de interações com flores melitófilas (S=34) e psicófilas (S=9). Diptera foi o grupo que registrou maior número de interações com flores miófilas (S=16). Houve um destaque na riqueza de espécies de hesperioidea (S=27) amostradas em interação com flores que apresentaram melitofilia, e também na riqueza de espécies de vespoidea (S=13) amostradas em interação com flores que apresentaram miofilia (Figura 7). Esses padrões também se repetem nos registros de abundância de interações (Figura 10). A similaridade de interações amostradas entre as síndromes apresentadas pelas plantas e os diferentes grupos de visitantes florais pode ser visto na (Figura 11).



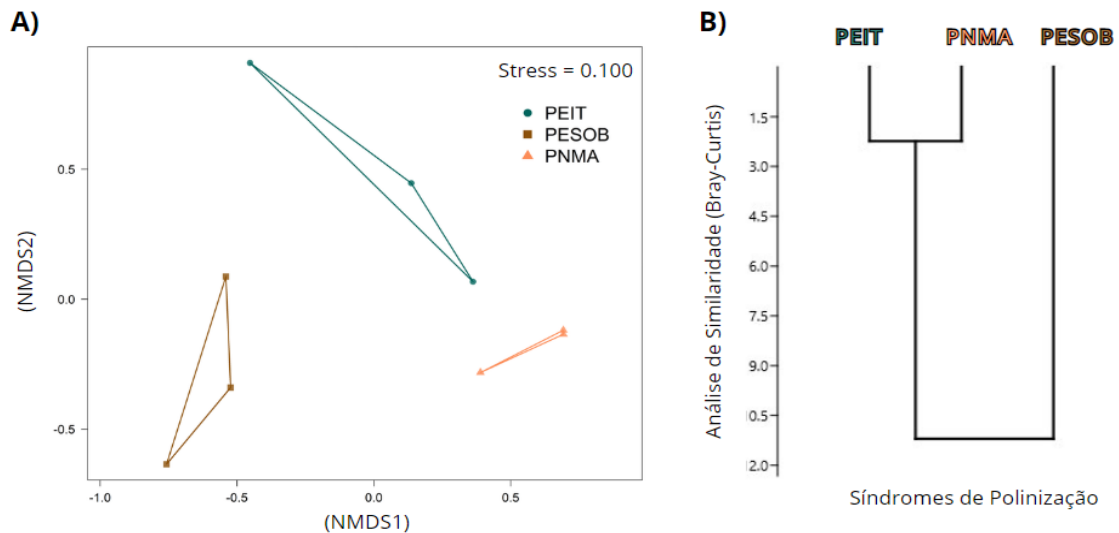
**Figura 10.** Espécies de visitantes florais identificados em ordem e superfamília, amostrados em interação com as diferentes síndromes de polinização apresentadas pelas plantas em topos de montanhas de campos rupestres no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais. A) Apresentação da riqueza de visitantes florais e B) Apresentação da abundância de visitantes florais.



**Figura 11.** Diagrama de agrupamento entre as síndromes de polinização apresentadas pelas plantas e os visitantes florais identificados em ordem e superfamília com os quais foram amostrados em interação em topos de montanhas de campos rupestres no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

### **A composição de síndromes entre as áreas de coleta.**

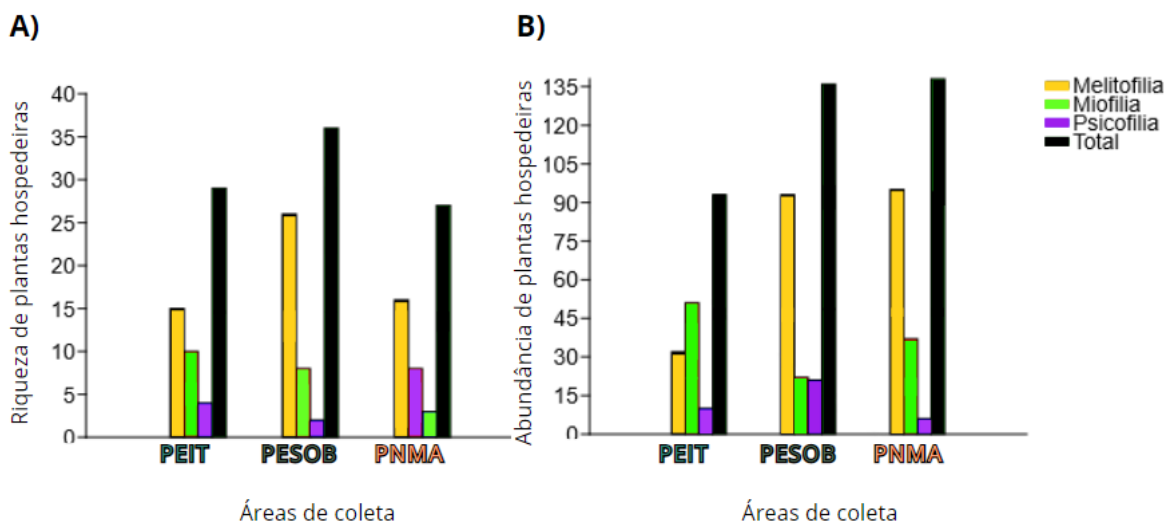
A composição de espécies de plantas hospedeiras variou entre as áreas, conforme indicado pelo teste F ( $F = 1.6615$ ;  $p < 0.004$ ) (Figura 12) (Tabela 7). No entanto, não foi registrada diferença na composição das síndromes entre as áreas ( $\text{Estresse} < 0.0001$ ) (Tabela 6). A maior similaridade ocorreu entre PEIT e PNMA, enquanto PESOB foi a área com maior porcentagem de síndromes com espécies exclusivas (28,8%) (Figura 12) (Tabela 8).



**Figura 12.** Composição por área de coleta Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), Parque Estadual da Serra de Ouro Branco (PESOB) e PNMA (Parque Natural Municipal das Andorinhas): A) Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) sobre a riqueza plantas hospedeiras; B) Diagrama de agrupamento das diferentes síndromes de polinização apresentadas pelas plantas ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

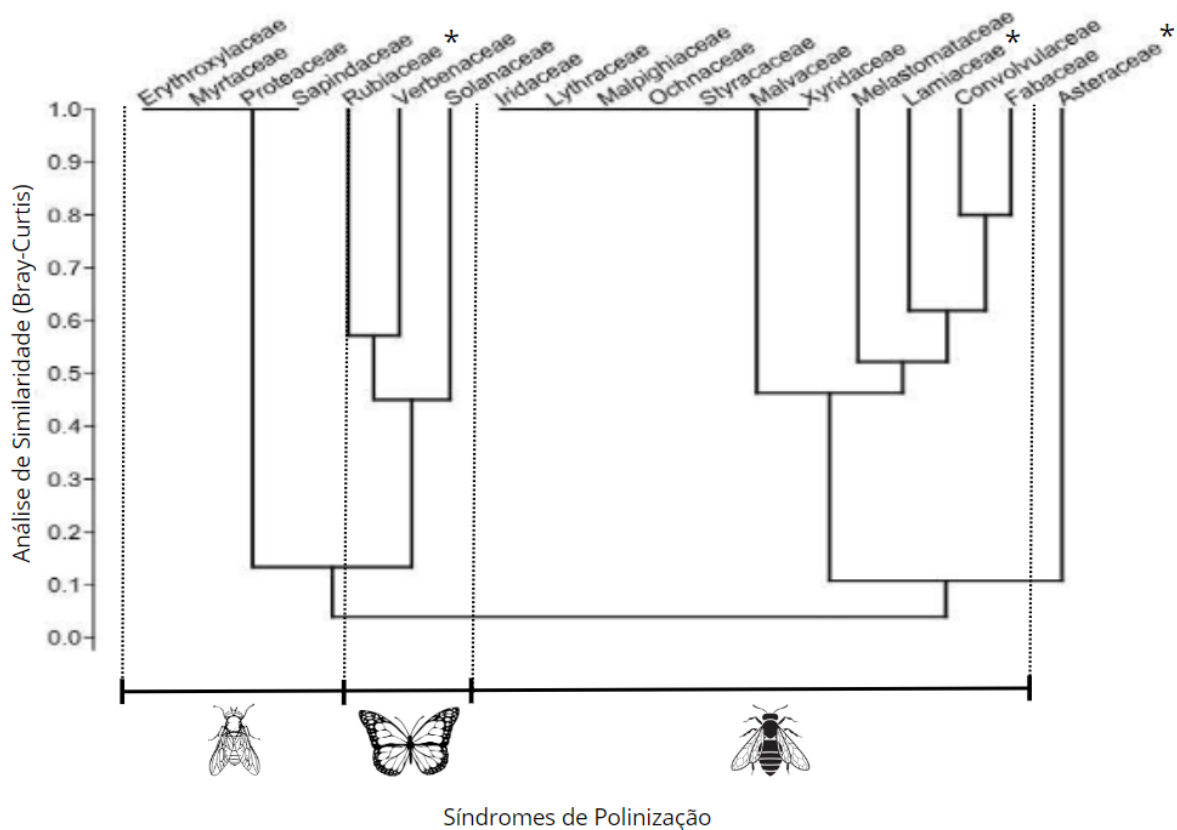
Foi registrada uma maior riqueza de plantas hospedeiras que apresentam melitofilia em PESOB (S=26), seguida por PEIT (S=15) e PNMA (S=15). A miofilia foi apresentada em maior número de plantas hospedeiras no PEIT (S=10), seguida por PESOB (S=8), e PNMA (S=8). A psicofilia foi apresentada em maior número de plantas hospedeiras no PEIT (S=4), seguida por PNMA (S=3) e PESOB (S=2) (Figura 13) (Tabela 9).

Em relação à abundância de espécies, foi registrada uma maior abundância em PNMA (S=137), seguida por PESOB (S=136) e PEIT (S=92). Em PESOB a abundância de espécies que apresentaram miofilia e psicofilia foi semelhante, enquanto PEIT e PNMA registraram maiores diferenças (Figura 13).



**Figura 13.** Plantas hospedeiras identificadas em síndromes de polinização por área de coleta: Parque Estadual do Itacolomi (PEIT), Parque Estadual da Serra de Ouro Branco (PESOB) e PNMA (Parque Natural Municipal das Andorinhas) em Minas Gerais. A) Apresentação da riqueza de plantas hospedeiras e B) Apresentação da abundância de plantas hospedeiras.

Foram identificadas 19 famílias vegetais para as plantas amostradas. Não foi encontrada diferença significativa na riqueza ( $\chi^2= 4.143$ ;  $p = 0.71$ ) e abundância ( $\chi^2= 4.527$ ;  $p= 0.060$ ) das síndromes entre as famílias vegetais. O diagrama de agrupamento (Figura 14) revelou uma sequência entre as famílias que mostra uma categorização das plantas pelas síndromes de polinização apresentadas: Erythroxylaceae, Myrtaceae, Proteaceae e Sapindaceae apresentam apenas miofilia; Rubiaceae apresenta miofilia e psicofilia; Verbenaceae e Solanaceae apresentam apenas em psicofilia; as demais apresentam melitofilia, exceto Lamiaceae e Asteraceae, famílias identificadas em plantas que apresentam todas as síndromes (Figura 14).



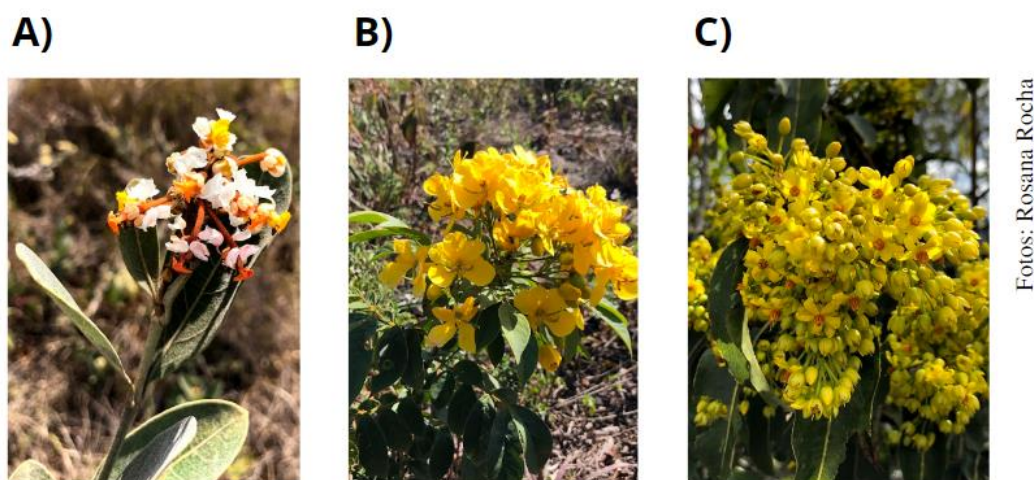
**Figura 14.** Diagrama de agrupamento das famílias de plantas em relação às síndromes de polinização apresentadas pelas plantas classificadas ocorrentes em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais. Os asteriscos estão em famílias de plantas que apresentaram mais de uma síndrome de polinização.

## DISCUSSÃO

### **Especialização Fundamentada.**

O alto grau de endemismo e a maior riqueza de espécies são apontados como características de sistemas especialistas (Yamamoto et al., 2007; Wang et al., 2009). Campos rupestres apresentam essas características (Silveira et al., 2016; Messias et al., 2017), porém ocorrem em altitudes elevadas e apresentam baixa abundância de recursos florais, condições essas que limitam a ocorrência de interações especialistas (Waser & Ollerton, 2006). No presente estudo foi registrada a prevalência da estratégia generalista na polinização de topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero (Figura 4, 5). Essa estratégia oferece maior estabilidade para a comunidade (Rech, 2014), importante em ambiente de estressantes condições abióticas (Silveira et al., 2016).

Apesar de o sistema ter apresentado a maior ocorrência de interações generalistas pelos critérios descritos por Ollerton (2007), é importante ressaltar que até a flor mais generalista pode ter apenas um polinizador especialista efetivo, de forma que este seja o responsável por seu sucesso reprodutivo, enquanto os demais visitantes podem ser ignorados (Waser & Ollerton, 2006). Flores que apresentam colorações vívidas atraem mais visitantes (Silveira et al., 2016), devido a este atributo morfológico geralmente estar relacionado a uma maior oferta de néctar (Faegri & Van der Pijl, 1979). Visitantes florais como papilionoidea, com capacidade cognitiva para essa percepção, podem ser atraídos, por exemplo, a flores da família Melastomataceae, que em geral apresentam colorações chamativas, mas não produzem néctar, e seu pólen fica dentro de anteras poricidas. Isso foi registrado pelas interações amostradas com *Pleroma heteromalla* (Figura 15), planta hospedeira que foi amostrada interagindo com 10 espécies de visitantes florais de dois taxonômicos (apoidea e coleoptera), sendo que apenas os apoidea amostrados conseguem promover a liberação do pólen da antera poricida. A amostragem de *Ouratea semiserrata* (Figura 15), espécie que também apresenta antera poricida, registrou interação com diptera, vespoidea e duas apoidea. Outro exemplo ocorreu com *Byrsonima variabilis* (Figura 15), planta hospedeira que interagiu com seis espécies de visitantes florais e dois dos grupos taxonômicos (dípteras e apoidea), porém duas das espécies de visitantes, indivíduos da tribo Centridini (Melo, B. T. D., 2017) (Figura 5) possuem estruturas morfológicas adaptadas à coleta de óleo floral, e esta planta foi a única amostrada que produz de óleos florais. Além disso, *B. variabilis* possui outra característica incomum relacionado à interação com abelhas coletoras de óleos: à medida que suas flores envelhecem e já tiveram seu pólen recolhido, ocorre uma alteração na coloração floral, de colorações vistosas para colorações apáticas, o que indica ao visitante as flores que devem ser atingidas (Melo, B. T. D., 2017). Esses exemplos evidenciam a dimensão que pode chegar a análise de quão especialistas são as interações de polinização.



**Figura 15.** Aspectos gerais de espécies com atributos morfológicos especializados mas com visitantes variados amostrados. A) *Byrsonima variabilis*; B) *Senna reniformis*; e C) *Ouratea semiserrata*.

Outro fator que corrobora a determinação do sistema como generalista, mas pode na verdade representar algo diferente, está associado à amostragem da espécie *Apis mellifera*. Esta abelha tem alta demanda de néctar para a colônia e mantém-se ativa o ano todo (Melo, 2004; Waser & Ollerton, 2006), além de possuir diversas estratégias comportamentais que lhe permitem acessar recursos florais restritos (Melo, 2004). Neste trabalho ela foi amostrada em interação com 27,9% das flores que apresentaram melitófilas, 34,5% das flores miófilas e 31,6% das flores psicófilas. No entanto, *A. mellifera* não é considerada uma boa polinizadora (Melo, 2004). A alta frequência de interações torna-se um fator negativo em relação a sua efetividade como polinizadora (Rech, 2014), uma vez que o objetivo da polinização é que o grão de pólen chegue a um indivíduo diferente, mas da mesma espécie.

### **Teoria de Síndromes de Polinização e seu caráter preditivo.**

Embora uma flor possa ter seus recursos florais acessados por diferentes visitantes, como vespas, abelhas e moscas, é possível classificá-la em uma das diferentes Síndromes de Polinização (Rech, 2014) (Figura 15). No entanto, a frequência com a qual a síndrome apresentada condiz com seu visitante floral, irá depender do quão generalista seja o sistema de polinização em questão (Wang et al., 2009).

Neste estudo, as síndromes de polinização apresentadas foram visitadas por uma maior variação de polinizadores do que a Teoria havia previsto. Isso é evidenciado pela análise de agrupamento dos táxons de visitantes florais amostrados (Figura 11), que apresentam maior quantidade de indivíduos agrupados em apenas duas síndromes: melitofilia visitada por uma maior quantidade de visitantes papilionoidea e

apoidea, e miofilia visitada por uma maior quantidade de visitantes vespoidea, diptera, coleoptera, hesperioidea e homoptera.



**Figura 16.** Interação entre visitantes florais e plantas hospedeiras em topos de morros de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, MG. A) Interações generalistas. Visitantes florais acessando o recurso de flores que apresentaram síndrome diferentes síndrome de polinização (melitofilia apenas); B) Interações especialistas. Visitantes florais acessando o recurso de flores que apresentaram sua síndrome de polinização (miofilia e melitofilia, respectivamente)

Outros micro-habitats também já foram registrados com visitantes florais visitando uma maior diversidade de síndromes de polinização do que a Teoria prevê (Ollerton et al., 2009; Wang et al., 2009). O grupo apoidea foi majoritariamente responsável pela generalização do sistema, tendo sido amostrado com a maioria das flores que apresentaram tanto melitofilia quanto miofilia e psicofilia (Figura 9). Em razão disso, a melitofilia foi a única síndrome em que mais da metade das interações realmente foi amostrada com indivíduos de apoidea. A generalização do sistema foi corroborada

pelos grupos vespoidea e coleóptera, que foram amostrados com alta riqueza de espécies interagindo com flores que apresentaram miofilia (Figura 10).

O “teste” da Teoria de Síndromes de Polinização é pouco explorado pelas atividades empíricas (Ollerton et al., 2009, Wang et al., 2009), e os métodos que devem ser utilizados para isso ainda não são padronizados (Ollerton, et al., 2009). Entretanto, esta é uma abordagem interessante para o entendimento dos sistemas de polinização, tema este cuja importância só cresce.

### **Riqueza de plantas hospedeiras em cada síndrome.**

Asteraceae, Melastomataceae e Fabaceae foram as famílias de plantas que apresentaram maior riqueza, assim como ocorreu em outros estudos em Campos Rupestres (Jacobi & Carmo, 2011; Antunes, 2013) (Figura 8). As plantas amostradas identificadas como Melastomataceae e a *Senna reniformis* (Fabaceae) apresentam anteras porcidas, um atributo funcional que limita o acesso ao recurso floral, pois o pólen é liberado apenas em resposta a um estímulo vibratório específico emitido por algumas abelhas (Dultra-Correia & Gimenez, 2016; Nunes-Silva & Fonseca, 2011). De fato, 90% dos visitantes amostrados nessas plantas apresentam comportamentos vibratórios, representados pelos membros das famílias halictidae, tribo meliponini e gênero *bombus* (Dultra-Correia & Gimenez, 2016; Zappi, 2018). Além disso, considerando que Asteraceae apresenta flores majoritariamente melitófilas (Jacobi & Carmo, 2011), pode ser possível que em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, a polinização por apoidea seja determinante para o sucesso reprodutivo floral. As abelhas e o vento são considerados os principais polinizadores (Michenner, 2000). No caso de Asteraceae, os atributos morfológicos permitem um fácil acesso aos grãos de pólen (Ollerton et al., 2009), e o vento pode ser um agente polinizador que contribui para sua ampla distribuição em campos rupestres. Embora o vento tenha uma capacidade limitada de transportar os grãos de pólen, transferindo-os apenas para flores da mesma planta (McGregor, 1976), devido aos fortes ventos presentes nos campos rupestres (Silveira et al., 2016), seu desempenho como polinizador pode ser ainda mais significativo do que se pensava nesse ambiente.

Por outro lado, a síndrome psicofilia foi identificada em menor quantidade de plantas (Figura 7). Uma possível razão para isso está relacionada aos atributos morfológicos que caracterizam a síndrome, os quais geralmente são especializados. No entanto, a espécie *Lychnophora* sp. (Figura 16), que esteve envolvida em 57,9% das interações ocorridas em flores que apresentaram psicofilia, teve como atributo morfológico determinante para classificação como psicofílica a presença abundante de néctar no fim de sua corola tubulosa (Harris & Harris, 1994), em concordância com o estudo de Vanderlook et al. (2016). Mesmo que a morfologia floral dessa espécie permita o acesso de visitantes generalistas, a presença da característica específica da corola

tubulosa com néctar abundante, pode indicar que a planta é, na verdade, ainda mais generalista em vez de especialista (Arroyo-Correa et al., 2023).

A)



B)



Fotos: Beatriz Pires e Rosana Rocha

**Figura 17.** Interações entre visitantes florais e plantas hospedeiras em topos de morros de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, MG. A) Interação especialista. *Sarbia catomeleana* em *Lychnophora* sp.; B) Interação generalista. *Apis mellifera* em *Lychnophora* sp.

A Síndrome de miofilia revela-se como uma importante estratégia floral adaptada aos topos de morros do Quadrilátero Ferrífero. A síndrome foi identificada em 28,6% das plantas (Figura 6), uma porcentagem significativamente superior a outros estudos de síndromes de polinização, nos quais a proporção de plantas identificadas em miofilia não ultrapassa os 12%, como em ambiente de transição entre campos rupestres e caatinga, campos rupestres (Costa, 2013) ou em florestas (Kinoshita et al., 2006; Yamamoto et al., 2007). Isso pode estar relacionado ao fato de que 80% das flores miofilas apresentam atributos morfológicos que permitem um fácil acesso aos seus recursos florais. Essa síndrome já foi registrada como característica de flores generalistas (Waser & Ollerton, 2006). Ao mesmo tempo, suas cores não são tão atrativas (brancas, esverdeadas), tornando-as alvo para diversos insetos que evitam competições com polinizadores mais avançados. É importante considerar que a competição é um fator que afeta o padrão de comportamento do visitante floral (Antonini et al., 2005).

### **Riqueza de visitantes florais em cada síndrome.**

Contraoando à afirmação de Rech (2014) de que vespas interagem principalmente com flores melitófilas, neste estudo elas interagiram em maior quantidade com flores miófilas (59,3% das vespas amostradas). Isso pode ocorrer às plantas identificadas com miofilia, como mencionado anteriormente, apresentarem recursos florais de fácil acesso na maior quantidade de flores amostradas. Essa mesma perspectiva pode ser aplicada à coleóptera, cujas 50% das interações ocorreram em flores classificadas como miófilas. Além disso, apenas 27,3% das flores melitófilas apresentaram recursos em fácil acesso, o que restringe a interação com vespas amostradas, que não possuem línguas longas ou estratégias comportamentais especializadas (Rech, 2014).

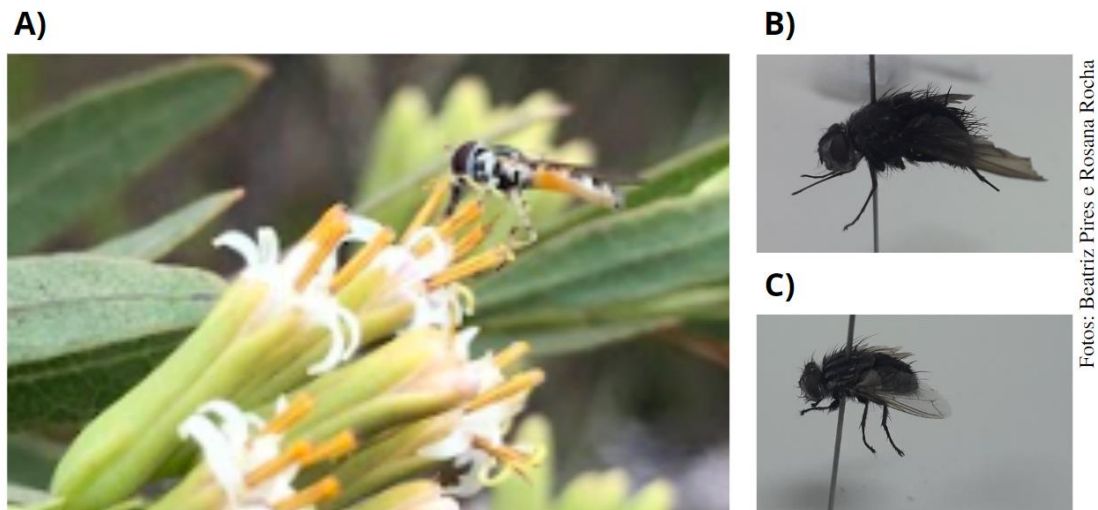
Outro ponto que contradiz os registros de Rech (2014) é sobre a grande abundância de vespas em amostragens de polinização. Este estudo registrou uma riqueza amostral de apenas 7,1%, de vespoidea, possivelmente devido à altitude e à temperatura, que são fatores limitantes para a presença desses insetos (Antonini et al., 2005, Monteiro et al., 2011).

Lepidóptera também são registrados como limitados pelas variáveis abióticas, como os ventos fortes de campos rupestres (Silveira et al., 2016), devido às suas estruturas morfológicas delicadas (Antonini et al., 2005; Jacobi & Carmo, 2011). Sua amostragem neste estudo representou apenas 9,9% das espécies de visitantes florais amostrados. É importante ressaltar que os estudos anteriores que registraram uma maior ocorrência de lepidóptera (Dultra et al., 2009; Costa, 2013; Pontara et al., 2018) incluíram amostragens em ilhas florestais, enquanto este estudo foi realizado em topos de morros, que apenas apresentaram campos abertos. Mas este padrão ainda precisa ser melhor estudado, visto que outras amostragens florestais tornam a registrar a baixa amostragem, menores que 10% (Araújo, 2009; Yamamoto et al., 2007).

Por outro lado, o grupo Apoidea, é apontado como bastante tolerante às variáveis climáticas severas e à altitude dos campos rupestres (Antonini et al., 2005, Monteiro et al., 2011). O táxon foi amostrado em alta frequência (Figura 10), como também ocorreu em estudos anteriores não só em campos rupestre, mas em diversos ambientes (Almeida & Siemens, 2002; Melo, 2004; Kinoshita et al., 2006; Yamamoto et al., 2007; Monteiro et al., 2011; Costa, 2013; Silva-Pereira & Santos, 2006), evidenciado a importância do grupo para a polinização.

Diptera, por sua vez, são comuns em Campos Rupestres (Monteiro et al., 2011), e neste estudo sua frequência foi ainda maior, representando 17,2% das espécies de visitantes florais. É interessante destacar que 25,5% dos indivíduos amostrados pertencem às famílias Bombyliidae e Sarcophagidae (Figura 17), que apresentam grande tamanho corporal. Essa característica está associada ao vôo de longa distância e à resistência a temperaturas mais baixas, que são limitações encontradas

em ambientes de alta altitude (Yamamoto et al., 2007; Monteiro et al., 2021). Além disso, 46,8% das diptera pertencem à família Syrphidae (Figura 17), que são polinizadoras de longas distâncias e já foram registradas como importantes para manutenção da biodiversidade de ecossistemas de montanhas (Monteiro et al., 2011).



**Figura 18.** Aspectos gerais de três diptera visitantes florais amostrados em topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, MG. A) Syrphidae sp. em *Hoehnephytum trixoides*; B) Bombyliidae sp.; C) Sarcophagidae sp.

### Composição de síndromes entre as áreas de coleta.

Nos topos de morros de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero, a síndrome de polinização que foi apresentada pela maior quantidade de espécies amostradas foi a melitofilia, com 61,5% das amostragens. Em PESOB e PNMA, essa síndrome foi identificada em mais de 50% das espécies, como registrado em outros estudos em ecossistemas como cerrado, caatinga, florestas insulares ou continentais, e Campos Rupestre (Antunes, 2013; Dutra et al., 2007; Jacobi & Carmo, 2011; Monteiro et al., 2021; Quirino & Machado, 2014; Yamamoto et al., 2007). Essa predominância, tanto em riqueza de espécies quanto em abundância de interações, reforça a importância desse grupo em ecossistemas Neotropicais (Costa, 2013; Quirino & Machado, 2014), guiando o sucesso reprodutivo de grande parte da diversidade floral. PESOB e PNMA mantiveram um padrão de maior ocorrência de melitofilia, seguida de uma queda acentuada para miofilia e psicofilia.

Por outro lado, em PEIT, registrou-se a maior quantidade de plantas identificadas com síndrome de miofilia, representando quase 30% das interações e a menor quantidade de interações com flores de melitofilia também foi registrada nesta área. Entre as áreas de coleta, PEIT apresentou maior uniformidade entre as síndromes de polinização (Figura 13) podendo ser considerada a área que mantém um maior equilíbrio entre as diferentes guildas, possivelmente uma estratégia floral para evitar

a competição (Antonini et al., 2005). Essa diferença em relação às demais áreas de coleta podem ter ocorrido devido às ocorrências edáficas, fundamentais para composição vegetal (Jacobi et al., 2007; Silveira et al., 2016), somado ao fato de PEIT ocorrer na maior altitude de coleta, ultrapassando os 1.600m.

A análise de agrupamento das síndromes de polinização (Figura 12) revelou que PESOB foi a área de coleta com as amostragens distantes, enquanto PEIT e PNMA apresentaram maior similaridade. Isso pode ser atribuído à distância entre as áreas, uma vez que PEIT e PNMA estão a menos de 10km uma da outra, enquanto PESOB está a mais de 20km. Outro fator que pode estar relacionado é a proximidade das atividades humanas, uma vez que a área de coleta de PESOB ocorre num local mais inacessível em comparação com as demais áreas. Além disso, a composição do solo também pode ter influenciado. Embora PNMA apresente solos de cangas (Figura 3), todas as áreas possuem formações litológicas distintas entre si (Dorr, 1969), e as composições mineralógicas estão intimamente correlacionadas à vegetação (Jacobi et al., 2007, 2008; Silveira et al., 2016). Essa variação edáfica se torna ainda mais explicativa ao analisar a composição de espécies de plantas amostradas nas diferentes áreas. Todas as áreas ocorreram de forma diferente entre si (Figura 12), concordando com estudos anteriores que caracterizam campos rupestres como microhabitats isolados, com alta diversidade beta (Jacobi et al., 2007).

Outras Síndromes, como cantarofilia, falenofilia, ornitofilia e quiterofilia, não foram registradas aqui devido à metodologia de amostragem. O horário de coleta não abrange flores de antese noturna, relacionadas à quiterofilia e falenofilia. A área de campos abertos exclui a cantarofilia, associada exclusivamente a ilhas florestas (Jacobi & Carmo, 2011), assim como a elevação altitudinal restringe a Ornitofilia (Monteiro et al., 2021). A anemofilia também não foi amostrada, devido à família que mais a representa, Poaceae (Dutra et al., 2009; Jacobi & Carmo, 2011; Monteiro et al., 2021; Silveira et al., 2016), não fazer parte dos dados amostrais deste trabalho.

## CONCLUSÃO

As interações entre plantas hospedeiras e visitantes florais nos topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais ocorrem de forma generalista. As condições abióticas que limitam a diversidade nos topos de morros de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero levam à generalização do sistema.

A Teoria das Síndromes de Polinização, quando utilizada para prever a ocorrência de polinizadores, terá aplicabilidade limitada nesse ambiente. Apenas a síndrome de melitofilia foi majoritariamente visitada pelo grupo apoidea. A limitação na previsão da Teoria ocorreu devido ao fato de as demais síndromes apresentadas também terem sido majoritariamente visitadas pelo grupo apoidea. Além disso, a síndrome de melitofilia foi apresentada pela maioria das plantas amostradas. Isso evidencia a importância do grupo apoidea na manutenção da flora dos topos de morros do Quadrilátero Ferrífero.

Apesar de a riqueza e o endemismo de plantas em campos rupestres serem bem reconhecidos, a diversidade morfológica floral amostrada foi restrita. Apenas três síndromes de polinização foram apresentadas pelas plantas amostradas. Em geral, a amostragem foi composta por flores chamativas e com atributos morfológicos especializados à polinização por abelhas, ou seja, melitofilia, ou por flores apáticas e com atributos morfológicos que permitem um fácil acesso aos recursos florais, que foram representados por flores miófilas. Entre elas, dividem-se os visitantes florais com comportamento generalista.

O inseto polinizador, além de possuir uma morfologia especializada para o transporte de pólen, nos topos de morros do Quadrilátero Ferrífero, também precisa estar adaptado às severas condições ambientais impostas por esse ambiente. Assim, os visitantes florais amostrados revelaram padrões de abundância e riqueza diferentes de estudos anteriores em outros campos rupestres.

Não houve diferença na composição de síndromes entre as áreas, devido ao registro de apenas três síndromes. Entretanto, houve diferença na composição de espécies de plantas amostradas entre as áreas. A composição dos solos, que varia de quartzitos, arenitos a rochas ferruginosas, influencia a ocorrência de plantas e contribui para a formação de microhabitats nos diferentes topos de morros amostrados, além da barreira de fluxo gênico já reconhecida para topos de morros do Quadrilátero Ferrífero.

O registro de interações generalistas em plantas com atributos morfológicos especializados evidencia que a avaliação da fenologia floral também é importante para o entendimento do sistema de polinização de topos de montanhas de campos rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

As áreas de coleta deste estudo são restritas aos topos de morros e à condição edáfica do Quadrilátero Ferrífero. Para abranger toda diversidade apresentada pelos campos rupestres e obter mais informação sobre a composição de síndromes e entender melhor sobre como ocorrem as interações entre plantas e polinizadores, é necessário um desenho amostral que abranja diferentes locais e métodos de coleta.

Este trabalho agrega no conhecimento sobre três Unidades de Conservação que ocorrem numa região que chama atenção de todo o mundo para atividade de mineração. Foram apresentadas evidências de que diferentes áreas da região comportam uma biodiversidade que difere tanto entre as áreas amostradas do Quadrilátero Ferrífero (microhabitat), quanto para campos rupestres de outras regiões foram apresentadas. As espécies identificadas variam desde exóticas até a endêmicas hiperacumuladoras de metais pesados, o que torna esse ambiente palco para o conhecimento científico sobre recuperação de áreas degradadas.

Ao reconhecer a intensa degradação ambiental que ocorre em Campos Rupestres e entender que a comunidade local pode ser aliada ao processo de conservação, este trabalho se propôs também a, como objetivo complementar, a produzir material de divulgação científica para crianças e adultos, publicações em redes sociais e montagem de lista de espécies vegetais amostradas, as quais podem ser utilizadas desde eventos escolares até a atualização de planos de manejo das Unidades de Conservação estudadas. Toda descrição deste material encontra-se no Material Suplementar.

## MATERIAL SUPLEMENTAR

### Tabelas.

**Tabela 1:** Resultado do modelo linear generalizado (GLM) testando o efeito do nível do espectro especialista (especialista, bimodal ou generalista) da Especialização Ecológica sobre o número de interações amostradas em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

Variável Resposta	Variável Explicativa	Distribuição	GL	Deviance	Valor de F	p-Value
Número de interações amostradas	nível do espectro especialista	Quasipoisson	65	124.47	66.384	<0.001*

\* valores estatisticamente significantes

**Tabela 2:** Resultado do modelo linear generalizado (GLM) testando o efeito do nível do espectro especialista (especialista, bimodal ou generalista) da Especialização Funcional sobre o número de táxons amostrados em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

Variável Resposta	Variável Explicativa	Distribuição	GL	Deviance	Valor de F	p-Value
Número de táxons amostrados	Nível do espectro especialista	Quasipoisson	63	180.89	22.362	<0.001*

\* valores estatisticamente significantes

**Tabela 3:** Resultado das análises do modelo linear generalizado (GLM) testando o efeito das síndromes de polinização (melitofilia, miofilia e psicofilia) sobre o número de interações em que o táxon amostrado correspondeu à síndrome apresentada em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

Variável Resposta	Variável Explicativa	Distribuição	GL	Deviance	Valor de F	p-Value
Número de interações em que o táxon amostrado correspondeu à síndrome apresentada	Síndromes de polinização	Quasibinomial	366	161.16	22.362	<0.001

\* valores estatisticamente significantes

**Tabela 4:** Lista de espécies das morfoespécies de plantas hospedeiras e suas respectivas classificações em síndromes de polinização, acessibilidade de recurso floral, abundância de interações, táxons de visitantes florais e morfoespécies de visitantes florais nos topos de montanhas do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

Morfoespécie de hospedeiras	plantas	S. P.	A.R.F	Abd. I.	G. T.	Morfoespécie de Visitantes Florais
<b>ASTERACEAE</b>						
<i>Achyrocline alata</i>		Mio.	M	6	Api.	<i>Apis mellifera</i>
				1	Api.	<i>Dialictus</i> sp.2
				1	Col.	Bruchinae sp.1
<i>Achyrocline chionaea</i>		Mio.	M	1	Dip.	Diptera sp.1
				1	Ves.	Microhymenoptera sp.2
				1	Dip.	Sarcophagidae sp.4
				1	Dip.	Syrphidae sp.1
				1	Dip.	Syrphidae sp.4
				1	Lep.- M	Microlepidoptera sp.1
				1	Ves.	Tiphiidae sp.2
<i>Achyrocline satureioides</i>		Mel.	M	1	Dip.	Syrphidae sp.1
				1	Dip.	Syrphidae sp.3
				1	Ves.	Vespidae sp.1
<i>Ageratum fastigiatum</i>		Mel.	M	2	Api.	<i>Geotrigona</i> sp.1
				2	Api.	<i>Apis mellifera</i>

			1	Api.	<i>Dialictus</i> sp.1
			1	Dip.	Syrphidae sp.7
			1	Dip.	Syrphidae sp.1
			2	Dip.	<i>Syrphus</i> sp.1
			1	Hom.	Homoptera sp.1
			3	Lep.- B	<i>Actinote</i> sp.1
			2	Lep.- B	<i>Actinote</i> sp.2
			2	Lep.- B	<i>Actinote</i> sp.3
			1	Lep.- B	<i>Mylon</i> sp.1
			2	Lep.- B	<i>Philaethria wernickei</i>
			1	Lep.- B	<i>Vanessa myrina</i>
			1	Lep.- M	Arctiinae sp.2
			1	Ves.	Sphecidae sp.3
			1	Ves.	Tiphiidae sp.1
<i>Aspilia</i> sp.	Mel.	F	1	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Xylocopa</i> sp.3
<i>Aspilia</i> sp.2	Mel.	F	1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.1
			1	Lep.- B	Hesperiidae sp.4
<i>Ayapana amygdalina</i>	Mel.	M	1	Api.	<i>Paratrigona lineata</i>
<i>Baccharis platypoda</i>	Mio.	F	8	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Col.	Bruchinae sp.1
			1	Dip.	Diptera sp.2
			1	Ves.	Tiphiidae sp.3
<i>Baccharis serrulata</i>	Mio.	F	1	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			2	Api.	<i>Ceratina</i> sp.6
			1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.8
			1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.5
			2	Api.	Colletidae sp.1
			1	Api.	Halictinae sp.1
			1	Col.	Coleoptera sp.2
			1	Col.	Meloideae sp.1
			2	Dip.	Diptera sp.1

			1	Dip.	Diptera sp.5
			2	Ves.	<i>Microhymenoptera</i> sp.1
			3	Dip.	Syrphidae sp.1
			1	Dip.	Syrphidae sp.3
			1	Dip.	Syrphidae sp.5
			1	Lep.- B	Lycaenidae sp.2
			1	Ves.	Sphecidae sp.2
			1	Ves.	Vespidae sp.4
			2	Ves.	Vespidae sp.5
<i>Baccharis</i> sp.	Mio.	F	4	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Partamona</i> sp.1
			1	Col.	Bruchinae sp.1
			2	Dip.	Syrphidae sp.1
			1	Ves.	Vespidae sp.2
			1	Ves.	Sphecidae sp.6
<i>Baccharis</i> sp.2	Mio.	M	1	Ves.	Tiphiidae sp.4
<i>Chromolaena barbacensis</i>	Mel.	M	1	Api.	<i>Bombus morio</i>
			6	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Lep.- M	Arctiinae sp.1
<i>Chromolaena multiflosculosa</i>	Mel.	M	6	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Lep.- B	<i>Actinote</i> sp.3
			1	Lep.- B	<i>Pereute</i> sp.1
			2	Lep.- B	<i>Philaethria wernickei</i>
			1	Lep.- B	Pieridae sp.1
			1	Lep.- B	<i>Urbanus teleus</i>
<i>Chromolaena pedalis</i>	Mel.	M	1	Lep.- B	Hesperiidae sp.1
<i>Chromolaena squalida</i>	Mel.	M	1	Api.	<i>Augochloropsis</i> sp.1
			1	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Lep.- B	<i>Pereute</i> sp.1
			5	Lep.- M	Arctiinae sp.1
<i>Eremanthus crotonoides</i>	Mel.	M	1	Api.	<i>Bombus brasiliensis</i>
			2	Dip.	Bombyliidae sp.1

			1	Ves.	Scoliidae sp.1
<i>Eremanthus erythropappus</i>	Mel.	M	2	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Bombus atratus</i>
			1	Lep.- B	<i>Emesis</i> sp.1
			1	Lep.- B	Satyrinae sp.1
			1	Ves.	Sphecidae sp.1
<i>Eremanthus incanus</i>	Mel.	M	1	Api.	Apidae sp.1
			5	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			4	Api.	<i>Geotrigona</i> sp.1
			1	Api.	<i>Melipona bicolor</i>
<i>Heterocondylus pumilus</i>	Mel.	M	1	Api.	<i>Bombus morio</i>
			1	Lep.- B	<i>Vanessa myrinna</i>
<i>Hoehnephytum trixoides</i>	Mio.	F	1	Api.	<i>Augochloropsis</i> sp.1
			1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.1
			1	Col.	Coleoptera sp.3
			1	Col.	Coleoptera sp.7
			1	Dip.	Sarcophagidae sp.5
			1	Dip.	Syrphidae sp.2
			2	Lep.- B	Hesperiidae sp.7
<i>Inulopsis scaposa</i>	Mel.	M	1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.2
			2	Api.	<i>Ceratina</i> sp.3
			1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.7
			1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.9
			1	Dip.	Syrphidae sp.1
<i>Lepidaploa vauthieriana</i>	Mio.	F	1	Dip.	Diptera sp.3
<i>Lychnophora pinaster</i>	Psi.	M	10	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Augochlora</i> sp.1
			1	Api.	<i>Xylocopa</i> sp.3
			1	Col.	Mordeliidae sp.1
			1	Dip.	Diptera sp.2
			1	Ves.	Microhymenoptera sp.1
			1	Dip.	Sarcophagidae sp.3

			1	Dip.	Syrphidae sp.1
			1	Lep.- B	Hesperiidae sp.3
			1	Lep.- B	Hesperiidae sp.9
			2	Lep.- B	<i>Sarbia catomeleana</i>
			1	Ves.	Braconidae sp.1
<i>Mikania lutzburgii</i>	Mio.	M	1	Col.	<i>Plecia</i> sp.1
<i>Mikania cf. nummularia</i>	Mio.	M	1	Ves.	Scoliidae sp.2
<i>Mikania cf. nummularia</i>			1	Ves.	Sphécidae sp.5
<i>Richterago</i> sp.	Mio.	F	1	Lep.- B	<i>Aricoris</i> sp. 1
<i>Senecio</i> sp.	Mel.	F	1	Api.	<i>Apis mellifera</i>
<i>Stenocephalum megapotamicum</i>	Mel.	F	1	Api.	<i>Augochlora</i> sp.1
<i>Stevia lundiana</i>	Mel.	M	1	Dip.	Syrphidae sp.3
			1	Ves.	Scoliidae sp.1
<i>Symphypappus reticulatus</i>	Mel.	M	17	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Augochloropsis</i> sp.1
			1	Lep.- B	Hesperiidae sp.10
			1	Lep.- B	Hesperiidae sp.5
<i>Trichogonia hirtiflora</i>	Mel.	M	1	Dip.	Sarcophagidae sp.4
<i>Trichogonia villosa</i>	Mel.	M	1	Dip.	Syrphidae sp.1
<i>Vernonanthura westiniana</i>	Mel.	M	1	Api.	<i>Bombus atratus</i>
			3	Api.	<i>Bombus morio</i>
			1	Lep.- B	<i>Sarbia catomeleana</i>

#### ERYTHROXYLACEAE

<i>Erythroxyllum vacciniifolium</i>	cf	Mio.	F	4	Api.	<i>Apis mellifera</i>
				1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.4

#### CONVOLVULACEAE

<i>Jacquemontia prostrata</i>	Mel.	F	1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.1
			1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.2
			3	Api.	<i>Ceratina</i> sp.4
			1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.8

			1	Lep.- B	Lepidoptera sp.1
			1	Lep.- B	Hesperiidae sp.2
<b>FABACEAE</b>					
<i>Eriosema heterophyllum</i>	Mel.	D	1	Api.	<i>Bombus atratus</i>
<i>Senna reniformis</i>	Mel.	M	2	Api.	<i>Bombus atratus</i>
			1	Api.	<i>Paratrigona lineata</i>
<i>Periandra mediterranea</i>	Mel.	D	1	Api.	<i>Bombus atratus</i>
			3	Api.	<i>Xylocopa</i> sp.2
			1	Api.	<i>Xylocopa</i> sp.3
			1	Col.	Coleoptera sp.1
			1	Lep.- B	Hesperiidae sp.6
			1	Lep.- B	Lepidoptera sp.2
<b>IRIDACEAE</b>					
<i>Trimezia juncifolia</i>	Mel.	M	1	Api.	<i>Xylocopa</i> sp.3
<b>LAMIACEAE</b>					
<i>Eriope macrostachya</i>	Mel.	M	6	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Trigona spinipes</i>
			1	Dip.	Sarcophagidae sp.5
<i>Hyptis rhyphiophylla</i>	Mel.	F	6	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Bombus morio</i>
			1	Api.	<i>Paratrigona</i> sp.1
			1	Api.	<i>Xylocopa</i> sp.1
			1	Dip.	Sarcophagidae sp.2
			1	Lep.- B	Lycaenidae sp.4
<i>Hyptis rotundifolia</i>	Psi.	M	1	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Bombus atratus</i>
			1	Api.	<i>Bombus morio</i>
			1	Col.	Coccinellidae sp.1
			1	Lep.- M	Microlepidoptera sp.2

			1	Ves.	Braconidae sp.1
<b>LYTHRACEAE</b>					
<i>Diplusodon microphyllus</i>	Mel.	F	1	Api.	Apidae sp.3
			6	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			3	Api.	<i>Geotrigona</i> sp.1
			1	Api.	<i>Scaptotrigona</i> sp.1
			1	Col.	Coleoptera sp.6
			2	Lep.- B	<i>Vanessa myrina</i>
			1	Lep.- B	<i>Philaethria wernickei</i>
<b>MALVACEAE</b>					
<i>Waltheria indica</i>	Mel.	M	2	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Col.	Bruchinae sp.2
<b>MALPIGHACEAE</b>					
<i>Byrsonima variabilis</i>	Mel.	M	3	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Centris</i> sp.1
			2	Api.	<i>Epicharis</i> sp.1
			4	Api.	<i>Paratrigona lineata</i>
			1	Dip.	Diptera sp.4
			1	Dip.	Sarcophagidae sp.1
<b>MELASTOMATACEAE</b>					
<i>Cambessedesia hilariana</i>	Mel.	D	1	Api.	<i>Paratrigona lineata</i>
<i>Fritzischia erecta</i>	Mel.	F	1	Lep.- B	Lycaenidae sp.1
<i>Marcetia taxifolia</i>	Mel.	D	1	Api.	<i>Augochloropsis</i> sp.1
			1	Api.	<i>Bombus atratus</i>
			1	Api.	<i>Bombus morio</i>
			1	Api.	<i>Dialictus</i> sp.1
			1	Api.	<i>Xylocopa</i> sp.3
			1	Dip.	Sarcophagidae sp.1

<i>Microlicia crenulata</i>	Mel.	D	1	Api.	<i>Augochloropsis</i> sp.2
<i>Pleroma heteromalla</i>	Mel.	F	1	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	<i>Bombus morio</i>
			3	Api.	<i>Geotrigona</i> sp.1
			1	Api.	<i>Melipona quadrifasciata</i>
			1	Api.	<i>Melipona quinquefasciata</i>
			1	Api.	<i>Melipona rufiventris</i>
			1	Api.	<i>Paratrigona lineata</i>
			2	Api.	<i>Partamona</i> sp.1
			2	Api.	<i>Tetragona clavipes</i>
			3	Api.	<i>Trigona spinipes</i>
			1	Col.	<i>Buprestidae</i> sp.1

#### MYRTACEAE

Myrtaceae sp.	Mio.	F	3	Api.	<i>Apis mellifera</i>
---------------	------	---	---	------	-----------------------

#### PROTEACEAE

<i>Roupala montana</i>	Mio.	M	1	Lep.- B	Lycaenidae sp.3
			1	Ves.	Sphecidae sp.4

#### RUBIACEAE

<i>Borreria capitata</i>	Mio.	F	2	Api.	<i>Apis mellifera</i>
			1	Api.	Colletidae sp.1
			1	Dip.	Bombyliidae sp.2
			1	Dip.	Bombyliidae sp.3
			1	Dip.	Syrphidae sp.1
			1	Dip.	Syrphidae sp.3
			1	Dip.	Syrphidae sp.6
			3	Dip.	<i>Syrphus</i> sp. 1
			1	Lep.- B	Lepidoptera sp.1
<i>Borreria</i> sp.	Mio.	F	1	Ves.	Sphecidae sp.1
<i>Declieuxia fruticosa</i>	Psi.	F	1	Api.	<i>Bombus</i> sp.1

<i>Psyllocarpus laricoides</i>	Psi.	D	1	Api.	<i>Pseudaugochlora graminea</i>
			1	Lep.- B	Hesperiidae sp.11

#### SAPINDACEAE

<i>Matayba marginata</i>	Mio.	F	4	Api.	<i>Apis mellifera</i>
	Mio.	F	1	Hom.	Homoptera sp.1

#### SOLANACEAE

<i>Brunfelsia brasiliensis</i>	Psi.	D	1	Lep.- B	<i>Thespieus homochromus</i>
--------------------------------	------	---	---	---------	------------------------------

#### STYRACACEAE

<i>Styrax maninul</i>	Mel.	F	1	Col.	Coleoptera sp.4
-----------------------	------	---	---	------	-----------------

#### VERBENACEAE

<i>Lantana fucata</i>	Psi.	M	1	Api.	<i>Bombus atratus</i>
			1	Api.	<i>Ceratina</i> sp.1
<i>Lippia hermannioides</i>	Psi.	M	1	Api.	<i>Bombus morio</i>
			1	Lep.- B	<i>Urbanus</i> sp.1
<i>Stachytarpheta commutata</i>	Psi.	M	1	Lep.- B	<i>Thespieus homochromus</i>

#### OCHNACEAE

<i>Ouratea semiserrata</i>	Mel.	D		Api.	Apidae sp.4
				Api.	<i>Melipona quadrifasciata</i>
				Dip.	Syrphidae sp.1
				Ves.	Vespidae sp.3

#### XYRIDACEAE

<i>Xyris</i> sp.	Mel.	F		Col.	Carabidae sp.1
------------------	------	---	--	------	----------------

**Legenda:** Cabeçalho: Síndromes de Polinização (S. P.), Acessibilidade de Recurso Floral (A. R. F.), Abundância de Interações (Abd. I. ), Grupos Taxonômicos (G. T.) e Táxons de Visitantes Florais (T.V.F.); Síndromes de Polinização: Melitofilia (Mel.), Miiofilia (Mio.), Psicofilia (Psi.); Acessibilidade do Recurso Floral: Fácil (F), Médio (M), Difícil (D); Táxon de Visitantes Florais: Apidae (Api.), Coleóptera (Col.), Diptera (Dip.), Homoptera (Hom.) Papilionoidea (Lep-B), Hesperioidea (Lep-M), Vespidae (Ves.).

**Tabela 5:** Resultado do teste Tukey comparando a riqueza de plantas amostrada entre as síndromes de polinização apresentadas em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

TESTE TUKEY	Melitofilia	Miiofilia	Psicofilia
Melitofilia		<0.001*	<0.001*
Miiofilia	3.751		<0.07192
Psicofilia	6.876	3.126	

\* valores estatisticamente significantes

**Tabela 6:** Resultado do Teste Tukey comparando a riqueza de visitantes amostrados em interação com plantas que apresentaram diferentes síndromes de polinização e as síndromes de polinização apresentadas em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

TESTE TUKEY	Melitofilia	Miiofilia	Psicofilia
Melitofilia		<0.001*	0*
Miiofilia	5.598		<0.001*
Psicofilia	11.58	5.984	

\* valores estatisticamente significantes

**Tabela 7:** Resultado da análise multivariada não paramétrica (PERMANOVA). testando o efeito das áreas de coleta (Parque Estadual do Itacolomi, Parque Estadual da Serra de Ouro Branco e Parque Natural Municipal das Andorinhas) sobre as diferentes síndromes (melitofilia, miiofilia e psicofilia) em topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

Análise	Stress	R2	Valor de F	p-Value

Permanova	0.1008921	0.35643	1.6615	0.004*
-----------	-----------	---------	--------	--------

\* valores estatisticamente significantes

**Tabela 8:** Resultado do Teste Tukey sobre a diferença de síndromes de polinização apresentadas pelas plantas amostradas pelas áreas de coleta: Parque Estadual do Itacolomi, Parque Estadual da Serra de Ouro Branco e Parque Natural Municipal das Andorinhas, topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

TESTE TUKEY	Melitofilia	Miiofilia	Psicofilia
<b>Melitofilia</b>		0.02987*	0.003964*
<b>Miiofilia</b>	4.943		0.2143
<b>Psicofilia</b>	7.654	2.711	

\* valores estatisticamente significantes

**Tabela 9:** Resultado do Teste Tukey sobre a diferença de riqueza de plantas amostradas pelas áreas de coleta: Parque Estadual do Itacolomi, Parque Estadual da Serra de Ouro Branco e Parque Natural Municipal das Andorinhas, topos de montanhas de Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

TESTE TUKEY	PEIT	PESOB	PNMA
<b>PEIT</b>		0.941	0.988
<b>PESOB</b>	0.4691		0.885
<b>PNMA</b>	0.201	0.670	

\* valores estatisticamente significantes

# Divulgação Científica.

Interações no PNMA

**O que é "polinização por Vibração"?**

Parque das Andorinhas

**A flor hospedeira**

O que ela tem de diferente? → Flores com anteras de abertura poricida apenas liberam seu pólen caso sofram um estímulo específico: a vibração

\*Antera: Estrutura masculina da flor onde o pólen é produzido

**O visitante floral (diversas abelhas\*)**

\*Gênero *Bombus*

\*Gênero *Melipona*

O que elas têm de diferente? → Seus músculos torácicos são capazes de transmitir uma vibração que causa a liberação do pólen

\*Mais exemplos taxonômicos na legenda

**A Interação Especialista**

Anteras poricidas limitam a quantidade de pólen que será liberado, para que o visitante que consiga acessá-lo precise ir a mais flores da mesma espécie, e efetivar a polinização

As abelhas que vibram tentam a retornar repetidamente a esta planta, já que "é mais garantida" que ali haverá seu recurso, pois por exemplo, besouros, moscas e demais abelhas não serão competidores

Importância para o Parque Natural Municipal das Andorinhas:

- Plantas da família *gulzaromatáceas* possuem como características distintivas a presença de anteras poricidas.
- Essa família compõe grande parte da diversidade florística do Parque, sendo a polinização por vibração importante para a existência dessa família vegetal.

**O que você achou?**

Não esqueça de curtir
 Mandar para um amigo

Comentar o que achou
 Salvar para não esquecer

LEGENDA:

Mesmo que interações com maiores graus de especificidade sejam arriscadas, visto que, por exemplo, um incêndio pode limitar a presença de determinada espécie por um período de tempo, a natureza nos mostra que essas interações representam importantes estratégias no mundo natural.

"Estratégias"? Seriam as plantas ou as abelhas capazes de estabelecer estratégias para garantir sua alimentação e/ou reprodução?

Sim!

A família *melastomataceae*, não presente aqui no Parque das Andorinhas, é um exemplo disto. Suas espécies afinaram suas possibilidades de polinizadores, em prol de quem a acesse realmente, efetiva a polinização. Veja que polinizar requer, entre outros, que o pólen de uma flor chegue a outra flor diferente, mas da mesma espécie.

"Te convidado a refletir sobre "o que realmente é polinização?"

Se tal caminho para a liberação de pólen cada vez mais restrito e a capacidade vibratória das abelhas ocorreram de forma conjunta, como numa "coevolução", não temos certeza. Mas garanto que se você ver flores com estruturas florais como nas fotos deste post, logo ali haverá visitas de abelhas que vibram!

CURIOSIDADES:

- "Antera"? Mas que estrutura floral é essa? As flores ou são masculinas ou femininas ou hermafroditas. As com sexo masculino presente possuem a estrutura "estigmal", cujo topo produtor de pólen se chama "antera". As anteras têm diferentes formas de abertura para passagem do pólen e diferentes formatos. Este post foi sobre abertura poricida (representa cerca de 6 a 8% das plantas com flores) e mostrou formatos faliforme e tubular.
- "Abelhas que vibram"? Quem são essas abelhas? Também não são muitas abelhas que possuem tal capacidade vibratória. O gênero *Bombus* é o mais famoso nesse aspecto, mas a tribo *Meliponini* também tem grande relevância, as demais são representantes das famílias *Andrenidae*, *Colletidae*, *Halictidae* e *Megachilidae*.

Para saber mais:

<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/9956/1/texto%20completo.pdf>  
<https://amesampa.org.br/acervo/226.pdf>

16 de fevereiro às 13:18

31
 0
 0
 0

## Visão geral ③

Contas alcançadas	470
Contas com engajamento	31
Atividade do perfil	2

## Alcance ③

**470**  
Contas alcançadas

8 de 8

Interações no PNMA

**O que é uma Interação Especialista?**

Parque das Andorinhas

**A planta hospedeira (*Byrsonima variabilis*)**

O que ela tem de diferente? → Fornece pólen e óleo

A flor polinizada muda de cor para direcionar o polinizador para as flores mais jovens

**O visitante floral (Tribo: Centridini e Tapinotaspidini)**

O que elas têm de diferente? → Apresentam estrutura específica para coletar e armazenar óleo\*

Para o que elas utilizam o óleo floral? → Alimentação e impermeabilização de ninhos

\*Elaíópata: Estrutura especializada apontada pela seta

### A Interação Especialista

A flor de *Byrsonima variabilis* possui pólen e óleo em fácil acesso, atraindo diversos visitantes florais

Porém, as abelhas fêmeas Centridini apresentam um comportamento ESPECIALISTA: Elas conseguem manipular até quatro pares de elaióforos\* ao mesmo tempo, raspando o óleo com as cerdas apontadas

Importância para o Parque Natural Municipal das Andorinhas

- A *Byrsonima variabilis* é considerada "Vulnerável" (VU), segundo a Lista de Espécies Ameaçadas do Espírito Santo
- Em municípios próximos, como Barão de Cocais e Brumadinho, é considerada em grau de ameaça grave

\*Elaióforos: Glândula produtora de óleo na planta

### O que você achou?

Não esqueça de curtir

Mandar para um amigo

Comentar o que achou

Salvar para não esquecer

### SUGESTÃO DE LEGENDA!

Olá Andorinhas, Andorinhos!

Recentemente publicamos aqui sobre a *Byrsonima variabilis*, você se lembra dela? As plantas do gênero *Byrsonima* são conhecidas como Murici, e são populares por seus frutos terem propriedades medicinais. As vezes, também é possível ver frutos na espécie *B. variabilis*, presente aqui no parque.

Você já ouviu falar, ou experimentou seus frutos?

Mas para os curiosos, essa planta merece atenção ainda mais especial!

- Estudos apontam uma mudança da cor de sem suas flores, do amarelo ao vermelho, como uma sinalização visual que é reconhecida por seus polinizadores, e objetiva que eles se direcionem às flores que ainda não foram polinizadas.
- Além disso, acontece que ela possui, em cada flor, cinco glândulas produtoras de óleos, os elaióforos, e os óleos são importantes para as abelhas que buscam alimento para si, suas larvas, e também para impermeabilizar seus ninhos!
- Como visto no post, há abelhas com estruturas corporais específicas para a coleta do óleo, em especial as fêmeas da tribo Centridini, raspam o óleo da planta com as cerdas de suas patas, e ali o armazenam junto ao pólen.
- No Parque Natural Municipal das Andorinhas, em áreas de campos rupestres, comumente abelhas Centridini são vistas em contato com planta. Essa interação merece atenção já que os campos rupestres não permitem muitas interações específicas, pois estas sempre envolvem algum grau de dependência, o que é um risco, vista as condições extremas de clima e solo da região.

Para saber mais, acesse: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/9633>  
<http://www.cncflora.br/jbr.gov.br/porta/pt-br/profile/Byrsonima%20variabilis>;  
<https://www.terrabrasil.org.br/ecotecnologia/pdf/mg-biota-biodiversidade-diversas-societa-hymenoptera-vestidula-do-parque-estudal-do-rs-doce-minas-gerais-brasil.pdf>

5 de janeiro às 13:23

48 2 3 2

### Visão geral

Contas alcançadas	667
Contas com engajamento	56
Atividade do perfil	9

### Alcance

667

Contas alcançadas

7 de 8

### Brincando de Naturalista Para adultos!

Naturalista é aquele/a que, antes de mais nada, tem seu olhar atento para as facetas da natureza e o interesse e desejo de encontrar e conhecer bem como as espécies locais.

Aqui está uma lista de algumas espécies de plantas presentes nos trilhos do Parque. Será quantos e quais você consegue identificar? O que será que há em comum entre essas plantas que lhe chamaram atenção?

Regras do brincadeira:

- Cada amigo do grupo deve pegar um panfletinho.
- Ao decorrer dos trilhos, marque as plantas que conseguir identificar.
- Quando chegar em casa, num momento tranquilo, responda à parte de trás deste panfletinho (há uma planilha bem legal).

Tire uma foto do seu "Brincando de Naturalista" e marque o @mmandorinhas e @mmandorinhastm para a gente repostar e com a ciência você colabora!

<input type="checkbox"/> Marcelo do campo ASTERACEAE <i>Achyrocline satureioides</i>	<input type="checkbox"/> Erva de coelho ASTERACEAE <i>Baccharis erimoides</i>	<input type="checkbox"/> "Irmã" de Murici MALVACEAE <i>Bursera simarouba</i>	<input type="checkbox"/> Caju bravo MELASTOMACEAE <i>Cambouria bilobata</i>
<input type="checkbox"/> Matapasto ASTERACEAE <i>Ageratum polyneuron</i>	<input type="checkbox"/> Erva de São Miguel ASTERACEAE <i>Chromolaena molliflora</i>	<input type="checkbox"/> Oreilha de onca MELASTOMACEAE <i>Plinia leucostachya</i>	<input type="checkbox"/> "Criança" de Melisso VERBENACEAE <i>Chamaecrista ciliaris</i>
<input type="checkbox"/> Sene FABACEAE <i>Sesuvium confertiflorum</i>	<input type="checkbox"/> Estrela dourada HYDRANGEACEAE <i>Hydrangea litorea</i>	<input type="checkbox"/> "Irmã" de Melissa VERBENACEAE <i>Lippia bromelioides</i>	<input type="checkbox"/> Gervão VERBENACEAE <i>Syntherisma coccineum</i>

### Suas classificações e teorias

Como você classifica as plantas que conseguiu identificar?

As vezes, nossos olhos são mais atentos a cores, formas, flores abertas ou tipo da planta, flores ao decorrer das folhas...

Descreva aqui o que percebeu em comum entre suas plantas.

Essas ideias ficam só para você! Ao lado, segue uma ideia de para lhe despertar a intuição.

Unidade floral composta por áreas de floresta: matacões.

### Classificando de acordo com o visitante floral mais provável

Podrão "infrescáveis" sempre e sempre (infrescáveis), muitas vezes...  
 Presença de coroa e de brácteas...  
 Podrão flores medias, normalmente bem fora...  
 Presença de flores muito vistosas e abertas para serem vistas por muitos insetos e borboletas...  
 Hipótese: Muitas muitas visitas de abelhas para sua identificação, mas será visitadas também muitas visitas de...  
 Podrão tubulares, com duas cores marcando muito profundamente...  
 Presença: importantes para a maioria dos longos, como borboletas...  
 Hipótese: Borboletas terão preferência a visitar essas flores...  
 "Voz" (ou como o tipo de uma flor) é a cor...  
 Hipótese: serão visitadas por muitos moscos e vespas.

### Ranking Naturalista

Eu identifiquei

03 Plantas  
Paciência, amigo/a, paciência...

06 Plantas  
Olha, você está de parabéns!

09 Plantas  
A botânica chama por você!

12 Plantas  
É a reencarnação do Carl Linnaeus!

### Brincando de Naturalista Para crianças!

Cada inseto busca diferentes tipos de flores. A seguir, eles vão te contar o que preferem, será que você pode ajudá-los, a sua flor favorita encontrar?

É do curiosidade que nasce o pensamento científico, e pergunto e o que não falta no universo das crianças!

Aqui está um mix de curiosidades e brincadeiras para divertir e ensinar suas crianças. Vamos juntos, para nestas novas gerações um amor pela natureza despertar!

Cuidados para o brincadeira:

- Após a passada, cada criança deve pegar um panfletinho para levar para casa.
- Para a primeira atividade, leve com frascos, setas, como preferir, o inseto à sua flor predileta.
- Para a segunda atividade, temos um labirinto de acordo com a dificuldade real de encontrar cada tipo floral nos trilhos do Parque, bem como mais preferências de cada animal.
- Com todo feito, tire uma foto das brincadeiras marcando @mmandorinhas e @mmandorinhastm para a gente repostar, e com a ciência você colabora!

Aqui não há animais ou flores desenhadas, para com a real natureza a criança se conectar

### Flores amarelas e chamativas por aqui são fáceis de encontrar. Qual caminho essa abelha deve fazer, para de pólen e néctar se alimentar?

### Mosquinhos não gostam do que chamamos de "banquete"!

### Borboletas tem uma longa língua, então entre tantas flores lindas, é apenas onde tubulares e profundas florescer, é que néctar ela vai conseguir lamber.

Caju bravo, Cambessedada, "Irmã" de Murici, Sene, Erva de coelho, Marcelo do campo, Gervão, "Irmã" de Melissa.

## Lista de Espécies em Síndromes de Polinização.

Minas Gerais, BRASIL

Plantas hospedeiras de Visitantes florais  
Síndrome de Polinização: MELITOFILIA

Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero  
Beatriz Pires Mendes



ASTERACEAE  
*Achyrocline satureioides*



ASTERACEAE  
*Ageratum fastigiatum*

### MELITOFILIA

Atributos Funcionais:  
Cores vívidas, amarelas a azuis;  
Recursos florais semi escondidos;  
Simetria zigomórfa;  
Formato largo, labiado, frequentemente  
complexo e com efeito de profundidade



ASTERACEAE  
*Aspilia* sp.



ASTERACEAE  
*Aspilia* sp.2



ASTERACEAE  
*Ayapana amygdalina*



ASTERACEAE  
*Baccharis* sp.



ASTERACEAE  
*Chromolaena barbacensis*



ASTERACEAE  
*Chromolaena multiflosculosa*



ASTERACEAE  
*Chromolaena pedalis*



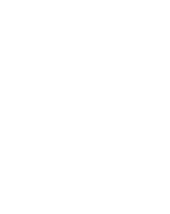
ASTERACEAE  
*Chromolaena squalida*



ASTERACEAE  
*Eremanthus crotonoides*



ASTERACEAE  
*Eremanthus erythropappus*



ASTERACEAE  
*Eremanthus incanus*



ASTERACEAE  
*Heterocondylus punitulus*

Identificações: Beatriz Pires, Luciano Pedrosa, Rosana Rocha, Viviane Scalon e colaboradores DatWeb

Fotos Beatriz Pires e Rosana Rocha

Produzido por Beatriz Pires Mendes [beatrizpmendes98@gmail.com]

Universidade Federal de Ouro Preto

Minas Gerais, BRASIL

Plantas hospedeiras de Visitantes florais  
Síndrome de Polinização: MELITOFILIA

Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero  
Beatriz Pires Mendes



ASTERACEAE  
*Inulopsis scaposa*



ASTERACEAE  
*Senecio* sp.

MELITOFILIA

Atributos Funcionais:  
Cores vívidas, amarelas a azuis;  
Recursos florais semi escondidos;  
Simetria zigomórfa;  
Formato largo, labiado, frequentemente  
complexo e com efeito de profundidade



ASTERACEAE  
*Stenocephalum megapotamicum*



ASTERACEAE  
*Stevia lundiana*



ASTERACEAE  
*Symphiopappus reticulatus*



ASTERACEAE  
*Trichogonia hirtiflora*



ASTERACEAE  
*Vernonanthura westiniana*



ASTERACEAE  
*Trichogonia villosa*



CONVOLVULACEAE  
*Jaquemontia prostrata*



FABACEAE  
*Eriosema heterophyllum*



FABACEAE  
*Periandra mediterranea*



FABACEAE  
*Senna reniformis*



IRIDACEAE  
*Trimezia juncifolia*



LAMIACEAE  
*Eriope macrostachya*

Identificações: Beatriz Pires, Luciano Pedrosa, Rosana Rocha, Viviane Scalon e colaboradores DatWeb  
Fotos Beatriz Pires e Rosana Rocha  
Produzido por Beatriz Pires Mendes [beatrizpmendes98@gmail.com]  
Universidade Federal de Ouro Preto

Minas Gerais, BRASIL

Plantas hospedeiras de Visitantes florais  
Síndrome de Polinização: MELITOFILIA

Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero  
Beatriz Pires Mendes



LAMIACEAE  
*Hyptis rhyptidiophylla*



LYTHRACEAE  
*Diplusodon microphyllus*

MELITOFILIA

Atributos Funcionais:  
Cores vívidas, amarelas a azuis;  
Recursos florais semi escondidos;  
Simetria zigomórfa;  
Formato largo, labiado, frequentemente  
complexo e com efeito de profundidade



MALPIGHIACEAE  
*Byrsonima variabilis*



MALVACEAE  
*Waltheria indica*



MELASTOMATAACEAE  
*Cambessedesia hilariana*



MELASTOMATAACEAE  
*Friizischia erecta*



MELASTOMATAACEAE  
*Marcetia taxifolia*



MELASTOMATAACEAE  
*Microlicia crenulata*



MELASTOMATAACEAE  
*Pleroma heteromalla*



OCHNACEAE  
*Ouratea semiserrata*



STYRACACCEAE  
*Styrax maninul*

Identificações: Beatriz Pires, Luciano Pedrosa, Rosana Rocha, Viviane Scalon e colaboradores DatWeb  
Fotos Beatriz Pires e Rosana Rocha  
Produzido por Beatriz Pires Mendes [beatrizpmendes98@gmail.com]  
Universidade Federal de Ouro Preto

Minas Gerais, BRASIL

Plantas hospedeiras de Visitantes florais  
Síndrome de Polinização: PSICOFILIA

Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero  
Beatriz Pires Mendes



ASTERACEAE  
*Lychnophora* sp.



LAMIACEAE  
*Hyptis rotundifolia*



RUBIACEAE  
*Declieuxia fruticosa*



RUBIACEAE  
*Psyllocarpus laricoides*



SOLANACEAE  
*Brunfelsia brasiliensis*



VERBENACEAE  
*Lantana fucata*



VERBENACEAE  
*Lippia hermanioides*



VERBENACEAE  
*Stachytarpheta commutata*

PSICOFILIA

Atributos Funcionais:  
Cores vívidas;  
Recursos florais em moderado a difícil acesso;  
Simetria actinomorfa;  
Corola apresentando profundidade

Minas Gerais, BRASIL

Plantas hospedeiras de Visitantes florais  
Síndrome de Polinização: MIOFILIA

Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero  
Beatriz Pires Mendes



ASTERACEAE  
*Achyrocline alata*



ASTERACEAE  
*Achyrocline chionaea*

MIOFILIA

Atributos Funcionais:

Cor apática, marrom, branca a esverdeada;  
Recursos florais em fácil a moderado acesso;  
Simetria actinomorfa; Flor ou inflorescência pequena;  
Estruturas filiformes frequentes



ASTERACEAE  
*Baccharis platypoda*



ASTERACEAE  
*Baccharis serrulata*



ASTERACEAE  
*Baccharis retusa*



ASTERACEAE  
*Hoehnephytum trixoides*



ASTERACEAE  
*Lepidaploa vauthieriana*



ASTERACEAE  
*Mikania cf. nummularia*



ASTERACEAE  
*Mikania lutzburgii*



ASTERACEAE  
*Richterago campestris*



ERYTHROXYLACEAE  
*Erythroxylum cf. vacciniifolium*



LAMIACEAE  
*Hyptis marrubioides*



MYRTACEAE  
*Myrcia* sp.



PROTEACEAE  
*Roupala montana*

Identificações: Beatriz Pires, Luciano Pedrosa, Rosana Rocha, Viviane Scalon e colaboradores DatWeb

Fotos Beatriz Pires e Rosana Rocha

Produzido por Beatriz Pires Mendes [beatrizpmendes98@gmail.com]

Universidade Federal de Ouro Preto

Minas Gerais, BRASIL

Plantas hospedeiras de Visitantes florais  
Síndrome de Polinização: MIOFILIA

Campos Rupestres do Quadrilátero Ferrífero  
Beatriz Pires Mendes



RUBIACEAE  
*Borreria capitata*



RUBIACEAE  
*Borreria* sp.



SAPINDACEAE  
*Matayba marginata*

MIOFILIA

Atributos Funcionais:

Cor apática, marron, branca a esverdeada;  
Recursos florais em fácil a moderado acesso;  
Simetria actinomorfa; Flor ou inflorescência pequena;  
Estruturas filiformes frequentes

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G. F. & GIMENES, M., 2002. Abelhas e plantas visitadas em áreas restritas de campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, vol. 2, no. 1/2, pp. 11-16.
- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, vol. 22, no. 6, pp. 711-728.
- ANTONINI, Y., SOUZA, H. G., JACOBI, C. M., & MURY, F. B., 2005. Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham.(Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotropical Entomology*, vol. 34, pp. 555-564.
- ANTUNES, D. S., 2013. *Fenologia e síndromes de dispersão e polinização de espécies de plantas de campos rupestres quartzíticos em Minas Gerais*. Minas Gerais: Universidade Federal de Ouro Preto. Dissertação de Mestrado em Biomas Tropicais.
- ARAÚJO, A. C. D., GADELHA, P. D. C. N., QUIRINO, Z. G. M., & ARAÚJO, J. D. L. O., 2009. Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. *Biotemas*, vol.22, no.4, pp.83-94
- ARROYO-CORREA, B., JORDANO, P. & BARTOMEUS, I., 2023. Intraspecific variation in species interactions promotes the feasibility of mutualistic assemblages." *Ecology Letters*.
- BRASIL, 2008. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. *Variáveis geomorfométricas locais*. São José dos Campos.
- COSTA, A. C. G., 2013. *Fenologia, síndromes de polinização e diversidade funcional de uma comunidade vegetal no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco*. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal.
- DORR, J. V. N., 1969. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *US Government Printing Office*, no. 641-A.
- DULTRA-CORREIA, M. M. & GIMENES, M., 2016. *Abelhas polinizadoras de plantas com antera poricida em uma área de produção orgânica*. Bahia: Universidade Estadual de Feira de Santana, no. 20. Anais dos Seminário de Iniciação Científica.
- DUTRA, V. F., VIEIRA, M. F., GARCIA, F. C. P., & LIMA, H. C. D., 2009. Fenologia reprodutiva, síndromes de polinização e dispersão em espécies de Leguminosae dos campos rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, vol. 60, pp. 371-387.
- FERNANDES, G. W., ARANTES-GARCIA, L., BARBOSA, M., BARBOSA, N. P. U., BATISTA, E. K. L., BEIROZ, W., RESENDE SILVEIRA, F. A., ABRAHÃO, A.,

ALMADA, E. D., ELAINE, AL., ALVES, N. J., ANGRISANO, P., ARROYO, M. A. J., ARRUDA, A. J., BAHIA, T. O., BRAGA, L., BRITO, L., CALLISTO, M., CAMINHA-PAIVA, D., CARVALHO, M., CONCEIÇÃO, A. A., COSTA, L. C., CRUZ, A., CUNHA-BLUM, J., DAGEVOS, J., DIAS, B. F. S., PINTO, V. D., DIRZO, R., DOMINGOS, D. Q., ECHTERNACHT, L., FERNANDES, S., FIGUEIRA, J., E. C., FIORINI, C. F., GIULIETTI, A. M., GOMES, A., GOMES, V. M., GONTIJO, B., GOULART, F., GUERRA, T. J., MIOLA, D. T. B., MORELLATO, L. P. C., NEGREIROS, D., NEIRE, E., NEVES, A. C., NEVES, F. S., NOVAIS, S., OKI, Y., OLIVEIRA, E., OLIVEIRA, R. S., PIVARI, M. O., JUNIOR, E. P., RANEIRI, B. D., RIBAS, R. P., SCARIOT, A., SCHAEFER, C. E., SENA, L., DA SILVA, P. G., SIQUEIRA, P. R., SOARES, N. C., SOARES-FILHO, B., SOLAR, R., TABARELLI, M., VASCONCELLOS, R., VILELA, E. & SILVEIRA, F. A. O., 2020. Biodiversity and ecosystem services in the Campo Rupestre: A road map for the sustainability of the hottest Brazilian biodiversity hotspot. *Perspectives in Ecology and Conservation*, vol. 18, no. 4, pp. 213-222, 2020.

FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L., 1979. *The Principles of pollination ecology*, pp. 96 - 133.

FERNANDES, G. W., BARBOSA, N. P. U., AALBERTON, B., BARBIERI, A., DIRZO, R., GOULART, F., GUERRA, T. J., MORELLATO, L. P. C. & SOLAR, R. R. C., 2018. The deadly route to collapse and the uncertain fate of Brazilian rupestrian grasslands. *Biodiversity and Conservation*, vol.27, pp. 2587-2603.

HAMMER, Ø., HARPER, D. A., & RYAN, P. D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, vol. 4, no. 1, pp. 9.

HARGREAVES, A. L.; JOHNSON, S. D.; NOL, E., 2004. Do floral syndromes predict specialization in plant pollination systems? An experimental test in an "ornithophilous" African Protea. *Oecologia*, vol. 140, p. 295-301.

HARRIS, J. G. & HARRIS, M. W., 1994. Plant identification terminology: an illustrated glossary. *Utah: Spring lake publishing*.

JACOBI, C. M., CARMO F. F., VINCENT R. C., STEHMANN J. R., 2007 Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, vol. 16, pp. 2185-2200.

JACOBI, C. M. & CARMO, F. F., 2008. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. *Megadiversidade*, vol. 4, pp. 24-32.

JACOBI, C. M. & CARMO, F. F., 2011. Life-forms, pollination and seed dispersal syndromes in plant communities on ironstone outcrops, SE Brazil. *Acta Botanica Brasílica*, vol. 25, pp. 395-412.

KINOSHITA, L. S., TORRES, R. B., FORNI-MARTINS, E. R., SPINELLI, T., AHN, Y. J., & CONSTÂNCIO, S. S., 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, vol.20, pp.313-327.

MESSIAS, M. C. T. B., SOUSA, H. C. D., SCALON, V. R., ROSCHEL, M. B., CÂNDIDO, E. S., & FUJACO, M. A. G., 2017. Phanerogamic flora and vegetation of Itacolomi State Park, Minas Gerais, Brazil. *Biota Neotropica*, vol. 17.

- FUJACO, M. A. G., LEITE, M. G. P. & MESSIAS, M. C. T., 2010. Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento. *Rem: Revista Escola de Minas*, vol. 63, pp. 695-701.
- MCGREGOR, S.E, 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Agricultural Research Service, US, no. 496, pp.411.
- MELO, B. T. D., 2017. *Cor floral influencia visitação de abelhas coletoras de óleo em *Byrsonima variabilis* A. Juss (Malpighiaceae)*. Minas Gerais: Universidade Federal de Ouro Preto. Dissertação de Mestrado em Biomas Tropicais.
- MELO, M. D. D., 2004. *Efeito de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae) sobre a utilização de fontes de pólen por *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Apidae) na região de Viçosa, MG*. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa. Dissertação de Mestrado em Entomologia.
- MICHENER, C. D., 2000. The beed of the word. *JHU press*, vol.1.
- 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*, vol. 133, no. 2, pp. 512-530.
- NUNES-SILVA, P. & FONSECA, V. L. I., 2011. *Capacidade vibratória e polinização por vibração nas abelhas do gênero *Melipona* (Apidae, Meliponini) e *Bombus* (Apidae, Bombini)*. São Paulo: Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado em Entomologia.
- SILVA, P. N., MICHAEL H., & FONSECA V. L. I., 2011. A polinização por vibração. *Oecologia Australis*, vol. 14, no. 1, pp. 140-151.
- PINTO, L. C. L., CRUZ, A. J. R. & PIRES M. R. S., 2015. Incorporando o conhecimento ecológico local na conservação dos lagartos da Serra do Ouro Branco, Minas Gerais, Brasil. *Bioscience Journal*, vol. 31, pp. 613-622.
- PONTARA, V., BUENO, M. L., REZENDE, V. L., DE OLIVEIRA-FILHO, A. T., GASTAUER, M., & MEIRA-NETO, J. A. A., 2018. Evolutionary history of campo rupestre: an approach for conservation of woody plant communities. *Biodiversity and Conservation*, vol. 27, pp. 2877-2896.
- OLLERTON, J., 2021. *Pollinators and pollination: nature and society*. Pelagic Publishing Ltd.
- OLLERTON, J., ALARCÓN, R., WASER, N. M., PRICE, M. V., WATTS, S., CRANMER, L., HINGSTON, A., PETER, C. I. & ROTENBERRY, J., 2009. *A global test of the pollination syndrome hypothesis*. *Annals of botany*, vol. 103 no.9, pp.1471-1480.
- OLLERTON, J., KILLICK, A., LAMBORN, E., WATTS, S., & WHISTON, M., 2007. *Multiple meanings and modes: on the many ways to be a generalist flower*. *Taxon*, vol. 56, no. 3, pp. 717-728.

QUIRINO, Z. G. M. & MACHADO, I. C., 2014. Pollination syndromes in a Caatinga plant community in northeastern Brazil: seasonal availability of floral resources in different plant growth habits. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 74, pp. 62-71.

RECH, A. R., AGOSTINI, K., OLIVEIRA, P. E., & MACHADO, I. C., 2014. *Biologia da polinização*. 1ed. Rio de Janeiro: Projecto Cultural. pp. 171-344.

SCALCO, R. F., 2009. *Desafios, paradoxos e complexidade na gestão do mosaico de Unidades de Conservação da Área de Proteção Ambiental Cachoeira das Andorinhas-Ouro Preto/MG*. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado em Geografia.

SILVA-PEREIRA, V. D.; SANTOS, G. MM., 2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in "campos rupestres", Bahia, Brazil. *Neotropical Entomology*, vol. 35, pp. 165-174.

SILVEIRA, F. A., MELO, G. A., ALMEIDA, E. A., 2002. *Abelhas brasileiras. Sistemática e Identificação*. Fundação Araucária, Belo Horizonte, vol. 253.

SILVEIRA, F. A.O., NEGREIROS, D., BARBOSA, N. P. U., BUISSON, E., CARMO, F. F., CARSTENSEN, D. W., CONCEIÇÃO, A. A., CORNELISSEN, T. G., ECHTERNACHT, L., FERNANDES G. W., GARCIA, Q. S., GUERRA, T.J., JACOBI, C. M., LEMOS-FILHO, J. P., LE STRADIC, S., MORELLATO, L. P. C., NEVES, F. S., OLIVEIRA, R. S., SCHAEFER, C. E., VIANA, P. L. & LAMBERS, H., 2016 . Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. *Plant and soil*, vol. 403, pp. 129-152.

SILVESTRO, D., BACON, C. D., DING, W., ZHANG, Q., DONOGHUE, P. C., ANTONELLI, A., & XING, Y., 2021. Fossil data support a pre-Cretaceous origin of flowering plants. *Nature ecology & evolution*, vol. 5, no. 4, pp. 449-457

VANDELOOK, F., JANSSENS, S. B., GIJBELS, P., FISCHER, E., VAN DEN ENDE, W., HONNAY, O. & ABRAHAMCZYK, S., 2019. Nectar traits differ between pollination syndromes in Balsaminaceae. *Annals of Botany*, vol. 124, no. 2, pp. 269-279.

VIDAL W. N, VIDAL M. R. R. & DE PAULA C. C., 2021. *Botânica Organografia*. 5nd ed. Editora UFV.

YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S. & MARTINS, F. R., 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 21, pp. 553-573.

WANG, X., WEN, M., QIAN, X., PEI, N., & ZHANG, D., 2020. Plants are visited by more pollinator species than pollination syndromes predicted in an oceanic island community. *Scientific Reports*, vol. 10 no. 1, pp. 1-12.

WASER, N. M., & OLLERTON, J., 2006. *Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization*. University of Chicago Press.

ZAPPI, D. C., 2018. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Ochnaceae. *Rodriguésia*, vol. 69, pp. 1279-1284.

R CORE TEAM, 2022 [visto 8 Fevereiro, 2023] . A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.R-project.org/>