



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



BRUNA ELEM MOREIRA DA SILVA

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS CORES DE FLORES EM TOPOS DE
MONTANHAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO EM MINAS GERAIS**

OURO PRETO
Agosto 2025

Bruna Elem Moreira da Silva

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS CORES DE FLORES EM TOPOS DE
MONTANHAS DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO EM MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para
a aquisição do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Yasmine Antonini

Coorientadora: Dra. Thayane Nogueira Araújo

OURO PRETO
Agosto 2025

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S586v Silva, Bruna Elem Moreira da.
Variação espacial e temporal das cores de flores em topos de
montanhas do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais. [manuscrito] /
Bruna Elem Moreira da Silva. - 2026.
33 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Yasmine Antonini.
Coorientadora: Dra. Thayane Nogueira.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Ciências
Biológicas .

1. Botânica. 2. Quadrilátero Ferrífero (MG). 3. Campo rupestre. 4.
Flores. 5. Cor - Flores. I. Antonini, Yasmine. II. Nogueira, Thayane. III.
Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 581.46

Bibliotecário(a) Responsável: Angela Maria Raimundo - SIAPE: 1.644.803



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIODIVERSIDADE, EVOLUÇÃO E
MEIO AMBIENTE



FOLHA DE APROVAÇÃO

Bruna Elem da Silva

Variação espacial e temporal das cores de flores em topos de montanhas do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais

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 21 de julho de 2026

Membros da banca

Dra. Yasmine Antonini – Presidente da banca - Universidade Federal de Ouro Preto

Dra. - Cristiane Martins Leandro - Universidade Federal de Ouro Preto

Dr. Carlos Victor Mendonça Filho - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Yasmine Antonini, orientadora, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em xx/xx/2025



Documento assinado eletronicamente por **Yasmine Antonini Itabaiana, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/07/2026, às 08:42, 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, informando o código verificador **0971008** e o código CRC **F6862C3F**.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço a Deus, pela força, saúde e perseverança que me sustentou durante essa caminhada acadêmica, por ter me proporcionado cada momento nesta vastidão de campos floridos que fizeram ainda mais eu me apaixonar pela Biologia.

Iniciar meus agradecimentos, à Universidade Federal de Ouro Preto, pelo ensino de qualidade, infraestrutura e oportunidade.

Meus agradecimentos a FAPEMIG (APQ01510-18), que é fundamental para que as pesquisas nacionais sejam realizadas com todo amparo e fomento, agradeço imensamente este órgão que fez de um sonho uma realidade!

A CAPES pela concessão da bolsa que fomentou minha permanência na graduação. Ao conselho de Desenvolvimento científico e Tecnológico (CNPq).

A minha orientadora, Dra. Yasmine Antonini, pela oportunidade, ensinamentos, inspiração, força, motivação, que me sustentou até aqui, professora nem cabe aqui o quanto sou grata por sua vida, pelos campos maravilhosos, boas risadas, paciência e pelas valiosas contribuições que foram essenciais para a construção da minha formação te agradeço imensamente, você sempre será meu exemplo de mulher, forte, guerreira que nunca desistiu da ciência.

A minha co-orientadora, Thayane Nogueira contribuiu de uma forma excepcional em minha vida, sempre com sorriso no rosto, essencial na minha vida que tudo se resume em gratidão você é incrível, meu muito obrigada.

A Mestra Rosana Rocha que contribuiu muito para o meu desenvolvimento, foram momentos difíceis durante a pandemia e estávamos ali firmes contribuindo para a pesquisa brasileira, obrigado pelos conselhos, risadas e conhecimento, você foi essencial em todo momento ao meu lado.

A Dra. Viviane Scalon que contribuiu para meu desenvolvimento durante a graduação minha conselheira que inspira com tanta dedicação em cuidar do nosso acervo botânico, você Vivi me ensinou coisas muito especiais desde viver e fazer, obrigada por ter me ensinado a amar ainda mais a botânica e a trabalhar de uma forma tranquila e autêntica.

A Dra. Débora Aragão Soares, obrigada por tanta paciência, conselhos, risadas e carinho comigo, nossa quanta gratidão você foi uma peça-chave nesse quebra cabeça me trouxe leveza e

muito aprendido sobre botânica, gratidão.

A Dra. Alessandra Kozovits, que em todos os dias acreditou que iria dar certo, me motivando, eu só tenho a agradecer o quanto você foi importante nessa trajetória que chama existência.

A Mestra Júlia Ordunha, por ter contribuído com meu desenvolvimento no laboratório, bons cafés, trocas de saberes e ter cedido parte do material para análises.

A Dra. Cristiane Martins, pelos campos, risadas, ensinamentos, disponibilidade de matérias para meu aprimoramento.

A Dra. Fernanda Costa pela disponibilidade de materiais para consulta, trocas de conhecimentos que foi imprescindível.

A professora Dra. Lívia Echternacht pelos ensinamentos para elevação de consciência através da luta, você é uma ótima professora.

A Dra. Débora por ter sido uma amiga companheira em momentos da pandemia, obrigada pelos conselhos e por ser simplesmente incrível.

Ao Dr. Marcos Calazans por ter ensinado através de lutas e encorajamento por um mundo melhor.

A Dra. Adriana, você tornou meus dias mais tranquilos me aconselhando sendo simplesmente você com seu jeitinho especial de ser.

A Dra. Renata Perdigão, muito obrigado pela oportunidade e por ter sido tão inspiradora, você é incrível.

Renato Almeida Castelo Branco você foi essencial na minha vida, obrigada por ter me ensinado, motivado e estado ao meu lado.

Gostaria de agradecer em especial uma pessoa maravilhosa, Conceição que me ajudou muito durante essa trajetória acadêmica, foi essencial para minha formação, o Pedro também sem dúvidas contribuiu de uma forma legítima e super didática com todas minhas dúvidas e questões burocráticas, se tornando um amigo querido que a biologia me proporcionou.

Ao Luciano, por todos os ensinamentos sobre as plantas e cultivo, meus agradecimentos.

Ao George Alberto Dias que sempre manteve o laboratório adequado para que as pesquisas fossem realizadas, pelas trocas e conselhos valiosos.

Ao colegiado de ciências biológicas Dr. Alexandre Silva de Paula, você foi importante durante minha formação, sendo essencial para direcionar as dúvidas que vem surgindo, obrigada pelo apoio e incentivo.

A Banca, por ter aceitado contribuir significativamente para a conclusão deste trabalho, Dr. Carlos Victor Mendonça Filho, Dra. Cristiane Martins, Dra. Bárbara Matos, meus agradecimentos.

Aos amigos Alex, Ana, Bruna, Éster, Ana Karolina, Izabela, Pedro Augusto e Yago, Wesley capitão, muito obrigada por tudo.

Aos colegas de laboratório, Kamile, Cecília, Vitória, Nayara, Otávio, Rafael, pelas trocas de conhecimento, incentivo e amizade ao longo dessa trajetória.

A minha melhor amiga Daiana Gregório, que é sem dúvidas uma das pessoas que eu tenho maior orgulho, obrigada por ser companheira.

A minha amiga Tamara Esteves por ter me apoiado durante a trajetória acadêmica, por ter me dado força, e sempre me inspirando com determinação e fé.

A minha amiga Mariangela Ferreira, que é uma pessoa essencial na minha vida, você sempre será minha querida.

Agradecer ao Isaias Pedrosa que sempre me incentivou, ensinou e apoiou vocês foram importantíssimos nessa trajetória.

Dona Maria e senhor Marcelo, meus dias são tão bons com vocês, muito obrigado pela oportunidade e por me permitir continuar, vocês são maravilhosos.

Ao Instituto Habitat, a Brigada florestal, ao Edenir instrutor por me proporcionar uma experiência incrível como Brigadista florestal.

Gostaria de agradecer a secretaria de Meio Ambiente de Mariana pelo apoio e oportunidade de estagiar com uma equipe maravilhosa que me proporcionou momentos e experiências incríveis, Carla, Cris, Felipinho, Felipe, Poliana, Anderson, Denise.

À minha família, em especial minha Mãe, meu irmão João Bruno, minhas tias, Geovana, Luana, Paula, Patricia, Silvania, minha vó, meu tio Julio (in memoriam) pelo apoio incondicional, paciência, incentivo e amor em todos os momentos.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que este trabalho fosse possível.

*Lá no fundo, no coração molecular da vida,
nós e as árvores somos essencialmente idênticas.*

(Carl Sagan, 2017).

RESUMO

A Serra do Espinhaço apresenta uma ampla riqueza de espécies de plantas raras e endêmicas distribuídas em formações campestres sob o quartzito e minério de ferro. Essas espécies de plantas oferecem flores para uma enorme variedade de polinizadores que são atraídos por suas cores vibrantes, às vezes menos chamativas. A oferta de flores pode variar entre as diferentes regiões da Serra do Espinhaço e também pode variar em função da estação climática. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a variação espacial e temporal de cores de flores em três áreas em topos de montanhas no sul da Serra do Espinhaço. As amostragens das plantas foram realizadas mensalmente, nos Parques Estaduais do Itacolomi e da Serra de Ouro Branco, e na Apa Cachoeira das Andorinhas conhecida como Serra da Brígida. Ao longo dos transectos, plantas floridas visitadas por polinizadores foram coletadas, identificadas e suas cores registradas. A maior riqueza de espécies de plantas foi registrada no Parque Estadual da Serra de Ouro Branco (73), Serra da Brígida (68) seguida pelo Parque do Itacolomi (51). A cor branca foi a mais frequente nas três áreas (Asteraceae e Eriocaulaceae), seguida pelas cores rosa e roxo (Melastomataceae) e amarelo (Asteraceae e Xyridaceae). Registramos maior número de cores na estação chuvosa comparada com a seca. Concluímos que existe uma variação espacial e temporal na disponibilidade de flores de diferentes cores, que pode atrair polinizadores tanto generalistas quanto especialistas.

Palavras-chave: Cores de flores, Similaridade Floral, Quadrilátero ferrífero, Campos Rupestres.

ABSTRACT

The Espinhaço Mountains are home to a wide variety of rare and endemic plant species distributed in rupestrian grasslands under quartzite and iron ore. These plant species offer flowers to a huge variety of pollinators that are attracted by their colors, which are sometimes vibrant and sometimes less striking. The availability of flowers can vary between different regions of the Serra do Espinhaço and can also vary depending on the season. Therefore, the objective of this study was to evaluate the spatial and temporal variation of flower colors in three areas on mountain tops in the south of The Espinhaço Range. Plant sampling was carried out monthly at Itacolomi and Serra de Ouro Branco State Parks, and in the Cachoeira das Andorinhas Environmental Protection Area known as Serra da Brígida. Along the transects, flowering plants visited by pollinators were collected, identified, and their colors recorded. The greatest wealth of plant species was recorded in Ouro Branco Park (73), followed by Serra da Brígida (68), and Itacolomi Park (51). White was the most frequent color in all three areas (Asteraceae and Eriocaulaceae), followed by pink and purple (Melastomataceae) and yellow (Asteraceae and Xyridaceae). We recorded a greater number of colors in the rainy season compared to the dry season. We concluded that there is spatial and temporal variation in the availability of flowers of different colors that can attract pollinators, both generalists as specialists.

Key words: Color of flowers, floral similarity, Iron Quadrangle, outcrops

SUMÁRIO

1INTRODUÇÃO	11
1.1Objetivos do Estudo	13
2MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1Área de estudo	14
2.2 Clima	15
2.3Coleta de dados	15
2.4Análises estatísticas	15
3RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1Cores das flores e variação espacial em sua distribuição	17
3.2Variação temporal na distribuição de cores de flores	26
4CONCLUSÃO	29
5REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A Serra do Espinhaço estende-se por aproximadamente 1.200 km, desde a serra de Jacobina, na Bahia, até a Serra de Ouro Branco, em Minas Gerais (Campos et al., 2016).

A porção sul da cadeia do Espinhaço está localizada no Quadrilátero Ferrífero, região marcada pela predominância de fitofisionomias de Campo Rupestre, com afloramentos rochosos e solos rasos, sujeitos a condições de umidade intensa e seca (Mendonça Filho et al., 2022). A Serra do Espinhaço destaca-se por sua elevada biodiversidade, abrigando diferentes tipologias de vegetação, com predominância de formações campestres nos biomas da Mata Atlântica e do Cerrado. Entre essas formações, destacam-se os Campos Rupestres, o Cerrado, a Caatinga e a Mata Atlântica. Nesses ambientes, a vegetação desenvolve-se sobre solos de quartzito e ferro, caracterizados pela baixa concentração de nutrientes e alta heterogeneidade, o que favorece uma grande riqueza de espécies vegetais e animais (Giulietti et al., 1997; Costa 2016). Dentre os topos de montanha dessa região, três se destacam por serem amplamente estudados por pesquisadores da Universidade Federal de Ouro Preto: Parque Estadual do Itacolomi, a Serra da Brígida e o Parque Estadual Serra do Ouro Branco. Esses habitats abrigam diversas espécies de plantas e polinizadores, sendo reconhecidos como um arquipélago continental" devido à alta heterogeneidade ambiental e à baixa similaridade na composição de espécies entre esses ambientes (Rocha 2021., Lemes et al., 2009; Mendonça et al., 2023).

Os Campos Rupestres, em particular, são um dos ecossistemas mais diversificados, apresentando elevado endemismo. Essas formações vegetais ocorrem sobre afloramento rochosos, formados de quartzito, arenito e ferro, criando habitats fragmentados com diversas funções ecológicas e servindo de refúgio para uma ampla gama de seres vivos (Fitzsimons et al., 2017; Madeira et al., 2008). No entanto, esses ecossistemas enfrentam crescentes ameaças, como mudanças climáticas e atividades antrópicas, especialmente a expansão da mineração, que coloca em risco sua biodiversidade e endemismo (Cincotta et al., 2000; Carmo et al., 2017; Pena et al., 2017).

A maior parte dos estudos realizados na região concentra-se no endemismo da vegetação (Andrade et al., 2015; Oliveira et al., 2018). Ecólogos destacam a importância da preservação desses ambientes, que abrigam não apenas espécies vegetais endêmicas, mas também uma fauna única, igualmente vulnerável às mudanças climáticas, ao desmatamento e à poluição. Considerando a relação direta entre a diversidade de plantas e de insetos (Jenkins & Pimm 2006),

espera-se que os Campos Rupestres apresentem alta diversidade de visitantes florais e interações ecológicas complexas (Salles et al., 2018).

Esses ambientes sustentam uma flora altamente diversificada, com espécies restritas a diferentes tipologias vegetais. Essas áreas são multitróficas, sustentando cadeias alimentares complexas que garantem a sobrevivência das espécies e a manutenção dos ecossistemas. A floração, por exemplo, representa uma importante fonte de recursos para diversos organismos. Entre os animais associados às flores, destacam-se os visitantes florais, que podem atuar como polinizadores, contribuindo para a reprodução das plantas e a produção de frutos e sementes (Ollerton et al., 2011). Esses agentes incluem desde pequenos mamíferos e aves até uma grande variedade de insetos (Rhiannon et al., 2020).

Dentre os insetos, as abelhas são consideradas os principais polinizadores devido à sua relação mutualística com as plantas, que fornecem recursos alimentares para adultos e imaturos (Rocha, 2022; Michener, 1974). Outros insetos, como besouros (Coleoptera), mariposas e borboletas (Lepidoptera), moscas (Diptera), formigas e vespas (Hymenoptera), também desempenham papéis importantes como polinizadores ou visitantes florais (Gullan et al., 2008; Triplehorn, 2005).

A elevada riqueza de espécies de flores nos Campos Rupestres é favorecida pela extensa variação altitudinal e latitudinal, além da influência de três biomas distintos, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica que contribuem para a heterogeneidade de habitats e favorecem as comunidades ecológicas nas ilhas isoladas (Giulietti et al. 1997). A flora do Brasil (LSBF 2015) registra 5.011 espécies de angiospermas nativas nos Campos Rupestres, distribuídas em 134 famílias e 753 gêneros. Essa riqueza representa cerca de 14% de toda a flora vascular do Brasil, em uma área que ocupa apenas 0,78% do território nacional, consolidando os Campos Rupestres como o terceiro OCBIL (Old Climatically Buffered Infertile Landscapes) entretanto são áreas com estabilidade geológica e climática por milhões de anos, solos extremamente pobres (especialmente em fósforo) e fragmentação natural, favorecendo a persistência de linhagens antigas endêmicas em termos de diversidade vegetal (Hopper et al., 2009).

A variabilidade nas cores das flores em topos de montanhas tropicais é influenciada por fatores bióticos, como a composição da flora e suas interações com polinizadores, e fatores abióticos, como altitude, radiação UV e clima (Rhiannon et al., 2020; Bierzychudek 2001; Jordno et al. 2003; Rocha, 2023; Dalrymple et al., 2021). Campos Rupestres tendem a favorecer a presença de flores de cores brancas, associadas a polinizadores generalistas.

Enquanto as cores laranja e vermelho, que estão associadas a polinizadores especialistas são menos frequentes e apresentam floração menos contínua (Pataca et al., 2023; Rocha, 2022).

A evolução da cor das flores está intimamente ligada à atração de polinizadores. Plantas em regiões de baixa altitude, onde a competição por polinizadores é intensa, tendem a desenvolver cores que maximizam sua visibilidade (Garcia al., 2021). Esse fenômeno é menos pronunciado em altitudes elevadas, onde a diversidade de polinizadores é menor (Bergamo et al., 2018).

1.1 Objetivos do Estudo

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a disponibilidade de flores de diferentes cores em três unidades de conservação do Quadrilátero Ferrífero: o Parque Estadual do Itacolomi, a Serra da Brígida e o Parque Estadual Serra do Ouro Branco. Essas áreas abrigam plantas de diferentes famílias botânicas como Asteraceae, Orchidaceae, Melastomataceae e Poaceae, que contribuem para uma ampla variabilidade de cores de flores. A hipótese é que a composição de cores pode variar significativamente entre o Parque Estadual do Itacolomi, a Serra de Ouro Branco e a Serra da Brígida, refletindo na vegetação e nos fatores ambientais de cada localidade.

Além disso, vamos verificar se há diferença na disponibilidade de cores ao longo do ano, relacionado com os períodos climáticos de seca e de chuva, devido aos diferentes ciclos fenológicos das plantas em cada ambiente. Nossa hipótese é que a disponibilidade de cores varia sazonalmente, com maior abundância na estação úmida, quando as condições são mais favoráveis à floração que aumenta a diversidade de insetos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado em três áreas de Campos Rupestres no Quadrilátero Ferrífero acima de 1250m em Minas Gerais: Parque Estadual da Serra de Ouro Branco (PESOB), Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) e Serra da Brígida (SB). A distância que separa a área do PEIT e SB é de 5,05 km, e SB ao PESOB é de 24,07 Km, e de 20,85 km entre PESOB e o PEIT (FIG. 1).

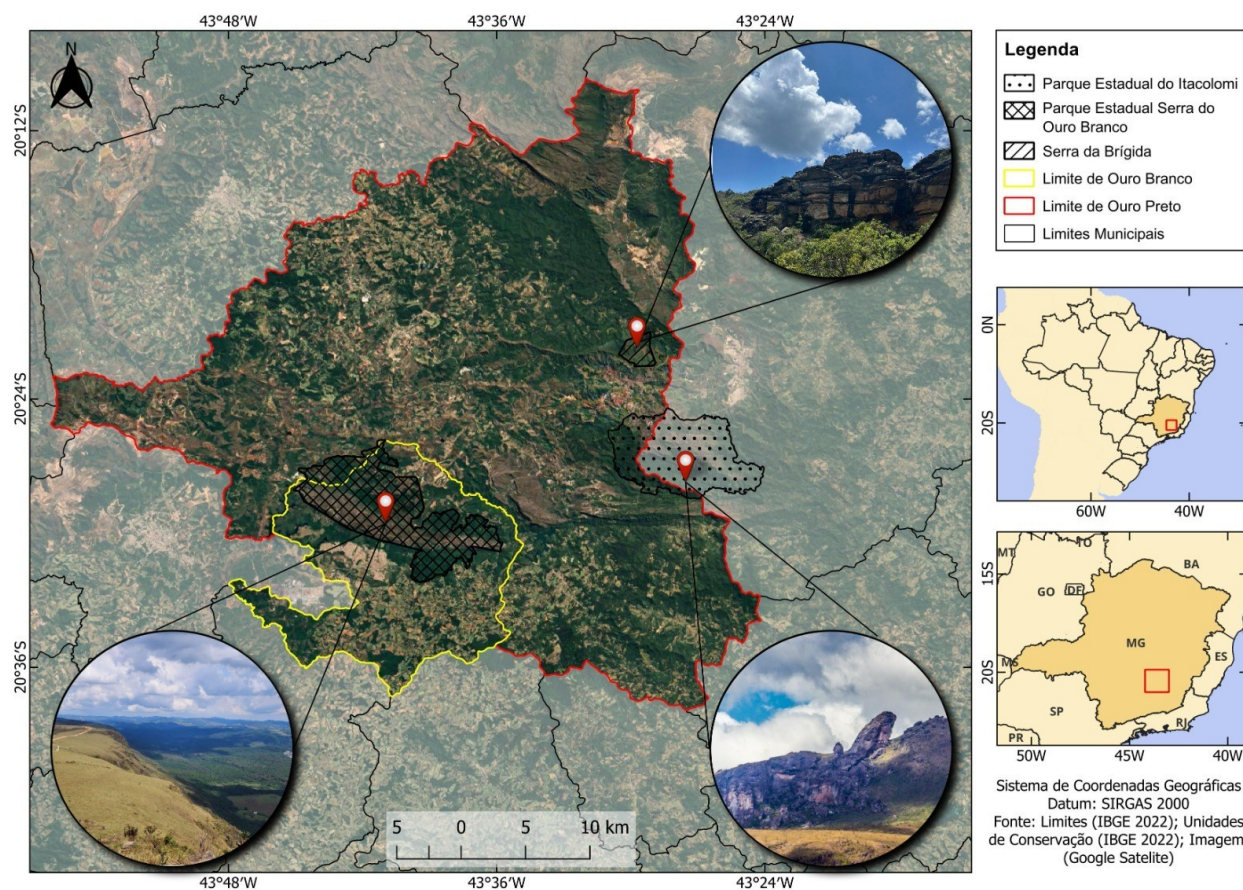


Figura 1- Mapa com as áreas de amostragem destacadas: Serra da Brígida linhas diagonais, localizada no canto superior direito; Pico do Itacolomi, situado na região central, dentro dos limites de Ouro Preto; e Serra de Ouro Branco (em amarelo com contorno quadriculado), posicionada no canto inferior esquerdo do mapa. (Fonte autor)

O Parque Estadual Serra de Ouro Branco (20°29'20.5"S, 43°43'04.1"W), se inicia da porção sul da Serra do Espinhaço (IEF 2017) adere uma porção da região de Ouro Branco e Ouro Preto com uma área de aproximadamente 7.520 hectares, com altitudes que variam de 1250 e 1568 m. Nas altitudes mais elevadas possuem campos quartzíticos, fitofisionomias como campo limpo, campestres e campos rupestres ferruginosos (Vieira e Barros, 2017).

O Parque Estadual do Itacolomi, localizado no município de Ouro Preto e Mariana (20°26'01.7"S, 43°29'33.0"W), é uma unidade de conservação e proteção integral possui cerca de 7.500 hectares, com altitudes que variam de 900 e 1700 metros de altitude, possui uma vegetação de cerrado e mata atlântica, com fitofisionomias de Campos rupestres quartzítico e ferruginosos (Messias et al., 2017).

A Serra da Brígida (20°21'51.0"S, 43°31'10.7"W) é delimitada na região das serras de Ouro Preto, a altitude é de 1.492, localizada na área de preservação ambiental (APA) Cachoeira das Andorinhas. Abrange cerca de 18.700 hectares. A vegetação é de florestas estacionais, semidecíduais, florestas ripárias e formações campestres quartzíticas e ferruginosas (Messias et al., 2017).

2.2 Clima

O clima da região é do tipo Cwb segundo a classificação de Köppen & Geiger (Alvares et al. 2013), com período chuvoso de outubro a março e inverno seco de abril a setembro. A temperatura média anual da região é de 20,7 °C e a precipitação média anual é de 1.188 mm.

2.3 Coleta de dados

Em cada área foram demarcados três transectos de 1000 metros de comprimento por 10 metros de largura, distantes entre si em pelo menos 500 metros. Cada transecto foi percorrido mensalmente por dois coletores, durante 24 meses entre 2021 e 2023. Em cada transecto, observou-se a presença de plantas floridas visitadas por insetos sendo que, para cada planta foi feita uma observação com duração de 10 minutos.

Exemplares das plantas visitadas foram coletados, herborizados e as exsiccatas foram depositadas no herbário Prof José Badini (UFOP), da Universidade Federal de Ouro Preto. No primeiro ano de coleta, a cor das flores de cada indivíduo foi registrada em campo. Nos anos subsequentes as cores foram anotadas após o preparo das exsiccatas e com consulta a literatura. O

número de meses de ocorrência e a cor da flor são apresentados na Tabela 1 e na figura 5, respectivamente.

2.4 Análises estatísticas

Para a análise de dados foi realizado um levantamento considerando o número total de plantas floridas de cada cor em cada área e estação do ano estudada. A diversidade de cada área foi calculada através do Índice de Shannon (H'), o qual considera a abundância e riqueza de espécies.

Para os testes de hipóteses, foi conduzida uma Análise Exploratória de Dados para verificar a distribuição da variável resposta, número de flores disponíveis. Os histogramas e gráficos de densidade gerados mostraram uma distribuição assimétrica e com excesso de zeros, condizente com a família de distribuição Binomial Negativa. Assim, para verificar se existiu diferença no número de flores com as diferentes cores em diferentes topos de montanha e entre as diferentes estações do ano, foram realizados Modelos Lineares Generalizados ajustados com a família Binomial Negativo.

Para verificar a similaridade da composição de espécies de plantas entre os três topos de montanhas estudados foi realizada uma análise de similaridade, usando o Índice de Similaridade de Horn, indicado para dados de abundância. Utilizando a matriz de distância gerada a partir dos dados de abundância, foi realizada uma análise de cluster hierárquica para criar um dendrograma, representando visualmente a similaridade entre os locais.

As análises foram realizadas utilizando o software estatístico R (versão 4.3.2), com os pacotes readr, ggplot2, MASS, DHARMA, dplyr, spaa, SpadeR e vegan.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cores das flores e variação espacial em sua distribuição

Foi registrada uma grande diversidade de padrões fenológicos, mesmo considerando pequeno o número de espécies observadas. Durante o período de estudo ocorreram 305 registros de 154 morfoespécies em floração, pertencentes a 30 famílias botânicas nas três áreas estudadas (Tabela 1). As cores das flores observadas foram: amarelo, azul, branco, laranja, rosa e roxo (FIG. 2). As famílias Asteraceae (n=62), Melastomataceae (n=27) e Rubiaceae (n=23) destacaram-se pelo maior número de espécies. Pataca e colaboradores (2023) registraram 96 espécies de plantas floridas, pertencentes a 32 famílias, na porção mais ao norte do Espinhaço na região do planalto de Diamantina.

Ao examinar a distribuição de espécies por área, o Parque Estadual Serra de Ouro Branco (PESOB) apresentou a maior riqueza com 73 espécies em 16 famílias. A Serra da Brígida (SB) teve (68) espécies amostradas em 21 famílias e o Parque Estadual do Itacolomi (PEIT) registrou a menor riqueza, com 51 espécies e 13 famílias (Tabela 1).

A análise de similaridade florística entre as áreas indicou uma média de 42% representado na (FIG. 3). A similaridade entre SB e PESOB foi de 49% e SB e PEIT de 35%, enquanto a similaridade entre PEIT e PESOB foi de 43% (FIG. 3), sugerindo uma diferença intermediária na composição de espécies entre as áreas. A Serra da Brígida e Serra de Ouro Branco apresentaram maior riqueza de espécies com de flores ao longo do ano e talvez por isso tenham apresentado maior similaridade na composição de espécies quando comparada ao Pico do Itacolomi (Tabela 1, FIG. 3). A maior similaridade entre a Serra da Brígida e a Serra de Ouro Branco não era esperada já que estes Topos se encontram muito distantes. O resultado pode ser explicado pelo fato de que a Serra da Brígida apresenta tanto solos de canga (ferruginoso) quanto de quartzito, o que pode ter permitido a colonização de espécies adaptadas aos dois tipos de solo (Fernandes et al., 2016). A variação do número de plantas floridas aos longos dos meses pode ser explicada pelas características fenológicas de cada espécie, também sendo refletida por fatores abióticos. A diversidade nos padrões fenológicos tem sido evidenciada em vegetações tropicais como os cerrado e florestas úmidas (Morellato et al., 2000; Batalha & Martins., 2006).

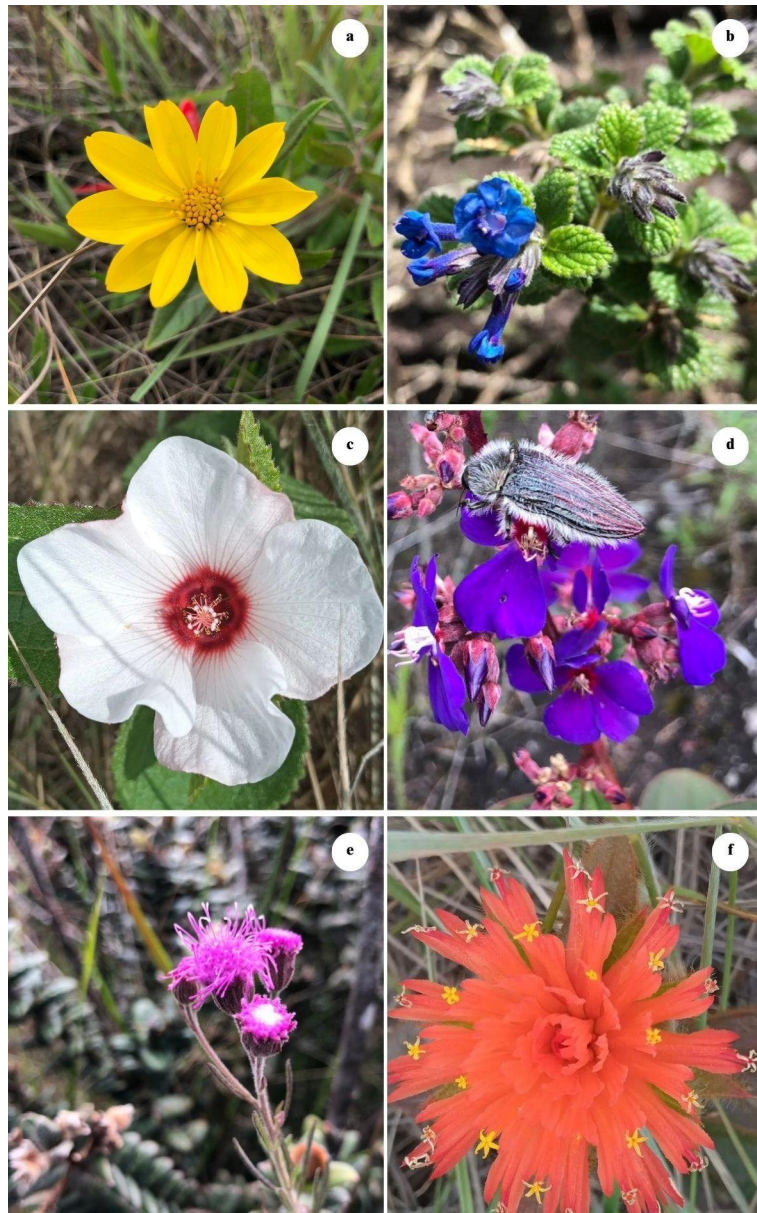


Figura 2- Fotos de flores de diferentes cores observada durante a amostragem nos três topos de montanhas estudados: a) *Aspilia montevidensis* (Asteraceae); b) *Stachytarpheta commutata* (Verbenaceae); c) *Peltaea polymorpha* (Malvaceae); d) *Pleroma hetelomallum* (Melastomataceae); e) *Trichogonia vilosa* (Asteraceae); f) *Gomphrena arborescens* (Amaranthaceae).

Tabela 1 - Lista de espécies encontradas nas três áreas de estudo: Serra da Brígida, Serra de Ouro Branco e Pico do Itacolomi, número de ocorrência de cada planta nas áreas, diversidade, abundância e riqueza. A numeração das espécies está de acordo com a figura 5.

		Brígida	Itacolomi	Ouro Branco
	Apocynaceae			
100	<i>Mandevilla martiana</i>		1	
	Aquifoliaceae	1		
78	<i>Ilex subcordata</i>	1		
	Asteraceae			
1	<i>Achyrocline satureoides</i>		2	1
2	<i>Achyrocline sp.1</i>		1	
3	<i>Ageratum fastigiatum</i>	1		
	Asteraceae sp.		1	
5	Asteraceae sp.1	2	1	3
16	Asteraceae sp.2		1	1
	Asteraceae sp.3			1
20	Asteraceae sp.4		1	
22	Asteraceae sp.8	1	7	3
7	Asteraceae sp.11	1		
8	Asteraceae sp.12			1
9	Asteraceae sp.13		1	
10	Asteraceae sp.14			1
11	Asteraceae sp.15		1	
13	Asteraceae sp.17	1		
14	Asteraceae sp.18			1
15	Asteraceae sp.19			1
17	Asteraceae sp.20	2	1	
19	Asteraceae sp.22	1	1	
24	<i>Baccharis pingraea</i>		1	
25	<i>Baccharis platypoda</i>		2	
26	<i>Baccharis retusa</i>		1	2
28	<i>Baccharis serrulata</i>	4	3	5
31	<i>Baccharis sp.3</i>		1	
32	<i>Baccharis sp.4</i>	1		
33	<i>Baccharis sp.5</i>		1	
35	<i>Baccharis sp.7</i>	1		
	<i>Baccharis sp.8</i>		1	
	<i>Baccharis sp.9</i>		1	
29	<i>Baccharis sp.10</i>		5	1
30	<i>Baccharis sp.11</i>		3	
37	<i>Baccharis subdentata</i>			1
38	<i>Baccharis trimera</i>	1		1

		Brígida	Itacolomi	Ouro Branco
39	<i>Bacchrais platypoda</i>	1		
41	<i>Barrosoa organensis</i>		1	
52	<i>Calea clauseniana</i>			2
53	<i>Calea lemmatioides</i>			1
62	<i>Echinocoryne sp.1</i>		1	
63	<i>Echinocoryne sp.2</i>	1		
	<i>Eremanthus erythropappus</i>	2	2	
67	<i>Eremanthus syncephalus</i>			1
68	<i>Erythroxyllum sp.1</i>	1		
74	<i>Heterocondylus pumilus</i>			1
75	<i>Heterocondylus sp.1</i>			1
76	<i>Heterocondylus sp.2</i>			1
79	<i>Inulopsis scaposa</i>			1
89	<i>Lessingianthus cephalotes</i>			1
90	<i>Lychnophora ericoides</i>	1	2	5
95	<i>Lessingianthus graminifolius</i>			1
97	<i>Lychnophora pinaster</i>			1
111	<i>Mikania nummularia</i>			1
112	<i>Mikania sessilifolia</i>		2	
113	<i>Moquinia racemosa</i>	1		
130	<i>Praxelis decumbens</i>			1
132	<i>Rhynchospora speciosa</i>		1	1
133	<i>Richterago radiata</i>			6
134	<i>Richterago sp.1</i>		3	3
146	<i>Stenocephalum sp.1</i>			1
152	<i>Trichogonia hirtiflora</i>		1	
153	<i>Trichogonia sp.1</i>		1	
157	<i>Vernonanthura westiniana</i>		1	
159	<i>Vernonia poliantis</i>	1		
	Bromeliaceae			
	<i>Dyckia sp.1</i>	4		
	Convolvulaceae			
80	<i>Jacquemontia prostata</i>	2	6	2
	Cyperaceae			
57	<i>Cyperaceae sp.1</i>			1
	Ericaceae			
70	<i>Gaylussacia chamissonis</i>			1
71	<i>Gaylussacia montana</i>	1		
	Erythorylaceae			
68	<i>Erythroxyllum sp.1</i>	1		
	Eriocaulaceae			
117	<i>Paepalanthus sp.1</i>		3	

		Brígida	Itacolomi	Ouro Branco
	Fabaceae			
	<i>Senna reniformis</i>	2		
140	<i>Senna sp.1</i>	2		
	Iridaceae			
154	<i>Trimezia juncifolia</i>			2
155	<i>Trimezia sp.1</i>			1
	Lamiaceae			
56	<i>Cyanocephalus lippioides</i>			1
77	<i>Hyptis rhyptidiophylla</i>			7
	Loranthaceae			
147	<i>Struthanthus marginatus</i>	1		
	Lythraceae	3		1
55	<i>Cuphea carthagenensis</i>	1		1
61	<i>Diplusodon sp.1</i>	1		
98	<i>Lythraceae sp.1</i>	1		
	Malpighiaceae			
40	<i>Banisteriopsis sp.1</i>		1	
48	<i>Byrsonima intermedia</i>			2
49	<i>Byrsonima sp.1</i>	5	2	1
50	<i>Byrsonima sp.2</i>		1	1
51	<i>Byrsonima variabilis</i>	5	5	2
97	<i>Lychnophora pinaster</i>	1		
120	<i>Peixotoa tomentosa</i>			1
	Melastomataceae			
	<i>Microlicia serpyllifolia</i>		1	
84	<i>Leandra aurea</i>	1		1
85	<i>Leandra sp.1</i>	1		
86	<i>Leandra sp.2</i>	1		
87	<i>Leandra sp.3</i>		1	
88	<i>Leandra sp.4</i>	1		1
102	<i>Miconia coralina</i>	1		
103	<i>Miconia sp.1</i>	1		
104	<i>Miconia sp.2</i>			1
105	<i>Microlicia crenulata</i>			1
106	<i>Microlicia isophylla</i>			1
107	<i>Microlicia serpyllifolia</i>		1	
108	<i>Microlicia sp.1</i>			1
109	<i>Microlicia sp.2</i>			1
110	<i>Microlicia sp.3</i>			1
	<i>Pleroma</i>			1
121	<i>Pleroma canescens</i>	2		
122	<i>Pleroma cardinale</i>	2	2	

		Brígida	Itacolomi	Ouro Branco
123	<i>Pleroma frigidulum</i>			1
124	<i>Pleroma heteromallum</i>	6		1
125	<i>Pleroma sp.1</i>	2		
126	<i>Pleroma sp.2</i>	1		
127	<i>Pleroma sp.3</i>			1
148	<i>Tibouchina sp.1</i>	1		
	<i>Trembleya laniflora</i>			1
149	<i>Trembleya parviflora</i>			1
150	<i>Trembleya sp.1</i>	1		
Myrtaceae				
114	<i>Myrcia splendens</i>	1		
115	<i>Myrtaceae sp. 2</i>		1	
116	<i>Myrtaceae sp.1</i>	1		
Ochnaceae				
96	<i>Luxemburgia nobilis</i>	1		
	<i>Luxemburgia sp.1</i>		1	
Orchidaceae				
64	<i>Epidendrum sp.1</i>		1	
72	<i>Gomesa ramosa</i>	1		
Passifloraceae				
118	<i>Passiflora hematostigma</i>	2		
119	<i>Passifloraceae sp.1</i>	1		
Polygalaceae				
128	<i>Polygalaceae sp.1</i>			1
129	<i>Polygalaceae sp.2</i>			1
Rubiaceae				
42	<i>Borreria capitata</i>	4		
43	<i>Borreria poaya</i>	1		1
44	<i>Borreria sp.1</i>	2	1	2
45	<i>Borreria sp.3</i>	1		1
46	<i>Borreria verticilata</i>	1		
59	<i>Declieuxia fruticosa</i>			1
69	<i>Galianthe angustifolia</i>			1
	<i>Rubiaceae sp. 4</i>		1	
136	<i>Rubiaceae sp.1</i>	3		2
138	<i>Rubiaceae sp.5</i>		1	
	<i>Rubiaceae</i>	1		2
58	<i>Declieuxia cordigera</i>			2
131	<i>Psyllocarpus laricoides</i>	1		
Sapindaceae				
101	<i>Matayba marginata</i>	2		
141	<i>Serjania sp.1</i>	2		

		Brígida	Itacolomi	Ouro Branco
Solanaceae				
47	<i>Brunfelsia brasiliensis</i>	1	1	
142	<i>Solanum americanum</i>			1
143	<i>Solanum lycocarpum</i>			1
Theaceae				
83	<i>Laplacea fruticosa</i>		1	
Velloziaceae				
156	<i>Vellozia compacta</i>			2
Verbenaceae				
81	<i>Lantana camara</i>	1		
82	<i>Lantana fucata</i>	5		
91	<i>Lippia hermannioides</i>	1		
92	<i>Lippia lupulina</i>			1
93	<i>Lippia origanoides</i>	1		
94	<i>Lippia sp.1</i>	2		1
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	1		
145	<i>Stachytarpheta commutata</i>	1		
Vochysiaceae				
160	<i>Vochysia sp.1</i>	1		
161	<i>Vochysia thyrsoidea</i>			1
Xyridaceae				
	<i>Xyris sp.1</i>		2	
	Riqueza	68	51	73
	Diversidade (H')	4.028	3.695	4.087
	Abundância	111	86	108

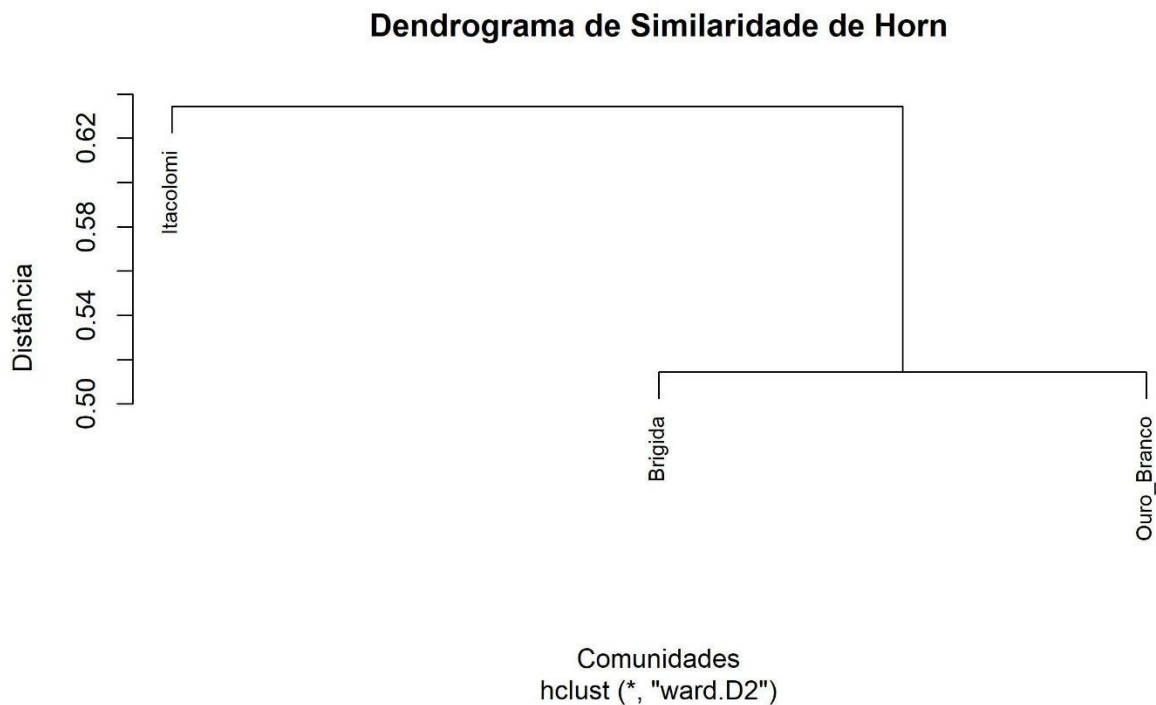


Figura 3- Representação gráfica da análise de Cluster - Similaridade de ocorrência de espécies de plantas entre as três áreas estudadas.

A análise dos atributos florais demonstrou prevalência da cor branca, com uma proporção significativamente maior desta cor comparada com as demais ($z = 2.710$, $p = 0.006$). Essa prevalência se manteve constante, sem variações significativas entre os três topos de montanha ($z = 0.479$, $p = 0.63$), sugerindo que a cor branca possa ser um fator atrativo universal para os visitantes florais nestas paisagens (FIG. 4). Este mesmo padrão de riqueza de cores foi verificado por Pataca et al., (2023). Estes autores também encontraram maior riqueza de espécies de plantas com flores brancas, roxas e amarelas sugerindo um sistema de polinização mais generalista (Moreira & Freitas, 2020).

A prevalência de flores brancas, apesar de não ser comum em comunidades tropicais onde predominam cores vibrantes, foi registrado para outras áreas de Cerrado (Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988, Martins e Batalha, 2006). O padrão de cores registrado foi fortemente influenciado por duas famílias botânicas Asteraceae e Rubiaceae indicando um forte sinal filogenético da definição da cor floral entre as espécies com flores brancas, o que parece ser um padrão em Angiospermas (Muchhala et al., 2014).

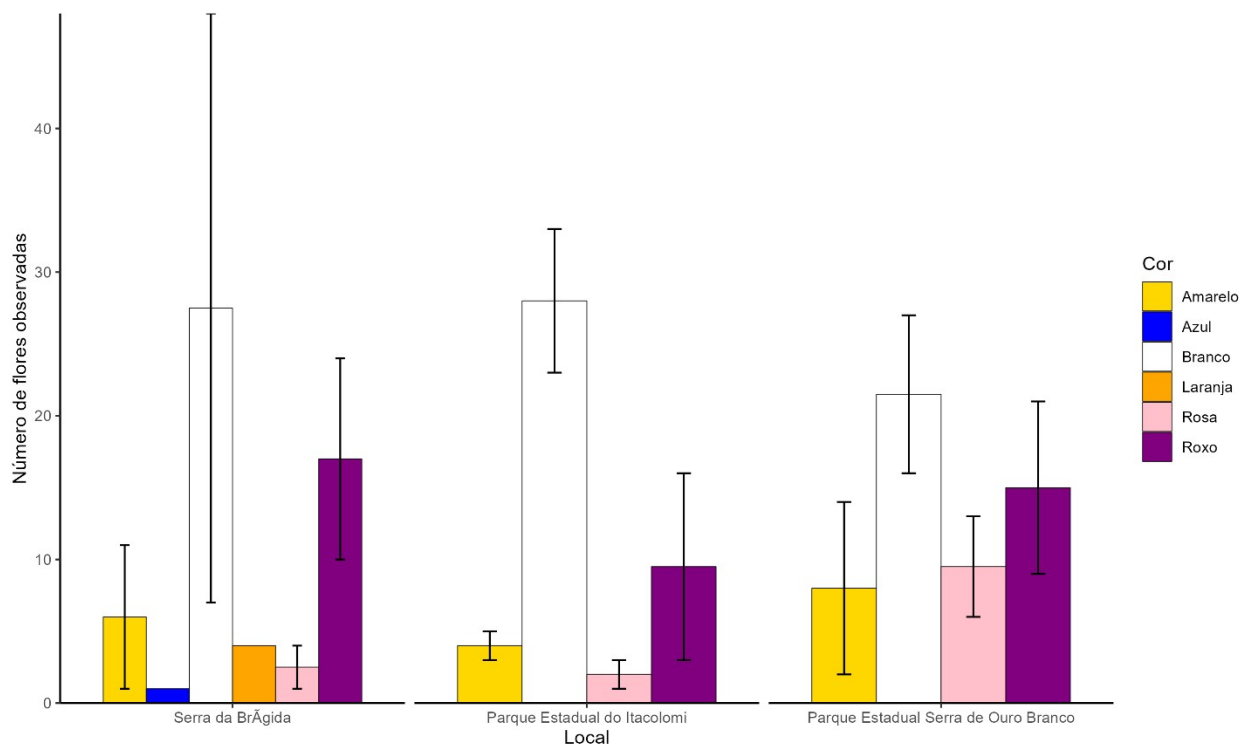


Figura 4- Número médio de registros de cada cor de flores nas três áreas de estudo.

Aproximadamente de 40% das flores brancas encontradas na Serra da Brígida, 70% do Pico do Itacolomi e 60% da Serra de Ouro Branco foram da família Asteraceae, seguidos pela família Rubiaceae (16% e 10%) e Melastomataceae (17%), (FIG. 5). Considerando as flores roxas, 40% e 31% das espécies observadas na Brígida e Ouro Branco, e 78% no Itacolomi, foram das famílias Asteraceae e Melastomataceae.

3.2 Variação temporal na distribuição de cores de flores

A riqueza de espécies de plantas com flores foi significativamente maior durante a estação úmida ($z=3.321$, $p<0,001$). A análise ao longo das estações do ano reforçou a importância e prevalência das cores brancas e roxas onde foi significativamente maior em comparação com as outras cores disponíveis ($z=4,310$, $p<0,001$ e $z=2,614$, $p=0,009$), (FIG. 6). De acordo com outros autores existe uma dimensão muito importante para entender o funcionamento de ecossistemas que estão correlacionados aos processos reprodutivos das plantas que, em geral, é o elemento dominante das paisagens. A produção de flores em diferentes épocas do ano e sementes é fortemente influenciada pela sazonalidade ambiental, especialmente pela alternância entre períodos de chuva e de seca. Flores e sementes formadas em épocas distintas enfrentam condições ambientais muito diferentes, o que afeta diretamente o sucesso reprodutivo das plantas. (Patata et al., 2023)

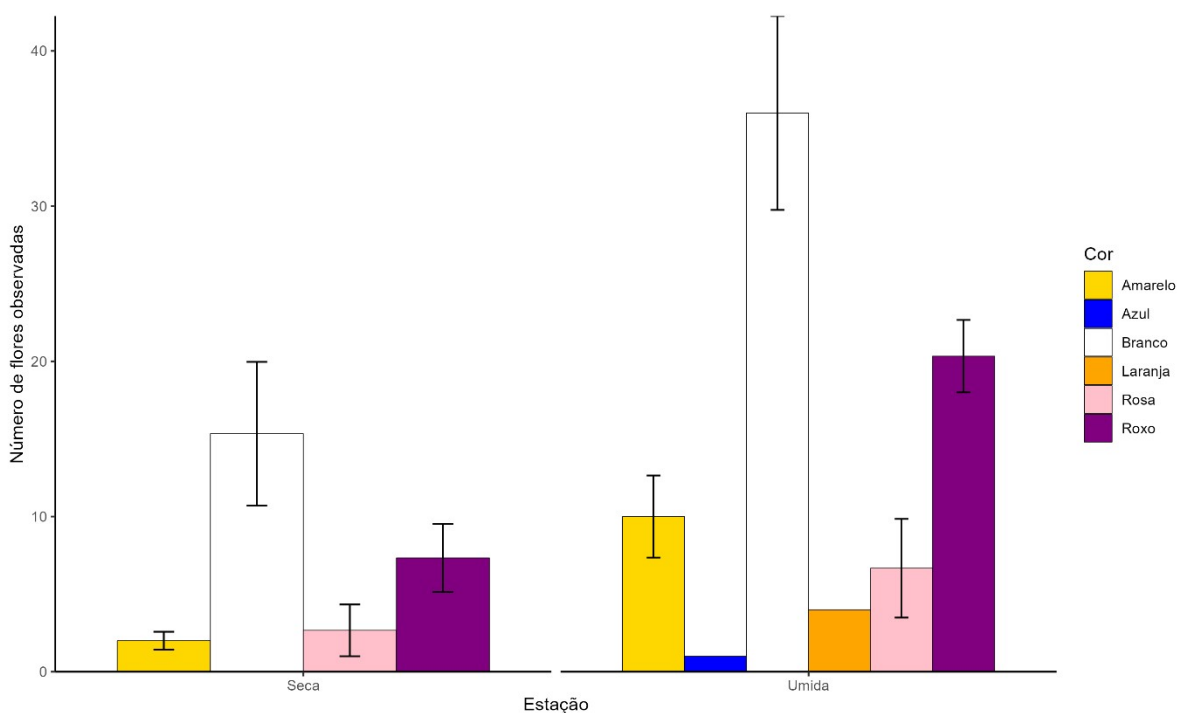


Figura 6 - Número médio de registros de cores de flores nas estações climáticas seca e úmida.

A disponibilidade de flores brancas e roxas foi alta ao longo de todo o período de estudo, nas três áreas estudadas. Conforme discutido anteriormente, variou entre os períodos seco e

chuvoso. Mesmo registrando uma alta riqueza de espécies de plantas com flores brancas, em alguns meses elas estavam ausentes (FIG. 7). Conforme discutido anteriormente, os padrões de cores demonstrados no gráfico estão refletindo os padrões de fenologia floral das espécies registradas.

Outro resultado verificado foi o grande número de flores de diferentes cores, floridas ao mesmo tempo, principalmente nos meses de chuva, sendo outubro a março assim, o grau de sobreposição de espécies floridas, de diferentes cores, pode ser considerado alto, indicando alta complementaridade funcional para o atributo cor da flor. Resultado semelhante também foi verificado por Pataca et al., (2023) no Parque Estadual do Rio Preto. De acordo com esses autores, o grande número de espécies de plantas com flores de diferentes cores pode ser um sinal da complexidade estrutural do ambiente com muitos polinizadores, diferentes sistemas visuais e diferentes estratégias de forrageio.

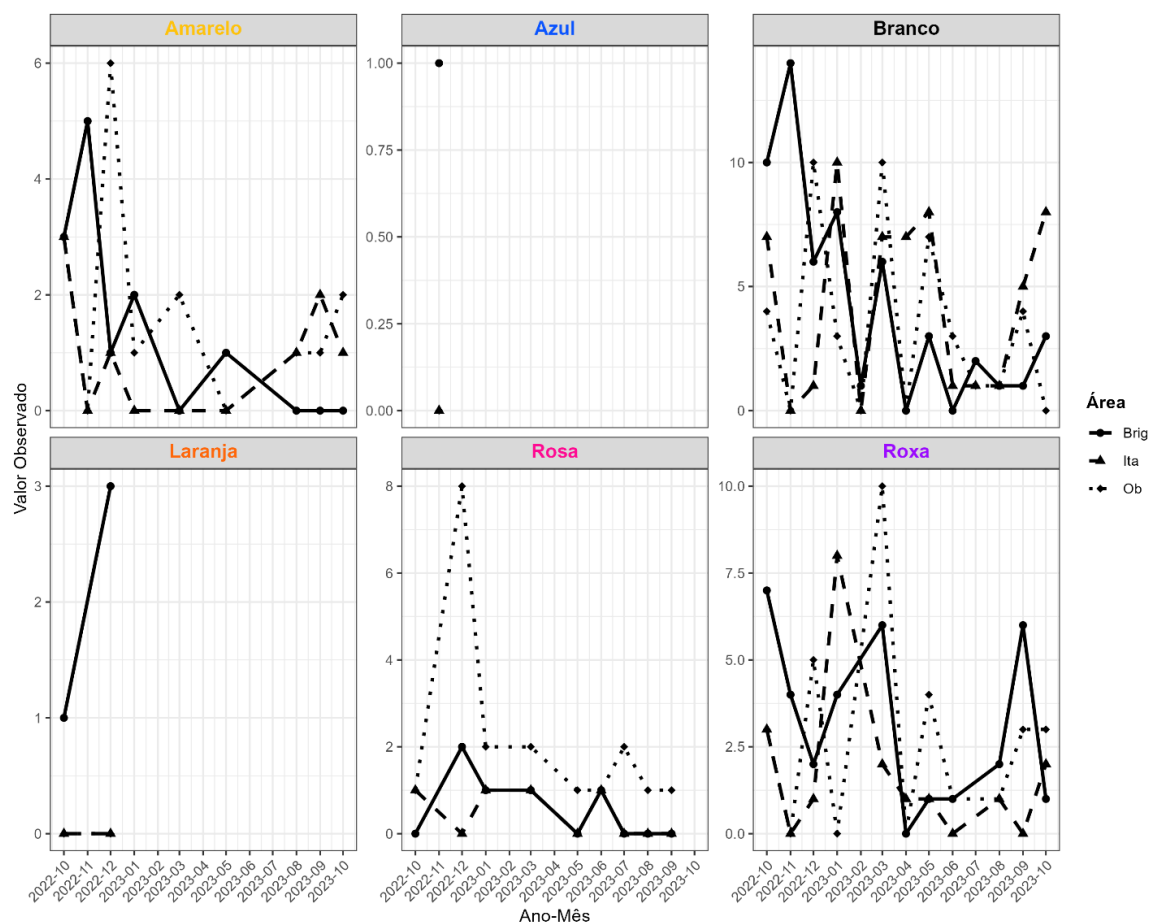


Figura 7- Número de plantas floridas de cada cor nos diferentes meses ao longo dos anos na Serra da Brígida (círculo fechado e linha contínua), Parque Estadual do Itacolomi (triângulo e linha pontilhada) e Parque Estadual de Ouro Brando (círculo fechado e linha pontilhada).

As variações de cores de flores podem ser mais longos durante as estações transicionais, entretanto podemos observar a variabilidade de cores mais presentes nas estações chuvosas, sendo considerado “período de floração”. A sazonalidade é um fator crucial para manutenção desses ecossistemas (Fernandes et al., 2016).

Os topos de montanhas apresentam uma sensibilidade a ações antrópicas principalmente pelas queimadas, onde pode haver uma grande perda de biodiversidade, parte das áreas amostradas sofreram incêndios florestais na estação seca como no (SB) e (PESOB) podendo ter refletido na riqueza e abundância de espécies (Costa, 2016).

4 CONCLUSÃO

Os ecossistemas de topos de montanha caracterizam-se por apresentar ambientes megadiversos, com fitofisionomias campestres que abrigam uma biodiversidade de fauna e flora frequentemente restrita a esse tipo de vegetação. Os resultados obtidos indicam que as cores das flores não apresentaram variação espacial significativa entre as áreas amostradas. No entanto, observou-se dissimilaridade na composição de espécies entre o Parque Estadual do Itacolomi e a Serra da Brígida. Entre as cores registradas, a cor branca destacou-se por apresentar maior riqueza de espécies florais. Embora não tenham sido amostradas durante quatro meses do estudo, as cores amarela, rosa e roxa também apresentaram valores expressivos nas três áreas analisadas.

A diversificação entre as áreas pode ter influenciado diretamente a diversidade de flores, apresentando grande números de riqueza e abundância de espécies vegetais, bem como maior variabilidade nas cores florais. Nesse período de estudo, as cores roxa e branca foram mais prevalentes em topos de montanhas. As flores desempenham papel essencial na manutenção dos ecossistemas, contribuindo para a conservação da diversidade ecológica. Em ambientes de topo de montanha, a variação de cor das flores pode favorecer a atração de diferentes polinizadores, influenciando o sucesso reprodutivo das plantas e contribuindo para a estabilidade desses ecossistemas.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited? *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 3, p. 1–10, 2010.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé de Gigante Reserve. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, p. 129–145, 2000.

BERGAMO, P. J. et al. Flower colour within communities shifts from overdispersed to clustered along an alpine altitudinal gradient. *Oecologia*, v. 188, p. 223–235, 2018.

CAMPOS, L. et al. Contribuições para o conhecimento florístico do Espinhaço Setentrional. *Rodriguésia*, v. 67, p. 427–437, 2016.

CARMO, F. F. et al. Fundão tailings dam failure: the environment tragedy of the Rio Doce Basin. *Marine Pollution Bulletin*, v. 110, p. 1–12, 2017.

CINCOTTA, R.; WISNEWSKI, J.; ENGELMAN, R. Human population in biodiversity hotspots. *Nature*, v. 404, p. 990–992, 2000.

COSTA, F. V. et al. Few ant species play a central role linking different plant resources. *PLOS ONE*, v. 11, n. 12, e0167161, 2016.

DALRYMPLE, R. L. et al. Macroecological patterns in flower colour are shaped by biotic and abiotic factors. *New Phytologist*, v. 228, p. 1–14, 2020.

FERNANDES, G. W. et al. Ecology and conservation of mountain-top grasslands in Brazil. *Journal of Environmental Management*, v. 182, p. 1–10, 2016.

FITZSIMONS, J. A. et al. Conserving biodiversity in production landscapes. *Biological Conservation*, v. 211, p. 1–10, 2017.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. Espinhaço Range region. In: DAVIS, S. D. et al. (org.). *Centres of plant diversity*. Cambridge: IUCN, 1997. p. 397–404.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. *The insects: an outline of entomology*. 4. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2008.

HOPPER, S. D. et al. Old climatically buffered, infertile landscapes (OCBILs). *Plant and Soil*, v. 322, p. 49–86, 2009.

JENKINS, C. N.; PIMM, S. L. Defining the global distribution of biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 103, p. 109–113, 2006.

LEMES, F. O. A. Relações florísticas... 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MARTINS, F. Q.; BATALHA, M. A. Pollination systems in cerrado species. *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, p. 543–552, 2006.

MESSIAS, M. C. et al. Flora fanerogâmica do Parque Estadual do Itacolomi. *Biota Neotropica*, v. 17, n. 1, 2017.

Mendonça, et al.; Interações entre plantas e visitantes florais em ecossistemas de turfeiras em Minas Gerais, Brasil. (2023). *Revista Espinhaço 12*

MOREIRA, M. M.; FREITAS, L. Pollination system by small insects. *Neotropical Entomology*, v. 49, p. 472–481, 2020.

MORELLATO, L. P. C. et al. Phenology of Atlantic forest trees. *Biotropica*, v. 32, p. 811–823, 2000.

HOPPER, S. D. OCBIL theory: towards an integrated understanding of the evolution, ecology and conservation of biodiversity on old, climatically buffered, infertile landscapes. *Plant and Soil*, v. 322, n. 1–2, p.

MUCHHALA, N.; JOHNSEN, S.; SMITH, S. D. Competition for pollination shapes flower color. *Evolution*, v. 68, p. 2275–2286, 2014.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, v. 120, p. 321–326, 2011.

PATACA, L. C. et al. Temporalidade da floração nos campos rupestres. *Revista Espinhaço*, v. 12, p. 1–16, 2023.

ROCHA, R. M. P. Redes de interações planta-polinizador. 2023. Dissertação (Mestrado) – UFOP, Ouro Preto, 2023.

GARCIA, J. E.; DYER, A. G.; BURD, M.; SHRESTHA, M. Flower colour and size signals differ depending on geographical location and altitude region. *Plant Biology*, v. 23, n. 6, p. 905–914, 2021. DOI: 10.1111/plb.13326.

SALLES, D.; CARMO, F.; JACOBI, C. Habitat loss and endemic plants. *Environmental Conservation*, v. 46, p. 140–146, 2018.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. Pollination in cerrado. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 48, p. 651–663, 1988.

SILVEIRA, F. A. O. et al. Ecology and evolution of campo rupestre. *Plant and Soil*, v. 403, p. 1–15, 2016.

STAGGEMEIER, V. G.; MORELLATO, L. P. C. Reproductive phenology. *International Journal of Biometeorology*, v. 55, p. 843–854, 2011.