

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA EVOLUTIVA DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
ESTRUTURAL, MOLECULAR E GENÉTICA**

LAIANE MARIA MICALOSKI

**SAZONALIDADE FLORÍSTICA E FENOLOGIA EM COMUNIDADES
CAMPESTRES NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA,
PARANÁ, BRASIL**

**PONTA GROSSA
2025**

LAIANE MARIA MICALOSKI

**SAZONALIDADE FLORÍSTICA E FENOLOGIA EM COMUNIDADES
CAMPESTRES NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA,
PARANÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biologia Evolutiva da Universidade Estadual de Ponta Grossa em associação com a Universidade do Centro Oeste do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Biologia Evolutiva).

Orientadora: Profa. Dra Rosângela Capuano Tardivo

Coorientadora: Profa. Dra Marta Regina Barrotto do Carmo

**PONTA GROSSA
2025**

M619 Micaloski, Laiane Maria
Sazonalidade florística e fenologia em comunidades campestres no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil / Laiane Maria Micaloski. Ponta Grossa, 2025.
86 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Área de Concentração: Biologia Evolutiva), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Rosângela Capuano Tardivo.
Coorientadora: Profa. Dra. Marta Regina Barrotto do Carmo.

1. Vegetação campestre. 2. Fenologia. 3. Sazonalidade. 4. Composição florística. 5. Mudanças climáticas. I. Tardivo, Rosângela Capuano. II. Carmo, Marta Regina Barrotto do. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Biologia Evolutiva. IV.T.

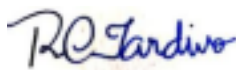
CDD: 574.87

LAIANE MARIA MICALOSKI

SAZONALIDADE FLORÍSTICA E FENOLOGIA EM COMUNIDADES CAMPESTRES NO PARQUE
ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA, PARANÁ, BRASIL

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biologia Evolutiva da Universidade Estadual de Ponta Grossa em associação com a Universidade do Centro Oeste do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Biologia Evolutiva).

Ponta Grossa, 30 de abril de 2025.



Profa Dra Rosângela Capuano Tardivo – Orientadora
Doutora em Botânica
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Dra Adriane Ribeiro da Silva
Doutora em Engenharia Florestal
Grupo Energia



Profa Dra Melissa Koch Fernandes de Souza
Doutora em Geografia
Universidade Estadual de Ponta Grossa

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora Rosângela, minha orientadora, pelas contribuições e orientações ao longo desta jornada. Sua escuta sempre respeitosa e suas observações técnicas enriqueceram este trabalho em momentos importantes. Sou grata pela presença e pelo apoio durante essa caminhada.

À Professora Marta, minha coorientadora, meu mais sincero agradecimento. Foi ainda na graduação que me recebeu de braços abertos e acreditou no meu potencial, mesmo quando eu mesma duvidava. Desde então, tem sido uma presença fundamental, não apenas como orientadora, mas como guia e inspiração. Seu acolhimento, sua paciência e sua generosidade moldaram não só este trabalho, mas também a pessoa e a pesquisadora que me tornei. E não posso deixar de mencionar o seu olhar sensível e apaixonado pela botânica, algo que inspira e encanta quem tem a chance de partilhar esse universo ao seu lado. Toda a dedicação e apoio que recebi são impossíveis de retribuir, mas guardarei para sempre com enorme gratidão.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Evolutiva, pela estrutura e pelas oportunidades que impulsionaram meu crescimento acadêmico e pessoal. À Divisão de Serviço da UEPG, pelo apoio logístico essencial ao trabalho de campo.

Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), pela autorização da pesquisa, e aos funcionários do Parque Estadual de Vila Velha, pela acolhida e disponibilidade em todas as visitas. Ao SIMEPAR, pelo compartilhamento dos dados climáticos que enriqueceram este estudo.

Agradeço aos pesquisadores e membros do projeto PARNA, cuja bolsa de pesquisa foi fundamental para a realização deste mestrado, além de proporcionar valiosos aprendizados sobre as paisagens dos Campos Gerais e os desafios a elas associados.

Ao Jorge Iarmul, meu parceiro de campo e de risadas, minha gratidão profunda. Enfrentamos juntos os desafios e alegrias do trabalho em campo, e sua parceria tornou tudo mais leve e possível. Obrigada pela companhia, pela troca e pela amizade.

Ao grupo FLORECO e amigos da pós-graduação, especialmente: Lucas, Stephany, Pablo, Gabriela e Brenda por serem mais do que colegas e amigos. Vocês foram apoio, afeto e alegria nos momentos em que mais precisei. Levo comigo o carinho e a força de cada um.

Ao Weverton, por todas as análises estatísticas sempre precisas, e ao Átila, pelo cuidado na elaboração do mapa que ajudou a contar visualmente essa história.

Ao meu amado, Geovanni, por ser abrigo nos dias difíceis, sorriso nos dias leves e por ter caminhado ao meu lado com tanto amor. Obrigada por se deixar encantar pela botânica junto comigo e transformar essa jornada em partilha tornou tudo ainda mais bonito.

E, com todo o amor, à minha família. Aos meus pais, Maria Lucia e Adriano, que sempre acreditaram no meu caminho. Esta conquista é nossa. Obrigada por tudo por acreditarem, por lutarem e por me ensinarem, todos os dias, o valor da coragem e da persistência.

RESUMO

As formações campestres são ecossistemas de alta relevância ecológica, mas ameaçados, especialmente nos Campos Gerais do Paraná. Este estudo analisou a composição florística, a estrutura sazonal e os padrões fenológicos de comunidades vegetais campestres em três fitofisionomias do Parque Estadual de Vila Velha: campo seco, campo úmido e campo rupestre. A dissertação está dividida em dois capítulos. O primeiro avaliou a variação florística e a sazonalidade entre agosto de 2023 e julho de 2024, considerando riqueza de espécies, estrutura funcional e estabilidade temporal em relação ao clima. As análises incluíram rarefação, UPGMA (índice de Sorensen), estabilidade, sincronia, turnover e ranqueamento. Foram registradas 179 espécies em 46 famílias, com maior riqueza no campo seco. Asteraceae, Poaceae e Fabaceae representaram 52% da flora. Hemicriptófitas predominaram (55%) e a anemocoria foi a síndrome de dispersão mais comum, especialmente no campo seco. Trinta e duas espécies estão ameaçadas em nível nacional e onze em nível estadual. O campo seco apresenta maior diversidade de espécies, com a curva de rarefação com ascensão contínua. A UPGMA indicou forte diferenciação entre fitofisionomias. O campo úmido teve maior estabilidade; o campo seco, menor sincronia e maior turnover. A precipitação anual foi de 1078 mm, com 29% em outubro e nove meses subsequentes de seca, coincidindo com desaparecimento e recrutamento de espécies, sobretudo no campo seco. O segundo capítulo comparou eventos fenológicos entre julho de 2012 a julho de 2013 e de 2023 a 2024, por meio do índice de Fournier e correlações de Spearman com clima. Em 2023–2024, a floração e a frutificação foram mais longas e menos sincronizadas, especialmente no campo seco. Em 2012–2013, os picos ocorreram mais tardiamente. A interação entre temperatura e precipitação teve forte correlação com a floração no campo seco, e a senescência ocorreu de forma mais precoce no campo seco e rupestre. Os resultados indicam alterações nos padrões fenológicos ao longo da década, possivelmente associadas a alterações climáticas. Conclui-se que o parque abriga elevada diversidade campestre, mas com estabilidade ecológica variável entre as fitofisionomias, reforçando a vulnerabilidade do campo seco e a necessidade de monitoramento contínuo, manejo adaptativo e ações de conservação, além de mais estudos sobre a flora local.

Palavras chaves: Vegetação campestre; fenologia; sazonalidade; composição florística; mudanças climáticas.

ABSTRACT

Grassland formations are ecologically important yet increasingly threatened ecosystems, particularly in the Campos Gerais region of Paraná, southern Brazil. This study investigated the floristic composition, seasonal structure, and phenological patterns of grassland plant communities in three vegetation types within the Vila Velha State Park: dry grassland, wet grassland, and rocky grassland. The dissertation is organized into two chapters. The first chapter assessed floristic variation and seasonality from August 2023 to July 2024, considering species richness, functional structure, and temporal stability in relation to climate. Analyses included rarefaction, UPGMA (Sorensen index), stability, synchrony, turnover, and species rank. A total of 179 species across 46 families were recorded, with the dry grassland showing the highest richness. Asteraceae, Poaceae, and Fabaceae accounted for 52% of the flora. Hemicryptophytes were dominant (55%), and anemochory was the most common dispersal syndrome, especially in the dry grassland. Thirty-two species are nationally threatened, and eleven are listed at the state level. The dry grassland had the highest species diversity, with a continuously increasing rarefaction curve. UPGMA analysis indicated strong differentiation among the vegetation types. The wet grassland showed greater stability, while the dry grassland exhibited lower synchrony and higher turnover. Annual precipitation totaled 1078 mm, with 29% concentrated in October followed by nine months of drought, coinciding with species disappearance and recruitment, particularly in the dry grassland. The second chapter compared phenological events from July 2012 to July 2013 and from 2023 to 2024 using the Fournier index and Spearman correlations with climate data. In 2023–2024, flowering and fruiting were longer and less synchronized, especially in the dry grassland. In 2012–2013, peak events occurred later. The interaction between temperature and precipitation was strongly correlated with flowering in the dry grassland, and senescence occurred earlier in the dry and rocky grasslands. The results indicate changes in phenological patterns over the past decade, linked to climate change. The findings highlight the park's high grassland diversity, with variable ecological stability among vegetation types, emphasizing the vulnerability of dry grasslands and the need for continuous monitoring, adaptive management, conservation efforts, and further studies on local flora.

Keywords: Grassland vegetation; phenology; seasonality; floristic composition; climate change.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das áreas de amostragem em diferentes fitofisionomias no Parque Estadual de Vila Velha.....	12
Figura 2 – Arenitos do Parque Estadual de Vila Velha.....	13
Figura 3 – Fitofisionomias amostradas.....	20
Figura 4 – Formas de vida registradas no total dos ambientes estudados.	24
Figura 5 – Formas de vida registradas por ambiente.	25
Figura 6 – Síndromes de dispersão registradas no total dos ambientes estudados .	26
Figura 7 – Síndromes de dispersão registradas por ambiente.	26
Figura 8 – Valores médios de precipitação e temperatura do período de agosto de 2023 a julho de 2024 para a região de Ponta Grossa, Paraná.	27
Figura 9 – Curvas de rarefação (linhas contínuas), bandas de extrapolação e estimador de riqueza não paramétrico Chao 2 (linhas pontilhadas) das três fitofisionomias campestres do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná.	28
Figura 10 – Dendrograma da análise de agrupamento UPGMA com índice de similaridade de Sorensen para as espécies amostradas em três fitofisionomias campestres do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná.	29
Figura 11 – Gráfico de estabilidade da comunidade nas três fitofisionomias campestres: campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR)	30
Figura 12 – Gráfico de sincronia nas três fitofisionomias campestres: campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR)	31
Figura 13 – Variação do turnover das comunidades vegetais ao longo do tempo nas três fitofisionomias campestres: campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR)	32
Figura 14 – Variação no ranqueamento das espécies ao longo do tempo nas três fitofisionomias: campo seco, campo úmido e campo rupestre.	33
Figura 15 – Variação na abundância relativa das cinco espécies dominantes em três fitofisionomias (campo seco, campo úmido e campo rupestre) ao longo do período de amostragem.	34
Figura 16 – Valores médios de precipitação e temperatura do período de julho de	

2012 a julho de 2013 e valores médios de precipitação esperados para a região de Ponta Grossa, Paraná.....	50
Figura 17 – Valores médios de precipitação e temperatura do período de agosto de 2023 e julho 2024 para a região de Ponta Grossa, Paraná	51
Figura 18 – Porcentagem de espécies nos diferentes eventos fenológicos mensalmente (floração, frutificação, brotamento e senescência) em relação às variáveis meteorológicas (temperatura média mensal e precipitação total mensal), em dois períodos amostrais: 2012–2013 e 2023–2024.....	53
Figura 19 – Índice de Fournier mensal para os diferentes eventos fenológicos em relação às variáveis meteorológicas, nos períodos amostrais de 2012–2013 e 2023–2024.	54
Figura 20 – Correlação de Spearman entre eventos fenológicos e variáveis climáticas nos anos de 2012–2013 e 2023–2024, nos ambientes de campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR).....	55
Figura 21 – Correlação de Spearman X Fournier entre eventos fenológicos e variáveis climáticas nos anos de 2012–2013 e 2023–2024, nos ambientes de campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR).	56

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	9
CAPÍTULO 1 – VARIAÇÃO FLORÍSTICA SAZONAL EM TRÊS FITOFISIONOMIAS CAMPESTRES NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA, PARANÁ	17
1.1 INTRODUÇÃO	17
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	19
1.2.1 Área de Estudo	19
1.2.2 Coleta de Dados	20
1.2.3 Análise dos Dados	22
1.3 RESULTADOS	23
1.3.1 Florística	23
1.3.2 Variáveis Meteorológicas	27
1.3.3 Análise de Dados	28
1.4 DISCUSSÃO	34
1.5 CONCLUSÃO	39
1.6 REFERÊNCIAS	41
 CAPÍTULO 2 – FENOLOGIA REPRODUTIVA DE TRÊS FITOFISIONOMIAS CAMPESTRES NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ.	46
2.1 INTRODUÇÃO	46
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.2.1 Caracterização da Área de Estudo	47
2.2.2 Coleta e Análise dos Dados	48
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
2.3.1 Dados Climáticos	49
2.3.2 Dados Fenológicos	51
2.4 REFERÊNCIAS	60
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A – RELAÇÃO DE ESPÉCIES AMOSTRADAS	70
APÊNDICE B – RELAÇÃO DE ESPÉCIES AMOSTRADAS E PADRÃO FENOLOGICO	81

INTRODUÇÃO GERAL

As formações campestres são um dos ecossistemas mais vastos do planeta, cobrindo cerca de um quarto da superfície terrestre e abrigando aproximadamente 10.000 espécies vegetais (Bilenca e Miñarro, 2004). No Brasil, ocupam 27% do seu território, sendo menos de 7% referentes aos campos sulinos (Overbeck *et al.* 2015; Segatto *et al.* 2024).

Essas áreas desempenham um papel crucial na manutenção da composição dos gases atmosféricos, absorvendo CO₂, além de auxiliar no controle da erosão do solo (Bilenca e Miñarro, 2004).

Os campos do sul do Brasil são ecossistemas naturais que caracterizam essa região há muito tempo, antes da expansão das formações florestais ocorrida após a metade do Holoceno (Dümig *et al.*, 2008; Behling *et al.*, 2009). Esses ecossistemas campestres estão integrados no bioma Pampa na porção sul e oeste do Rio Grande do Sul, e no bioma Mata Atlântica nas maiores altitudes do planalto do sul do Brasil (IBGE, 2012).

No estado do Paraná, na borda do Segundo Planalto, no reverso do degrau topográfico representado pela Escarpa Devoniana, a qual o separa do Primeiro Planalto, ocorre a região denominada de Campos Gerais, que constitui extensa área de campos com alta homogeneidade fisionômico (Moro e Carmo, 2007). A expressão “Campos Gerais” foi consagrada por Maack (1948), o qual definiu a região como uma unidade fitogeográfica natural, compreendendo os campos limpos, campos cerrados naturais e florestas de galerias ou capões isolados de Floresta Ombrófila Mista (Maack, 2012).

Os Campos Gerais abrangem porções das mesorregiões centro-leste Paranaense e distribuem-se com uma faixa de território curva, com convexidade para noroeste, com 11.761,41 km² de extensão, abrangendo vinte e dois municípios do estado (Melo *et al.*, 2014). A região é constituída de paisagem única no planalto subtropical, localizada entre dois biomas brasileiros apontados como *hotspots* mundiais, Mata Atlântica e Cerrado (Myers *et al.*, 2000)

A vegetação campestre dos Campos Gerais é a mais antiga do estado (Maack, 2012), preservada pela sua baixa aptidão agrícola, decorrente de solos pobres, rasos

e arenosos, e principalmente, pelo isolamento fitogeográfico imposto pela barreira geomorfológica representada pela Escarpa Devoniana (Melo *et al.*, 2014).

As fisionomias campestres apresentam predominância de cobertura herbácea e subarbusiva caracterizadas em: (a) campos secos, encontrados em áreas bem drenadas, (b) campos em afloramentos rochosos associados com vegetação sobre uma tênue camada de solo, (c) campos úmidos que ocupam pequenas extensões onde há acúmulo de água, por vezes próximo a córregos, outras em manchas onde o nível do lençol freático é superficial (Moro e Carmo, 2007).

Sabe-se que os campos possuem uma estrutura, função e dinâmicas particulares e que representam ecossistemas altamente interativos. Sua existência é condicionada por fatores abióticos (solo, relevo, dinâmica hidrogeomorfológica e, principalmente, clima), pela ação antrópica (queimadas, agricultura, fragmentação, alteração de habitat, introdução de espécies) e ainda, por eventos naturais (Pillar *et al.*, 2006).

Em relação ao clima, nas condições atuais, com aumento da temperatura e da umidade, após a última glaciação no Quaternário, a tendência natural é as florestas avançarem sobre os campos (Behling, 2009; Maack, 2012; Melo *et al.*, 2014). Tais características, somadas a supressão de pastejo e fogo, tem beneficiado o adensamento de espécies lenhosas, contribuindo para o avanço florestal sobre a matriz campestre (Duarte *et al.*, 2007; Silva, 2009; Marcilio-Silva *et al.*, 2015). Além disso, é esperado que as mudanças climáticas contemporâneas, induzidas pela atividade humana, possam influenciar ainda mais esse processo.

Apesar de a vegetação dos Campos Gerais do Paraná está com cerca de 20% da sua área sob conservação oficial em nove Unidades de Conservação (Moreira e Rocha, 2007), esses remanescentes representavam menos de 10% da cobertura vegetal original na década de 1990 (Rocha, 1995), porém as estimativas atuais é bem menores, tornando-se alarmantes, dada a grande importância ambiental, pois fixam carbono e garantem a conservação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos (Kozera *et al.*, 2009; Geahl *et al.*, 2010) e oferecem beleza cênica com potencial turístico importante para a região (Melo, 2009).

Levantamentos sobre a vegetação dos Campos Gerais têm contribuído para o conhecimento da flora campestre, registrando uma alta riqueza de espécies que abriga plantas raras, endêmicas e ameaçadas (Von Linsingen *et al.*, 2006; Cervi *et al.*, 2007; Moro e Carmo, 2007; Dalazoana *et al.*, 2007; Carmo *et al.*, 2012; Moro *et*

al., 2012; Silva *et al.*, 2016; Andrade *et al.*, 2017). Além disso, os estudos têm apontado diferenças significativas entre fisionomias com estrutura e composição distinta em cada comunidade (Silva *et al.*, 2016; Andrade, Assis e Carmo, 2023), o que salienta a diversidade de ambientes ao longo da região. Porém, há carência de uma avaliação mais consistente, principalmente sobre dinâmica destas formações, como o conhecimento das respostas das comunidades frente às diferenças sazonais do clima, regulando a época, intensidade, duração e periodicidade dos eventos fenológicos vegetativos e reprodutivos. Estes estudos se fazem essenciais para compreender a ecologia dos ecossistemas e seu funcionamento e, consequentemente, permitir adequadas e urgentes medidas de conservação (Overbeck *et al.*, 2007).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a composição, estrutura sazonal e o padrão fenológico de comunidades vegetais campestres na região dos Campos Gerais, Paraná. Os dados obtidos poderão ampliar o entendimento sobre a vegetação local e os padrões climáticos que influenciam os eventos biológicos, além de proporcionar uma avaliação do estágio sucessional em que essas comunidades se encontram. Ainda, o estudo contribuirá como base para o desenvolvimento de práticas de manejo adequadas a esse tipo de vegetação, que é extremamente frágil e abriga diversas espécies ameaçadas de extinção.

O estudo foi realizado em três fitofisionomias campestres, analisando áreas de campo seco (estepe não-hidromórfica), campo úmido (estepe hidromórfica) e campo com afloramentos rochosos (estepe rupestre), localizadas dentro dos limites do Parque Estadual de Vila Velha (Ponta Grossa, Paraná) e está dividido em dois capítulos: o primeiro capítulo focou na avaliação da composição e estrutura das comunidades campestres ao longo de 12 meses, buscando explorar as relações florísticas, os espectros biológicos e as variações sazonais na riqueza e diversidade de espécies nessas fitofisionomias. Já o segundo capítulo investigou o padrão fenológico da vegetação, relacionando-o com fatores meteorológicos em dois períodos 2012/2013 e 2023/2024, o que permitiu uma compreensão mais ampla dos ciclos de vida e das respostas adaptativas das espécies às variações locais e mudanças climáticas.

Esses dois enfoques oferecem uma visão abrangente da dinâmica ecológica das comunidades vegetais campestres, permitindo não apenas uma melhor compreensão das interações ecológicas e das adaptações sazonais, mas também

servindo de suporte para estratégias de conservação e manejo, especialmente pelas áreas remanescentes abrigarem espécies ameaçadas.

O estudo foi realizado no Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), uma Unidade de Conservação de 3.803 hectares localizada no município de Ponta Grossa entre as coordenadas 25° 12'34" e 25° 15'35" de latitude S e 49° 58'04" e 50° 03'37" longitude Oeste, a uma altitude de 800 a 1.068 m s.n.m., na região dos Campos Gerais, estado do Paraná, a uma distância de aproximadamente 80 km da capital, Curitiba (Figura 1) (IAP, 2004).

O PEVV apresenta um conjunto de formações naturais de expressivo valor cênico, científico e ambiental, consagrado como um importante polo de visitação turística e científica nos âmbitos estadual, nacional e internacional (IAP, 2004).

O PEVV é conhecido principalmente pelas suas imponentes formações rochosas, esculpidas nos arenitos pela ação da água da chuva, do vento e da radiação solar. (Moreira e Rocha, 2007) (Figura 2).

Figura 1 – Distribuição das áreas de amostragem em diferentes fitofisionomias no Parque Estadual de Vila Velha. Fonte: Santana, 2025.

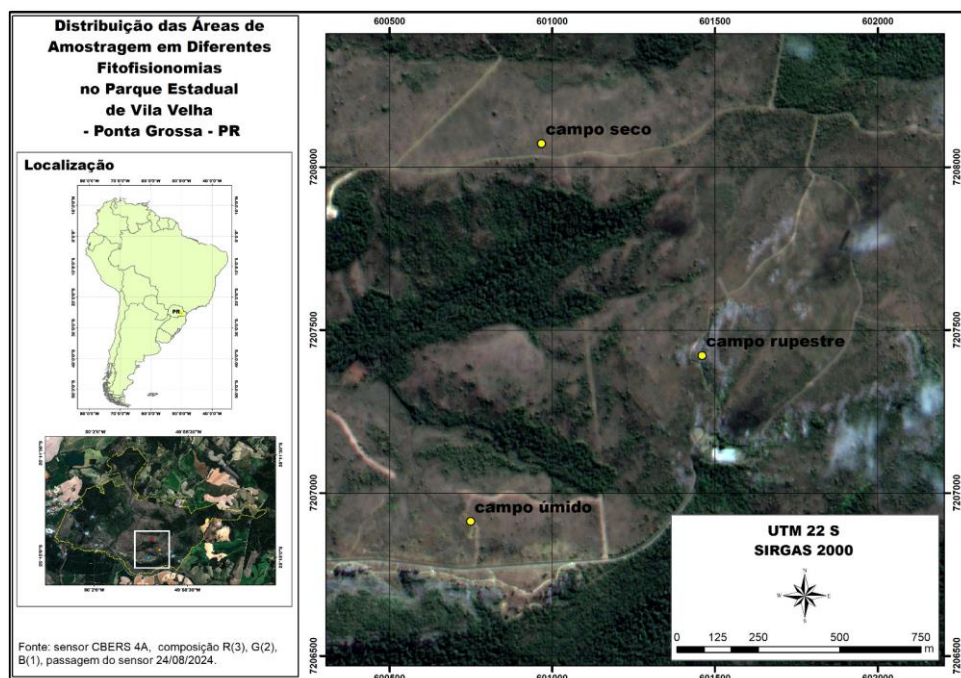
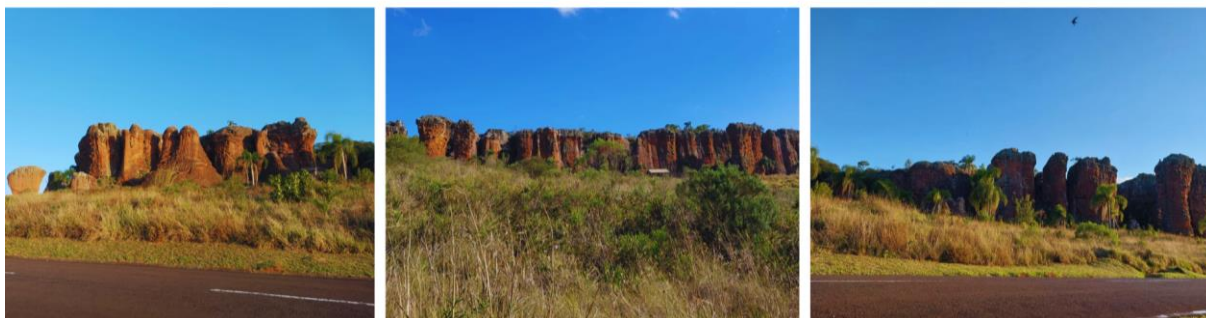


Figura 2 – Arenitos do Parque Estadual de Vila Velha. Ponta Grossa - PR. Fonte: o autor, 2023.



O clima no parque, segundo a classificação de Koeppen (1948), é do tipo Cfb, ou seja, úmido e temperado. A localização do Parque Estadual de Vila Velha, aliada a um regime de chuvas relativamente bem distribuídas, condiciona um clima ameno durante o verão, com invernos relativamente frios.

Os meses de janeiro e fevereiro são os mais quentes do ano, com temperatura média mensal de 21,4 °C, média das máximas de 27,2 °C e média das mínimas de 17,2 °C. O mês mais frio do ano é julho, apresentando média mensal de 13,8 °C, média das máximas de 20,2 °C e média das mínimas de 9,1 °C. A temperatura média anual é de 17,4 °C (Paraná, 2024).

As temperaturas mais extremas (máxima absoluta e mínima absoluta) registradas na área do parque desde 1954, oscilaram entre 36,2 °C em janeiro e -6 °C em julho, evidenciando as diferenças marcantes entre as estações do ano (Caramari, 2004).

A região do Parque de Vila Velha apresenta um total anual médio de 1.554 mm de precipitação. A estação chuvosa inicia-se em setembro, mas são frequentes as ocorrências de períodos secos de curta duração (veranicos) durante o mês de novembro e início de dezembro (Paraná, 2024).

O mês de janeiro é o mais chuvoso do ano, totalizando uma média de 168 mm, seguido de fevereiro com 162 mm. Embora haja redução das chuvas durante o inverno, o volume médio é considerado satisfatório para atender a demanda hídrica das plantas, pois nesta época do ano as perdas por evaporação e transpiração também são reduzidas. O mês de agosto é o mais seco do ano, com precipitação média de 78 mm (Caramari, 2004).

Nos meses de julho e agosto o número de dias com chuva é praticamente a metade dos meses de dezembro a março. Nos meses de janeiro e fevereiro, somente 50% dos dias, em média, não têm chuva (Paraná, 2024).

O Parque Estadual de Vila Velha (PEVV) apresenta uma grande diversidade de solos, resultado da heterogeneidade de seus compartimentos geopedológicos. Dentre as principais classes identificadas na região estão os Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos Húmicos, Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos, Gleissolos e Organossolos (Curcio *et al.*, 2004).

Os Latossolos são solos profundamente intemperizados e bem desenvolvidos, caracterizados por sua boa estruturação, alta porosidade e drenagem eficiente (Sá *et al.*, 2014). No PEVV, ocorrem Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos, originados a partir de dois materiais parentais distintos: folhelhos e arenitos. A textura varia conforme a rocha-mãe, sendo argilosa quando derivada do folhelho Ponta Grossa e média quando proveniente da mistura entre folhelho e arenito (Curcio *et al.*, 2004).

Os Cambissolos são solos minerais com um horizonte B incipiente e características bastante variáveis, influenciadas pelo material de origem, relevo e condições climáticas (Embrapa *et al.*, 2006). No PEVV, predominam os Cambissolos Húmicos e Háplicos, geralmente de textura média. No entanto, em áreas onde derivam do folhelho Ponta Grossa, podem apresentar textura argilosa (Curcio *et al.*, 2004).

Os Neossolos englobam solos pouco desenvolvidos, com características ainda muito próximas ao material de origem. Sua evolução é limitada tanto pela composição química e mineralógica quanto por fatores ambientais que reduzem a intensidade dos processos pedogenéticos (Embrapa *et al.*, 2006). No PEVV, os Neossolos Litólicos ocorrem em terrenos inclinados, frequentemente próximos a afloramentos de arenito Itararé e cursos d'água que atravessam o arenito Furnas. Nessas áreas, processos morfogenéticos, como falhamentos tectônicos, predominam sobre os pedogenéticos (Curcio *et al.*, 2004). Já os Neossolos Quartzarênicos, do grupo Órtico, são solos arenosos não hidromórficos, com espessura inferior a 120 cm (Curcio *et al.*, 2004).

Os Neossolos Flúvicos são encontrados principalmente ao longo do rio Quebra-Perna, onde se distribuem em diques marginais e porções internas da planície fluvial.

A presença desses solos está associada ao contínuo abandono de antigos canais meandantes, típico de rios com esse padrão de fluxo (Curcio *et al.*, 2004).

Os Gleissolos são solos hidromórficos, formados em ambientes com saturação frequente ou permanente de água. Apresentam horizonte glei a menos de 150cm da superfície, resultado de processos de gleização que ocorrem em condições redutoras, com baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido (Embrapa *et al.*, 2006). No PEVV, os Gleissolos são comuns em áreas de planície, onde frequentemente se associam a horizontes hísticos ou húmicos, ocorrendo em um mosaico com os Organossolos (Curcio *et al.*, 2004).

Os Organossolos são solos ricos em matéria orgânica, caracterizados por coloração escura devido à acumulação de restos vegetais em condições de drenagem restrita. Esses solos ocorrem em áreas baixas, como várzeas e depressões, bem como em regiões de surgência, abrigando vegetação hidrófila de fisionomia campestre ou florestal (Embrapa *et al.*, 2006).

O zoneamento da vegetação do Parque Estadual de Vila Velha segue a proposta definida pelo IAP (2004), onde foram mapeadas várias formações vegetacionais, destacando-se (Veloso *et al.*, 1991): a Estepe *stricto sensu* (campo não hidromórfico), estepe higrófila (campo hidromórfico), refúgios vegetacionais rupestres (campo rupestre), além das Formações Pioneiras de Influência Fluvial (várzea), Floresta Ombrófila Mista Montana (Floresta com Araucária) e Floresta Ombrófila Mista Aluvial (floresta ciliar). De forma complementar, há ocorrência de espécies da Savana, como evidenciado por Ritter, Ribeiro e Moro (2010).

As áreas de estepe não hidromórfica, ou campo seco, possuem aproximadamente 185 hectares e estão localizadas entre 880 e 900 metros de altitude (Cervi *et al.*, 2007). As áreas de campo higrófilo, ou campo úmido, correspondem a um vale de drenagem que faz parte da margem esquerda do rio Quebra Perna, onde o encharcamento constante do solo favorece essa formação (Silva *et al.*, 2016).

Essa área, com 65 hectares, é o maior campo higrófilo dentro do Parque, localizando-se entre a estepe *stricto sensu* e uma área de formações pioneiras de influência fluvial. Vegetação arbustiva e arbórea também acompanha as margens do córrego que recebe essas drenagens. Essa rara extensão de área úmida está protegida legalmente (Cervi *et al.*, 2007).

O Parque Estadual de Vila Velha é reconhecido como o único local no Paraná onde ocorrem relictos bem preservados de vegetação rupestre, assentados sobre

formações rochosas do arenito Itararé. Esse ambiente apresenta uma vegetação altamente especializada, adaptada ao microclima, que inclui táxons endêmicos dos Campos Gerais, como o cacto-bola *Parodia carambeiensis* Buining e Bredero, a bromélia *Tillandsia crocata* (E.Morren) Baker, e a gesneriácea *Sinningia canescens* (Mart.) Wiehler (Paraná, 1995; Cervi *et al.*, 2007; Carmo e Moro, 2014).

Segundo Ritter (2008), o Parque Estadual de Vila Velha abriga pelo menos 175 espécies vegetais que ocorrem tipicamente em áreas de cerrado. No entanto, o parque não possui uma fitofisionomia típica de cerrado, pois essas espécies estão dispersas nas diversas paisagens do parque, tanto nos campos quanto nas bordas dos capões de Araucária (Silva e Passos, 2010).

CAPÍTULO 1 – VARIAÇÃO FLORÍSTICA SAZONAL EM TRÊS FITOFISIONOMIAS CAMPESTRES NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA, PARANÁ

1.1 INTRODUÇÃO

Os campos do sul do Brasil são remanescentes de épocas mais secas do Quaternário, já que no Holoceno iniciou-se a expansão das florestas sobre áreas abertas devido ao aumento da temperatura e da umidade (Behling *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2014).

Na região setentrional do Sul do Brasil, ao longo da Escarpa Devoniana paranaense, a unidade fitogeográfica denominada de Campos Gerais do Paraná (Maack, 1948), apresenta grande heterogeneidade florística, pertencendo ao Bioma Mata Atlântica, mas com influência do Bioma Cerrado na paisagem campestre (Carmo *et al.*, 2012; Moro, 2012; Moro e Carmo, 2014). As diferenças na composição florísticas são ditadas pelas oscilações das características do substrato, associada às variações topográficas, edáficas e nas condições de drenagem (Moraes *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2016; Andrade, Assis e Carmo, 2023).

Em áreas distribuídas sobre afloramentos rochosos e solos rasos e pobres, muitas espécies possuem adaptações xeromórficas, como caules subterrâneos, folhas carnosas ou coriáceas e até mesmo ausentes, com a presença de espinhos ou de pilosidade, além de óleos essenciais e tecidos capazes de acumular água (Maack, 2012; Moro e Carmo, 2014). Uma das características mais marcantes da vegetação campestre é a variação florística ao longo das estações do ano, que alternam junto com a sazonalidade climática. Isso porque as oscilações do ambiente afetam as características que otimizam a percepção entre a vegetação em tipos funcionais (Hoover *et al.*, 2014). Assim, as espécies variam em respostas morfológicas e ecológicas, através das formas de vida, já que representam adaptações às condições climáticas prevalentes, através da posição e proteção dos órgãos de crescimento (gemas e brotos) durante a estação desfavorável (Raunkiaer, 1934).

Antes das últimas décadas do século XX, a região dos Campos Gerais era amplamente considerada uma área preservada, principalmente devido à sua limitada aptidão agrícola e ao isolamento natural imposto pela Escarpa Devoniana (Troppmair, 1990). No entanto, a expansão acelerada do agronegócio alterou significativamente

essa realidade. A prática da monocultura voltada para exportação, a silvicultura e a introdução de espécies exóticas ligadas ao pastoreio têm exercido uma crescente pressão sobre as áreas campestres nativas (Nascimento e Serafim, 2013), sendo possível observar uma drástica redução dessas áreas, que hoje são altamente vulneráveis e contaminadas por espécies exóticas.

Estudos realizados por Ramos *et al.* (2007) demonstraram que os campos representam apenas 17,31% da área original em comparação com os dados levantados por Maack (1950), evidenciando uma significativa redução na vegetação campestre, resultado das transformações no uso da terra ao longo do tempo. Como consequência, muitas dessas paisagens campestres estão fragmentadas, isoladas em pequenas "ilhas" ou encaves cercados por vastas áreas agrícolas, o que aumenta ainda mais os desafios para sua conservação e sustentabilidade (Antiqueira e Moro, 2020; Ramos *et al.*, 2007).

Além disso, o aumento da temperatura e da umidade nos últimos milênios têm favorecido a tendência natural de expansão da floresta de araucária, da floresta estacional e das florestas de transição, que têm ocupado o espaço dos campos (Melo *et al.*, 2014).

Desta forma, com a intensificação das mudanças climáticas, projeta-se que os campos experimentem maior variabilidade nas precipitações, com tempestades mais intensas e secas mais severas no verão (Castillioni *et al.*, 2022). Segundo Stevens *et al.* (2022), o aumento de CO₂ altera a ecologia dos ecossistemas gramíneos, favorecendo o crescimento de plantas lenhosas em detrimento das gramíneas, o que pode levar ao desaparecimento desses ecossistemas.

Essas alterações terão um impacto direto na estrutura e no funcionamento dos ecossistemas gramíneos, afetando a vegetação e os serviços ecossistêmicos fornecidos por esses ambientes (Castillioni *et al.*, 2022).

Estudos, em diferentes áreas ao longo dos Campos Gerais, têm reforçado o caráter frágil deste ecossistema, onde foram encontradas espécies consideradas raras e/ou endêmicas (Carmo, 2006; Cervi *et al.* 2007; Kozera *et al.*, 2009; Moro *et al.*, 2012; Moro e Carmo, 2014; Andrade *et al.*, 2017; Antiqueira e Moro, 2020), incluídas em listas oficiais de Espécies Ameaçadas de Extinção (Paraná, 1995; CNCFlora, 2025) .

Embora esses dados tenham contribuído para a compreensão da composição florística e estrutural da vegetação campestre na região, ainda existem lacunas que

precisam ser preenchidas, por exemplo, como as comunidades vegetais respondem às variações ambientais ao longo das estações do ano e os impactos das mudanças climáticas atuais na dinâmica da vegetação.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar as alterações da flora de fitofisionomias campestres em diferentes características de drenagem do substrato na região dos Campos Gerais do Paraná, com foco na resposta das comunidades frente às condições ambientais sazonais, a fim de fornecer um entendimento mais detalhado sobre sua resiliência e estabilidade.

Assim, o estudo buscou avaliar se as variações florísticas das diferentes comunidades, observadas ao longo do ano, estão correlacionadas com variáveis meteorológicas, como temperatura e precipitação com o intuito de compreender como as mudanças climáticas afetam os padrões de riqueza e diversidade nas fitofisionomias campestres paranaense. Dessa forma, pretende-se prever como a vegetação pode responder a alterações climáticas futuras e contribuir para a adaptação de estratégias de manejo mais eficazes para a conservação desses ecossistemas frágeis e extremamente ameaçados pela drástica redução da sua área original.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Área de Estudo

O estudo foi conduzido no Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), uma unidade de conservação situada nos Campos Gerais, no município de Ponta Grossa, Paraná. Com uma área de 3.823,28 hectares, o parque localiza-se entre as coordenadas 25° 12'34" e 25° 15'35" de latitude sul e 49° 58'04" e 50° 03'37" de longitude oeste, apresentando altitudes que variam entre 800 e 1.068 metros acima do nível do mar (IAP, 2004).

O clima do município de Ponta Grossa é classificado como Cfb, de acordo com Koeppen (1948), o que caracteriza um clima temperado e úmido, com verões frescos e sem uma estação seca definida. O regime pluviométrico da cidade registra uma média anual de precipitação entre 1.200 e 1.800 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso e agosto o mais seco (Cruz, 2014).

O PEVV abriga diferentes formações vegetacionais, incluindo estepe stricto sensu (Campo seco), estepe hidromórfica (campo úmido) e refúgios vegetacionais rupestres (campo rupestre). Além disso, o parque possui formações pioneiras de influência fluvial (várzea), Floresta Ombrófila Mista Montana (com araucárias) e Floresta Ombrófila Mista Aluvial (floresta ciliar), com ocorrências pontuais de espécies típicas da Savana (Cervi *et al.*, 2007).

A vegetação campestre do Parque Estadual de Vila Velha, apresenta alta diversidade florística, fortemente influenciada por fatores ambientais, como as condições pedológicas, hídricas e os distúrbios naturais (Silva *et al.*, 2016). O estudo realizado por Silva (2014) identificou 291 espécies, distribuídas em 53 famílias, com destaque para Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae e Melastomataceae, que representaram a maior parte da riqueza florística.

1.2.2 Coleta de Dados

Os levantamentos foram realizados em três fitofisionomias campestres distintas: campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR) (Figura 3). Cada uma dessas áreas apresenta características pedológicas particulares que influenciam diretamente a vegetação local. No CR, por exemplo, as unidades amostrais foram estrategicamente posicionadas nas fraturas das rochas, onde há um pequeno acúmulo de solo, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento de plantas adaptadas a essas condições extremas.

Figura 3 – Fitofisionomias amostradas: (A) Campo seco, (B) Campo úmido e (C) Campo rupestre. Fonte: o autor, 2023.



Para o levantamento florístico foi utilizado as mesmas 30 parcelas permanentes de 1x1m em cada fitofisionomia estabelecidas pelo estudo de Silva *et*

al. (2016), as quais foram dispostas aos pares, com um espaçamento de 10 m entre elas, formando três transectos compostos por cinco blocos cada. Dessa forma, a amostragem totalizou uma área de 90m² por fitofisionomia.

As expedições de campo ocorreram entre agosto de 2023 e julho de 2024, onde mensalmente foram estimadas as coberturas de cada espécie dentro das parcelas, segundo a escala de Fournier (1974): 1 (1-25%), 2 (26-50%), 3 (51-75%), 4 (76-100%).

Foram realizadas coletas de plantas em estágio fértil, isto é, portando flores e/ou frutos, realizadas por meio de caminhadas ao redor das parcelas amostradas. Esse método garantiu ampliar a gama de espécies em diferentes fases de desenvolvimento, assegurando uma amostragem representativa da flora local.

As amostras botânicas coletadas foram processadas seguindo os métodos tradicionais de taxonomia vegetal (Fidalgo e Bononi, 1989). Posteriormente, as exsicatas foram confeccionadas e depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa (HUPG). A identificação das espécies foi realizada com base em literatura especializada, comparação com material já depositado no HUPG e consultas a especialistas e bancos de dados disponíveis *online*.

A organização taxonômica das famílias de angiospermas seguiu a classificação proposta pelo sistema APG IV (2016), e os nomes científicos das espécies foram revisados e atualizados conforme o banco de dados da Flora e Funga do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), garantindo que a nomenclatura estivesse em conformidade com os padrões científicos mais recentes.

As espécies coletadas foram classificadas de acordo com suas formas de vida, seguindo a proposta de Raunkiaer (1934), com adaptações de Mueller-Dombois e Ellenberg (1974). As categorias adotadas incluem Caméfitos (CAM), Fanerófitos (FAN), Geófitos (GEO), Hemicriptófitos (HEM), Lianas (LIA) e Terófitos (TER). Adicionalmente, a classificação das espécies quanto à síndrome de dispersão foi realizada conforme os critérios propostos por Pijl (1982), categorizando-as como anemocóricas (ANE), autocóricas (AUT) ou zoocóricas (ZOO).

Para verificar a categoria de *status* de conservação das espécies coletadas no levantamento foram realizadas consultas em listas vermelhas estadual e nacional. Para a sondagem em nível de território brasileiro, a pesquisa se deu através do banco de dados do Centro Nacional de Conservação da Flora (cncflora.jbrj.gov.br), a qual considera oito categorias, sendo elas: Criticamente em Perigo (CR), em perigo (EN), vulnerável (VU), quase ameaçada (NT), menos preocupante (LC), dado insuficientes

(DD), extinta (EX) e extinta da natureza (EW). Para o estado do Paraná, foi consultada a publicação “Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná” (Paraná, 1995), a qual é classificada em três categorias: Em perigo (EN), Vulnerável (VU) e Rara (RR). Para as espécies que ainda não tiveram o *status* de conservação analisado, foi adaptada a sigla NA (não avaliadas).

Em relação às variáveis meteorológicas, foram coletados dados de precipitação (em mm) e temperatura (em °C) entre agosto de 2023 e julho de 2024, obtidos da estação meteorológica do Instituto Tecnológico SIMEPAR.

1.2.3 Análise dos Dados

Para fins de comparação com o levantamento realizado por Silva *et al.* (2016), foi repetida a análise da exatidão amostral, avaliada por meio da comparação da riqueza de espécies encontradas nas parcelas e a quantidade de espécies preditas pelo estimador de riqueza não-paramétrico *Chao 2*. Para cada comunidade campestre estudada a riqueza foi comparada através de curvas de rarefação e por bandas de confiança geradas por 100 aleatorizações das unidades amostrais.

Também para comparar possíveis mudanças nas similaridades florísticas entre as unidades amostrais levantados neste estudo com aqueles descritos por Silva *et al.* (2016), foi repetido o cálculo do índice de Sorensen, seguindo a mesma metodologia, ou seja, utilizando uma matriz onde as colunas X_j representavam as espécies, as linhas X_i as unidades amostrais e cada valor X_{ij} a presença/ausência de cada espécie para cada parcela. Esta matriz de similaridade foi empregada para classificar as unidades amostrais por meio de uma análise de agrupamento por médias aritméticas não ponderadas (*Unweighted arithmetic average clustering - UPGMA*). A qualidade do agrupamento foi avaliada por meio da correlação cofenética, valores de correlação mais próximos a 1, indicam um melhor modelo de agrupamento. As análises foram efetuadas no R v. 3.2.2 (*R Core Team* 2015), usando os pacotes *vegan* e *cluster*.

Para verificar os padrões de presença e abundância de espécies das comunidades campestres como resposta às variações climáticas ao longo dos meses do ano, foi realizado o teste de Métricas de Estabilidade, onde valores maiores indicam locais mais estáveis e valores menores indicam instabilidade, ou seja, quando espécies abundantes desaparecem e não são substituídas por outras espécies abundantes (Hallett, 2020). Também foi realizado um teste de Sincronia, para verificar

a concomitância no aparecimento/desaparecimento das espécies que compõem cada comunidade ao longo do tempo. A medida de sincronia é padronizada entre 0, para assincronia perfeita, e 1 para a sincronia perfeita (Loreau e Mazancourt, 2008; Hallett, 2020). Essas métricas foram calculadas no R v. 3.2.2 (R Core Team 2015), usando os pacotes *codyn*.

Para caracterizar mudanças temporais das espécies nas fitofisionomias estudadas foram realizadas análises de riqueza, de *turnover* (substituição) e mudança de ranqueamento das espécies em cada comunidade e das cinco mais abundantes para averiguar a influência dessas na oscilação ao longo dos meses do ano. As análises foram efetuadas no R v. 3.2.2 (R Core Team 2015), pacote *betapart*.

1.3 RESULTADOS

1.3.1 Florística

Foram amostradas um total de 179 espécies (APÊNDICE A) compreendidas em 46 famílias, sendo 130 espécies amostradas no campo seco (CS), 34 no campo úmido (CU) e 30 no campo rupestre (CR).

As famílias com maior riqueza florística foram Asteraceae (41 espécies), seguida de Poaceae (19), Fabaceae (16), Melastomataceae (7), Rubiaceae (7), totalizando 52% das espécies amostradas.

No CS, as famílias mais representativas foram Asteraceae (40), Fabaceae (14) e Poaceae (8). No CU, as mais representativas foram Poaceae (10) e Cyperaceae (7), enquanto no CR foram Asteraceae (5) e Bromeliaceae (4). Foram comuns às três fitofisionomias sete famílias: Apocynaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Poaceae, Polypodiaceae e Dennstaedtiaceae.

As famílias exclusivas do CS foram: Acanthaceae, Amaranthaceae, Amaryllidaceae, Apiaceae, Aquifoliaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae, Hypericaceae, Lauraceae, Lytraceae, Malvaceae, Moraceae, Oxalidaceae, Polygalaceae, Rubiaceae, Symplocaceae, Verbenaceae e Violaceae. No CU as famílias exclusivas foram Eriocaulaceae, Droseraceae, Juncaceae e Lentibulariaceae. Já para o CR foram Commelinaceae, Portulacaceae e Solanaceae.

As espécies comuns amostradas nas três fitofisionomias estudadas foram: *Minaria acerosa* (Mart.) T.U.P.Konno & Rapini, *Bulbostylis capillaris* (L.) C.B.Clarke, *Dichanthelium sabulorum* (Lam.) Gould & C.A. Clark, *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze, *Serpocaulon catharinae* (Langsd. e Fisch.) A.R.Sm. e *Pteridium esculentum* (G. Forst.) Cockayne.

No presente estudo, foram registradas 105 espécies hemicriptófitas (55%), seguidas por 27 caméfitas (14%), 24 fanerófitas (13%), 16 terófitas (8%), 16 geófitas (8%) e 4 lianas (2%) (Figura 4). No CS, as hemicriptófitas foram a forma de vida mais abundante, com 60 espécies, seguidas por caméfitas (23), fanerófitas (17), terófitas (14), geófitas (11) e lianas (3) (Figura 5 A). No CU, registaram-se 25 espécies hemicriptófitas, 3 fanerófitas, 3 geófitas, 2 caméfitas e 1 terófitas (Figura 5 B). No CR, também houve predominância de hemicriptófitas (20), seguido por (4) fanerófitas, (2) caméfitas, (2) geófitas, (1) terófitas e (1) liana.(Figura 5 C).

Figura 4 – Formas de vida registradas no total dos ambientes estudados (campo seco, úmido e rupestre): hemicriptófitas (hem), caméfitas (cam), fanerófitas (fan), terófitas (ter), geófitas (geo) e lianas (lia). Fonte: o autor, 2025.

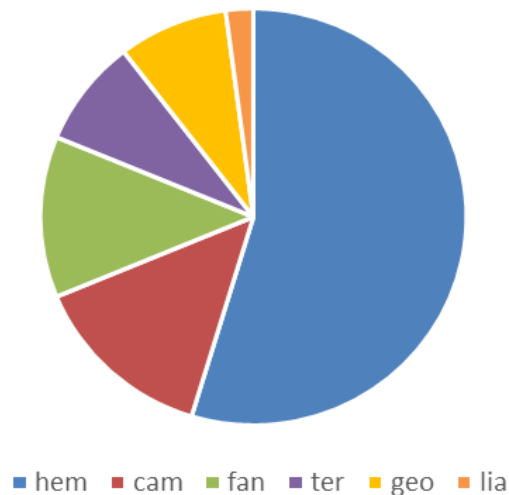
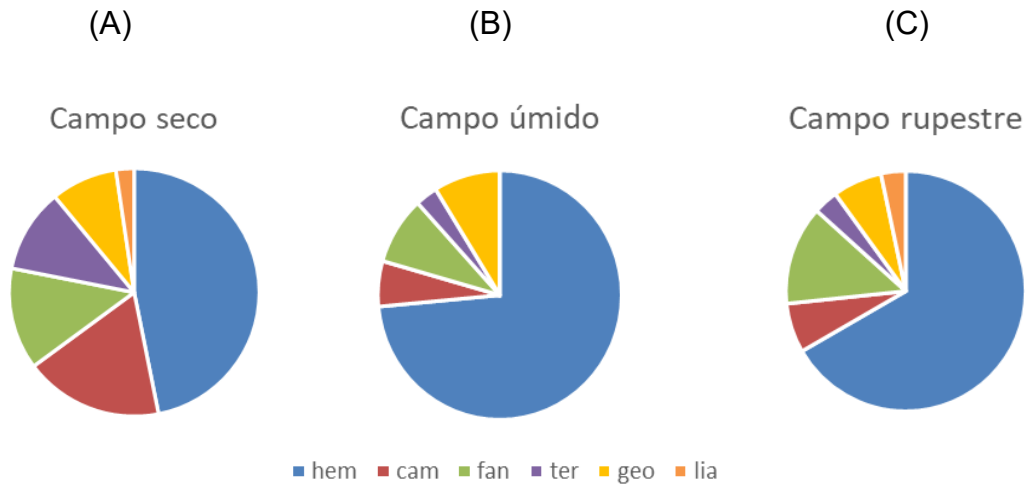


Figura 5 – Formas de vida registradas por ambiente: (A) campo seco, (B) campo úmido e (C) campo rupestre. Hemicriptófitas (hem), caméfitas (cam), fanerófitas (fan), terófitas (ter), geófitas (geo) e lianas (lia). Fonte: o autor, 2025.



Em relação às síndromes de dispersão, a anemocoria foi a mais frequente, com 114 espécies registradas, seguida pela autocoria (54 espécies) e pela zoocoria (29 espécies) (Figura 6). No CS, a anemocoria também representou a principal estratégia de dispersão, com 66 espécies, seguida pela autocoria (41) e pela zoocoria (23) (Figura 7 A). No CU, a anemocoria permaneceu como a síndrome mais comum, com 27 espécies, enquanto a autocoria foi observada em oito espécies e a zoocoria em apenas uma (Figura 7 B). No CR, foram registradas 21 espécies anemocóricas, cinco autocóricas e cinco zoocóricas (Figura 7 C).

Figura 6 – Síndromes de dispersão registradas no total dos ambientes estudados (campo seco, úmido e rupestre): autocoria (aut), anemocoria (ane) e zoocoria (zoo). Fonte: o autor, 2025.

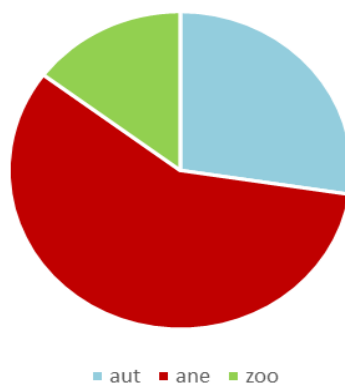
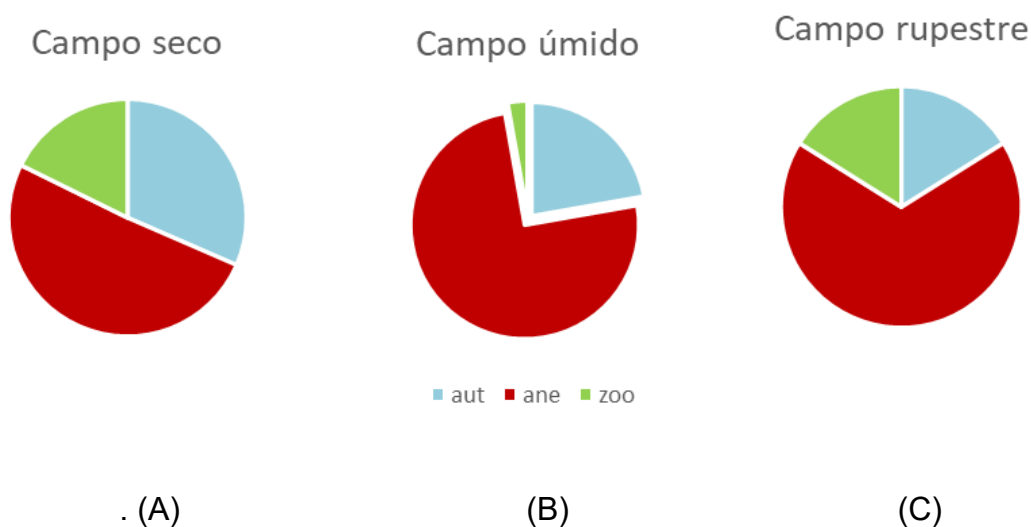


Figura 7 – Síndromes de dispersão registradas por ambiente: (A) campo seco, (B) campo úmido e (C) campo rupestre. autocoria (aut), anemocoria (ane) zoocoria (zoo). Fonte: o autor, 2025



Ao todo, foram registradas 32 espécies incluídas na lista de espécies ameaçadas de extinção do CNCFlora em nível nacional, das quais 24 são classificadas como Pouco Preocupantes (LC), 3 como Quase Ameaçadas (NT) e 5 como Vulneráveis (VU) (APÊNDICE 1).

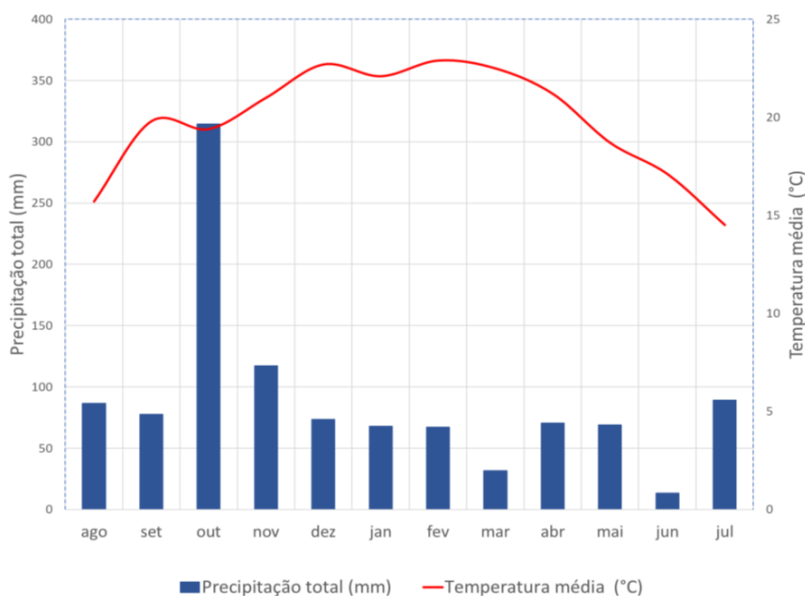
Em nível estadual, foram registradas 11 espécies presentes na Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná (Paraná, 1995). Dentre elas, sete estão classificadas na categoria Em Perigo (EN): *Ruellia bulbifera* Lindau, *Heteropterys dusenii* Nied., *Dorstenia brasiliensis* Lam., *Eugenia hamiltonii* (Mattos)

Mattos, *Myrcia subcordata* DC., *Crumenaria polygaloides* Reissek e *Verbena hirta* Spreng. Três espécies foram enquadradas como Raras (RR): *Minaria acerosa* (Mart.) T.U.P.Konno & Rapini, *Cyanocephalus apertiflorus* (Epling) Harley & J.F.B.Pastore e *Butia microspadix* Burret. Apenas uma espécie foi registrada na categoria Vulnerável (VU): *Galianthe elegans* E.L.Cabral.

1.3.2 Variáveis Meteorológicas

No período compreendido entre agosto de 2023 e julho de 2024, a região do PEVV registrou um total acumulado de precipitação de 1.078,4 mm. Durante esse intervalo, o mês que apresentou a maior restrição hídrica foi junho, com uma média de apenas 13 mm de chuva, enquanto o mês mais chuvoso foi outubro, alcançando 314,4 mm (Figura 8). Os meses com maior temperatura foram fevereiro (22,9°C) e dezembro (22,7°C), sendo que as menores médias ocorreram em agosto (2023) e junho-julho (2024). Um aspecto que se destacou nesse período foi a redução significativa das médias de precipitação durante os 12 meses avaliados.

Figura 8 – Valores médios de precipitação e temperatura do período de agosto de 2023 a julho de 2024 para a região de Ponta Grossa, Paraná. Fonte: SIMEPAR 2024.

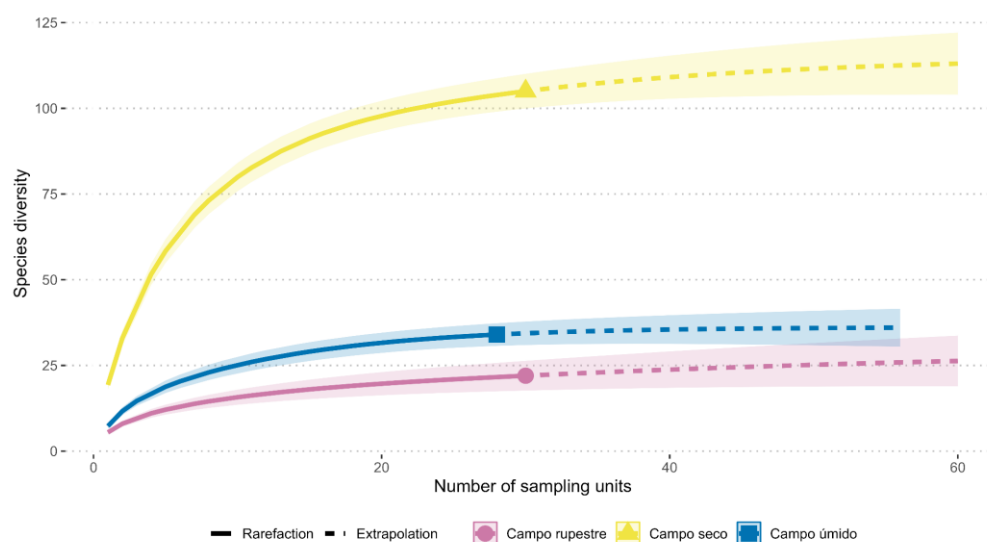


1.3.3 Análise de Dados

O gráfico da Figura 9 apresenta as curvas de rarefação e extrapolação para as fitofisionomias campo seco (amarelo), campo úmido (azul) e campo rupestre (rosa).

O CS exibe a maior diversidade de espécies, com a curva apresentando uma ascensão contínua, sugerindo que novas espécies seriam identificadas com o aumento no esforço amostral. O CU, por sua vez, apresenta riqueza intermediária, com intervalos de confiança mais estreitos, indicando maior precisão nas estimativas, a curva de rarefação mostra que a diversidade está se aproximando de um platô, embora ainda seja possível encontrar novas espécies com a continuidade do esforço amostral. O CR, caracterizado pela menor riqueza de espécies, apresenta uma curva que se estabiliza rapidamente, indicando que a maioria das espécies já foi registrada no esforço amostral atual. A extrapolação sugere que o CS tem grande potencial de descoberta de espécies adicionais, enquanto o CR atinge um valor estável mais baixo, evidenciando uma diversidade já amplamente capturada.

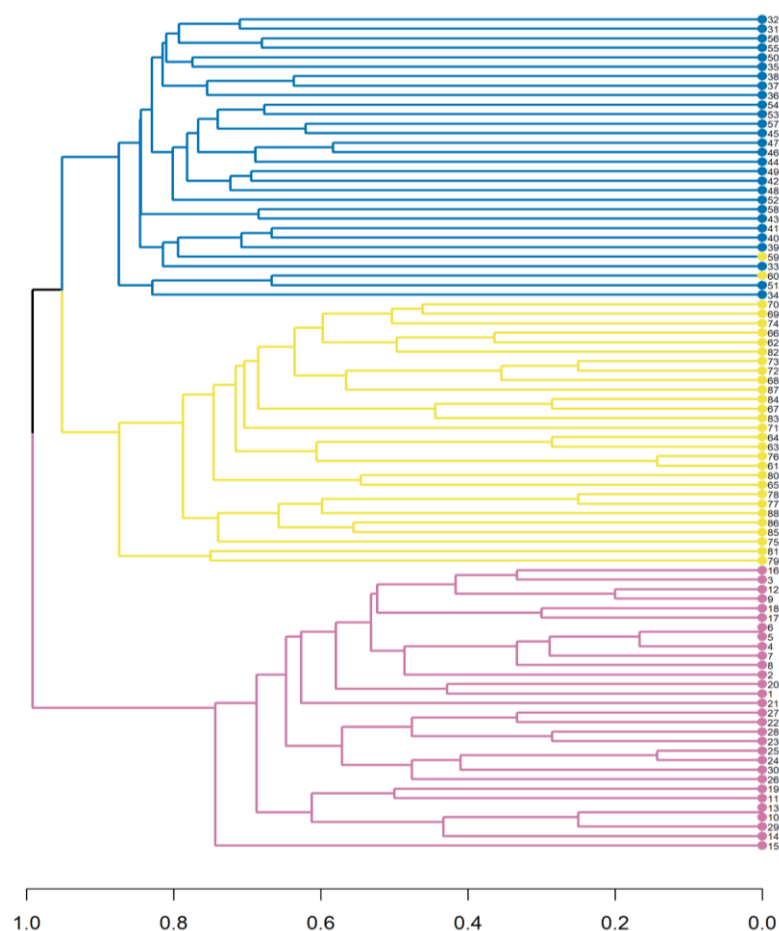
Figura 9 – Curvas de rarefação (linhas contínuas), bandas de extrapolação e estimador de riqueza não paramétrico Chao 2 (linhas pontilhadas) das três fitofisionomias campestres do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. CS: Campo seco, CU: Campo úmido, CR: Campo rupestre. Fonte: o autor, 2025.



A análise de *Cluster* identificou três grupos correspondentes aos tipos de vegetação campestre (Figura 10), separando as três fisionomias, apesar da heterogeneidade na composição das espécies. No entanto, algumas amostras do CS

foram classificadas no *cluster* do CU, indicando zonas de transição entre os tipos de vegetação.

Figura 10 – Dendrograma da análise de agrupamento UPGMA com índice de similaridade de Sorensen para as espécies amostradas em três fitofisionomias campestres do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. CS: Campo seco (amarelo); CU: Campo úmido (azul); CR: Campo rupestre. (rosa). Fonte: o autor, 2025.



Os valores de estabilidade e sincronia variaram entre os três tipos de campo (Figura 11 e Figura 12). O CR apresentou a menor estabilidade e alta variação na sincronia, indicando um ambiente mais dinâmico e instável, com mudanças rápidas na composição sem uma reposição eficiente na riqueza das espécies. Já o CS teve estabilidade intermediária e sincronia variável, indicando que mudanças na composição florística ocorreram de forma mais independente ao longo do tempo. O CU possui sincronia moderada e maior estabilidade, refletindo maior previsibilidade na substituição de espécies abundantes, entretanto a presença de alguns valores

atípicos indicam a ocorrência de eventos pontuais de elevada sincronia e estabilidade, mostrando que em alguns momentos ocorreram mudanças intensas na comunidade. Esses resultados indicam que o CR é mais dinâmico e instável, o CS apresenta um equilíbrio entre estabilidade e reposição de espécies, enquanto CU se destaca pela maior estabilidade, mas ainda sujeito a eventos pontuais.

Figura 11 – Gráfico de estabilidade da comunidade nas três fitofisionomias campestres: campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR). Fonte: o autor, 2025.

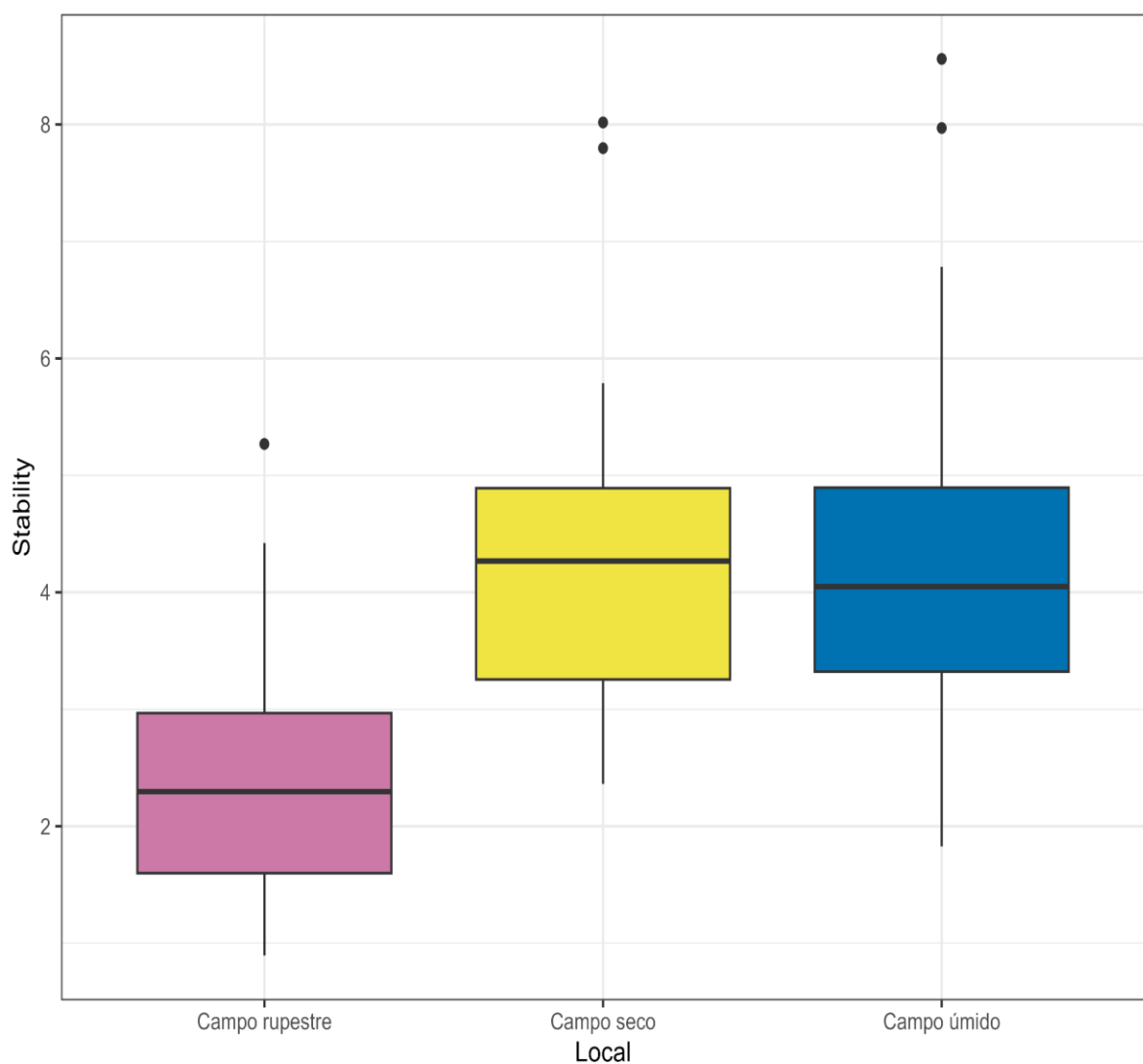
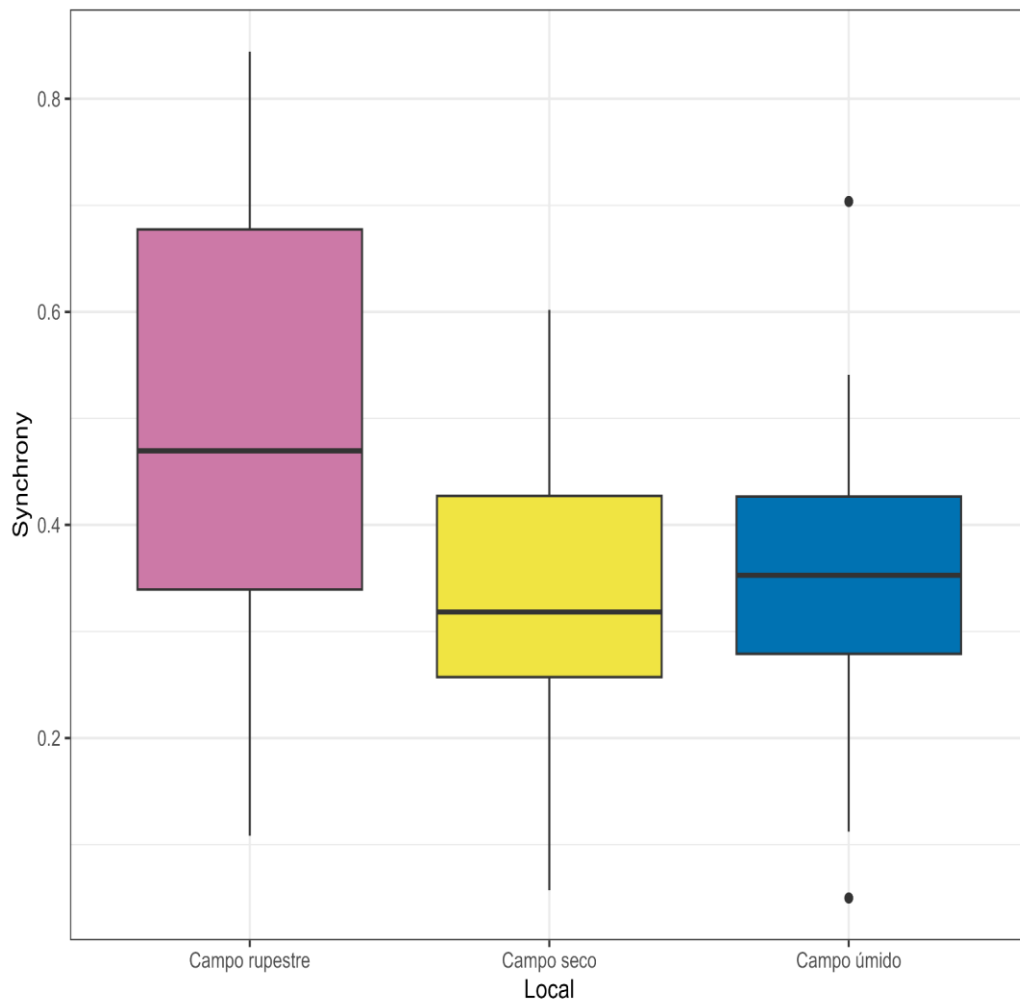


Figura 12 – Gráfico de sincronia nas três fitofisionomias campestres: campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR). Fonte: o autor, 2025.

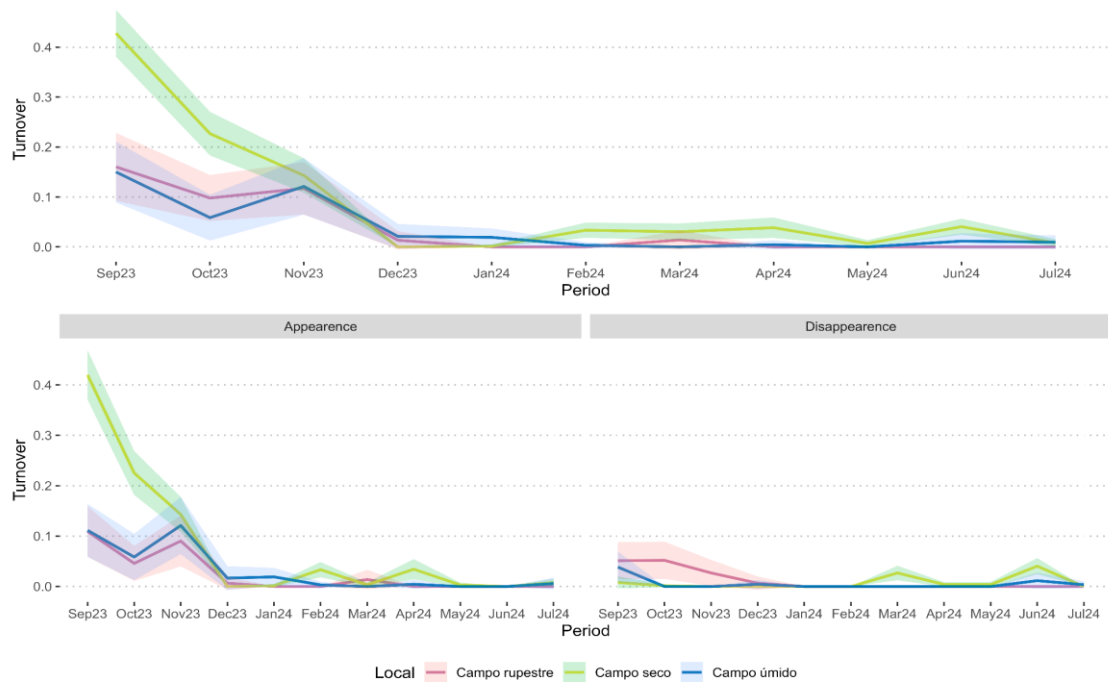


A análise dos índices de *turnover* (substituição) nos três ambientes (CS, CR e CU) revelou que, nos primeiros períodos da amostragem, houve uma rotatividade alta, indicando mudanças intensas na composição das espécies, tanto em termos de aparecimento quanto de desaparecimento (Figura 13). Com o passar do tempo, observou-se uma diminuição na intensidade do turnover, sugerindo uma estabilização ou redução na rotatividade das comunidades.

Entre os diferentes ambientes, o CS apresentou picos de turnover mais acentuados, o que sugere que suas condições ambientais favorecem uma renovação mais dinâmica das espécies. O CR e CU mostraram flutuações de turnover mais moderadas, com valores que se estabilizaram mais rapidamente em alguns períodos. A comparação entre os ambientes revelou que o CS experimentou uma maior

variação composicional ao longo do tempo, enquanto os outros dois ambientes apresentaram uma rotatividade mais constante.

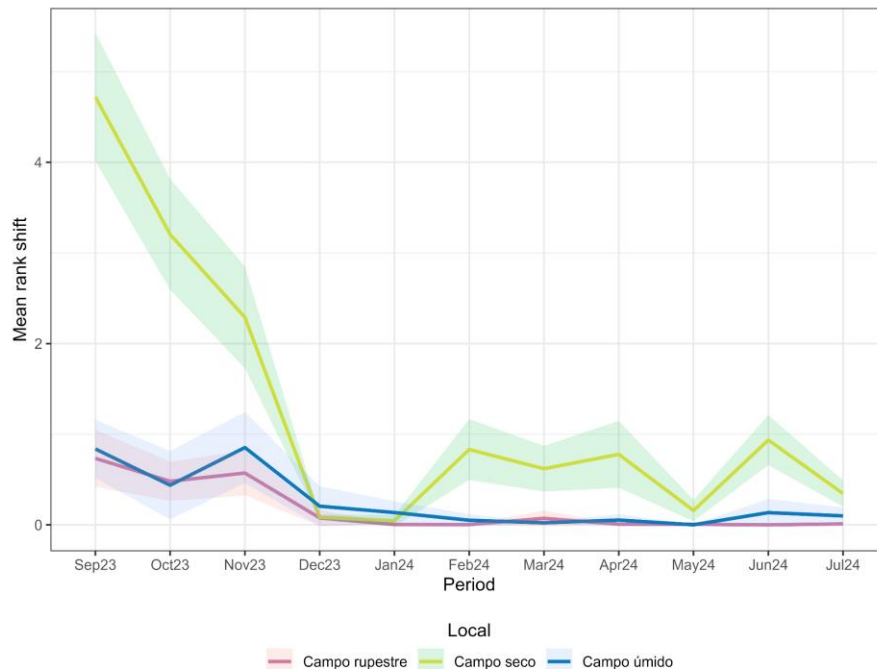
Figura 13 – Variação do turnover das comunidades vegetais ao longo do tempo nas três fitofisionomias campestres: campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR). Fonte: o autor, 2025.



O gráfico da Figura 14 apresenta a variação no ranqueamento das espécies nos diferentes tipos de campo (CS, CR e CU) ao longo do período de amostragem. Valores mais elevados indicam maior reestruturação na abundância relativa das espécies. Os resultados mostram que o CS teve as maiores flutuações, com um pico em setembro de 2023, seguido por um declínio até dezembro. Após esse período, a mudança no ranqueamento manteve-se estável, com pequenos aumentos em fevereiro, abril e junho. A amplitude da faixa de confiança sugere alta variabilidade nesse ambiente.

O CR e CU apresentaram variações menores. No CU houve um leve aumento em novembro, seguido de estabilização. CR exibiu menores oscilações, indicando maior estabilidade na composição da comunidade. Desta forma, CS apresentou maior variação na composição florística ao longo do tempo amostral, enquanto o CR e CU mostraram menor variação, sugerindo maior estabilidade dessas fitofisionomias.

Figura 14 – Variação no rankeamento das espécies ao longo do tempo nas três fitofisionomias: campo seco, campo úmido e campo rupestre. Fonte: o autor, 2025.

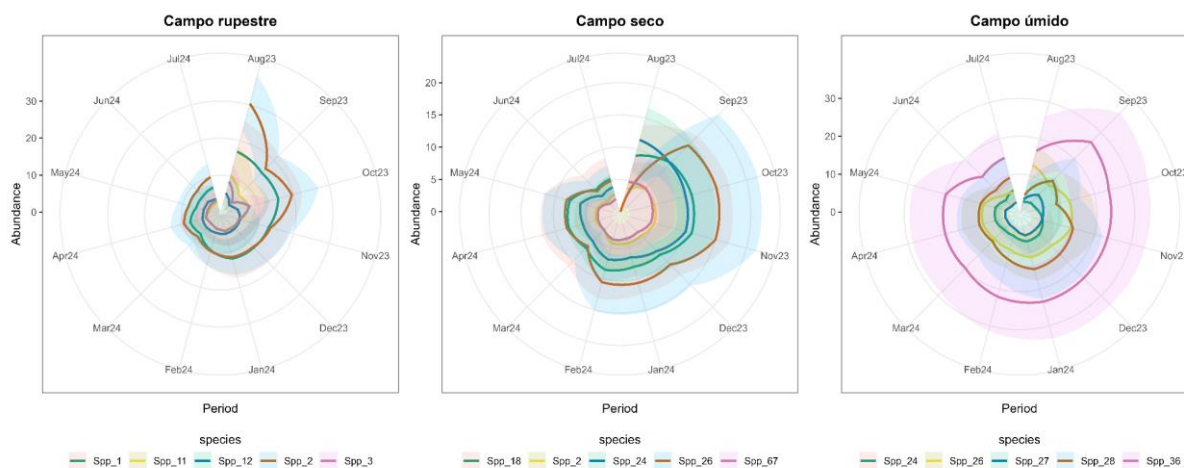


Em relação a avaliação nas flutuações sazonais na dominância das cinco espécies dominantes ao longo do tempo nas três fitofisionomias (Figura 15), onde os maiores valores de abundância são indicados por distâncias radiais mais afastadas do centro, o estudo revelou para o CR que *Calea parvifolia* (DC.) Baker (Spp_1) e *Axonopus* sp. (Spp_2) foram as mais abundantes e apresentaram o pico em agosto, seguido por um declínio e posterior estabilização. Já a espécie *Myrcia subcordata* DC. (Spp_12) manteve uma distribuição relativamente constante ao longo do tempo, enquanto *Sisyrinchium wettsteinii* Hand.-Mazz (Spp_3) e *Epidendrum secundum* Jacq. (Spp_11) tiveram baixa abundância, mas apresentando flutuações sazonais.

A dinâmica da vegetação CS revelou um aumento expressivo na abundância das espécies entre setembro e novembro, seguido de uma redução e estabilização nos meses seguintes. As espécies *Paspalum cordatum* Hack. (Spp_26), *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze (Spp_18) e *Pteridium esculentum* (G. Forst.) Cockayne (Spp_24) foram as mais abundantes nesse período, com Spp_26 apresentando o maior pico de abundância em setembro. As demais espécies *Axonopus* sp. (Spp_2) e *Erythroxylum microphyllum* A.St.-Hil. (Spp_67) mostraram flutuações menores ao longo do tempo, sugerindo um papel menos dominante na composição da comunidade.

Na fitofisionomia de CU, as cinco espécies dominantes apresentaram variações sazonais em sua abundância relativa. A espécie *Aristida jubata* (Arechav.) Herter (Spp_36) destacou-se com pico em setembro, seguido de uma redução gradual e estabilização. A *Pteridium esculentum* (G. Forst.) Cockayne (Spp_24) exibiu valores relativamente constantes, sem grandes oscilações ao longo do tempo. Já as espécies *Paspalum cordatum* Hack. (Spp_26), *Bulbostylis capillaris* (L.) C.B. Clarke (Spp_27) e *Scleria hirtella* Sw. (Spp_28) apresentaram variações moderadas, sem padrões abruptos de aumento ou declínio.

Figura 15 – Variação na abundância relativa das cinco espécies dominantes em três fitofisionomias (campo seco, campo úmido e campo rupestre) ao longo do período de amostragem. Fonte: o autor, 2025.



1.4 DISCUSSÃO

A vegetação campestre na região dos Campos Gerais do Paraná apresenta grande variação na riqueza florística, notavelmente com presença de espécies ameaçadas e predominantemente composta pelas famílias Asteraceae, Poaceae e Fabaceae, sendo consistente com padrões observados nas formações campestres estudados neste trabalho, evidenciado ainda mais tais características descritos pelos diversos autores que realizaram levantamento na região (Cervi *et al.*, 2003; 2007; Dalazoana, Silva e Moro, 2007; Nanuncio e Moro, 2008; Kozera *et al.*, 2009; Dalazoana e Moro, 2011; Silva *et al.*, 2016; Moraes *et al.*, 2016; Andrade *et al.*, 2017; Andrade, Assis e Carmo, 2023).

O presente estudo amostrou 179 espécies para as três fisionomias campestres do PEVV, número inferior às 283 espécies registrado no mesmo parque por Silva *et al.* (2016), mas superior aos encontrados por Dalazoana, Silva e Moro (2007) e Moraes *et al.* (2016), com 95 e 85 espécies, respectivamente. As diferenças na riqueza de espécies observadas podem ser atribuídas ao empregado de diferentes esforços amostrais, refletindo diretamente na riqueza campestre do parque.

No entanto, mesmo seguindo a mesma metodologia usada por Silva *et al.* (2016), a maior riqueza florística registrada por tais autores deve estar associada à presença de fogo anterior ao levantamento, somada às diferenças nas condições climáticas dos períodos de amostragem, já que o presente levantamento foi realizado durante a atuação do *El Niño* que influenciou o regime de chuvas no sul do Brasil (CPTEC, 2025).

O verão de 2023/2024 no município de Ponta Grossa foi caracterizado por uma estiagem atípica. Segundo dados do Monitor de Secas (ANA, 2025), entre fevereiro-março/2024 o estado do Paraná apresentou um aumento na área afetada pela seca, passando de 30% para 50%, sendo o único estado da Região Sul com esse registro. Em março/2024, cerca de 10% do território paranaense apresentava condições de seca moderada, o pior cenário registrado desde dezembro de 2022. Essas condições climáticas adversas podem ter limitado o desenvolvimento de parte da vegetação local, contribuindo para a menor riqueza florística observada no presente estudo.

A maior riqueza de espécies no CS é um padrão comum encontrado para os campos paranaenses (Silva *et al.*, 2016; Moraes *et al.*, 2016; Andrade *et al.*, 2017; Andrade, Assis e Carmo, 2023), o que pode ser explicado pela maior diversidade de nichos ecológicos e recursos disponíveis, favorecendo uma maior variedade de espécies. No entanto, o estudo de Silva *et al.* (2016) registrou um número superior de espécies nas mesmas amostras, o que pode ser atribuído ao impacto de queimadas ocorridas no ano anterior à coleta. Esse evento tem uma influência direta no banco de sementes (Durigan *et al.*, 2020), promovendo a alteração na composição florística com consequente aumento da diversidade.

O número reduzido de espécies observadas no CU e CR no presente estudo já era esperado, dada às características edáficas e microclimáticas específicas que limitam a presença de um maior número de espécies nesses habitats. Fatores como a saturação hídrica do solo no CU e as condições de solos rasos, lixiviados e

empobrecidos em nutrientes do CR, são limitantes para a colonização de uma gama maior de espécies (Oliveira e Godoy, 2007; Silveira *et al.*, 2016), dificultando o estabelecimento das populações por terem que se adaptar ao microclima seletivo (Cervi *et al.*, 2007). Por outro lado, o levantamento revelou que algumas espécies são indiferentes às exigências do ambiente local, pois foram amostradas seis espécies em comum as três fitofisionomias: *Minaria acerosa*, *Bulbostylis capillaris*, *Dichanthelium sabulorum*, *Trachypogon spicatus*, *Serpocaulon catharinae* e *Pteridium esculentum*, as quais evidenciam grande plasticidade e capacidade de se desenvolver em condições pedológicas diversas.

No presente estudo, as hemicriptófitas foram a forma de vida dominante nas três analisadas, CS, CU e CR, totalizando 105 espécies (55%). Esse padrão é comum em ambientes campestres, e está relacionado à sua alta resiliência frente às condições ambientais adversas, como solos pobres e grande variação térmica (Carmo, 2006; Silva, 2014). Embora as hemicriptófitas tenham sido majoritárias, destaca-se a presença de fanerófita que foram a terceira forma de vida mais abundante no total geral, ocupando a segunda posição no CR e foram expressivas no CS. Essa distribuição corrobora a teoria de tensão ecológica proposta por Leite e Klein (1990), que caracteriza os Campos Gerais como áreas sujeitas à expansão dos elementos florestais (fanerófitas) sobre os campos. No entanto, diversos autores citam que essa expansão é limitada pelas condições edáficas, especialmente pela presença de solos rasos, arenosos e pouco férteis (Bigarella, 1964; Klein e Hatschbachii, 1971; Imaguire, 1980).

A anemocoria foi a síndrome de dispersão predominante, o que é esperado para fitofisionomias campestres, onde espécies das famílias Poaceae e Asteraceae são abundantes (Silva *et al.*, 2016; Andrade *et al.*, 2023). A autocoria, também típica desses ambientes, apareceu em menor proporção, enquanto a zoocoria, associada às formações florestais (Carmo, 2006), foi menos expressiva, mas esteve presente em todas as áreas.

Os resultados das curvas de rarefação indicam que a saturação amostral variou entre as fitofisionomias. O CS apresentou maior riqueza de espécies e potencial para novas descobertas, enquanto CU teve riqueza intermediária, com a curva se aproximando de um platô. Já CR estabilizou-se rapidamente, indicando baixa riqueza de espécies, corroborando com os achados no estudo de Silva *et al.* (2016).

A análise de *cluster* revelou baixa similaridade florística entre as comunidades, mas evidenciou a diversidade florística dentro de cada parcela, refletindo a heterogeneidade ambiental das fitofisionomias. Resultados semelhantes foram observados por Silva *et al.* (2016), que identificaram variações significativas na composição das espécies entre os ambientes. No entanto, algumas amostras do CS foram classificadas dentro do cluster do CU, o que sugere influência de fatores ambientais para a presença de espécies compartilhadas entre estas duas formações campestres. Dentre os fatores, ressalta-se a diminuição da distribuição pluviométrica encontrada nos registros no período deste estudo, que ocasiona uma menor saturação hídrica nas áreas de CU. Esta hipótese é sustentada também pelo fato de que os estudos de Silva *et al.* (2016) terem identificado a família Cyperaceae como a mais representativa no CU, já que caracteristicamente é a família que mais se destaca em áreas alagáveis (Souza e Lorenzi, 2012), o que difere dos resultados obtidos no presente estudo, pois foi encontrada Poaceae como a mais predominante no CU.

A análise de estabilidade e sincronia indicou que o CR é o ambiente mais distinto, apresentando alta instabilidade e variação na sincronia, características de um ambiente dinâmico e sujeito a mudanças imprevisíveis. O CS mostrou estabilidade intermediária e sincronia variável, sugerindo uma dinâmica independente sem um padrão claro de substituição de espécies ao longo do tempo. Já CU apresentou maior estabilidade e sincronia moderada, indicando uma substituição de espécies mais previsíveis.

Essa combinação de resultados de *cluster*, estabilidade e sincronia sugere que as comunidades campestres possuem padrões de resposta frente às mudanças sazonais anuais diferentes, tendo como fator determinante as condições hídricas do ambiente, já que a maior estabilidade e previsibilidade na substituição das espécies ocorre no CU, possivelmente por ter uma composição de espécies adaptadas a maior dependência da disponibilidade de água no ambiente que não tem drásticas alterações (Klein e Hatschbach, 1971; Silva, 2014), diferente dos ambientes rupestres, que sofrem maior oscilação, tendendo a padrões mais dinâmicos por suportar mudanças rápidas.

Os resultados indicaram diferenças significativas nas taxas de turnover entre as fitofisionomias, porém as três comunidades tiveram mudanças intensas na composição de espécies, coincidindo com a transição entre o final de inverno e início da primavera (agosto-outubro), justamente nos meses que melhoram as condições

climáticas. O CS apresentou a maior rotatividade de espécies ao longo do tempo, estando em ambientes que favorecem a colonização de espécies. Esse fenômeno pode estar associado à sazonalidade climática, um fator que influencia diretamente os processos de germinação, crescimento e mortalidade das plantas (Pillar *et al.*, 2006).

A variação sazonal do clima, como a disponibilidade de água, a temperatura e a intensidade da luz, pode criar condições ambientais instáveis, favorecendo uma composição de espécies mais volátil e, conseqüentemente, taxas de turnover mais elevadas. Além disso, perturbações ambientais, como incêndios e mudanças no uso da terra, podem exercer pressão sobre as comunidades vegetais, promovendo mudanças rápidas e frequentes nas espécies presentes (Hughes, 2010). No estudo de Silva *et al.* (2016), as queimadas no CR ocorridas no ano anterior à coleta podem ter influenciado a composição florística. Por outro lado, no presente estudo, nenhum incêndio foi registrado anteriormente ao período analisado, o que diferencia as condições ambientais entre os dois trabalhos.

Em contrapartida, a menor variação observada no CU e CR sugere maior estabilidade florística, provavelmente relacionada a estratégias adaptativas dessas comunidades às condições ambientais específicas. Essas comunidades podem ter se especializado em se adaptar a condições de estresse ambiental ou em processos de sucessão ecológica mais lentos, o que resulta em uma composição de espécies mais estável ao longo do tempo (Müller *et al.*, 2008). Fatores como competição entre espécies, disponibilidade de recursos e a precipitação também podem atuar como limitantes à variação das comunidades, promovendo menores taxas de turnover (Huston, 1994).

A presença de espécies dominantes ou pioneiras pode reduzir ainda mais a taxa de turnover, já que essas espécies, ao se estabelecerem no ambiente, limitam o espaço para outras, mantendo a estabilidade da comunidade (Connell e Slatyer, 1977). Aspectos como o tipo de solo, a fertilidade e a disponibilidade de água desempenham papéis críticos, pois influenciam a dinâmica das comunidades e a taxa de turnover de maneira distinta em diferentes ambientes (Van der Maarel, 2005).

Quanto à variação de ranqueamento de espécies ao longo do tempo, CS apresentou as maiores flutuações na composição florística, com um pico em setembro, seguido por um declínio e posteriormente uma certa estabilização. Esse padrão pode estar relacionado ao aumento da precipitação nos meses seguintes, especialmente em outubro (314,4 mm) e novembro (117,4 mm), o que pode ter

favorecido a reorganização das espécies em resposta à maior disponibilidade hídrica. Após esse período, o ranqueamento manteve-se mais estável, com pequenas oscilações em fevereiro, abril e junho. Esta estabilidade nos meses seguintes pode estar associada à progressiva redução das chuvas e adaptação das espécies às condições do solo mais seco. Segundo Mendonça *et al.* (2016), alterações nos regimes de chuva afetam a dinâmica de comunidades vegetais, resultando em mudanças temporárias na dominância relativa das espécies.

As temperaturas elevadas nos meses de fevereiro (22,9 °C) e dezembro (22,7 °C) podem influenciar a dinâmica das comunidades vegetais campestres, especialmente em ambientes como CS. Temperaturas mais altas aceleram processos fisiológicos nas plantas, como a germinação e o crescimento, além de aumentar a taxa de evapotranspiração, reduzindo a disponibilidade hídrica no solo. Essas condições podem levar a alterações na composição e na estrutura das comunidades vegetais. Estudos indicam que a variação da temperatura influencia potencialmente todos os processos fisiológicos e comportamentais das plantas, afetando diretamente seu desenvolvimento e distribuição (Cunha *et al.*, 2021).

Em contraste, CU e CR demonstraram menor variação na composição florística, sugerindo maior estabilidade nessas fitofisionomias. No CU, observou-se um leve aumento na reorganização das espécies em novembro, possivelmente relacionado à alta precipitação nesse período. Já o CR exibiu oscilações discretas, o que pode estar ligado à sua adaptação a condições ambientais mais estáveis, como solo raso e menor disponibilidade hídrica ao longo do ano (Ferreira & Santos, 2019). Além disso, a menor variação térmica nesses ambientes, com temperaturas baixas registradas em julho (14,5 °C) e agosto (15,7 °C), pode ter reduzido a pressão seletiva sobre o ranqueamento das espécies, resultando em menor reestruturação ao longo do tempo (Costa *et al.*, 2021).

1.5 CONCLUSÃO

Nas áreas amostradas, foi possível observar uma expressiva variação na riqueza e na composição florística entre as fitofisionomias estudadas, influenciada por fatores edáficos, hídricos e pela dinâmica ambiental. O campo seco apresentou a maior riqueza de espécies, enquanto o campo úmido e o campo rupestre registraram menor riqueza, refletindo as condições ambientais específicas desses habitats

A predominância das famílias Asteraceae, Poaceae e Fabaceae está de acordo com padrões florísticos já descritos para as formações campestres paranaenses. No entanto, variações na composição das famílias entre os ambientes sugerem a influência de fatores locais e sazonais. Além disso, a presença de 11 espécies ameaçadas, incluindo duas endêmicas do Paraná, reforça a importância da conservação dessas áreas.

As análises indicaram que a estrutura florística das fitofisionomias é influenciada por fatores como a sazonalidade climática e perturbações ambientais, como queimadas. No entanto, é importante destacar que, durante o período amostrado neste estudo, bem como nos anos imediatamente anteriores, não foram registradas queimadas na área de estudo. Esse contexto contrasta com o cenário observado por Silva *et al.* (2016), cujo levantamento foi realizado após a ocorrência de uma queimada. A maior taxa de turnover observada no campo seco sugere uma dinâmica florística mais intensa, enquanto a maior estabilidade registrada nos campos úmido e rupestre reflete estratégias adaptativas a condições ambientais mais restritivas.

Diante disso, estudos contínuos sobre a variação florística sazonal e a influência de fatores ambientais são essenciais para compreender a dinâmica da vegetação campestre. Tais pesquisas podem contribuir para estratégias de manejo e conservação, considerando as especificidades de cada fitofisionomia.

1.6 REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Monitor de Secas – Relatórios mensais. 2024. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br>. Acesso em: 14 abr. 2025.
- ANDRADE, A. L. P.; ASSIS, M. S.; CARMO, M. R. B. Estrutura e composição em fisionomias campestres setentrionais do Sul do Brasil. *Terr@ Plural*, v. 17, p. 1–17, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.17.2322248.014>.
- APG IV (The Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.
- ANTIQUERIA, L. M.; MORO, R. S. Remanescentes de Cerrado no Parque Nacional dos Campos Gerais, PR. In: CAMPOS, M. A.; AZEVEDO, D. J. (orgs.). *Biodiversidade Brasileira: Aspectos do Estado Atual 2*. 2020. p. 52-58. Jessica Aparecida Prandel.
- BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; SCHÜLER, L.; PILLAR, V. D. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, V. D.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.). *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 13-25.
- BIGARELLA, J. J. 1964. Variações climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. *Boletim paranaense de Geografia 10-15*: 211-231.
- CARMO, M. R. B. Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2006.
- CARMO, M. R. B.; ANDRADE, A. L. P.; SANTOS, G. A. S. D.; ASSIS, M. A. Análise estrutural em relictos de cerrado no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná, Brasil. *Ciência Florestal*, v. 22, p. 505–517, 2012.
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTIVOS(CPTEC). Condições atuais dos Enos. Disponível em: [El Niño e La Niña - CPTEC/INPE](https://cptec.inpe.br/). Acesso em 10 abr. 2025
- CERVI, A.C.; SCHWARTZ, E.A.; GUIMARÃES, O.A. Levantamento florístico de um campo do Primeiro Planalto Paranaense, Curitiba, Paraná, Brasil. *Sellowia*, p. 53-55, 2003.
- CERVI, A.C.; VON LINSINGEN, L.; HATSCHBACH, G.; RIBAS, O.S. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Boletim do Museu Botânico Municipal*, v. 69, p. 1-52, 2007.

CNCFlora. Lista Vermelha da Flora brasileira versão 2012.2. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/>. Acesso em: 4 fev. 2025.

CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist*, v. 111, n. 982, p. 1119-1144, 1977.

COSTA, R. C.; SILVA, J. P.; OLIVEIRA, M. S. Influência da temperatura na estabilidade de comunidades vegetais em ecossistemas tropicais. *Journal of Ecology and Climate*, v. 12, n. 3, p. 215-229, 2021.

CRUZ, G. C. F. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2014.

CUNHA, L. M.; GOMES, D. A.; ARAÚJO, A. S. *et al.* Climate effects on vegetation dynamics in tropical ecosystems. *Ecological Studies*, v. 79, p. 105-122, 2021.

DALAZOANA K.; SILVA, M. A.; MORO, R. S. Comparação de três fisionomias de campo natural do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 577-695, 2007.

DALAZOANA, K.; MORO, R. S. Riqueza específica em áreas de campo nativo impactadas por visitação turística e pastejo no Parque Nacional dos Campos Gerais, PR. *FLORESTA*, [S. l.], v. 41, n. 2, 2011. DOI: 10.5380/rev.v41i2.22762. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/22762>. Acesso em: 16 jun. 2025.

DURIGAN, G., PILON, N.A.L., ABREU, R.C.R, HOFFMANN, W.A., MARTINS, M., FIORILLO, B.F., ANTUNES, A.Z., CARMIGNOTTO, A.P., MARAVALHAS, J.B., VIEIRA, J, VASCONCELOS, H.L. (2020). No net loss of species diversity after prescribed fires in the Brazilian savanna. *Frontiers in Forests and Global Change*. v. 3.

FERRAZ, J. R.; MOLINA, J. M. P.; HASSEMER, G.; SILVA RIBEIRO, J.E.L. da. An Annotated Checklist of the Endemic Flowering Plants of Paraná, Southern Brazil. *Phytotaxa*, v. 685, n. 1, p. 1-62, 2025. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.685.1.1>.

FERREIRA, L. T.; SANTOS, M. P. Dinâmica da vegetação em campos rupestres: fatores ambientais e estratégias adaptativas. *Revista Brasileira de Ecologia*, v. 24, n. 2, p. 89-104, 2019.

FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica, 1984.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 20 out. 2024.

HATSCHBACH, G.; MOREIRA-FILHO, H. Catálogo florístico do Parque Estadual de Vila Velha. *Boletim UFPR*, v. 28, p. 1-51, 1972.

HALLETT, LAUREN M. *et al.* Biotic Mechanisms of Community Stability Shift Along a Precipitation Gradient. *Ecology*, v. 95, n. 6, p. 1693–1700, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1890/13-0895.1>.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A. Adaptação das plantas ao fogo: enfoque na transição floresta - campo. *Ciência Rural*, v. 31, n. 6, p. 1085-1090, 2001.

HOOVER, D.L.; KNAPP, A.K.; SMITH, M.D. Resistance and resilience of a grassland ecosystem to climate extremes. *Ecologia*, v. 95, p. 2646-265, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1890/13-2186.1>.

HUGHES, L. Climate change and biodiversity: A state-of-the-art review. *Biological Conservation*, v. 143, n. 7, p. 1655-1661, 2010.

HUSTON, M. A. Biological diversity: The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. Plano de Manejo: Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana. Curitiba, 2004.

IMAGUIRE, N. 1980. Contribuição ao estudo florístico e ecológico da Fazenda Experimental do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Parte II – o porquê da existência dos campos e matas no Primeiro e Segundo Planaltos paranaenses. *Acta Biológica Paranaense* 8/9: 47-72.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico de Quero-Quero (Paraná). *Boletim Par Geoc.*, v. 28-29, p. 159-188, 1970/71.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, I.S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G.R. Composição florística de uma formação pioneira com Influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil. *Floresta*, v. 39, p. 309-322, 2009.

LEITE, P. F. e KLEIN, R. M. 1990. Vegetação. In: IBGE. *Geografia do Brasil*. Região Sul. Vol. 2. Rio de Janeiro.

LOREAU, M.; MAZANCOURT, C. Species Synchrony and Its Drivers: Neutral and Nonneutral Community Dynamics in Fluctuating Environments. *The American Naturalist*, v. 172, n. 2, p. E48–E66, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1086/589746>.

MAACK, R. Notas preliminares sobre clima, solo e vegetação do Estado do Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v. 2, p. 102-200, 1948.

MAACK, R. Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná. Serviço de Geologia e Petrografia do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio/ Instituto Nacional do Pinho. Imprensa Paranaense. 1950.

MAACK, R. *Geografia Física do Estado do Paraná*. 4. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2012.

MELO, M. S.; MORO, R. S. e GUIMARÃES, G. B. Os Campos Gerais do Paraná. In: MELO, M. S.; MORO, R. S. e GUIMARÃES, G. B. (Eds.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2014. p. 123-140.

MENDONÇA, B. A.; ALVES, F. R. e SOUZA, C. L. Efeito das variações pluviométricas na estrutura de comunidades campestres. *Ecologia Aplicada*, v. 15, n. 1, p. 45-60, 2016.

MORAES, D.A.; CAVALIN, P.O.; MORO, R.S.; OLIVEIRA, R.A.C.; CARMO, M.R.B.; e MARQUES, M.C.M. Edaphic filters and the functional structure of plant assemblages in grasslands of Southern Brazil. *Journal of Vegetation Science*, v. 27, n. 1, p. 100-110, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jvs.12331>.

MORO, R. S.; CARMO, M. R. B. A vegetação campestre nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2014. p. 55-70.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: Wiley and Sons, 1974.

MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (eds.). *Campos Sulinos - Conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, 2009. p. 13-25.

MUNHOZ, C. B. R. e FELFILI, J. M. Padrões de distribuição sazonal e espacial das espécies do estrato herbáceo-subarbustivo em campo limpo úmido, Reserva Ecológica do IBGE, DF. *Cerrado: ecologia e flora*, v. 1, p. 233-254, 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77640/1/munhoz-01.pdf>.

NANUNCIO, V.N. e MORO, R.S. O mosaico de vegetação remanescente em Piraí da Serra, Campos Gerais do Paraná: uma abordagem preliminar da fragmentação natural da paisagem. *Terr@Plural*, v. 2, p. 155-168, 2008.

NASCIMENTO, G. M. B.; SERAFIM, J. T. S. Bioma dos campos sulinos: os desafios de sua conservação. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 4, n. 4, 2013.

OLIVEIRA, R.B. e GODO, S.A.P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. *Biota Neotropica*, v. 7, p. 39-47, 2007.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná. SEMA/GTZ, Curitiba, 1995.

PIJL, V. D. L. *Principles of dispersal in higher plants*. 3 ed. Springer Verlag, New York, 1982.

PILLAR, V. D. *et al.* The role of community-level processes in the ecology of vegetation. *Brazilian Journal of Botany*, v. 29, n. 4, p. 485-499, 2006.

RAMOS, A.F.; SANTANA, A.C.; PRIETO, C.C. e MATIAS, L.F. Mapeamento do uso da terra nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG,

2014. Disponível em: <https://www.editora.uepg.br/ebooks/ebook-patrimonio-natural-dos-campos-gerais-do-parana>.

RAUNKIAER, C. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford: Clarendon Press, 1934. 632 p.

SILVEIRA, F.A.O.; NEGREIROS, D.; BARBOSA, N.P.U. *et al.* Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. *Plant Soil*, v. 403, p. 129–152, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2637-8>.

SILVA, A. R. da. Florística, fitossociologia e fenologia de três fitofisionomias campestres no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, 2014.

SILVA, A. R. da; ANDRADE, A. L. P. de; VELAZCO, S. E.; GALVÃO, F. e CARMO, M. R. B. do. Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. *Hoehnea*, v. 43, n. 3, p. 325-347, 2016. DOI: 10.1590/2236-8906-96/2015.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG III. Ed. 3. Instituto Plantarum. Nova Odessa. 2012.

STEVENS, N.; BOND, W.; FEURDEAN, A. e LEHMANN, C.E.R. Grassy Ecosystems in the Anthropocene. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, v. 47, p. 261-289, 2022. 10.1146/annurev-environ-112420-015211.

TROPMAIR, H. Perfil fitoecológico do estado do Paraná. *Boletim de Geografia*, v. 8, n. 1, p. 67-83, 1990.

VAN DER MAAREL, E. *Vegetation ecology: Principles, approaches, and applications*. Blackwell Publishing, 2005.

CAPÍTULO 2 – FENOLOGIA REPRODUTIVA DE TRÊS FITOFISIONOMIAS CAMPESTRES NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ.

2.1 INTRODUÇÃO

A fenologia investiga eventos biológicos recorrentes e suas relações com fatores ambientais, sendo essencial para compreender dinâmicas ecológicas, especialmente frente às variações climáticas (Lieth, 1974). As fenofases variam entre formas de vida e respondem a fatores como temperatura e disponibilidade hídrica. Por seu caráter multidisciplinar, envolvendo biometeorologia, ecologia e biologia evolutiva, a fenologia contribui significativamente para a biologia da conservação (Morellato *et al.*, 2016).

A temperatura, especialmente a do ar, influencia diretamente os ciclos fenológicos, acelerando ou retardando o desenvolvimento vegetal. Em regiões com estações secas e úmidas bem definidas, como o Cerrado, a fenologia é guiada pelo regime de chuvas. Estresses hídricos, mesmo em áreas úmidas, podem antecipar ou interromper eventos como floração e frutificação. Com as mudanças climáticas e o aumento das temperaturas mínimas noturnas, espera-se a aceleração dos ciclos vegetativos, mas com possível redução na produção de biomassa devido ao aumento da respiração noturna (Bergamaschi, 2007).

O aumento da temperatura e da umidade nos últimos milênios tem favorecido a tendência natural de expansão da floresta ocupando o espaço de ocorrência das paisagens naturais campestres do sul brasileiros (Behling, 2002; Behling *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2014). E ainda, com a intensificação das mudanças climáticas atuais, projeta-se que áreas campestres experimentem maior variabilidade nas precipitações, levando a alterações com impacto direto na estrutura e no funcionamento dos ecossistemas gramíneos, afetando a vegetação e os serviços ecossistêmicos fornecidos por esses ambientes (Castillioni *et al.*, 2022).

Essas variações climáticas influenciam diretamente as atividades biológicas que afetam a expressão gênica das plantas (Sakai e Kitajima, 2018), regulando a época, intensidade, duração e periodicidade dos eventos fenológicos (Ferraz *et al.*, 1999; Diez *et al.*, 2012), além de outros fatores abióticos e bióticos que atuam como pressão seletiva no desenvolvimento dos padrões das fenofases (Rathcke e Lacey, 1985).

A ocorrência e a sucessão das fenofases vegetais contribui diretamente para a dinâmica das comunidades (Fournier, 1974; Fenner, 1998; Santos *et al.*, 2013), influenciando a estrutura e funcionamento dos ecossistemas (Fenner, 1998; Bianchini *et al.*, 2006; Andreacci *et al.*, 2017). Assim, obter informações sobre a fenologia das comunidades campestres é fundamental para compreender a sua ecologia e se faz urgente frente às mudanças climáticas contemporâneas, induzidas pela atividade humana.

Apesar da importância do tema, estudos fenológicos em áreas de campos no Sul e Sudeste do Brasil são escassos (Munhoz e Felfili, 2005; Tannus *et al.*, 2006; Biondi *et al.*, 2007; Comin e Moro, 2010), evidenciando a necessidade de mais pesquisas para compreender a resposta dos padrões fenológicos frente às variações meteorológicas.

Devido à escassez de informações sobre os padrões fenológicos dos campos nativos, é essencial a realização de mais estudos que busquem entender melhor as respostas funcionais das espécies nesses ambientes. Esses estudos são fundamentais para uma análise mais detalhada dos padrões relacionados à sazonalidade dos eventos biológicos repetitivos, além de possibilitar a avaliação das interações ecológicas e o estágio de sucessão em que essas áreas se encontram.

Isso posto, o objetivo deste estudo foi avaliar a fenologia de comunidades presentes em três fitofisionomias campestres no estado do Paraná, sob diferentes condições pedológicas, avaliadas em dois momentos, o primeiro em 2012-2013 e o segundo em 2023-2024 (intervalo de 11 anos), buscando responder se houve mudanças no padrão da sazonalidade das populações de espécies em relação às variáveis meteorológicas ao longo do tempo. Tais dados contribuirão no desenvolvimento de métodos de manejo para um tipo de vegetação extremamente frágil e que abriga diversas espécies ameaçadas.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), uma unidade de conservação com área de 3.803 hectares, situada no município de Ponta Grossa, Paraná. O parque encontra-se entre as coordenadas 25° 12'34" e 25° 15'35" de

latitude Sul e 49° 58'04" e 50° 03'37" de longitude Oeste, a uma altitude que varia de 800 a 1.068 metros acima do nível do mar, na região dos Campos Gerais.

O clima do município de Ponta Grossa é classificado como Cfb, de acordo com Koeppen (1948), o que caracteriza um clima temperado e úmido, com verões frescos e sem uma estação seca definida. O regime pluviométrico da cidade registra uma média anual de precipitação entre 1.200 e 1.800 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso e agosto o mais seco (Cruz, 2014).

O Parque abriga diversas formações vegetacionais, incluindo estepe stricto sensu (campo seco), estepe higrófila (campo úmido) e refúgios vegetacionais rupestres (campo rupestre). Além disso, estão presentes formações pioneiras de influência fluvial (várzea), florestas ombrófilas mistas montanas (floresta com araucária) e florestas ombrófilas mistas aluviais (floresta ciliar), assim como ocorrências limitadas de espécies da savana (Veloso *et al.*, 1991).

2.2.2 Coleta e Análise dos Dados

Para análise dos eventos fenológicos foram utilizadas as mesmas amostras estabelecidas pelo estudo de Silva *et al.* (2016), compreendendo parcelas permanentes de 1x1m, dispostas aos pares, com um espaçamento de 10 m entre elas, distribuídas em 30 unidades no Campo Seco (CS), 30 no Campo Úmido (CU) e 30 no Campo Rupestre (CR), totalizando uma área amostral de 90m².

Os eventos fenológicos analisados em cada espécie por parcela incluíram brotação, senescência, floração (levando em consideração a presença de flores em botão ou em antese) e frutificação (observada em relação à presença de frutos imaturos, maduros ou prontos para dispersão).

As observações fenológicas foram realizadas em intervalos mensais através das observações de todas as espécies presentes em cada parcela, das quais foram avaliadas em dois períodos: 1- de agosto de 2012 a julho de 2013 (avaliação realizada por Silva, 2014) e 2- de agosto de 2023 a julho de 2024.

A intensidade dos eventos de brotação, senescência, floração e frutificação foi estimada por cada população segundo os critérios quantitativos de Fournier (1974), sendo comum a utilização de cinco categorias de quantificação, tendo como: 0 – ausência do fenômeno, 1 - correspondendo até 25% de intensidade, 2 - entre 26% e 50% de intensidade, 3 - entre 51% e 75% e 4 – mais 75% a 100% de intensidade.

Em relação às variáveis meteorológicas, foram coletados dados de precipitação (em mm) e temperatura (em °C) dos dois períodos avaliados (2012-2013 e 2023-2024), obtidos da estação meteorológica do Instituto Tecnológico SIMEPAR.

Para verificar a influência dos eventos meteorológicos, precipitação e temperatura, nos padrões fenológicos das espécies nas comunidades estudadas foram determinados coeficientes de correlação de Spearman. O cálculo da medida da influência climática na dinâmica das espécies foram aplicados tanto para a atividade, ou seja, para as relações monotônicas entre o pico da fenofase (presença/ausência), considerando o número máximo de espécies que apresentaram atividade fenológica em cada mês (brotação, senescência, floração e frutificação), quanto para a intensidade mensal da fenofase, através da somatória dos índices de Fournier.

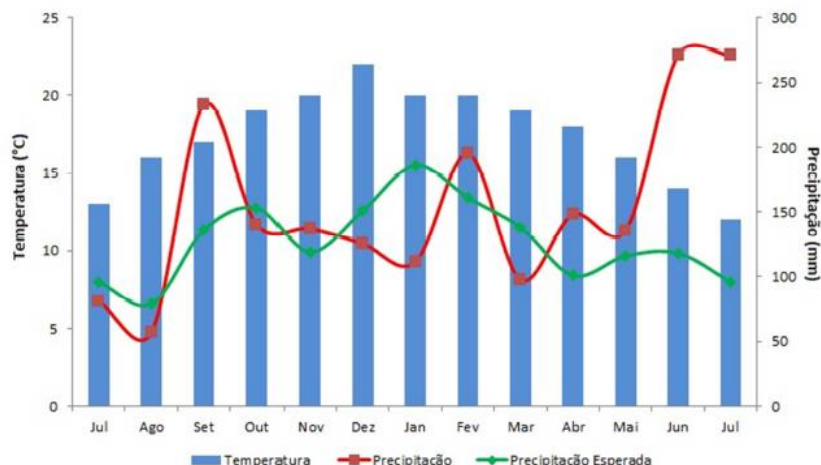
Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software R*. Essa abordagem permitiu identificar padrões não lineares e investigar as interações complexas entre as variáveis climáticas e os eventos fenológicos, sem pressupor uma relação linear entre elas.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Dados Climáticos

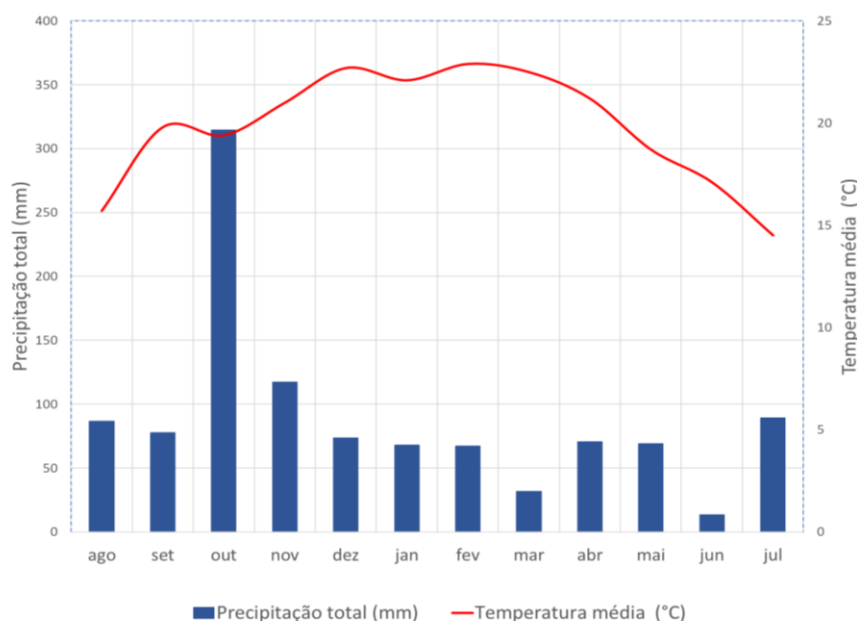
Para o período compreendido entre agosto de 2012 e julho de 2013 (Figura 16), o município de Ponta Grossa obteve uma precipitação anual total de 1.922 mm, com agosto sendo o mês de maior restrição hídrica, registrando um total de 57 mm, e os meses de junho e julho de 2013 apresentaram índices de precipitação muito acima da média esperada, atingindo valores de 271,16 mm e 271,50 mm, respectivamente. A temperatura média anual foi de 17,7°C, a temperatura média mensal mais elevada foi de 22°C em dezembro de 2012 e a menor foi de 12°C em julho de 2013.

Figura 16 – Valores médios de precipitação e temperatura do período de julho de 2012 a julho de 2013 e valores médios de precipitação esperados para a região de Ponta Grossa, Paraná. Fonte: SIMEPAR 2013.



Já a precipitação acumulada registrada (Figura 17) no período entre agosto de 2023 e julho de 2024 totalizou 1.078,4 mm, com o mês de junho com a maior restrição hídrica, atingindo um total de apenas 13 mm de chuva. Também houve uma redução significativa das médias de precipitação de dezembro a fevereiro, atípicas para estes meses que normalmente corresponde ao aumento dos índices pluviométricos para a região. Essas alterações podem ter tido influência do fenômeno climático *El Niño* que afetou o regime de chuvas no sul do Brasil no período avaliado (CPTEC, 2025), onde o verão de 2023/24 foi caracterizado por uma estiagem atípica. De acordo com os dados do Monitor de Secas (ANA, 2025), ocorreu entre os meses de fevereiro e março/2024 um aumento das áreas afetadas pela seca no estado do Paraná, o pior cenário registrado desde 2022. Quanto à temperatura, a média anual foi de 19,8°C, um aumento significativo de 2,1°C de 2012-13 para 2023-24. A maior média mensal observada foi de 22,9°C em fevereiro/2024 e a mais baixa foi de 14,5°C em julho/2024. Esses resultados evidenciam que o ano de 2012/13 foi um ano muito chuvoso e o ano de 2023-24 um ano marcado pela estiagem e o aumento médio das temperaturas.

Figura 17 – Valores médios de precipitação e temperatura do período de agosto de 2023 e julho 2024 para a região de Ponta Grossa, Paraná. Fonte: SIMEPAR, 2024.



2.3.2 Dados Fenológicos

Durante o período amostral de agosto de 2012 a julho de 2013 registrou um total de 202 espécies, com 111 espécies no CS, 65 no CU e 39 no CR (Silva, 2014). Enquanto os dados de agosto de 2023 a julho de 2024, foram monitoradas 141 espécies, sendo 86 no CS, 32 no CU e 26 no CR. Observa-se uma maior riqueza de espécies no passado, possivelmente pelos anos de 2012-2013 ter registrado presença de fogo no CS e maior índice pluviométrico durante os meses do verão, aumentando a disponibilidade hídrica no solo.

O padrão de brotação (budding) nos dois períodos avaliados se mantiveram com poucas oscilações em relação a porcentagem de espécies, mas com pico evidente apenas em abril de 2024 que houve aumento expressivo desse evento no CS por algum evento pontual (Figuras 18 e 19). No entanto, nota-se um ligeiro aumento de espécies brotando na primavera (setembro-dezembro), influenciado pelo aumento da temperatura e precipitação, fato que corrobora com os dados do correlograma (Figura 20) evidenciando correlações positivas com a temperatura na avaliação de 2012/2013 e temperatura e/ou precipitação nos anos de 2023/2024 em todas as fitofisionomias campestres estudadas.

A senescência apresentou padrões muito próximos nos dois períodos avaliados e em relação a atividade e intensidade (Figuras 17 e 18), observando-se uma tendência de aumento gradual a partir do mês de abril, atingindo os maiores valores entre junho e julho, meses de baixa temperatura e precipitação, acarretando na correlação negativa entre estes eventos e tal fenofase (Figura 21). Em 2012/2013 a correlação negativa foi entre a temperatura para as três comunidades juntas e o CS, sendo que na avaliação de 2023/2024, a proporção temperatura/precipitação foi forte e negativamente correlacionada nas fitofisionomias, com exceção apenas do CS (Figura 20). Assim, observa-se que os fatores abióticos influenciam diretamente a senescência, sendo que na época desfavorável os nutrientes das folhas, principalmente nitrogênio e fósforo, são translocados para outros órgãos e assim aumentaria a possibilidade de sobrevivência das plantas perenes (Bloom, Chapin e Mooney, 1985), especialmente aquelas que apresentam os órgãos subterrâneos durante épocas de geadas e baixa disponibilidade hídrica.

Figura 18 – Porcentagem de espécies nos diferentes eventos fenológicos mensalmente (floração, frutificação, brotamento e senescência) em relação às variáveis meteorológicas (temperatura média mensal e precipitação total mensal), em dois períodos amostrais: 2012–2013 e 2023–2024. Fonte: o autor, 2025.

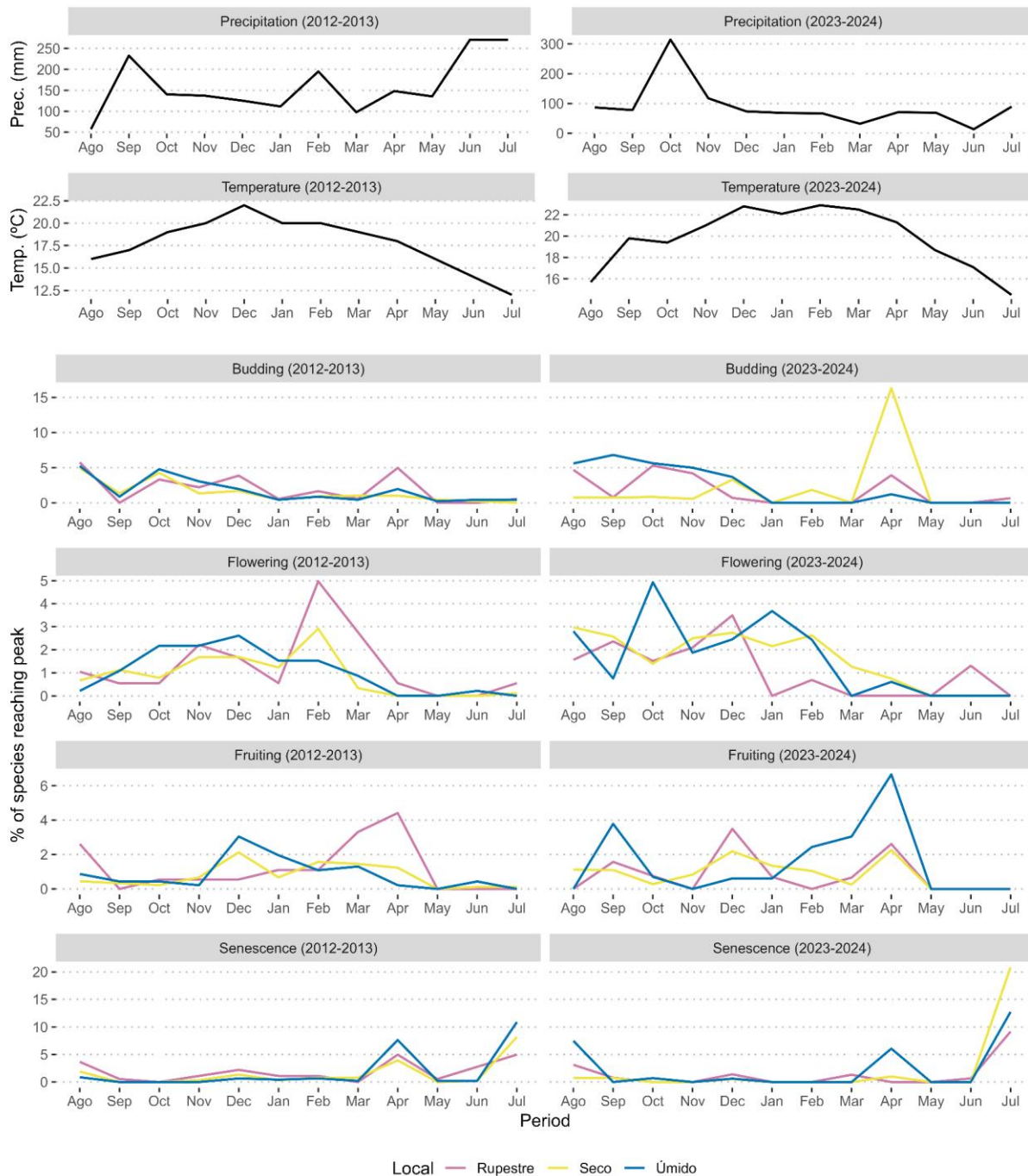


Figura 19 – Índice de Fournier mensal para os diferentes eventos fenológicos (floração, frutificação, brotamento e senescência), em relação às variáveis meteorológicas (temperatura média mensal e precipitação total mensal), nos períodos amostrais de 2012–2013 e 2023–2024. Fonte: o autor, 2025.

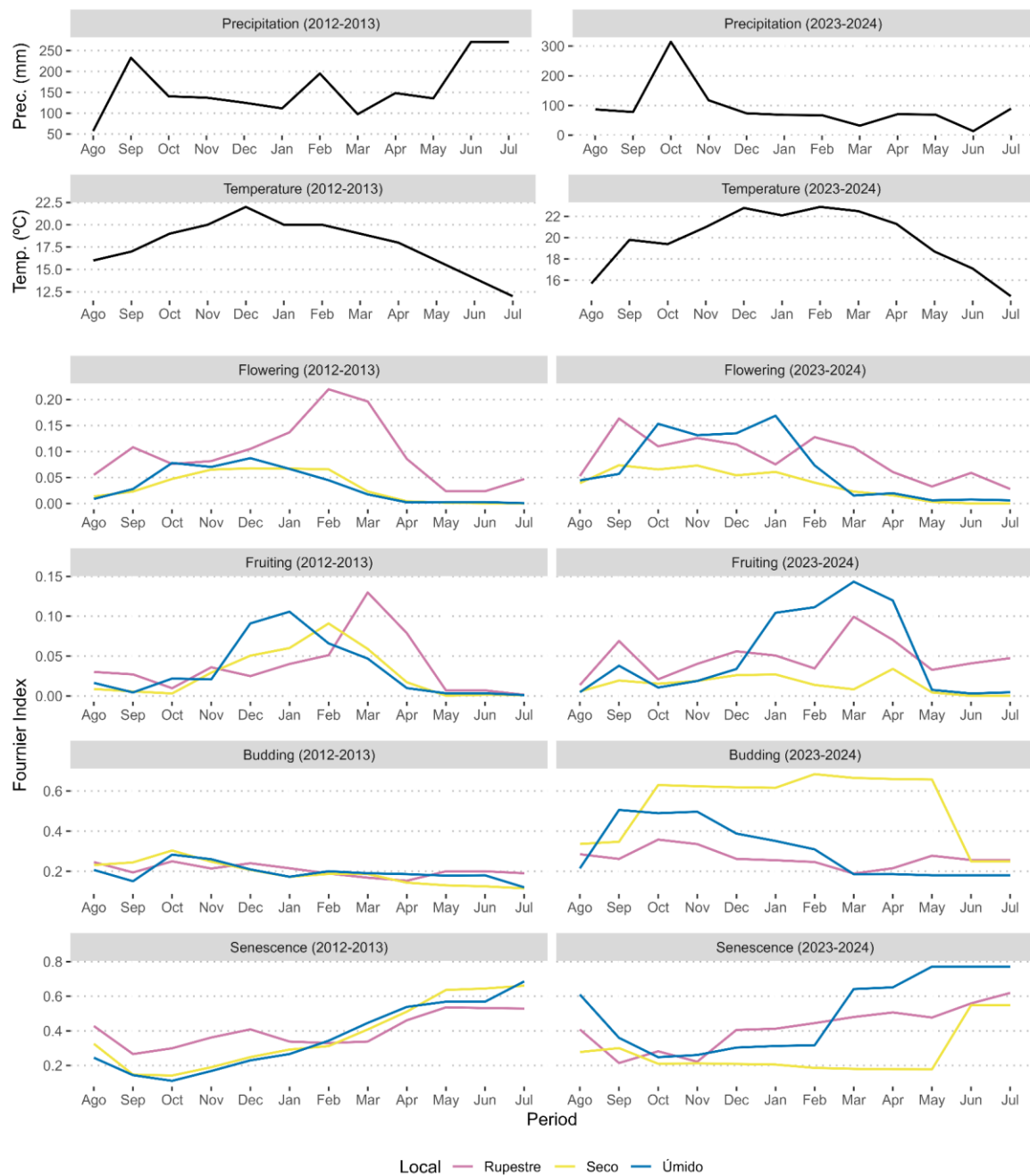
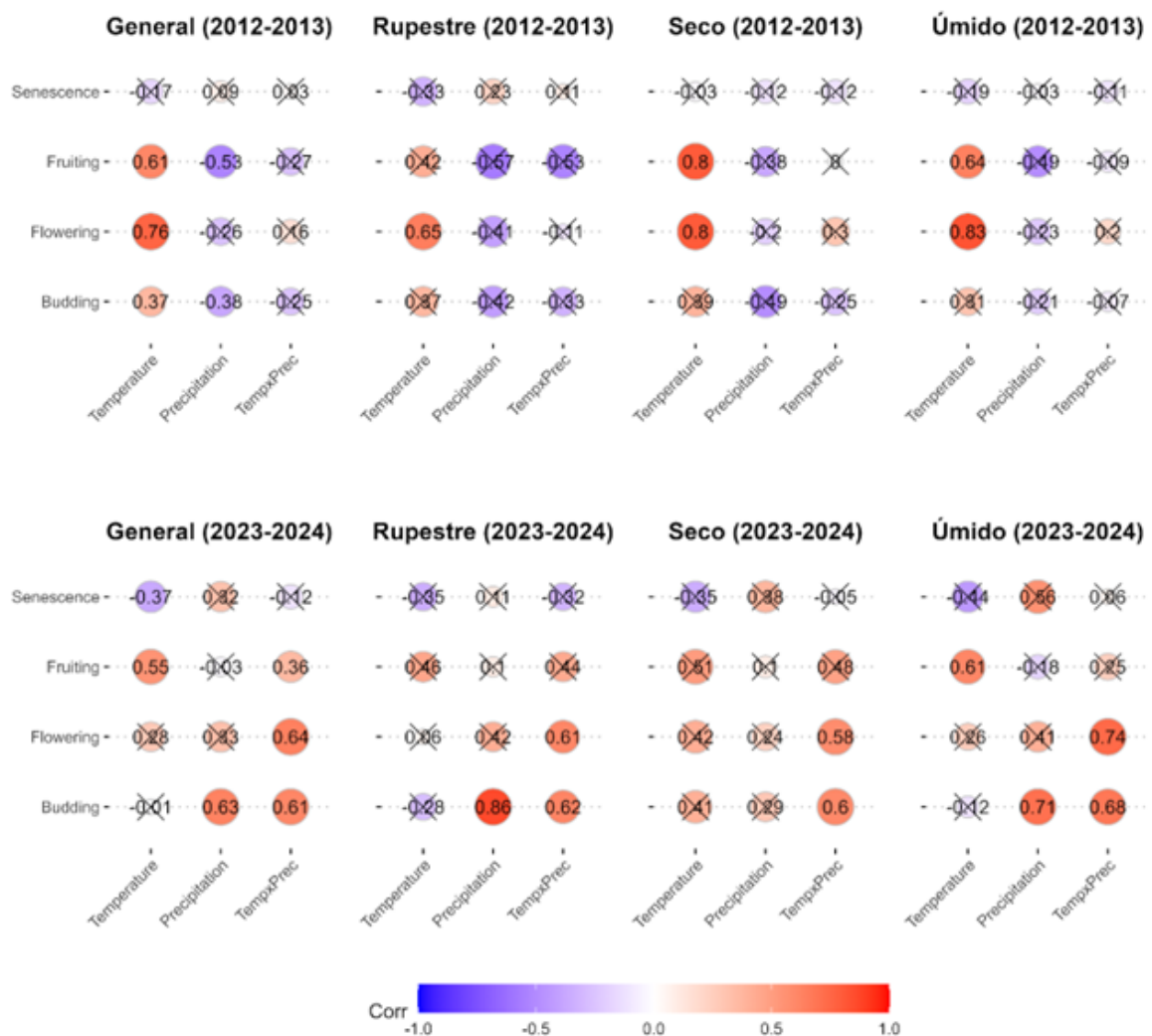


Figura 20 – Correlação de Spearman entre eventos fenológicos (brotamento, senescência, floração e frutificação) e variáveis climáticas (temperatura média mensal, precipitação mensal e índice combinado temperatura × precipitação) nos anos de 2012–2013 e 2023–2024, nos ambientes de campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR). Valores positivos indicam associação direta entre a variável climática e o evento fenológico, enquanto valores negativos sugerem efeito inverso. Apenas correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas. Fonte: o autor, 2025.



Figura 21 – Correlação de Spearman X Fournier entre eventos fenológicos (brotamento, senescência, floração e frutificação) e variáveis climáticas (temperatura média mensal, precipitação mensal e índice combinado temperatura × precipitação) nos anos de 2012–2013 e 2023–2024, nos ambientes de campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR). Valores positivos indicam associação direta entre a variável climática e o evento fenológico, enquanto valores negativos sugerem efeito inverso. Apenas correlações significativas ($p < 0,05$) foram destacadas. Fonte: o autor, 2025.



Os eventos fenológicos de floração e/ou frutificação foram observados em 66 espécies durante o período analisado 2023/2024 (APÊNDICE B), sendo 52 no CS, 22 no CU e 21 no CR. Silva (2014) observou estes mesmos eventos para 2012/2013 em 144 espécies, sendo 92 no CS, 39 no CU e 27 no CR,. As espécies comuns nos dois períodos amostrais (2012/2013 - 2023/2024) totalizaram 69, dentre as quais 43 apresentaram flor e/ou fruto.

Nas três fitofisionomias analisadas e nos dois períodos de acompanhamento (2012–2013 e 2023–2024) a menor riqueza de espécies em estágio reprodutivo coincidiram com os meses de maio a agosto, quando foram registradas as menores temperaturas (Figura 18), confirmando um padrão comum para áreas campestres paranaenses (Biondi, Leal e Batista, 2007). No entanto, algumas espécies mantiveram sua floração ou frutificação de forma contínua, como *Calea parvifolia* e *Epidendrum secundum* para o CR e *Miconia theaezans* para o CU, não sendo registrado nenhuma para o CS.

Os padrões fenológicos observados ao longo dos dois períodos de estudo evidenciaram mudanças marcantes na dinâmica reprodutiva das espécies campestres, com destaque para uma antecipação dos eventos reprodutivos no período mais recente. De acordo com os dados do gráfico de atividade e intensidade (Figuras 18 e 19), na primeira avaliação a floração foi mais concentrada entre outubro/2012 e março/2013, com pico em fevereiro/ 2013 para o CR e o CS. Para a segunda avaliação, o pico foi em dezembro/2023 para o CR e o CS, sendo que o CU apresentou dois picos, um em outubro/2023 e outro em janeiro/2024, com uma menor coincidência de picos entre o número de espécies e índice de Fournier, possivelmente pela influência da alta concentração de chuvas de outubro/2023 que pode ter beneficiado a intensidade de floração de algumas espécies.

A frutificação seguiu o mesmo padrão da floração, sendo mais intensa entre março e abril de 2013, especialmente no CR, enquanto em 2023–2024 concentrou-se entre dezembro e abril, com pico em abril para o CS e entre dezembro e fevereiro para o CU. Na Figura 19 observa-se que a frutificação também foi antecipada em 2023-2024 quando comparada com a avaliação de 2012-2013, com maior intensidade no CU entre janeiro e março, contrastando com o padrão anterior (dezembro a fevereiro), sendo mais evidente nos CS e CR.

Os correlogramas construídos com os picos de ocorrência dos eventos fenológicos revelaram padrões distintos (Figura 20). Em 2012–2013, a floração e frutificação apresentaram correlações positivas significativamente altas com a temperatura (0,76 e 0,61, respectivamente). Os CS (0,8) e CU (0,83), apresentaram fortes correlações positivas com a temperatura, a floração no CR também apresentou correlação positiva com a temperatura porém de forma moderada (0,65). Já a precipitação mostrou correlações não significativas em todos os campos, indicando que a precipitação não foi um fator determinante para esses eventos fenológicos.

Além disso, em alguns casos, como no CS, a correlação entre precipitação e frutificação foi até mesmo negativa, embora esse valor tenha sido muito baixo, sugerindo que, apesar das chuvas abundantes, as plantas não mostraram uma resposta fenológica clara a esse fator climático. Essa falta de correlação pode refletir a maior influência da temperatura, que, de acordo com os dados, teve um papel mais significativo nas respostas fenológicas observadas.

Em 2023–2024 também foi observado uma correlação positiva entre temperatura, floração e frutificação, porém de forma fraca a moderada. Uma diferença significativa foi a correlação moderada entre floração e o índice de Temperatura combinada com a Precipitação (Temp x Prec.) (0,71). No CS a frutificação apresentou correlação significativamente positiva com temperatura, a frutificação (0,63) e floração (0,85) obtiveram correlação positiva com índice combinado Temp x Prec. Para o CU, foi observado correlação positiva forte da frutificação (0,85) com a temperatura, para a floração a correlação positiva foi alta com o Temp x Prec. Já o CR a floração apresentou correlação positiva com a temperatura (0,68) e com o Temp x Prec (0,7). Estas correlações sugerem que as respostas das espécies para a reprodução tendem a ser mais influenciadas pelos fatores ambientais combinados do que as oscilações térmicas e pluviométricas isolados.

Já as correlações baseadas nos valores mensais do índice de Fournier para floração e frutificação (Figura 21) mostraram que em 2012–2013, a temperatura apresentou correlação positiva com floração (0,76) e frutificação (0,61), além de uma correlação negativa com a precipitação e a frutificação. No CS, a floração (0,8) e a frutificação (0,8) obtiveram correlações positivas altas com temperatura. Para o CU, as correlações com temperatura foram vistas para a floração (0,64) e a frutificação (0,83). Já CR, apenas a floração possuiu uma correlação significante positiva com temperatura. Em 2023-2024, de forma geral a floração apresentou correlação baixa, porém significativa com a temperatura, além da correlação de floração e frutificação com Temp X Prec. Para o CS, a única correlação positiva foi com o índice combinado (Temp x Prec) e floração. No CU, a frutificação mostrou correlação positiva com temperatura (0,61), a floração apresentou correlação positiva apenas com o Temp x Prec (0,74). O CR, apresentou apenas correlação positiva entre floração e Temp x Prec (0,61). Estas diferenças encontradas entre os períodos de acompanhamento sugerem que a intensidade das fenofases reprodutivas tendem a ser mais mais influenciadas

pelas oscilações térmicas e pluviométricas combinadas em anos com índices atípicos, como ocorreu em 2023-2024.

A análise dos padrões de floração e frutificação entre os períodos de 2012–2013 e 2023–2024 evidenciou mudanças marcantes na dinâmica reprodutiva das espécies campestres. Houve uma redução na riqueza de espécies em fase reprodutiva e uma antecipação dos eventos fenológicos no período mais recente. A temperatura manteve-se como o principal fator associado a esses eventos, mas os dados de 2023–2024 indicam uma influência crescente da interação entre temperatura e precipitação. Esses resultados apontam que as oscilações climáticas combinadas têm exercido um papel mais relevante na floração e frutificação das espécies, reforçando a importância do monitoramento contínuo frente às mudanças climáticas.

2.4 REFERÊNCIAS

- ANDREACCI, F.; BOTOSSO, P. C.; GALVÃO, F. Fenologia vegetativa e crescimento de *Cedrela fissilis* na Floresta Atlântica, Paraná, Brasil. *Floresta e Ambiente*, v. 24, e20150241, 2017.
- BEHLING, H. South and southeast Brazilian grassland during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 177, p. 19-27, 2002.
- BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; SCHÜLER, L.; PILLAR, V. D. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, V. D.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.). *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 13-25.
- BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REIS, M. S.; REIS, A. (org.). *Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos*. Colombo: EMBRAPA Florestas; Curitiba: UFPR; Botucatu: UNESP, 2007. Cap. 1.
- BIONDI, D.; LEAL, L.; BATISTA, A. C. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 29, 2007.
- BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SANTOS, F. A. M. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. e Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29, p. 595-602, 2006.
- BLOOM, A. J.; CHAPIN III, F.S.; MOONEY, H.A. Resource limitation in plants – an economic analogy. *Annual Review of Ecology Systematics*, v. 16, p.363-392, 1985.
- COMIN, M.; MORO, R. S. Fenologia de Fabaceae dos Campos Gerais nativos da região de Alagados, Ponta Grossa, PR. 2012. Disponível em: http://www.uepg.br/proex/conex/9/anais/9conex_anais/80.pdf. Acesso em: 10 ago. 2012.
- DIEZ, J. M.; IBÁÑEZ, I.; MILLER-RUSHING, A. J.; MAZER, S. J.; CRIMMINS, T. M.; CRIMMINS, M. A.; BERTELSEN, C. D.; INOUE, D. W. Forecasting phenology: from species variability to community patterns. *Ecology Letters*, v. 15, n. 6, p. 545-553, 2012.
- FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plants. *Evolution and Systematics*, v. 1, p. 78-91, 1998.
- FERRAZ, D. K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L. M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 59, p. 305-317, 1999.
- FOURNIER, L. A. Um método quantitativo para a medição de características fenológicas em árvores. *Turrialba*, v. 24, p. 422-423, 1974.

LIETH, H. Purposes of a Phenology Book. In: LIETH, H. *Phenology and Seasonality Modeling*. New York: Springer-Verlag, 1974. p. 3-19.

MORELLATO, L. P. C. et al. Linking plant phenology to conservation biology. *Biological Conservation*, [S. l.], v. 195, p. 60–72, mar. 2016.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 19, n. 4, p. 979-988, 2005.

RATHCKE, B.; LACEY, E. P. Patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 16, p. 179-214, 1985.

SILVA, A. R. da. Florística, fitossociologia e fenologia de três fitofisionomias campestres no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, 2014.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. L. P.; MORO, R. S.; KUNIYOSHI, Y. S.; CARMO, M. R. B. Floristic survey of the Furnas Gêmeas region, Campos Gerais National Park, Paraná state, southern Brazil. *Check List*, v. 13, n. 6, p. 879–899, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.15560/13.6.879>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- ANDRADE, A. L. P.; ASSIS, M. A.; CARMO, M. R. B. Estrutura e composição em fisionomias campestres setentrionais do Sul do Brasil. *Terra Plural*, v. 17, p. 1-17, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.17.2322248.014>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, J.; SCHÜLER, L.; PILLAR, V. D. P. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, 2009. p. 13-25.
- BILENCA, D. N.; MIÑARRO, F. Identificación de áreas valiosas de pastizal (AVPs) en las pampas e campos de Argentina, Uruguay e sur de Brasil. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 2004.
- CARAMARI, P. H. Climatologia. In: *Plano de manejo Parque Estadual de Vila Velha*. Curitiba: IAP – Instituto Ambiental do Paraná; SEMA – Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2004. p. 136-174.
- CARMO, M. R. B.; ANDRADE, A. L. P.; SANTOS, G. A. S. D.; ASSIS, M. A. Análise estrutural em relictos de Cerrado no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná, Brasil. *Ciência Florestal*, v. 22, p. 505-517, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050986618>.
- CERVI, A. C.; LINSINGEN, L. V.; HATSCHBACH, G.; RIBAS, O. S. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Boletim do Museu Botânico Municipal*, Curitiba, v. 69, p. 1-52, 2007.
- CURCIO, G. C.; PIRES, D. R. J.; BOGNOLLA, I. A. Solos. In: *Plano de Manejo Parque Estadual de Vila Velha*. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná, SEMA - Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2004. p. 136-174.
- DALAZOANA K.; SILVA, M. A.; MORO, R. S. Comparação de três fisionomias de campo natural do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 577-695, 2007.
- DUARTE, L. S.; CARLUCCI, M. B.; HARTZ, S. M.; PILLAR, V. D. Plant dispersal strategies and the colonization of Araucaria forest patches in a grassland-forest mosaic. *Journal of Vegetation Science*, v. 18, p. 847-858, 2007. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2007.tb02601.
- DÜMIG, A.; SCHAD, P.; RUMPEL, C.; DIGNAC, M. F.; KÖGEL-KNABNER, I. Araucaria forest expansion on grassland in the southern Brazilian highlands as revealed by ¹⁴C and ^{δ13}C studies. *Geoderma*, n. 145, p. 158-173, 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

GEAHL, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. *Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. *Plano de Manejo: Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana*. Curitiba, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Série Manuais Técnicos em Geociências, v. 1, 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

KÖPPEN, W. *Climatologia: com un estudio de los climas de la tierra*. México: Ed. Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, I. S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Composição florística de uma formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil. *Floresta*, v. 39, p. 309-322, 2009.

MAACK, R. Notas preliminares sobre clima, solo e vegetação do Estado do Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v. 2, p. 102-200, 1948.

MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012.

MARCÍLIO-SILVA, V.; CAVALIN, P.; VARASSIN, I. G.; OLIVEIRA, R. A. C.; SOUZA, J. M. T.; MUSCHNER, V. C.; MARQUES, M. C. M. Nurse abundance determines plant facilitation networks of subtropical forest–grassland ecotone. *Austral Ecology*, v. 40, n. 8, p. 898-908, 2015.

MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Os Campos Gerais do Paraná. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. Disponível em: <https://www.editora.uepg.br/ebooks/ebook-patrimonio-natural-dos-campos-gerais-do-parana>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MELO, M. S. *Aquífero Furnas: urgência na proteção de mananciais subterrâneos em Ponta Grossa, PR*. In: Seminário Internacional “Experiências de Agendas 21 - Desafios do nosso tempo”, Curitiba, 2009.

MOREIRA, J. C.; ROCHA, C. H. Unidades de conservação nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. Disponível em: <https://www.editora.uepg.br/ebooks/ebook-patrimonio-natural-dos-campos-gerais-do-parana>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MORO, R. S.; CARMO, M. R. B. A vegetação campestre nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. Disponível em:

<https://www.editora.uepg.br/ebooks/ebook-patrimonio-natural-dos-campos-gerais-do-parana>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MORO, R. S.; SOUZA-NOGUEIRA, M. K. F.; MILAN, E.; MIODUSKI, J.; PEREIRA, T. K.; MORO, R. F. Grassland Vegetation of Pitangui River Valley, Southern Brazil. *International Journal of Ecosystem*, v. 2, p. 161-170, 2012.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-845, 2000.

OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; CARMO, M. R. B.; GARCIA, E. N.; MORO, R. S.; PINTO, C. E.; TREVISAN, R.; ZANNIM, A. Fisionomia dos campos. In: PILLAR, V. P.; LANGE, O. (Eds.). *Os Campos do Sul*. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos, 2015.

OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V. D.; BLANCO, C. C.; BOLDRINI, I. I.; BOTH, R.; FORNECK, E. D. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 9, p. 101-116, 2007.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. *Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná*. SEMA/GTZ, Curitiba, 1995.

PARANÁ. Instituto Água e Terra. *Parque Estadual de Vila Velha (PEVV)*. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Parque-Estadual-de-Vila-Velha-PEVV>. Acesso em: 18 out. 2024.

PILLAR, V.D.P.; BOLDRINI, I.I.; HASENACK, H.; JACQUES, A.V.A.; BOTH, R.; MÜLLER, S.C.; EGGERS, L.; FIDELIS, A.; SANTOS, M.M.G.; OLIVEIRA, J.M.; CERVEIRA, J.; BLANCO, C.; JONER, F.; CORDEIRO, J.L.; PINILLOS, G.M. *Workshop Estado atual e desafios para a conservação dos campos*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 24, 2006.

PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S.; JACQUES, A.V.A. (Eds.). *Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, 2009.

RITTER, L. M. O. *Composição florística e aspectos físicos do Cerrado nos Campos Gerais, Paraná*. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território: Sociedade e Natureza) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

RITTER, L. M. O.; RIBEIRO, M. C.; MORO, R. S. Composição florística e fitofisionomia de remanescentes disjuntos de Cerrado nos Campos Gerais, PR, Brasil - limite austral do bioma. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 3, p. 379–414, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000300034>

ROCHA, C.H. *Ecologia da paisagem e manejo sustentável em bacias hidrográficas: estudos do Rio São Jorge nos Campos Gerais do Paraná*. Curitiba: Escola de Agronomia – UFPR, 1995. 176 p.

SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (org.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta

Grossa: Ed. UEPG, 2014. Disponível em: <https://www.editora.uepg.br/ebooks/ebook-patrimonio-natural-dos-campos-gerais-do-parana>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SEGATTO, A.L.A.; QUINTANA, I.V.; REGINATO, M.; BAEZ-LIZARAZ, M.R.; OVERBECK, G.E.; TURCHETTO, C. Microevolutionary Perspectives for Conserving Plant Diversity in South Brazilian Grasslands (Campos Sulinos). *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 22, n. 2, p. 137-145, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2024.04.003>.

SILVA, P. A. H. e PASSOS, E. A paisagem de Vila Velha e seu significado para a teoria dos refúgios e a evolução do domínio morfoclimático dos planaltos das Araucárias. *RA'É GA*, Curitiba, n. 19, p. 155-164, 2010.

SILVA, A. S. *Dinâmica de colonização por Araucaria angustifolia e sua influência na expansão florestal na Estação Experimental de Aracuri*. Dissertação de Mestrado em Ecologia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SILVA, A. R.; ANDRADE, A. L. P.; VELAZCO, S. E.; GALVÃO, F.; CARMO, M. R. B. do. Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. *Hoehnea*, v. 43, n. 3, p. 325-347, 2016. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-96/2015>.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

VON LINSINGEN, L.; SONEHARA, J.S.; UHLMANN, A.; CERVI, A.C. Composição florística do Parque Estadual do Cerrado de Jaguariaíva, Paraná, Brasil. *Acta Biol. Par.*, v. 35, n. 3-4, p. 197-232, 2006.

APÊNDICE A - RELAÇÃO DE ESPÉCIES AMOSTRADAS

Relação das espécies amostradas nas fitofisionomias campestres do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. ; CS: campo seco, CU: campo úmido, CR: campo rupestre; Categoria de ameaça Brasil (CAT.BR): criticamente em perigo (CR), em perigo (EN), vulnerável (VU), quase ameaçada (NT), menos preocupante (LC), dado insuficientes (DD), extinta (EX) e extinta da natureza (EW).; Categoria de ameaça Paraná (CAT.PR): em perigo (EN), Vulnerável (VU) e Rara (RR). Para as espécies que ainda não tiveram o *status* de conservação analisado, foi adaptada as siglas NE (Brasil) e NA (Paraná).; F.V.: formas de vida, CAM: caméfito, FAN: fanerófito, GEO: geófito, HEM: hemicriptófito, LIA: liana, TER: terófito, EPI: epífita.; S.D.: Síndrome de dispersão, Ane: anemocórica, Zoo: zoocórica, Aut: autocórica.

FAMÍLIA	ESPÉCIES	CAMPO	CAT. BR	CAT.PR	F.V.	S.D.
Acathaceae	<i>Ruellia bulbifera</i> Lindau	CS	LC	EN	GEO	AUT
Amaranthaceae	<i>Pfaffia gnaphaloides</i> (L.f.) Mart.	CS	LC	NA	HEM	AUT
Amaryllidaceae	<i>Nothoscordum bonariense</i> (Pers.) Beauverd	CS	NE	NA	GEO	AUT
Apiaceae	<i>Eryngium elegans</i> Cham. & Schltdl.	CS	NE	NA	HEM	AUT
Apocynaceae	<i>Minaria acerosa</i> (Mart.) T.U.P.Konno & Rapini	CS/CR/CU	LC	RR	HEM	ANE
	<i>Oxypetalum sublanatum</i> Malme	CR	NE	NA	LIA	ANE
Aquifoliaceae	<i>Ilex asperula</i> Reissek	CS	NE	NA	FAN	ZOO
Arecaceae	<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze	CS/CR	NE	NA	GEO	ZOO
	<i>Butia microspadix</i> Burret	CS	VU	VU	GEO	ZOO
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	CR	NE	NE	FAN	ZOO
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	CS/CU	NE	NA	TER	ANE

	<i>Apopyros corymbosus</i> (Hook. & Arn.) G.L.Nesom	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Aspilia foliacea</i> (Spreng.) Baker	CS	LC	NA	HEM	AUT
	<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	CS	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Baccharis angusticeps</i> Dusén ex Malme	CU	NE	NA	FAN	ANE
	<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	CS/CU	NE	NA	FAN	ANE
	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	CS	NE	NA	FAN	ANE
	<i>Baccharis erioclada</i> DC.	CS	NE	NA	FAN	ANE
	<i>Baccharis uncinella</i> DC.	CS/CR	NE	NA	FAN	ANE
	<i>Calea cuneifolia</i> DC.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Calea cymosa</i> Less.	CS	LC	NA	HEM	ANE
	<i>Calea monocephala</i> Dusén	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Calea parvifolia</i> (DC.) Baker	CR	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Calea verticillata</i> (Klatt) Pruski	CR	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Chaptalia integerrima</i> (Vell.) Burkart	CS	NE	NA	TER	ANE
	<i>Chaptalia piloselloides</i> (Vahl) Baker	CS	NE	NA	TER	ANE
	<i>Chrysolaena platensis</i> (Spreng.) H.Rob.	CS	NE	NA	HEM	ANE

	<i>Chrysolaena simplex</i> (Less.) Dematt.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Disynaphia littoralis</i> (Cabrera) R.M.King & H.Rob.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Gamochaeta simplicicaulis</i> (Willd. ex Spreng.) Cabrera	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Gyptis tanacetifolia</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) D.J.N. Hind & Flann	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Lepidaploa psilostachya</i> (DC.) H.Rob.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Lessingianthus brevifolius</i> (Less.) H.Rob.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Lessingianthus grandiflorus</i> (Less.) H.Rob.	CS	NT	NA	HEM	ANE
	<i>Lessingianthus hypochaeris</i> (DC.) H.Rob.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Lucilia acutifolia</i> (Poir.) Cass.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Lucilia lycopodioides</i> (Less.) S.E.Freire	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Moquiniastrium argyrium</i> (Dusén ex Malme) G. Sancho	CS	EN	NA	HEM	ANE
	<i>Perezia multiflora</i> Less.	CS	EN	NA	HEM	ANE
	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	CS	LC	NA	FAN	ANE
	<i>Pterocaulon angustifolium</i> DC.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	CS	NE	NA	TER	ANE

	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	CS	NE	NA	TER	ANE
	<i>Stenocephalum megapotamicum</i> (Spreng.) Sch.Bip.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Stevia leptophylla</i> Sch.Bip. ex Baker	CS/CR	EN	NA	HEM	ANE
	<i>Stevia myriadenia</i> Sch.Bip. ex Baker	CS	NE	NA	TER	ANE
	<i>Symphyopappus cuneatus</i> (DC.) Sch.Bip. ex Baker	CR	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Verbesina glabrata</i> Hook. & Arn.	CS	NE	NA	FAN	ANE
	<i>Vernonanthura crassa</i> (Vell.) H.Rob.	CR	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Vittetia orbiculata</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	CS	NE	NA	HEM	ANE
Bignoniaceae	<i>Jacaranda oxyphylla</i> Cham.	CS	NE	NA	CAM	ANE
	<i>Fridericia speciosa</i> Mart.	CS	NE	NA	LIA	ANE
Boraginaceae	<i>Moritzia dusenii</i> I.M.Johnst.	CS	NE	NA	HEM	AUT
Bromeliaceae	<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	CR	LC	NA	HEM	ZOO
	<i>Vriesea friburgensis</i> Mez	CR	LC	NA	HEM	ANE
	<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	CR	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Tillandsia crocata</i> (É.Morren) Baker	CR	EN	NA	HEM	ANE
	<i>Dyckia tuberosa</i> (Vell.) Beer.	CS	LC	NA	HEM	ANE
Campanulaceae	<i>Lobelia camporum</i> Pohl	CR	NE	NA	HEM	AUT

	<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) DC.	CS	NE	NA	HEM	AUT
Celastraceae	<i>Plenckia populnea</i> Reissek	CS	NE	NA	FAN	ANE
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	CR	NE	NA	TER	AUT
Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.	CS	NE	NA	LIA	AUT
Cyperaceae	<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	CS/CR/CU	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Bulbostylis scabra</i> (J.Presl & C.Presl) C.B.Clarke.	CU	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Cyperus brasiliensis</i> (Kunth) Bauters	CU	NE	NA	GEO	ANE
	<i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeckeler	CU	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	CU	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Rhynchospora setigera</i> (Kunth) Griseb.	CU/CR	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Scleria hirtella</i> Sw.	CU	NE	NA	GEO	AUT
Droseraceae	<i>Drosera communis</i> A.St.-Hil.	CU	NE	NA	TER	ANE
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus caldensis</i> Malme	CU	NE	NA	HEM	ANE
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum microphyllum</i> A.St.-Hil.	CS	NE	NA	CAM	ZOO
Euphorbiaceae	<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	CS	NE	NA	CAM	AUT
	<i>Croton splendidus</i> Mart.	CU	LC	NA	CAM	AUT
	<i>Croton heterodoxus</i> Baill.	CS	LC	NA	CAM	AUT
Fabaceae	<i>Ancistrotropis peduncularis</i> (Fawc. & Rendle) A.Delgado	CU	NE	NA	TER	AUT
	<i>Cerradicola boavista</i> (Vell.) L.P.Queiroz	CS	NE	NA	CAM	AUT

	<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	CS	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Collaea speciosa</i> (Loisel.) DC.	CU	LC	NA	FAN	AUT
	<i>Crotalaria balansae</i> Micheli	CS	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Desmodium arechavaletae</i> Burkart	CS	NE	NA	HEM	ZOO
	<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC	CS	NE	NA	CAM	ZOO
	<i>Eriosema glabrum</i> Mart. ex Benth.	CS	NE	NA	CAM	AUT
	<i>Eriosema heterophyllum</i> Benth.	CS	LC	NA	HEM	AUT
	<i>Nanogalactia pretiosa</i> (Burkart) L.P.Queiroz	CS	NE	NA	CAM	AUT
	<i>Rhynchosia corylifolia</i> Benth	CS	NE	NA	LIA	AUT
	<i>Stylosanthes bracteata</i> Vogel	CS	NE	NA	TER	AUT
	<i>Stylosanthes</i> sp.	CS	-	-	TER	AUT
	<i>Zornia cryptantha</i> Arechav.	CS	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Fab 1</i>	CS	-		-	AUT
	<i>Fab 2</i>	CS	-	-	-	AUT
Hypericaceae	<i>Hypericum piriai</i> Arechav.	CS	NT	NA	CAM	ANE
	<i>Hypericum ternum</i> A.St.-Hil.	CS	NT	NA	CAM	ANE

Iridaceae	<i>Sisyrinchium densiflorum</i> Ravenna	CR	NE	NA	GEO	ANE
	<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	CS	NE	NA	GEO	ANE
	<i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng.	CS	NE	NA	GEO	ANE
	<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	CS	NE	NA	GEO	ANE
	<i>Sisyrinchium wettsteinii</i> Hand.-Mazz.	CS	NE	NA	GEO	ANE
Juncaceae	<i>Juncus micranthus</i> Schrad. ex Meyers	CU	NE	NA	GEO	ANE
Lamiaceae	<i>Cyanocephalus apertiflorus</i> (Epling) Harley & J.F.B.Pastore	CS	VU	RR	CAM	AUT
	<i>Hyptis meridionalis</i> Harley & J.F.B.Pastore	CS	NE	NA	CAM	AUT
	<i>Salvia aliciae</i> E.P.Santos	CS	NE	NA	CAM	AUT
	<i>Salvia lachnostachys</i> Benth.	CS	NE	NA	CAM	AUT
	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	CR	NE	NA	FAN	ZOO
Lauraceae	<i>Aiouea sellowiana</i> (Nees & Mart.) R.Rohde	CS	NE	NA	FAN	ZOO
Lentibulariaceae	<i>Utricularia praelonga</i> A.St.-Hil. & Girard.	CU	NE	NA	HEM	ANE
Lytraceae	<i>Cuphea linifolia</i> (A.St.-Hil.) Koehne	CS	NE	NA	TER	AUT
Malpighiaceae	<i>Byrsonima brachybotrya</i> Nied.	CS	NE	NA	FAN	ZOO
	<i>Byrsonima guilleminiana</i> A.Juss	CS	NE	NA	CAM	ZOO
	<i>Heteropterys dusenii</i> Nied.	CR	VU	EN	CAM	ANE
	<i>Mamedea pulchella</i> (Griseb.) R.F.Almeida & M.Pell.	CS	NE	NA	CAM	ANE

Malvaceae	<i>Byttneria hatschbachii</i> Cristóbal	CS	LC	NA	CAM	ZOO
	<i>Krapovickasia macrodon</i> (A.DC.) Fryxell	CS	VU	NA	CAM	AUT
	<i>Peltaea speciosa</i> (Kunth) Standl.	CS	NE	NA	GEO	AUT
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	CS	NE	NA	TER	ANE
	<i>Waltheria communis</i> A.St.-Hil.	CS	LC	NA	HEM	ANE
Melastomataceae	<i>Acisanthera alsinaefolia</i> (Mart. & Schrank ex DC.) Triana	CU	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Chaetogastra cogniauxiana</i> F.S.Mey. & R.Goldenb.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Leandra erostrata</i> (DC.) Cogn.	CS	NE	NA	CAM	ZOO
	<i>Leandra polystachya</i> (Naudin) Cogn.	CS	LC	NA	CAM	ZOO
	<i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin	CS	NE	NA	FAN	ZOO
	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	CU	NE	NA	CAM	ZOO
	<i>Pleroma martiale</i> (Cham.) Triana	CS	NE	NA	HEM	ANE
Moraceae	<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lam.	CS	LC	EN	GEO	ZOO
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	CS	NE	NA	FAN	ZOO
	<i>Campomanesia aurea</i> O.Berg	CS	NE	NA	FAN	ZOO
	<i>Eugenia hamiltonii</i> (Mattos) Mattos	CS	LC	EN	FAN	ZOO
	<i>Eugenia pitanga</i> (O.Berg) Nied.	CS	NE	NA	FAN	ZOO

	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	CS	LC	NA	FAN	ZOO
	<i>Myrcia subcordata</i> DC.	CR	NE	EN	FAN	ZOO
Orchidaceae	<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	CR	LC	NA	CAM	ANE
	<i>Prescottia oligantha</i> (Sw.) Lindl.	CS	NE	NA	CAM	ANE
	<i>Sacoila lanceolata</i> (Aubl.) Garay	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Pachygenium tamanduense</i> (Kraenzl.) Szlach. et al.	CS	NE	NA	HEM	ANE
Oxalidaceae	<i>Oxalis rupestris</i> A.St.-Hil.	CS	NE	NA	GEO	AUT
Poaceae	<i>Andropogon selloanus</i> (Hack.) Hack.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Aristida jubata</i> (Arechav.) Herter	CS/CU	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Dichantherium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	CS/CR/CU	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Paspalum cordatum</i> Hack.	CS/CR/CU	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	CS/CR/CU	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	CU	-	-	HEM	ANE
	<i>Axonopus</i> sp	CS/CR/CU	-	-	HEM	ANE
	<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Panicum olyroides</i> Kunth	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Paspalum pectinatum</i> Nees ex Trin.	CS	NE	NA	HEM	ANE

	<i>Paspalum sp 2 (macio)</i>	CS/CU	-	-	HEM	ANE
	<i>Chascolytrum calotheca</i> (Trin.) L. Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies	CU	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Paspalum erianthum</i> Nees ex Trin.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Saccharum asperum</i> (Nees) Steud.	CU	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	CS	-	-	HEM	ANE
	<i>Aristida megapotamica</i> Spreng. var. <i>megapotamica</i>	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Digitaria purpurea</i> Swallen	CS	-	-	HEM	ANE
	<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P.Beauv.	CS	NE	NA	HEM	ANE
	<i>Elionurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze.	CS	NE	NA	HEM	ANE
Polygalaceae	<i>Asemeia hebeclada</i> (DC.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott	CS	NE	NA	TER	ANE
Portulacaceae	<i>Portulaca mucronata</i> Link	CR	NE	NA	HEM	AUT
Polypodiaceae	<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	CS/CR/CU	NE	NA	HEM	ANE
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium esculentum</i> (G. Forst.) Cockayne	CS/CR/CU	NE	NA	HEM	ANE
Rhamnaceae	<i>Crumenaria polygaloides</i> Reissek	CS	LC	EN	HEM	AUT
	<i>Frangula sphaerosperma</i> (Sw.) Kartesz & Gandhi	CR	NE	NA	FAN	ZOO
Rubiaceae	<i>Borreria brachystemonoides</i> Cham. & Schltdl.	CS	NE	NA	TER	AUT
	<i>Borreria paranaensis</i> E.L.Cabral & Bacigalupo	CS	NE	NA	TER	AUT

	<i>Borreria poaya</i> (A.St.-Hil.) DC.	CS	NE	NA	TER	AUT
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	CS	NE	NA	HEM	ZOO
	<i>Declieuxia lysimachioides</i> Zucc. ex Schult. & Schult.f.	CS	NE	NA	HEM	ZOO
	<i>Galianthe elegans</i> E.L.Cabral	CS	VU	VU	HEM	ANE
Solanaceae	<i>Calibrachoa paranensis</i> (Dusén) Wijsman	CR	NE	NA	HEM	AUT
Symplocaceae	<i>Symplocos oblongifolia</i> Casar.	CS	NE	NA	FAN	ZOO
	<i>Symplocos pentandra</i> (Mattos) Occhioni ex Aranha	CS	LC	NA	FAN	ZOO
Verbenaceae	<i>Glandularia marrubioides</i> (Cham.) Tronc.	CS	NE	NA	-	AUT
	<i>Lippia lupulina</i> Cham.	CS	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Lippia pumila</i> Cham.	CS	NE	NA	HEM	AUT
	<i>Verbena hirta</i> Spreng.	CS	LC	EN	CAM	AUT
	<i>Verbena rigida</i> Spreng.	CS	NE	NA	CAM	AUT
	<i>Verbenaceae</i> sp.	CS	-	-	-	-
Violaceae	<i>Pombalia velutina</i> (Schulze-Menz) Paula-Souza	CS	DD	NA	HEM	ANE
Xyridaceae	<i>Xyris asperula</i> Mart.	CU	NE	NA	HEM	ANE

APÊNDICE B – RELAÇÃO DE ESPÉCIES AMOSTRADAS E PADRÃO FENOLOGICO

Relação das espécies amostradas nas fitofisionomias campestres do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. Com eventos fenológicos de floração (FL) e/ou frutificação (FR) dois períodos 2012-2013 e 2023-2024 em três fitofisionomias: Campo seco (CS), campo úmido (CU) e campo rupestre (CR); - espécies não presentes; Não observado: espécies presentes, porém sem flores e/ou frutos.

	2012-2013	2023-2024	2012 - 2013		2023 - 2024	
ESPÉCIE	CAMPO	CAMPO	FL	FR	FL	FR
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	CS, CU, CR	CS/ CU	mar	abr-mai-jun	fev a mar	set - abr
<i>Acisanthera alsinaefolia</i> (Mart. & Schrank ex DC.) Triana	CU	CU	Não observado	Não observado	ago-out-fev a abr	mar a abr
<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze	CS/CR	CS/CR	set a dez	nov a mar	nov a fev	jan a mar
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	CS	-	set a mar	out a mar	-	-
<i>Ancistrotropis peduncularis</i> (Fawc. & Rendle) A. Delgado	-	CU	-	-	Não observado	dez a abr
<i>Andropogon selloanus</i> (Hack.) Hack.	-	CS	-	-	set-dez-fev	ago-fev
<i>Aristida jubata</i> (Arechav.) Herter	-	CS/ CU	-	-	set a nov- jan a fev	jan-mar
<i>Ascolepis brasiliensis</i> (Kunth) Benth. ex C.B. Clarke	CU	-	nov - dez - fev	fev a abr	-	-
<i>Asemeia hebeclada</i> (DC.) J.F.B. Pastore & J.R. Abbott	-	CS	-	-	dez	Não observado
<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	CS	CS	Não observado	Não observado	ago a dez	ago-dez

<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	-	CS	-	-	ago a dez	ago-dez
<i>Aspilia ramosissima</i> (CF)	CS	-	set-out	out	-	-
Asteraceae sp1	CS	-	set-nov-dez	set a nov / jan	-	-
Asteraceae sp19	CU	-	jan a mar	fev a abr	-	-
<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhlm.	CR	-	fev- mar	mar- abr- mai- ago	-	-
<i>Baccharis angusticeps</i> Dusén ex Malme	-	CU	-	-	ago a nov	out a nov
<i>Baccharis axillaris</i> DC.	CR	CR	abr-mai	jun	Não observado	Não observado
<i>Baccharis crispa</i> Spreng	CU	CS/CU	set-out-fev	ago-out-nov	set a dez	set a abr
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	-	CS	-	-	dez-fev	Não observado
<i>Baccharis illinita</i> DC.	CS/CU	-	fev	mar	-	-
<i>Baccharis</i> sp2	CR	-	fev a mai	Não observado	-	-
<i>Baccharis uncinella</i> DC	-	CS/CR	-	-	nov a mar	Não observado
<i>Borreria paranaensis</i> E. L. Cabral & Bacigalupo	CS	CS	ago-set-abr	set-out-mai	Não observado	Não observado
<i>Borreria poaya</i> (A. St.-Hil.) DC.	CS	CS	nov a fev	dez-jan-fev	set-dez	Não observado
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	CS	CS	out a mar	nov a mar	Não observado	Não observado
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	CS/CU/CR	CS/CU	nov-mar	dez a mai	set a out-dez a fev	set-jan a fev
<i>Bulbostylis scabra</i> (J.Presl & C.Presl) C.B.Clarke.	-	CU	-	-	Não observado	set
<i>Bulbostyllis</i> sp3	CS	-	nov a abr	jan a abr	-	-
<i>Butia microspadix</i> Burret	CS	CS	ago- set	ago a out	ago-mar	set a jan-mar
<i>Byrsonima brachybotrya</i> Nied.	CS	CS	ago a jan	nov a fev	out a fev	nov a jan

<i>Byrsonima guilleminiana</i> A.Juss.	CS	CS	out a dez	jan a abr	out a fev	jan a fev
<i>Byrsonima</i> sp1	CS	-	ago a dez	dez a mar	-	-
<i>Byttneria hatschbachii</i> Cristóbal	CS	CS	Não observado	Não observado	Não observado	dez
<i>Calea cuneifolia</i> DC.	CS	CS	nov a fev	jan a mar	Não observado	abr a mai
<i>Calea cymosa</i> Less.	CS	CS	dez	jan-fev	-	-
<i>Calea parvifolia</i> (DC.) Baker	CR	CR	jan a dez	jan a dez	ago a jul	set a jul
<i>Calea verticillata</i> (Klatt) Pruski	-	CR	-	-	mar a abr	Não observado
<i>Calibrachoa paranensis</i> (Dusén) Wijsman	CR	CR	jan a dez	Não observado	ago a jan-mai	dez a jan
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	-	CS	-	-	set	set a nov
<i>Campomanesia aurea</i> O.Berg	CS	CS	Não observado	Não observado	ago a set	Não observado
<i>Chamaecrista punctata</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	CS	-	set a jan	nov a mar	-	-
<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	CS	-	ago-fev	set-mar	-	-
<i>Chloris</i> sp.	CU	-	set a dez	jan a mar	-	-
<i>Chromolaena congesta</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.	CR	-	fev-mar	abr-mai-jun	-	-
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob	CS/CU	-	fev	fev	-	-

<i>Chromolaena palmaris</i> (Sch.Bip. ex Baker) R.M.King & H.Rob.	CS	-	out a jan	fev a mar	-	-
<i>Chrysolaena platensis</i> (Spreng.) H.Rob.	CS	CS	out a jan	fev-mar	Não observado	Não observado
<i>Chrysolaena simplex</i> (Less.) Dematt.	CS	CS	set	out	Não observado	Não observado
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	-	CS	-	-	Não observado	ago a set
<i>Commelina villosa</i> C. B. Clarke ex Chodat & Hassl.	CR	CR	nov-mar	jan-fev-mar	out a mar	jan a mai
<i>Crotalaria balansae</i> Micheli	CS	CS	mar-abr	mar-abr	Não observado	Não observado
<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	CS/CU	CS	out	out a dez	set a fev	Não observado
<i>Croton heterodoxus</i> Baill.	CS	CS/CR	set a jan	set a fev	out a dez	dez
<i>Croton splendidus</i> Mart.	CS/CU	CU	Não observado	Não observado	ago a jun	mar a abr
<i>Cuphea linifolia</i> (A.St.-Hil.) Koehne	CS	CS	Não observado	Não observado	dez a jan	
Cyperaceae sp3	CU	-	ago a out / fev-mar	ago a dez	-	-
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	CR	-	dez a mar - jun	jan a jun	-	-
<i>Cyperus rotundus</i> L.	CU	-	dez a fev	mar	-	-
<i>Desmodium incanum</i> DC.	CS	CS	fev	Não observado	out	Não observado
<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	CS	CS/CU/CR	out a dez	nov a jan	set a fev	ago a fev-abr

<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	CR	CR	jan a dez	jan a dez	ago a jul	ago a jul
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC.	CU	-	fev-mar	fev-mar	-	-
<i>Eriocaulon ligulatum</i> (Vell.) L.B.Sm.	CU	-	nov a mar	jan a mar	-	-
<i>Eriosema glabrum</i> Mart. ex Benth.	CS	CS	out-dez-fev	nov-dez-fev	Não observado	Não observado
<i>Eriosema heterophyllum</i> Benth.	CS	CS	Não observado	Não observado	ago a jan	out
<i>Eryngium elegans</i> Cham. & Schltl.	CS	CS/CU	jan a mar	mar - abr	set a mar	set a fev
<i>Eryngium sanguisorba</i> Cham. & Schltl.	CS	-	jan - fev	mar- abr	-	-
<i>Erythroxylum microphyllum</i> A. St.-Hil.	CS	CS	set-out/ jan-fev	nov-jan	out a dez-fev	mar a abr
<i>Eupatorium bupleurifolium</i> DC.	CU	-	fev- mar	fev- mar	-	-
<i>Eupatorium</i> sp1	CS	-	dez a abr	jan a abr	-	-
<i>Eupatorium</i> sp2	CS	-	jan a abr	mar-abr	-	-
<i>Eupatorium</i> sp3	CS	-	jan a abr	mar-abr	-	-
<i>Frangula sphaerosperma</i> (Sw.) Kartesz & Gandhi	CR	CR	out	dez-jan-fev	ago a nov-fev a abr	out a mar
<i>Galianthe elegans</i> E.L.Cabral	-	CS	mar a abr	Não observado	-	-
<i>Galium megapotamicum</i> Spreng.	CS/CU	-	set- jan	Não observado	-	-
<i>Gamochaeta purpurea</i> (L.) Cabrera	CU	-	dez a fev	dez a mar		
<i>Gochnatia argyrea</i> (Dusén ex Malme) Cabrera	CS	-	out a abril	jan a mai	-	-
<i>Hypericum</i> sp1	CS	-	ago	Não observado	-	-
<i>Hypericum ternum</i> A.St.-Hil.	-	CS	-	-	ago	Não observado
<i>Ilex asperula</i> Reissek	-	CS	-	-	ago-out a nov	Não observado

<i>Ilex chamaedryfolia</i> Reissek	CS	-	ago-set	set	-	-
Indeterminada sp1	CS	-	set-out	set-dez	-	-
<i>Isostigma speciosum</i> Less.	CS	-	nov a fev	fev- mar	-	-
<i>Krapovickasia macrodon</i> (A.DC.) Fryxell	CS	CS	dez-jan	Não observado	Não observado	Não observado
<i>Leandra erostrata</i> (DC.) Cogn.	CS	CS/CU	set a dez	dez a abr	set a fev	dez a abr
<i>Leandra simplicicaulis</i> (Naudin) Cogn.	CS	-	dez-jan	jan-fev	-	-
<i>Lessingianthus grandiflorus</i> (Less.) H.Rob.	CS	CS	Não observado	Não observado	set-fev	fev
<i>Lippia lupulina</i> Cham.	CS	CS	set	Não observado	nov	Não observado
<i>Lobelia camporum</i> Pohl	CS	CR	mar a mai	Não observado	Não observado	Não observado
<i>Lucilia lycopodioides</i> (Less.) S.E.Freire	CS	CS	ago - nov	ago- dez	out a nov	ago
<i>Mamedea pulchella</i> (Griseb.) R.F.Almeida & M.Pell.	CS	CS	nov	Não observado	fev	Não observado
<i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin	CR	CS	Não observado	Não observado	out a nov	jan
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	-	CU	-	-	ago a jul	nov a jul
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	CU	-	mar a jun	mai a jun	-	-
<i>Mimosa</i> sp1	CS	-	out a dez	nov a mar	-	-
<i>Minaria acerosa</i> (Mart.) T.U.P.Konno & Rapini	-	CR	-	-	nov a jan	Não observado
<i>Moquiniastrium argyreum</i> (Dusén ex Malme) G. Sancho	-	CS	-	-	set	set-abr
<i>Moritzia dusenii</i> I.M. Johnst	CS	-	set	Não observado	-	-

<i>Myrcia subcordata</i> DC.	CR	CR	set- nov- dez	ago a dez	ago a jan	set a jan
Myrtaceae sp1	CS	-	ago-set	ago-set	-	-
<i>Oxypetalum sublanatum</i> Malme	CU/CR	CR	nov	dez	dez	Não observado
<i>Paepalanthus caldensis</i> Malme	CU	-	ago a abr	set a abr	-	-
<i>Panicum</i> sp1	CR	-	mar	mar-abr-mai	-	-
<i>Panicum</i> sp2	CU	-	out a mar	out a mai	-	-
<i>Panicum</i> sp3	CS	-	jan - ago	jan - ago	-	-
<i>Paspalum cordatum</i> Hack.	CU	CS/CU	Não observado	Não observado	out a fev-jul	set a nov-jan a abr
<i>Peltaea speciosa</i> (Kunth) Standl.	CS	CS	out a jan	Não observado	dez a mai	Não observado
<i>Peltodon longipes</i> A.St.-Hil. ex Benth.	CS	-	out a nov	dez	-	-
<i>Pfaffia gnaphaloides</i> (L.f.) Mart	CU	CS	jan a abr	fev a abr	Não observado	Não observado
Poaceae sp1	CS	-	out-jan-fev	out-fev-mar	-	-
Poaceae sp10	CS	-	jan	fev-mar	-	-
Poaceae sp11	CU	-	mar- set - out	set a dez	-	-
Poaceae sp2	CU	-	jan a abr	mar-abr	-	-
Poaceae sp4	CS	-	abr	abr-mai	-	-
Poaceae sp5	CS	-	abr	abr-mai	-	-
Poaceae sp6	CS	-	fev	mar	-	-
Poaceae sp7	CS	-	dez a fev	jan-fev-mar	-	-
Poaceae sp8	CS	-	jan a mar	fev-mar	-	-

Poaceae sp9	CU	-	ago-set/ mar a mai	jun/out	-	-
<i>Polygala longicaulis</i> Kunth	CS/CU	-	fev a abr	Não observado	-	-
<i>Portulaca mucronata</i> Link	CR	CR	ago	set	nov a jan	Não observado
<i>Praxelis sanctopaulensis</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	CR	-	fev a mai	abr-mai-jun	-	-
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaufl.) Maxon	CS	CS/CU	Não observado	Não observado	abr	Não observado
<i>Pterocaulon angustifolium</i> DC.	CS	CS	dez a mar	jan a mar	Não observado	Não observado
<i>Pycreus lanceolatus</i> (Poir.) C.B.Clarke	CU	-	jan a mar	fev- mar	-	-
<i>Pycreus polystachyos</i> (Rottb.) P.Beauv.	CU	-	out a fev	mar- abr	-	-
<i>Rhynchosia corylifolia</i> Mart. ex Benth.	CS	CS	ago a nov/ mar-abr	set a dez / mar a mai	Não observado	Não observado
<i>Rhynchospora albiceps</i> Kunth	CU	-	ago a out	set-out	-	-
<i>Rhynchospora consanguinea</i> (Kunth) Boeckeler	-	CR	-	-	nov a fev	dez a fev
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	-	CU	-	-	out	Não observado
<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale	CU	-	ago a nov	out- jan	-	-
Rubiaceae sp1	CS	-	out	out-nov	-	-
Rubiaceae sp2	CS	-	out	Não observado	-	-
Rubiaceae sp4	CS	-	out	nov-dez	-	-

<i>Saccharum villosum</i> Steud.	CU	-	out- fev- abr- mai	nov/ fev a mai	-	-
<i>Salvia aliciae</i> E.P.Santos	CS	CS	set	Não observado	mar	abr
<i>Scleria hirtella</i> Sw.	CU	CU	out a mar	nov a mar	set a fev	nov a abr
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	-	CS	-	-	set a jan	nov a jan
<i>Serpocaulon vacillans</i> (Link) A.R.Sm.	CR	CS/CU/CR	Não observado	Não observado	set-nov-jan a mar	set-jan a abr
<i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng.	CS	CS	jan a jun	Não observado	ago a nov- jan a fev	set a out
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	CS/CU	CS	ago a out / mar a jun	ago-set / abr- jun	ago a set-abr a mai	set a abr
<i>Sisyrinchium wettsteinii</i> Hand.-Mazz.	CR	CS	fev- jul- ago	ago- set	ago- nov a dez- jun a jul	ago a set-nov a mar- jun a jul
<i>Stenocephalum megapotamicum</i> (Spreng.) Sch.Bip.	CS	-	nov a abr	jan a abr	-	-
<i>Stevia leptophylla</i> Sch.Bip. ex Baker	CS/CR	CS/ CR	jun-nov	mar-jun-ago- dez	nov a abr	abr a jul
<i>Stevia myriadenia</i> Sch.Bip. ex Baker	-	CS	-	-	fev a abr	fev
<i>Stylosanthes bracteata</i> Vogel	-	CS	-	-	fev	Não observado
<i>Stylosanthes hippocampoides</i> Mohlenbr.	CS	-	jan a abr	fev a abr	-	-
<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	CS	-	abr	Não observado	-	-
<i>Stylosanthes</i> sp1	CS	-	fev a abr	fev a abr	-	-
<i>Stylosanthes</i> sp2	CS	-	abr	abr	-	-

<i>Symphypappus cuneatus</i> (DC.) Sch.Bip. ex Baker	CR	CS	mai a dez	mar-abr-mai	Não observado	Não observado
<i>Tibouchina</i> sp1	CS	-	nov a jan	Não observado	-	-
<i>Tibouchina</i> sp2	CU	-	dez-jan	Não observado	-	-
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	CS/CR	CS/CU	fev-mar	mar a mai	ago a mar	fev a jul
<i>Trichocline speciosa</i> Less.	CS	-	dez a fev	jan a fev	-	-
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	CR	CU	jan	mar-abr-mai	dez- fev	dez-fev
<i>Utricularia praelonga</i> A.St.-Hil. & Girard.	CU	CU	nov	Não observado	nov a jan	Não observado
<i>Vernonanthura crassa</i> (Vell.) H.Rob.	CR	CR	fev a jul	jul-set-out-nov	out a dez-fev-jun	abr
<i>Vernonanthura nudiflora</i> (Less.) H.Rob	CS	-	jan a abr	fev a abr	-	-
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	CR	CR	nov	Não observado	out a jan	jan
<i>Vittetia orbiculata</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	CS	CS	jan a abr	mar-abr	Não observado	Não observado
<i>Waltheria communis</i> A.St.-Hil.	CS	CS	out a jan	nov a fev	out a nov-jan	jan
<i>Xyris asperula</i> Mart.	-	CU	-	-	out a fev	set-nov a dez-fev a abr
<i>Xyris capensis</i> Thunb.	CU	-	nov	dez	-	-
<i>Xyris jupicai</i> Rich.	CU	-	out a jan	dez a mar	-	-
<i>Xyris schizachne</i> Mart.	CU	-	dez - mar	dez a mar	-	-
<i>Zornia cryptantha</i> Arechav.	CS	CS	out	set	jan	Não observado