

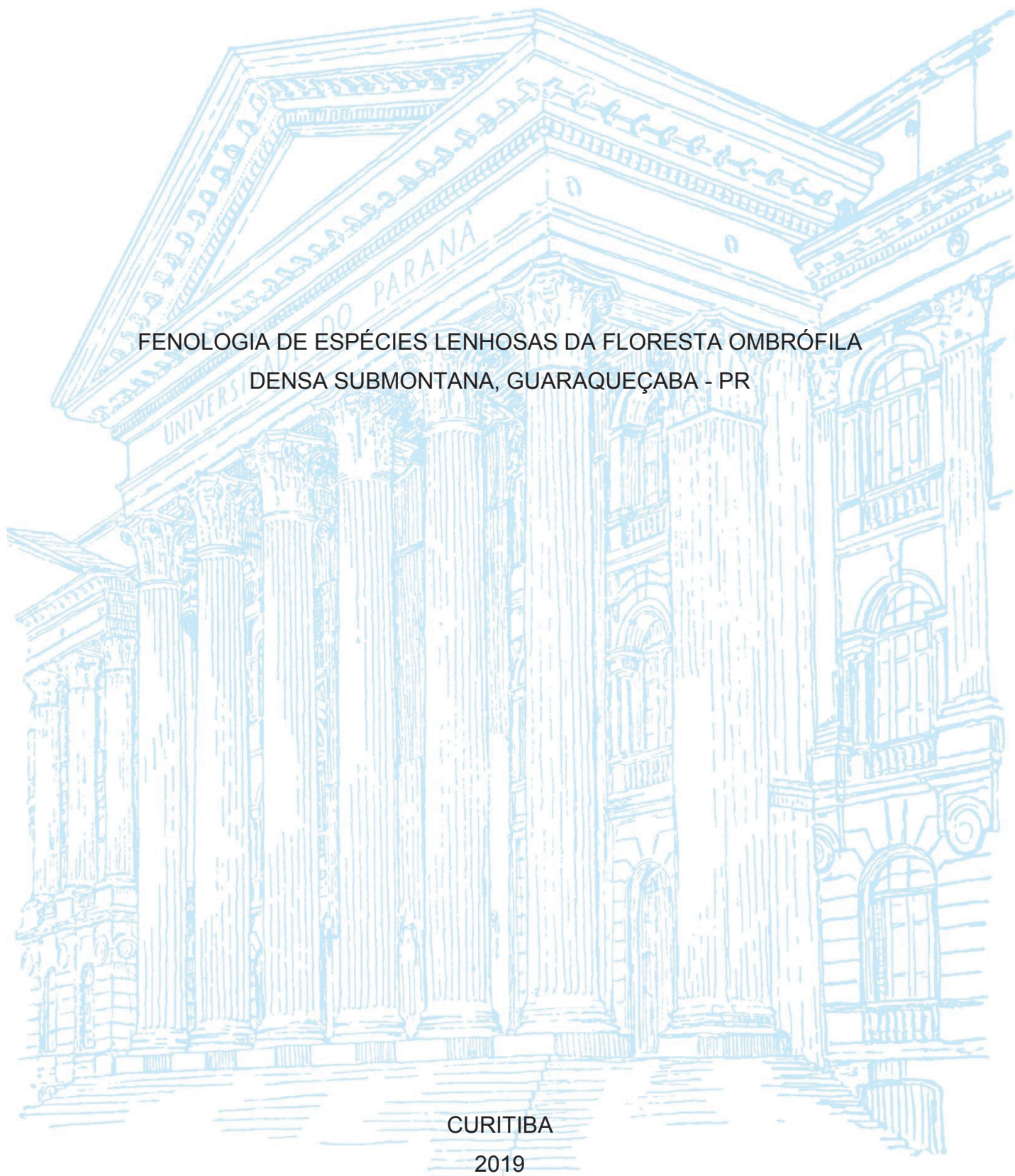
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FRANCIANE FELTZ PAJEWSKI

FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA FLORESTA OMBRÓFILA  
DENSE SUBMONTANA, GUARAQUEÇABA - PR

CURITIBA

2019



FRANCIANE FELTZ PAJEWSKI

FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA FLORESTA OMBRÓFILA  
DENSA SUBMONTANA, GUARAQUEÇABA - PR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Conservação da Natureza, Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto  
Coorientadores: Profa. Dra. Jaçanan Eloisa de  
Freitas Milani  
Prof. Dr. Alexandre Behling

CURITIBA

2019

Ficha catalográfica elaborada pela  
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Pajewski, Franciane Feltz

Fenologia de espécies lenhosas da Floresta Ombrófila Densa  
Submontana – Guaraqueçaba, PR / Franciane Feltz Pajewski. – Curitiba,  
2019.

103 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

Coorientadores: Profa. Dra. Jaçanan Eloisa de Freitas Milani

Prof. Dr. Alexandre Behling

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de  
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.  
Defesa: Curitiba, 15/02/2019.

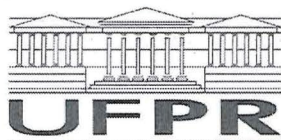
Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Fenologia vegetal – Guaraqueçaba (PR). 2. Vegetação e clima. 3.  
Florestas – Guaraqueçaba (PR). 4. Mudanças climáticas. 5. Plantas –  
Ciclo de vida. 6. Teses. I. Tetto, Alexandre França. II. Milani, Jaçanan  
Eloisa de Freitas. III. Behling, Alexandre. IV. Universidade Federal do  
Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.181.8(816.2)

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA  
FLORESTAL - 40001016015P0

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **FRACIANE FELTZ PAJEWSKI** intitulada: **FENOLOGIA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA FLORESTA OMBRÓFILA Densa SUBMONTANA - GUARAQUEÇABA, PR**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 15 de Fevereiro de 2019.

ALEXANDRE FRANÇA TETTO

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

EVERALDO MARQUES DE LIMA NETO

Avaliador Externo (UFRPE)

ANGELINE MARTINI

Avaliador Externo (UFV)



Dedico esse trabalho ao meu querido amigo Daniel, que nos deixou há pouco tempo. Uma pessoa de carinho imenso pelo próximo e amor incondicional pelo mundo das plantas.

## AGRADECIMENTOS

Dizem que a gratidão é a virtude de almas nobres e o único tesouro dos humildes. Nessa página só espero não esquecer de ninguém...se esqueci, minhas sinceras desculpas! Pois bem, foram muitos os que estiveram comigo nessa caminhada e a vocês eu só tenho a agradecer.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre França Tetto, que desde a graduação me acompanha e é responsável por grande parte da minha evolução. Agradeço pelos ensinamentos, pela tranquilidade e por acreditar que sempre podemos mais!

À Profa. Dra. Jaçanan Eloisa de Freitas Milani que mesmo de longe me coorientou de pertinho e sempre estava ali quando precisei. Agradeço por ter dividido comigo diversos materiais sobre fenologia e agradeço pelas nossas conversas. Desculpe se fiz spam no seu WhatsApp!!

Ao Prof. Dr. Alexandre Behling, por me aguardar toda quarta-feira de manhã por um bom tempo, por toda paciência e todo entusiasmo! Com certeza fez a diferença quando eu não acreditava que encontraria “padrões” ...rsrs

À minha família, em especial meus pais por me darem todo apoio e suporte nesses anos de estudo. Sem vocês nada seria possível. Espero do fundo do meu coração algum dia poder retribuir e ser motivo de mais orgulho. Às minhas irmãs, por serem tão companheiras e por tanto me alegrarem. Amo vocês ♥

Aos meus colegas do laboratório de Unidades de Conservação, Gonzalo, Babi, Mari, Rapha, pelas conversas aleatórias que tornaram tudo mais divertido e em especial à Andressa Tres que, além disso, me recebeu tão bem no “projeto Euterpe” e se tornou uma grande amiga. Aos demais amigos do corredor, pelas conversas, risadas, almoços e cafezinhos.

Ao meu companheiro, Jeferson Luiz Zavaski, por me apoiar e estar ao meu lado todos esses anos, por ser meu refúgio emocional (*as vezes não*), por nossas viagens, por me ouvir e por sempre acreditar no meu potencial, mais que eu mesma. Você é especial!

À todos amigos, colegas, estagiários, voluntários e familiares (pai e Carolzinha) que foram para campo, esses são guerreiros! Aqui não citarei nomes, com certeza esquecerei alguém!! Agradeço especialmente ao Rafael Voltz por ter me acompanhado em praticamente todos os campos, ter ajudado na identificação das espécies e por todas as conversas durante as longas caminhadas no Salto Morato. Ao Marcelo Leandro Brotto, por me auxiliar na escolha e identificação das espécies e pelos materiais compartilhados.

Aos membros da banca, Profa. Dra. Angeline Martini e Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto, pelos questionamentos, pelas correções e sugestões.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos e ao Grupo Boticário de Proteção à Natureza pelo apoio financeiro, à equipe da Reserva Natural Salto Morato por estarem sempre à disposição, pela estrutura cedida e pelo acompanhamento em campo.

À Floresta Ombrófila Densa!! Por me desafiar e me proporcionar uns dias sem academia depois de subir o “sofridinho” *rsrs*. Por sua riqueza, beleza e todos serviços ecossistêmicos prestados. Por me proporcionar momentos de alegria, paz e reflexão, momentos comigo mesma. Pelos momentos de medo e tensão, afinal foram nesses momentos que entendi quão imponente a floresta é. ✿

*"O sol não brilha sobre nós, mas em nós. Os rios não fluem sobre nós, mas através de nós. Emocionante, uma sensação de formigamento, vibrando cada fibra e célula da substância de nossos corpos, fazendo-os deslizar e cantar. As árvores ondulam e as flores florescem em nossos corpos, assim como em nossas almas, e cada canto de pássaro, canção de vento e tremenda canção de tempestade das rochas no coração das montanhas é nossa canção, nossa, e canta nosso amor."*

- John Muir



## RESUMO

O termo fenologia está associado ao estudo das fases do ciclo de vida de plantas e sua ocorrência temporal, sendo, através desse estudo, possível explicar as relações das plantas com o ambiente em que se desenvolvem. Portanto, buscou-se estabelecer as variáveis meteorológicas que possuem maior correlação com as fases do ciclo de vida das espécies e se há diferença no comportamento fenológico em diferentes níveis altitudinais. Para tal, os objetivos do estudo foram: a) determinar a fenologia de seis espécies lenhosas da Floresta Ombrófila Densa (FOD) submontana; b) relacionar o comportamento fenológico com as variáveis meteorológicas; e c) verificar, entre as espécies observadas em mais de um piso altitudinal, se há diferença entre os comportamentos fenológicos. A área de estudo foi a Reserva Natural Salto Morato, localizada no município de Guaraqueçaba, Paraná. As espécies estudadas foram *Miconia cinerascens*, *Miconia cabucu*, *Bathysa australis*, *Ocotea aciphylla*, *Tapirira guianensis* e *Myrcia plusiantha*. As informações fenológicas foram coletadas mensalmente, durante o período de maio de 2017 a abril de 2018, e analisadas por meio do percentual de intensidade de Fournier adaptado. Para as espécies *M. cinerascens* e *B. australis* foram analisadas as fases vegetativas e reprodutivas, enquanto que para as demais foram analisadas as fenofases reprodutivas. Em cada espécie, foram realizadas estatísticas circulares, afim de verificar os períodos de ocorrência, pico e duração das fenofases. A ocorrência das fenofases foi correlacionada com as variáveis meteorológicas de cada mês, por meio da correlação de Spearman e análise fatorial. As fenofases vegetativas ocorreram o ano todo, não sendo sazonais. O pico de brotação e senescência das folhas ocorreram em períodos diferentes para as duas espécies estudadas. Para as fases reprodutivas, as espécies *M. cinerascens*, *B. australis*, *O. aciphylla* e *M. plusiantha* floresceram durante as estações de primavera e verão, enquanto que *M. cabucu* e *T. guianensis* floresceram durante o outono e inverno. O período de frutificação variou entre as espécies e foi possível notar que houve oferta de frutos durante todos os meses do período de estudo. Todas as fenofases reprodutivas ocorreram de forma sazonal. Tanto para as fenofases vegetativas quanto reprodutivas as variáveis meteorológicas que melhor se correlacionaram foram as temperaturas (máxima, média e mínima), o fotoperíodo, a umidade relativa e a precipitação, conforme os resultados obtidos pela correlação de Spearman e análise fatorial. Para as espécies analisadas em mais de um piso altitudinal, o pico de senescência das folhas teve início um mês antes na altitude mais elevada, sendo o mesmo padrão observado para brotação. O início da floração foi no mesmo mês para as três altitudes observadas, mas na maior altitude a floração durou um período maior, seguindo a mesma tendência observada para frutificação. Apesar das fases do ciclo de vida das plantas se correlacionarem em geral com as mesmas variáveis meteorológicas, para cada espécie, o período de ocorrência dessas fases variou, assim como nas espécies estudadas em mais de um nível altitudinal, que apresentaram comportamentos diferentes em relação à altitude.

Palavras-chave: Floração. Frutificação. Padrões vegetativos. Variáveis meteorológicas. Altitude.

## ABSTRACT

The term phenology is associated with the study of the plants life cycle phases and their temporal occurrence, being, through this study, possible to explain the relationships of plants with the environment in which they develop. Therefore, we sought to establish the meteorological variables that have the greatest correlation with the life cycle phases of the species and if there is difference in phenological behavior at different altitudinal levels. For this purpose, the objectives of the study were: a) to determine the phenology of six woody species of the Atlantic Rainforest; b) to relate the phenological behavior to the meteorological variables; and c) to verify, among the species observed in more than one altitudinal floor, if there is difference between the phenological behaviors. The study site was the Salto Morato Natural Reserve, located in the municipality of Guaraqueçaba - PR. The studied species were *Miconia cinerascens*, *Miconia cabucu*, *Bathysa australis*, *Ocotea aciphylla*, *Tapirira guianensis* and *Myrcia plusiantha*. The phenological data were monthly collected during the period from May 2017 to April 2018, by an adapted percentage of intensity of Fournier. For *M. cinerascens* and *B. australis* were analyzed both vegetative and reproductive phases. For the other species, only the reproductive phases were analyzed. In each species, circular statistical analysis were performed to verify the occurrence, peak and duration of each phenophases. The occurrence of phenophases was correlated with the meteorological variables of each month, using *Spearman* correlation and factorial analysis. The vegetative phenophases occurred throughout the year, not being seasonal. The sprouting and senescence peaks occurred at different periods for the two species studied. For the reproductive phenophases, the species *M. cinerascens*, *B. australis*, *O. aciphylla* and *M. plusiantha* flourished during the spring and summer seasons, while *M. cabucu* and *T. guianensis* flourished during autumn and winter seasons. The fruiting period varied among the species and it was possible to notice that fruits were available throughout the studied period. All reproductive phenophases occurred seasonally. For both vegetative and reproductive phenophases, the meteorological variables that best correlated were temperature (maximum, average and minimum), photoperiod, relative humidity and precipitation, according to the results obtained by *Spearman's* correlation and factorial analysis. For the species analyzed in more than one altitudinal floor, the senescence peak began a month earlier at the highest altitude, and the same pattern was observed for sprouting. The beginning of flowering was in the same month for the three altitudes observed, but at higher altitude flowering lasted a longer period, the same trend was observed for fruiting. Although the phases of the life cycle of the plants correlate in general with the same meteorological variables, for each species studied, the period of occurrence of these phases varied, as well as in the species studied in more than one altitudinal level, that presented different behaviors in relation to altitude.

Keywords: Flowering. Fruiting. Leafing. Meteorological variables. Altitude.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 OBJETIVO</b> .....	13
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
3.1 FENOLOGIA .....	14
3.2 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.....	16
3.3 FENOLOGIA E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS .....	18
3.4 FLORESTA OMBRÓFILA Densa .....	21
3.4.1 <i>Miconia cinerascens</i> Miq. ....	23
3.4.2 <i>Miconia cabucu</i> Hoehne .....	25
3.4.3 <i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K.Schum. ....	28
3.4.4 <i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez .....	30
3.4.5 <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. ....	33
3.4.6 <i>Myrcia plusiantha</i> Kiaersk.....	35
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	38
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	38
4.1.1 Clima e variáveis meteorológicas .....	40
4.2 COLETA DE DADOS FENOLÓGICOS .....	46
4.3 ANÁLISE DOS DADOS .....	49
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	52
5.1 <i>Miconia cinerascens</i> .....	52
5.2 <i>Miconia cabucu</i> .....	58
5.3 <i>Bathysa australis</i> .....	60
5.4 <i>Ocotea aciphylla</i> .....	68
5.5 <i>Tapirira guianensis</i> .....	73
5.6 <i>Myrcia plusiantha</i> .....	78
5.7 COMPARATIVO ENTRE AS ESPÉCIES: FLORAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO.....	80
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	84
<b>7 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	85
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	86

<b>APÊNDICE 1: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS</b> .....	98
<b>APÊNDICE 2: FICHA DE CAMPO</b> .....	99
<b>APÊNDICE 3: CORRELAÇÕES DE <i>Spearman</i></b> .....	100
<b>APÊNDICE 4: ANÁLISE FATORIAL</b> .....	101

## 1 INTRODUÇÃO

Fenologia é o termo atribuído ao estudo das fases do ciclo de vida visíveis de plantas e animais, relacionadas em sua maioria com aspectos meteorológicos, sendo então o estudo base para o conhecimento dos padrões vegetativos e reprodutivos de organismos vivos. No estudo de plantas, as características observadas englobam padrões de folhas, floração e frutificação.

O estudo desses fenômenos permite conhecer a biologia das espécies e auxilia na compreensão de eventos ecológicos que ocorrem nas comunidades florestais, tais como: reprodução das plantas, disponibilidade de alimento dentro da comunidade, interações entre plantas e animais (como polinizadores, dispersores, herbívoros e predadores de frutos e sementes).

As informações fenológicas também são necessárias para estudos de fisiologia e revisão taxonômica; para traçar estratégias de colheita de frutos e sementes; auxiliar na criação de programas de conservação de recursos genéticos; geram dados que subsidiam a restauração de áreas degradadas, o manejo sustentável dos recursos naturais e estudos de mudanças climáticas (ALENCAR, 1996; MORELLATO *et al.*, 2000; REGO; LAVARONTI, 2007).

Nesse contexto, percebe-se a importância do estudo fenológico para o cumprimento de planos de ações mundiais em que o Brasil está comprometido, como os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) – Agenda 2030 e as Metas de Aichi para a Biodiversidade – Plano Estratégico 2010-2020. O conhecimento do ciclo de vida das plantas é um estudo básico, mas fundamental para que o objetivo 15 das ODS e a meta 13 de Aichi sejam cumpridos.

O objetivo 15 das ODS trata, dentre outros, de “proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), 2015).

Quanto a meta 13 de Aichi, essa afirma que “a diversidade genética das plantas, incluindo variedades silvestres, terá sido mantida e estratégias terão sido elaboradas e implementadas para minimizar a erosão genética e proteger sua diversidade genética” (WEIGAND JR.; SILVA; SILVA, 2011, p. 47).

Os fatores que influenciam o ritmo dos eventos periódicos, determinando o momento mais eficiente para o crescimento e a reprodução das plantas podem ser

bióticos, os quais estão relacionados com adaptações morfológicas e fisiológicas, além da interação com polinizadores e dispersores; e abióticos, relacionados às variáveis meteorológicas, como precipitação, umidade relativa, temperatura, comprimento do dia e radiação solar. Daí a necessidade de se conhecer, antes de tudo, o comportamento das variáveis meteorológicas na floresta, para então compreender as relações existentes.

A altitude é um dos fatores que influencia no comportamento das variáveis meteorológicas, o que por sua vez, induz a modificações no comportamento das plantas. Um fator observado é em relação a diversidade de espécies, que pode diminuir ou aumentar de acordo com a altitude local (HEIDEMAN, 1989). Outro exemplo é de que em altitudes elevadas o número de polinizadores é reduzido, o que altera os períodos de floração e frutificação das espécies (BRITO; SAZIMA, 2012).

O estudo fenológico pode ter ainda enfoque em espécies vegetais cujo os frutos são consumidos e dispersos por várias espécies da fauna ou cujos frutos ocorrem em períodos de escassez, isto é, espécies que possuem um papel ecológico fundamental para a sobrevivência e manutenção do ambiente.

Conhecer o comportamento fenológico das espécies-chave da Mata Atlântica e suas relações com os fatores abióticos é importante para estudos sobre biologia das espécies, compreensão dos eventos ecológicos e da dinâmica de florestas, coleta de material fértil, projetos de restauração ambiental e práticas assertivas de manejo florestal sustentável.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve como objetivo geral determinar o padrão fenológico de espécies lenhosas em um trecho da Floresta Ombrófila Densa, no município de Guaraqueçaba (PR), correlacionando-os com fatores abióticos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Determinar a fenologia de espécies florestais da Floresta Ombrófila Densa submontana;
- b. Relacionar o comportamento fenológico com as variáveis meteorológicas (temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar e fotoperíodo); e
- c. Verificar, entre as espécies observadas em mais de um piso altitudinal, se houve diferença entre os comportamentos fenológicos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 FENOLOGIA

Fenologia é o estudo dos aspectos temporais dos eventos biológicos repetitivos que ocorrem em organismos vivos (LIETH, 1974). Morellato (1995) complementa que a fenologia estuda as fases do ciclo de vida de plantas ou animais e sua ocorrência temporal ao longo do ano, contribuindo para o entendimento dos padrões reprodutivos e vegetativos.

O termo fenologia foi proposto pela primeira vez por Charles Morren em 1853, contudo, Carl von Linné é quem foi considerado o “pai da fenologia de plantas”, pois em sua obra *Philosophia Botanica*, de 1751, delineou métodos para a criação de calendários fenológicos abrangendo dados sobre floração, frutificação, desenvolvimento e queda foliar, relacionando estes dados com observações meteorológicas (HOPP, 1974).

Os registros fenológicos dos eventos do ciclo de vida recorrentes periodicamente remontam há milhares de anos (FOSTER; KREITZMAN, 2009). Por razões agrícolas, religiosas e como uma forma de marcar a passagem das estações do ano, o homem sempre documentou o surgimento de flores, migração dos pássaros ou a queda das folhas (HOPP, 1974).

Para Alencar (1996) e Morellato *et al.* (2000), as informações fenológicas são valiosas do ponto de vista botânico e ecológico e subsidiam estudos de fisiologia e revisão taxonômica. Ainda permitem compreender as relações entre as plantas, seus polinizadores e seus dispersores (CASCAES; CITADINI-ZANETTE; HARTER-MARQUES, 2013); e geram dados importantes para serem usados em projetos de restauração de áreas degradadas e no manejo de unidades de conservação (REGO; LAVARONTI, 2007).

Os fatores que influenciam o ritmo dos eventos periódicos podem ser bióticos e abióticos. Os fatores abióticos são representados pelas variações sazonais no regime hídrico, de temperatura, insolação e fotoperíodo (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992; GOMES; PINHEIRO; LIMA, 2008); enquanto os fatores bióticos são representados pelo modo de dispersão de sementes, herbivoria, atividade dos polinizadores, dispersores ou predadores de sementes (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992).



Segundo Morellato *et al.* (2016), o estudo da fenologia foliar (vegetativa) segue duas vertentes principais: (i) a primeira está ligada com os processos ecossistêmicos, relacionando a brotação e senescência, que são essenciais para a compreensão das relações com a água, com a produtividade primária, as taxas de troca gasosa, a dinâmica de sequestro de carbono, além da definição da duração das estações de crescimento e dos padrões de fotossíntese; (ii) a segunda, aborda que a distribuição da produção de folhas tem consequências na interação entre plantas e herbívoros, sendo que a conservação das populações de insetos pode ser severamente afetada por mudanças na distribuição da produção de folhas.

As plantas podem adotar várias estratégias fenológicas para evitar os danos causados pela herbivoria, como sincronizar o calendário de picos de produção de folhas com a temporada de menor densidade de insetos ou produzir altas quantidades de folhas para saciar os herbívoros, com vista a não comprometer seus processos metabólicos (LAMARRE *et al.*, 2014).

Nesse sentido, oscilações climáticas podem ocasionar maiores desequilíbrios entre insetos e plantas. Como exemplo, eventos de seca prolongada podem atrasar a produção de folhas em plantas que são estimuladas pelas primeiras chuvas, aumentando os danos de herbívoros. Por outro lado, as alterações podem também reduzir a sincronia da produção de folhas, que não seria suficiente para saciar os mesmos. Tais mudanças podem levar a surtos de pragas e perdas da produção de vegetais (VAN ASCH; VISSER, 2007).

A fenologia reprodutiva está relacionada com a polinização, a frugivoria e a dispersão. Nesse sentido, é importante destacar que mais de 87% das plantas do mundo (nas florestas tropicais esse número chega a 94%) dependem da polinização por animais para o sucesso de sua reprodução (OLLERTON; WINFREE; TARRANT, 2011).

Em relação a fenologia de floração, autores como Morellato *et al.* (2016) mencionam que a sazonalidade da floração durante a primavera, típica de clima temperado, em geral está ausente nos trópicos. Nesses ecossistemas as flores estão disponíveis durante todo o ano, embora com diferentes abundâncias, induzindo diversos padrões fenológicos. Isso reflete a organização e a estrutura de comunidades vegetais, a conservação dos polinizadores e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Por sua vez, a fenologia de frutificação tem relação com a fauna de vertebrados,

especialmente aves e mamíferos. As espécies de plantas neotropicais possuem uma alta porcentagem de frutos dispersos por animais e a maioria dos vertebrados tropicais tem como base da alimentação os frutos e sementes (HAWES; PERES, 2014).

A dieta, o tamanho da população, o comportamento social e a reprodução destes animais dependem da abundância e da sazonalidade dos frutos. Mudanças na disponibilidade de frutos podem ter efeitos sobre frugívoros vertebrados, podendo, a menor produção de frutos, limitar o estabelecimento desses animais em um determinado local (JORDANO *et al.*, 2006). Por consequente, a alteração nas populações de frugívoros afeta a dispersão e a eficiência de germinação das espécies deles dependentes. Com isso, a conservação das espécies da flora também pode ser limitada por cenários de diminuição da fauna, com consequências de queda de dispersão de sementes e menor estabelecimento de plântulas (JORDANO *et al.*, 2006; GALETTI; DIRZO, 2013).

Assim, a conservação das comunidades tropicais requer uma compreensão da relação entre as mudanças sazonais do clima e a disponibilidade de recursos para os consumidores primários, incluindo as mudanças induzidas pelos meios natural e antrópico (MORELLATO *et al.*, 2016).

### 3.2 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

O interesse em conhecer e interpretar os fenômenos climáticos e meteorológicos é tão antigo quanto a curiosidade do homem a respeito do ambiente, explicado pela influência do tempo sobre as atividades antrópicas (AYOADE, 2003; SOARES; BATISTA; TETTO, 2015).

Os primeiros registros mais diretos que tratam sobre o comportamento da atmosfera são dos gregos, como exemplo, a obra *Ares, Águas e Lugares*, escrito por Hipócrates em torno do ano 400 a.C. e *Meteorologica*, escrito por Aristóteles, no ano 350 a.C. (AYOADE, 2003). Após esse período, com a difusão do cristianismo pelo mundo, a ciência e consequentemente os estudos para compreender os fenômenos da natureza estagnaram por cerca de mil anos, devido restrições impostas pelo clero que só permitia a leitura da realidade a partir da teologia (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Ainda, segundo os mesmos autores, foi a partir do Renascimento que o interesse pelos fenômenos da atmosfera foi retomado. Como herança desse período se tem a

criação do termômetro por Galileu Galilei, em 1593. Mas foi no período pós-guerra que diversos aparelhos para a mensuração mais confiável dos fenômenos atmosféricos surgiram.

Muito embora as palavras ‘tempo’ e ‘clima’ sejam muitas vezes utilizadas como sinônimos e por um longo período terem feito parte de um único ramo do conhecimento, existe uma diferença entre elas. O tempo faz parte do estudo de meteorologia, ciência que estuda os fenômenos que ocorrem na atmosfera, como raios, trovões, descargas elétricas, nuvens, previsão do tempo, entre outros (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015), ou seja, estuda o estado momentâneo da atmosfera em um determinado instante e lugar, considerando atributos como radiação, temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica, podendo-se associar com as sensações que o corpo sente no dia-a-dia, como frio e calor (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Por outro lado, o clima é estudado cientificamente na climatologia, determinado pela média das condições do tempo num dado lugar durante um longo período, de no mínimo 30 anos (AYOADE, 2003; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). De acordo com Larcher (2006), mudanças climáticas na Terra ocorrem após décadas ou até mesmo milênios. Em resumo, Ayoade (2003) afirma que o clima apresenta uma generalização, enquanto o tempo lida com eventos específicos.

Para esse autor, os principais elementos meteorológicos são temperatura, precipitação, radiação solar, pressão atmosférica, vento e umidade do ar. Contudo a precipitação e a temperatura são provavelmente os elementos mais discutidos.

A temperatura do ar é, dentre os elementos climáticos, aquela que promove maiores efeitos diretos sobre os processos fisiológicos que ocorrem em plantas e animais (FRITZSONS; MANTOVANI; AGUIAR, 2008). Ela é influenciada pela latitude e, em menor escala, pela longitude; em nível local pela água, uma vez que a superfície continental se aquece e se resfria mais rapidamente do que a superfície dos corpos de água; e pelos ventos, visto que transportam ou transmitem ar mais aquecido ou mais frio de uma área para outra, dependendo das características dos gradientes de pressão envolvidos (OMETTO, 1981; FRITZSONS; MANTOVANI; AGUIAR, 2008).

Autores como Roderjan e Grodzki (1999) e Maack (2017) afirmam que em regiões de serra a temperatura do ar também apresenta um comportamento diferente, sofrendo um decréscimo gradativo com o aumento da altitude. Ometto (1981) e Soares, Batista e Tetto (2015) afirmam que o gradiente adiabático seco (quando o ar está seco)

é de aproximadamente 1 °C a cada 100 m, enquanto que o gradiente adiabático úmido (quando o ar está saturado) é cerca de 0,6 °C para cada 100 m de altitude.

O comportamento da temperatura do ar ainda é diferente de acordo com a exposição em relação ao sol. Torres *et al.* (2016) descrevem que a quantidade de radiação solar recebida varia de acordo com as orientações e inclinações diferentes, em comparação com uma superfície plana, em uma mesma localidade e época do ano.

Os autores explicam que no hemisfério sul a vertente de exposição que mais recebe insolação é a norte, seguida pelas vertentes oeste, leste e sul, ou seja, as vertentes orientadas para o sul recebem menor incidência de radiação solar direta. Como consequência, as vertentes oeste, leste e sul, apresentam gradativamente temperaturas médias menores, em relação as vertentes ao norte (FERREIRA *et al.*, 2012; SOARES; BATISTA; TETTO, 2015).

Com relação a precipitação, o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 1990) afirma que há diferenças entre a quantidade precipitada nas planícies e nas encostas, sendo que na planície litorânea do Paraná a precipitação é maior que nas encostas. Segundo Torres *et al.* (2016), as vertentes de encostas recebem diferentes níveis de precipitação. No hemisfério sul, as encostas voltadas para o sul, recebem maiores precipitações que as encostas voltadas para o norte, devido aos ventos carregados de umidade vindos do mar. Maack (2017), observando as condições específicas da Serra do Mar, afirma que nesse ambiente as encostas voltadas para leste são as que recebem as maiores precipitações, em virtude da umidade dos ventos provenientes do mar (chuvas orográficas) nessa porção.

Para a umidade do ar, Galvani *et al.* (2009) e Falcão *et al.* (2010) afirmam que a mesma apresenta uma maior relação com o nível escalar microclimático (e. g. uso do solo, cobertura vegetal e estrutura do dossel da vegetação) do que na escala altimétrica. Blum, Roderjan e Galvão (2011), em estudo na Serra da Prata (PR) também afirmaram que as médias da amplitude diária da umidade relativa do ar não sofreram grande influência da variação altitudinal.

### 3.3 FENOLOGIA E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

As condições ambientais podem ser responsáveis por induzir ou inibir a floração das plantas (SAMPAIO, 2016), sendo que os fatores abióticos, apresentam geralmente relações próximas com os eventos fenológicos, permitindo estabelecer padrões

preliminares para uma população, revelando aspectos importantes sobre a dinâmica dos ecossistemas (MORELLATO; LEITÃO FILHO, 1992; MARQUES; OLIVEIRA, 2004). De acordo com Sampaio (2016), os fatores ambientais que influenciam nas atividades reprodutivas são: intensidade luminosa e qualidade da luz, fotoperíodo, temperatura, nutrição e secreção de hormônios.

No tocante das variáveis meteorológicas, no caso de florestas tropicais de clima sazonal, onde existe uma estação seca definida, já se tem mais conhecimento sobre a fenologia das plantas. Nesses ambientes, especialmente florestas semidecíduas, os ciclos de vida das plantas, de forma geral, estão relacionados com as variáveis meteorológicas precipitação, temperatura e com o período de maior déficit hídrico (VAN SCHAİK; TERBORGH; WRIGHT, 1993; MORELLATO *et al.*, 2000).

Enquanto que para florestas tropicais sem uma sazonalidade climática pronunciada, como por exemplo na Floresta Ombrófila Densa (FOD), a periodicidade vegetativa e reprodutiva também se apresenta de forma menos acentuada. Logo, nestas áreas os padrões fenológicos estão mais relacionados a temperatura e fotoperíodo (MORELLATO *et al.* 2000; TALORA; MORELLATO, 2000), embora, segundo Morellato *et al.* (2000), a floração permaneça como evento sazonal.

Estudos fenológicos em formações de FOD e Floresta Ombrófila Mista (FOM), desenvolvidos no Paraná, foram realizados por autores como Marques e Oliveira (2004) em ambiente de restinga, na Ilha do Mel, e Milani (2013 e 2017) em compartimento aluvial no município Araucária, respectivamente. Ainda, estudos sobre a deposição de serapilheira na FOD, relacionados com eventos fenológicos, foram desenvolvidos por Scheer *et al.* (2009) e Bianchin *et al.* (2016).

Scheer *et al.* (2009), em estudos na Reserva Natural Salto Morato (RNSM) em área aluvial, constataram como padrão principal a maior produção de serapilheira no início da estação chuvosa. O segundo padrão encontrado foi de uma maior produção de serapilheira no final da estação chuvosa (março e abril), ressaltando-se que nessa estação foram encontradas maiores quantidades de partes reprodutivas na serapilheira.

Outro resultado do estudo foi que na floresta secundária em estágio avançado de sucessão, a biomassa foliar é menor quando comparada com a floresta em estágio primário. Segundo os autores, isso demonstra que nos estágios mais avançados a produção de folhas é mais equilibrada.

Bianchin *et al.* (2016), em estudo na FOD submontana no município de Antonina, verificaram que as quantidades de serapilheira no verão e na primavera foram significativamente maiores quando comparados com a do outono e a do inverno, em todas as áreas estudadas. Os autores relacionaram tal padrão à ausência de condições meteorológicas extremas, como períodos prolongados de seca, aliada à diversidade florística dessas florestas.

Portanto, conforme Hopp (1974), considerando a estreita relação entre os parâmetros meteorológicos e o desenvolvimento das plantas, as observações fenológicas são um importante complemento para estudos meteorológicos.

Da mesma forma que o comportamento fenológico das espécies têm padrões específicos em unidades fitogeográficas condicionadas por diferentes tipologias climáticas, também existem variações de comportamento em nível de microhabitats. A altitude é uma das variáveis ambientais que influencia no comportamento fenológico a nível local (BRITO; SAZIMA, 2012).

Estudos nas altitudes mais elevadas mostram que a fenologia de plantas sofre interferência das condições ambientais, por exemplo, as plantas que dependem de insetos para a polinização são dificilmente polinizadas, por causa da baixa ocorrência dos insetos nesses ambientes, em virtudes principalmente das baixas temperaturas e ventos intensos. Por conseguinte, a frutificação também é alterada (ARROYO; ARMESTO, VILLAGRAN, 1981; BRITO; SAZIMA, 2012).

De acordo com Heideman (1989), o comportamento fenológico é alterado pela altitude não só em função das variáveis meteorológicas, mas também pela diversidade na composição de espécies, visto que o número de espécies diminui ou aumenta de acordo com a altitude do local, o que faz com que as espécies desenvolvam estratégias específicas para competir por recursos e polinizadores nesses diferentes ambientes.

Em contrapartida, Morellato *et al.* (2000), estudando quatro trechos de Floresta Ombrófila Densa, variando de 20 a 500 m de altitude, em São Paulo, não encontraram diferenças significativas entre os períodos de floração nos diferentes ambientes. Contudo, vale ressaltar que esse estudo analisou o comportamento fenológico das comunidades e não de espécies, e segundo Bencke e Morellato (2002), existem diferenças no comportamento fenológico dependendo dos níveis de análise ou abordagem (individual e populacional), mostrando que ao nível individual, poderiam haver espécies com comportamentos diferentes nos diferentes patamares.

### 3.4 FLORESTA OMBRÓFILA DENSA

A denominação Floresta Ombrófila Densa foi proposta por ElleMBERG e Mueller-Dombois em 1965, que substituíram o termo pluvial (de origem latina) por ombrófila (de origem grega), ambos com o mesmo significado “amigo das chuvas” (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2012). Roderjan (1994) define FOD como um ambiente onde a chuva distribui-se ao longo dos 12 meses do ano, não apresentando um período biologicamente seco (sua principal característica ecológica), cuja superfície é dominada por elementos arbóreos muito próximos e até sobrepostos, justificando o termo denso. Segundo o IBGE (2012), as altas temperaturas (média de 25 °C) também são uma característica desta unidade fitogeográfica.

Outra forma de diferenciação com outros tipos de formações para a FOD é a existência de subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância (RODERJAN *et al.*, 2002). De acordo com Kersten (2006) e Blum (2010), a diversidade do componente epifítico vascular chega a ser muitas vezes equivalente ou superior ao número de espécies do componente arbóreo. No território brasileiro, duas regiões são enquadradas como FOD: a floresta amazônica ao norte e a floresta atlântica ao leste (IBGE, 2012).

A FOD atlântica corresponde a faixa de florestas que ocupa a costa leste brasileira, envolvendo as planícies arenosas com altitudes próximas ao nível do oceano atlântico e as encostas das serras subsequentes, desde 7° de latitude sul, no estado da Paraíba, estendendo-se até 30° latitude sul, no extremo nordeste do Rio Grande do Sul, atingindo ainda uma pequena porção do estado do Espírito Santo, onde, por influência da interrupção da cadeia montanhosa, se inicia a floresta estacional planáltica (IBGE, 2012).

De acordo com o gradiente topográfico, a FOD no Paraná pode ser dividida em 5 sub-formações (RODERJAN *et al.*, 2002):

- FOD de terras baixas ou da planície litorânea (0 - 20 m s.n.m.);
- FOD submontana (20 - 600 m s.n.m.);
- FOD montana (600 - 1200 m s.n.m.);
- FOD altomontana (acima de 1200 m s.n.m.); e
- FOD aluvial (marginais aos rios).

De forma geral, ao longo do gradiente altimétrico ascendente a riqueza específica das espécies (número total de espécies de uma comunidade) diminui, ocorrendo ainda substituição gradativa de espécies (RODERJAN, 1994).

Segundo Caglioni (2017), isso ocorre comumente por conta das condicionantes climáticas e pedológicas, que variam de acordo com a altitude, sendo mais restritivos ao desenvolvimento das árvores, quanto maior a altitude. Os fatores restritivos englobam, por exemplo, baixas temperaturas, ventos fortes e constantes, elevada nebulosidade e solos progressivamente mais rasos e de menor fertilidade, sendo seus extremos encontrados nas formações montanas e altomontanas (RODERJAN *et al.*, 2002; CAGLIONI, 2017).

Estima-se que a flora arbórea da FOD seja representada por mais de 700 espécies, sendo a maioria exclusiva, não ocorrendo em outras unidades vegetacionais (LEITE, 1994; REIS *et al.*, 1995).

No campo específico da FOD submontana, Roderjan *et al.* (2002) a descrevem como sendo a formação florestal que ocupa a planície litorânea com depósitos coluviais e o início das encostas da Serra do Mar, situadas de 20 a 600 m s.n.m. Segundo Blum (2010), é caracterizada pela densidade relativamente baixa, heterogeneidade florística, resultante da alta diversidade e riqueza vegetal. De acordo com Roderjan *et al.* (2002) e IBGE (2012), essas características são resultantes da melhor característica de seus solos mediamente profundos e com boas características nutricionais – Argissolos, Latossolos e Cambissolos. Blum (2010) complementa que os fatores climáticos, como temperatura e umidade elevadas, além da precipitação bem distribuída ao longo do ano, também colaboram para a exuberância da vegetação, em relação ao porte dos indivíduos (cujo dossel pode ter aproximadamente 30 metros de altura), à rapidez de seu desenvolvimento e do número de espécies. Ainda, de acordo com o IBGE (2012), na região amazônica o porte dos indivíduos pode ultrapassar os 50 m de altura.

Borgo *et al.* (2011) afirmam que as famílias que se destacam nesta formação são Myrtaceae, Fabaceae, Lauraceae, Melastomataceae e Rubiaceae. Conforme Schmidlin *et al.* (2005), o epifitismo é composto, principalmente, por bromélias e orquídeas.



### 3.4.1 *Miconia cinerascens* Miq.

*Miconia cinerascens* - Melastomataceae, popularmente conhecida por pixirica ou jacatirão, é uma espécie pioneira (CAMPOS, 2010) com ampla distribuição, ocorre no Paraguai, Argentina e Brasil, nos estados de Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (GOLDENBERG; CADDAAH; MARTIN, 2010), com registro em unidades fitogeográficas no Cerrado, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Florestas Ombrófilas (GOLDENBERG; CADDAAH, 2015).

São árvores de até 6 metros de altura (CAMPOS, 2010). Os ramos, pecíolos, face abaxial das folhas e inflorescências são densamente recobertos por tricomas. As folhas são discolores, cartáceas a subcoriáceas. As flores se dão em panículas de glomérulos e apresentam coloração branca. O fruto é do tipo baga, vermelho quando imaturo e enegrecido/roxo-escuro quando maduro, com até 7 sementes pequenas (GOLDENBERG, 2004) (FIGURA 1).

FIGURA 1 – *Miconia cinerascens*: (A) INDIVÍDUO DE *Miconia cinerascens*; (B) CASCA INTERNA; (C) DETALHE DAS FLORES; (D) RAMO COM FRUTOS IMATUROS





FONTE: A autora (2019).

A síndrome de polinização de *M. cinerascens* é por abelhas e outros insetos, enquanto a dispersão se dá principalmente por aves, como das famílias Muscicapidae, Tyrannidae, Emberizidae e Ramphastidae, mas seus frutos também são apreciados e dispersos por pequenos mamíferos (GRIDI-PAPP; GRIDI-PAPP; SILVA, 2004).

De acordo com Goldenberg, Caddah e Martin (2010), a espécie intitulada de *Miconia paulensis* é um sinônimo para *M. cinerascens*, pois as características que as diferenciariam como outra espécie (quantidade de nervuras principais e tipo de margem) estão dentro das variações esperadas para *M. cinerascens*. Ainda, ambas possuem a mesma distribuição geográfica.

A espécie não consta na lista vermelha do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFLORA, 2012) e é indicada para plantios de recuperação de áreas degradadas, sendo uma espécie-alvo para propostas de restauração baseadas em técnicas de nucleação, por propiciar sob sua copa o nicho de ampla diversidade de espécies lenhosas (CAMPOS, 2010).

#### 3.4.2 *Miconia cabucu* Hoehne

*Miconia cabucu* - Melastomataceae, é uma espécie considerada pioneira a secundária inicial, popularmente conhecida por pixiricão. De ocorrência restrita às regiões sul e sudeste do Brasil, ocorre nos estados de São Paulo a Santa Catarina, sendo encontrada principalmente nas encostas (CARVALHO, 2008; LORENZI, 2009; BORGO *et al.*, 2011).

São árvores com até 10 metros de altura, em geral com casca externa rugosa, fissurada acinzentada. Os ramos, pecíolos, face abaxial das folhas e inflorescências são densamente recobertos por tricomas. As folhas são discolores, cartáceas, com a face adaxial glabra (GOLDENBERG, 2004). A coloração ferrugínea das folhas é em virtude da presença dos tricomas (MEDEIROS; MORRETES, 1995). As flores são em panículas de glomérulos, são pentâmeras e apresentam coloração branca. O fruto é do tipo baga, verde quando imaturo e enegrecido ou roxo-escuro quando maduro, com até 13 sementes pequenas (GOLDENBERG, 2004; LORENZI, 2009) (FIGURA 2).

FIGURA 2 – *Miconia cabucu*: (A) CASCA INTERNA; (B) RAMO COM BOTÕES FLORAIS; (B) DETALHE DOS BOTÕES FLORAIS; (C) RAMO COM FRUTOS IMATUROS; (D) DETALHE DOS FRUTOS IMATUROS





(C)



(D)

FONTE: A autora (2019).

A polinização é por abelhas e outros insetos, enquanto a síndrome de dispersão se dá por zoocoria, incluindo o macaco-bugio (CARVALHO, 2008; BORGIO *et al.*, 2011).

De acordo com Medeiros e Morretes (1995), as folhas de *M. cabucu* são fortemente atacadas por herbívoros, chegando a ser difícil encontrar folhas maduras intactas. Silva (2012) complementa que a perda da área foliar pela herbivoria chega a ser de 95% em alguns indivíduos. Também cita que as folhas maduras, por apresentarem menos pilosidade que as folhas jovens, são as mais atacadas e ao mesmo tempo são as que apresentam maior proteção química, indicando certa adaptação ou imunidade dos insetos herbívoros a essas defesas da planta.

A espécie não consta na lista vermelha do CNCFLORA (2012) e, segundo Lorenzi (2009), tem potencial de cultivo para restauração e recuperação da vegetação em áreas degradadas, ressaltando-se o rápido crescimento e a grande produção de alimento para fauna. Também é recomendada para biomonitoramento de poluição (CARVALHO, 2008).

#### 3.4.3 *Bathysa australis* (A.St.-Hil.) K.Schum.

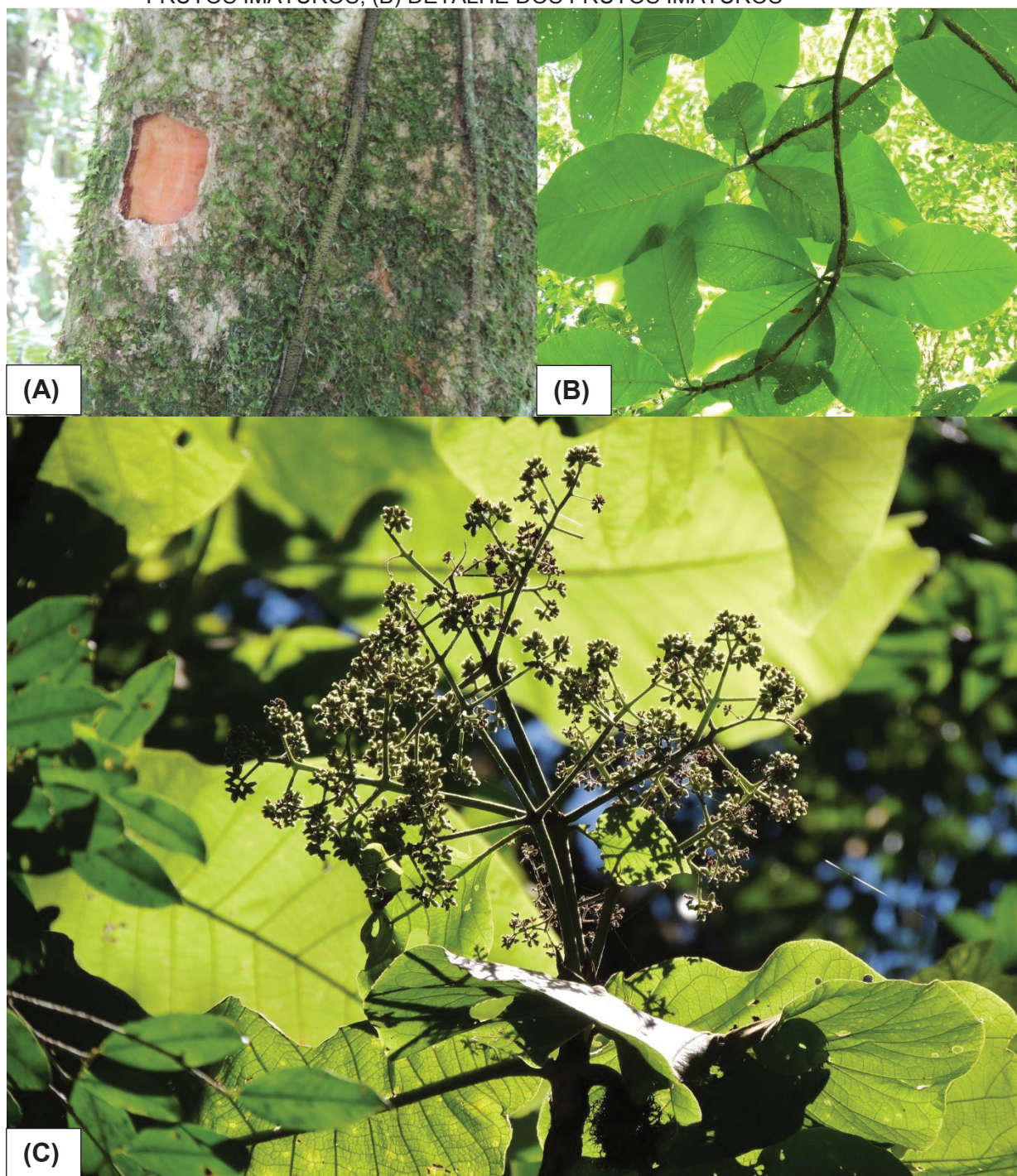
*Bathysa australis* - Rubiaceae, é uma espécie secundária, endêmica da floresta atlântica brasileira (REIS, 2015). Característica dos sub-bosques, popularmente conhecida como macaqueiro, fumo-do-diabo, quina-do-mato, fumão, araribão e baga-de-macuco (RODERJAN; KUNIYOSHI, 1988; LORENZI, 2000; WANDERLEY *et al.*, 2007). É facilmente reconhecida na Mata Atlântica, em virtude do tamanho das suas folhas, que são as maiores de todas espécies florestais do sul (BACKES; IRGANG, 2004). De acordo com Wanderley *et al.* (2007), sua distribuição é ampla, ocorrendo nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e aparece nas formações de encosta ou tabuleiro, sempre no sub-bosque da floresta.

Germano Filho, em 1999, propôs a sinonimização de *B. meridionalis* L.B.Sm. & Downs, com *B. australis*, mas muitos espécimes nos herbários ainda se encontram registrados como *B. meridionalis*.

São árvores de até 20 metros de altura, a casca lisa, descamante em placas irregulares, os ramos são espessos castanhos ou castanho-acinzentados. Suas folhas possuem a parte adaxial glabra e abaxial puberulenta, verde-escura. As flores ocorrem

em inflorescências, são sésseis e bissexuais, com comprimento de até 8 mm. Os frutos são cápsulas, elipsoides de 3 a 5 mm de comprimento, contendo várias sementes minúsculas (GERMANO FILHO, 1999; WANDERLEY *et al.*, 2007; FERREIRA JUNIOR; VIEIRA, 2015; REIS, 2015) (FIGURA 3).

FIGURA 3 – *Bathysa australis*: (A) CASCA INTERNA; (B) DETALHE DAS FOLHAS; (C) RAMO COM FRUTOS IMATUROS; (B) DETALHE DOS FRUTOS IMATUROS





FONTE: A autora (2019).

A síndrome de polinização é zoofilia sendo visitada por insetos como abelhas, vespas, mariposas, borboletas e moscas (ANDRICH, 2008). A síndrome de dispersão é anemocórica (BOSA *et al.*, 2015) e zoocórica (ONOFRE; ENGEL; CASSOLA, 2010).

Suas folhas possuem cor e textura semelhantes ao do fumo e por isso alguns de seus nomes populares remetem a esta espécie (FERREIRA JUNIOR; VIEIRA, 2015). Outra curiosidade é a relação da ave *Tinamus solitarius* (macuco) com *B. australis*. Segundo Delprete, Smith e Klein (2004), a ave utiliza os ramos horizontais da árvore para dormir durante a noite e daí outro nome popular da árvore, “macuqueiro”.

No quesito risco de extinção, o CNCFLORA (2012) classificou a espécie como “menos preocupante”, por ser frequentemente coletada e amplamente distribuída na Mata Atlântica.

É indicada para enriquecimento de sub-bosque de florestas alteradas, restauração de áreas de preservação permanente (APPs) e paisagismo (LORENZI, 2000; BACKES, IRGANG, 2004).

#### 3.4.4 *Ocotea aciphylla* (Nees & Mart.) Mez

*Ocotea aciphylla* – Lauraceae, é uma espécie secundária, popularmente conhecida como canela-amarela, canela-porca e louro-amarelo-de-cheiro, com ocorrência na Venezuela, Guiana, Suriname, Equador, Peru e praticamente em todas as regiões brasileiras (WANDERLEY *et al.*, 2003). Brotto, Cervi e Santos (2013)



complementam que a espécie é encontrada na FOD no Paraná, onde aparece nas formações das terras baixas, submontana e montana, ocupando o dossel, de 3 e 900 m s.n.m. Wanderley *et al.* (2003) citam que sua ocorrência ainda se dá na planície litorânea e formações ripárias associadas e na Floresta Estacional Semidecidual.

São árvores de até 25 m de altura, com ramos subcilíndricos, lenticelados. As folhas são lanceoladas ou elípticas, de aspecto cartáceo-coriácea, apresentando ápice acuminado. As flores são bissexuais, com cerca de 4 mm de comprimento e ocorrem em inflorescência axilar, agrupada no ápice dos ramúsculos. O fruto é elipsoide e chega a 3,1 x 1,7 cm, possui cúpula lenticelada, inflada na região central, com cerca de 2 x 1,9 cm e pedicelo afunilado. A semente é uma castanha (WANDERLEY *et al.*, 2003; BROTTTO; CERVI; SANTOS, 2013; VAN DER WERFF, 2014) (FIGURA 4).

FIGURA 4 – *Ocotea aciphylla*: (A) CASCA INTERNA; (B) RAMOS COM FLORES; (C) RAMOS COM FRUTOS IMATUROS





Fotos: (A) A autora (2019); (B) e (C) Marcelo Leandro Brotto.

Brotto (2010) afirma que ecologicamente o gênero *Ocotea* apresenta relações com insetos, mamíferos e pássaros, com influências sobre a polinização, dispersão e

regeneração. Para *O. aciphylla*, a síndrome de dispersão é zoocórica (POLISEL; FRANCO, 2010).

Quanto ao risco de extinção, a espécie é classificada pelo CNCFLORA (2012) como “quase ameaçada”, devido ao seu uso madeireiro, pois possui madeira resistente a insetos e é própria para a construção civil.

#### 3.4.5 *Tapirira guianensis* Aubl.

O gênero *Tapirira* Aubl., pertencente a Anacardiaceae, foi descrito pela primeira vez por Aublet, em 1775, e inclui aproximadamente 28 espécies arbóreas. Dessas, quatro possuem ocorrência no Brasil, são elas: *Tapirira guianensis* Aubl., *T. obtusa* (Benth.) J.D. Mitch., *T. pilosa* Sprague e *T. retusa* Ducke. As espécies se distribuem de forma ampla por todo território brasileiro, sendo que *T. guianensis* não tem ocorrência registrada apenas no estado do Rio Grande do Sul (SILVA-CRUZ; PIRANI, 2012). Embora possa ser amplamente encontrada em ambientes de encosta, seu desenvolvimento é maior em ambientes de várzeas e beira de rios (LORENZI, 1998).

A espécie *T. guianensis*, popularmente conhecida como pau-pombo, cupiúva-vermelha, fruto-de-pombo e cupiúva, é considerada perenifólia, pioneira e heliófila (LORENZI, 1998; CARVALHO, 2006). Pode atingir até 30 metros de altura, com fuste reto ou tortuoso e copa larga com folhagem verde-opaca e ramos glabros (SEABRA; IMAÑA-ENCINAS; FELFILI, 1991). As folhas são compostas e medem até 30 centímetros de comprimento, com 5 a 11 folíolos de consistência membranácea a coriácea, que medem até 12 cm de comprimento. As inflorescências amarelo-esverdeadas ocorrem em panículas axilares de até 37 cm de comprimento (CARVALHO, 2006). As flores, segundo Lenza e Oliveira (2005), são unissexuais e, ocasionalmente há presença de flores hermafroditas em matrizes femininas, o que indica que a separação dos sexos é ainda incompleta, mostrando sinais de um suposto ancestral hermafrodita. Quanto ao fruto, é uma drupa ovoide que mede cerca de 1,5 x 0,8 cm e quando maduro apresenta coloração roxa (FIGURA 5).

FIGURA 5 – *Tapirira guianensis*: (A) CASCA INTERNA; (B) DETALHE DAS FOLHAS; (C) DETALHE DOS FRUTOS IMATUROS





FONTE: A autora (2019).

A síndrome de polinização é zoofilia, sendo visitada essencialmente por abelhas e insetos pequenos (MORELLATO, 1991). Lenza e Oliveira (2005) salientam que esta espécie é dependente dos agentes polinizadores, uma vez que na sua ausência a produção de frutos é baixa. A síndrome de dispersão é essencialmente zoocórica, sendo feita por aves das famílias Columbidae, Tyrannidae, entre outras e ainda por mamíferos, como macaco-bugio, mono-carvoeiro e sagui (CARVALHO, 2006).

Segundo Lorenzi (1998), sua madeira é utilizada para confecção de brinquedos compensados e caixotaria leve. Ainda, é indicada para reflorestamentos e adensamento florestal, uma vez que tem seus frutos muito procurados pela fauna. A espécie não aparece na lista vermelha do CNCFLORA (2012).

#### 3.4.6 *Myrcia plusiantha* Kiaersk.

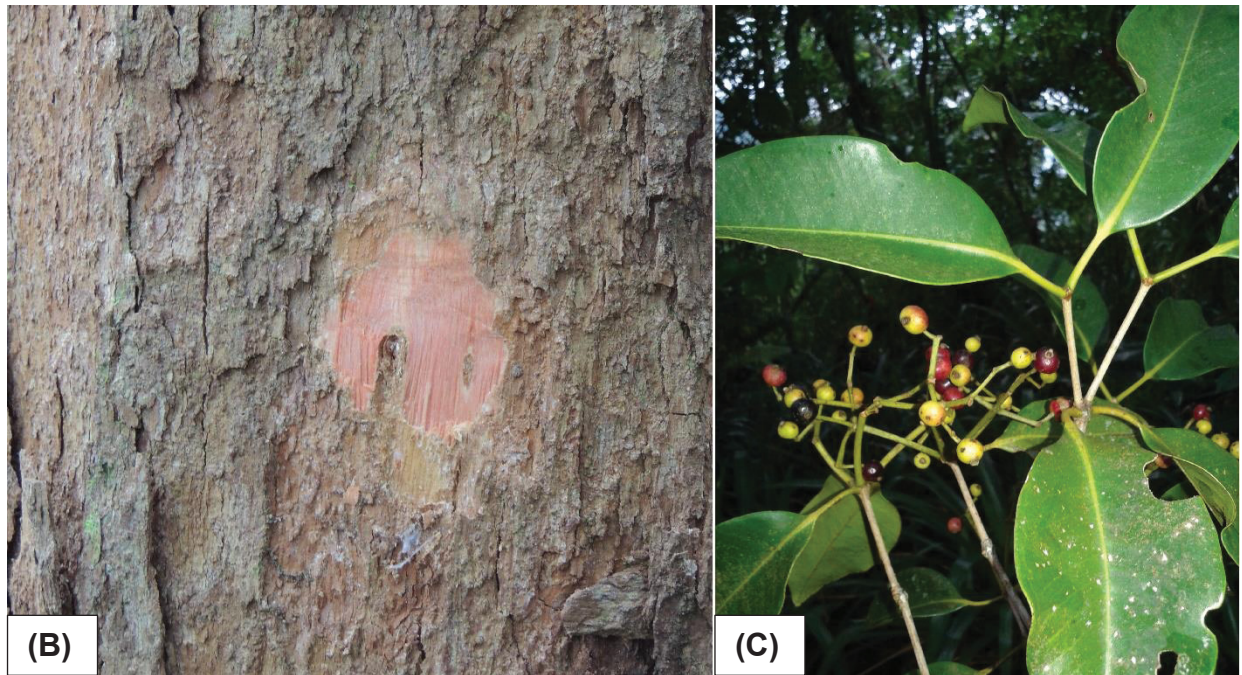
O gênero *Myrcia* DC., com pouco menos de 400 espécies, é um dos mais representativos da família Myrtaceae e tem suas espécies distribuídas desde a América Central até o norte da Argentina (ROSA; ROMERO, 2012). A espécie *M. plusiantha*, conhecida popularmente como guamirim e guamirim-branco, é encontrada no Cerrado

e na Mata Atlântica de Estados do nordeste, sudeste e sul brasileiro, mais especificamente nos estados do Rio Grande do Norte, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Paraná (SOBRAL *et al.*, 2015), em encostas e topos de morro (RIBEIRO; THOMAZ; MILEIPE, 2007).

Árvore de sub-bosque, com cerca de 14 metros de altura, de copa larga (RIBEIRO; THOMAZ; MILEIPE, 2007; CNCFLORA, 2012), suas folhas são elípticas/ovadas (raramente oblongas) de textura cartáceo-coriáceas, com ramos lisos. As flores, pentâmeras, ocorrem em inflorescências racemiformes (KIAERSKOU, 1893). Segundo os registros de herbário obtidos na plataforma *SpeciesLink* (2018) as flores são de coloração branca com cálice amarelado, os frutos imaturos possuem coloração amarelada e os maduros são enegrecidos (FIGURA 6).

FIGURA 6 – *Myrcia plusiantha*: RAMO COM FRUTOS MADUROS E IMATUROS





FONTE: A autora (2019).

De acordo com Ribeiro, Thomaz e Mileipe (2007), a dispersão é feita por frugívoros generalistas, uma vez que seus frutos são pequenos e com polpa succulenta.

Segundo Jardim Botânico do Rio de Janeiro (2018), a espécie *Myrcia follii*, com registros de ocorrência no estado do Espírito Santo, é um sinônimo de *Myrcia plusiantha*.

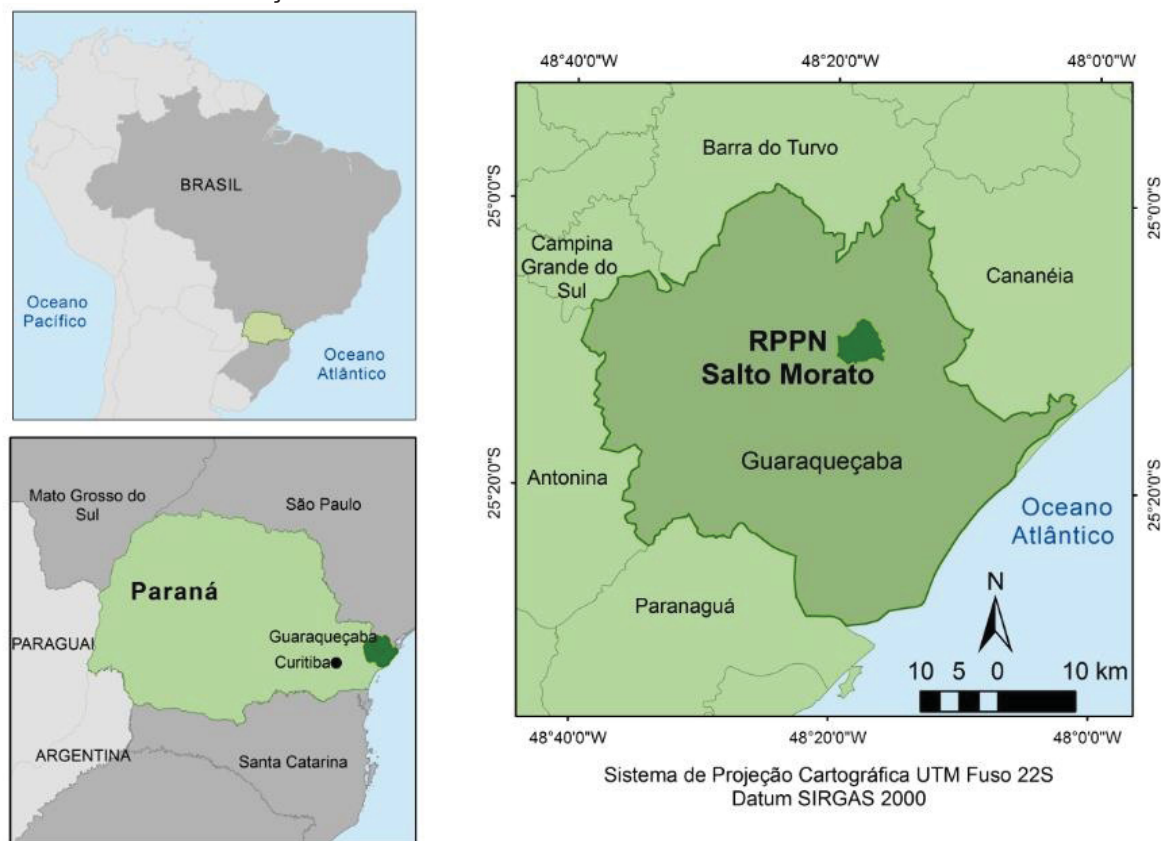
Em relação ao risco de extinção, *M. plusiantha* é classificada como quase ameaçada pelo CNCFLORA (2012) e como rara na lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná (HATSCHBACH; ZILLER, 1995). Antes de ser considerada sinônimo, a espécie *M. follii* era classificada como criticamente em perigo, em virtude de sua baixa ocorrência.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na Reserva Natural Salto Morato (RNSM), nas coordenadas  $25^{\circ} 09' 45''$  S e  $48^{\circ} 18' 10''$  W, de propriedade da Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGBPN), situada no município de Guaraqueçaba (PR), a qual é abrangida em sua quase totalidade (74%) pela "Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba" (FIGURA 7). A RNSM possui uma área de 2.252,83 ha, fica situada a aproximadamente 170 km de Curitiba, a 90 km da cidade de Antonina e a 19 km da sede do município de Guaraqueçaba (FGBPN, 2011).

FIGURA 7 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), adaptado pela autora (2019).

O domínio geológico da área de estudo é constituído por rochas do embasamento cristalino. De acordo com Polidoro e Lima (2002), a área da RNSM abrange quatro ambientes geológicos, são eles: complexo Pré-Setuva, complexo Migmatítico, Suíte Granítica de Anatexia e Sedimentos recentes (depósitos aluviais e



colúviais). O relevo é predominantemente acidentado, com cristas arredondadas e declividades próximas ou superiores a 40%.

As altitudes oscilam, em média, de 150 a 400 m, mas as cotas máximas são superiores a 900 m, enquanto as inferiores são em torno de 20 m. Na RNSM predominam as vertentes côncavas e os vales em “V” fechados e encaixados, sendo as falhas e fraturas do substrato predominantemente na direção norte-sul (FGBPN, 2011).

Quanto aos solos, nas áreas de planície e encosta da RNSM, de 30 a 500 m de altitude, foi identificada a ocorrência de Cambissolos: solos fortemente, até imperfeitamente drenados, rasos a profundos, chegando a 120 cm de profundidade. Apresentam horizonte B incipiente (Bi) de textura franco-arenosa ou mais argilosa, nesses solos pode ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do horizonte A para o Bi (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 2006). Na reserva foram identificados solos com presença significativa de fragmentos semi-intemperizados de rocha no horizonte Bi (FGBPN, 2011).

Com relação à hidrologia, o litoral do Paraná abrange principalmente duas bacias hidrográficas: a de Guaratuba, com 1.886 km<sup>2</sup>; e a de Paranaguá, com 3.882 km<sup>2</sup>. Outras duas bacias completam o perfil hidrográfico do Paraná, as áreas que drenam para o mar de Ararapira (extremo norte do litoral) e para o rio Saí-Guaçu (extremo sul do litoral) (ÂNGULO, 1992).

A RNSM está inserida na porção nordeste da Baía de Paranaguá e engloba a cabeceira noroeste do rio Guaraqueçaba e outras quatro micro-bacias afluentes do mesmo rio, são elas: Engenho, Bracinho, Velho e Morato. Por serem sub-bacias de pequenas extensões, seus corpos d'água formadores são caracterizados predominantemente por larguras inferiores a 5 m e pouca profundidade (FGBPN, 2011).

No que diz respeito as formações vegetais existentes na RNSM, Gatti (2000) afirma que a reserva se inclui nos domínios da FOD, nas variações aluvial, submontana e montana. Quanto ao desenvolvimento da floresta, existem na reserva formações que variam desde floresta primária pouco alterada a formações típicas da sucessão secundária, nas fases inicial, intermediária e tardia.

As parcelas estudadas estão locadas em áreas de FOD submontana, onde ocorrem três estratos arbóreos facilmente diferenciáveis: i) o estrato dominante é composto por espécies de grande e médio portes, chegando a cerca de 22 m. Pode-

se citar como espécies relevantes desse estrato: *Pterocarpus violaceus* Vogel (pau-sangue), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro) e *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Muell. Arg. (tapiá); ii) o segundo estrato é representado por espécies como *Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi (bacupari), *Euterpe edulis* Mart. (palmito-juçara), que representa um elemento característico e exclusivo, e ainda espécies de *Inga sp.* Mill (ingá) e *Calypttranthes sp.* SW (guamirins); e iii) o terceiro estrato é dominado pelas rubiáceas *Psychotria nuda* Cham. & Schltld. (erva-d'anta) e *Rudgea jasminoides* (Cham.) Müll.Arg. (véu-de-noiva). No estrato herbáceo, que é bastante denso, ocorrem marantáceas, bromeliáceas de hábitos terrestres, lianas, pteridófitas, rubiáceas e melastomatáceas. Ressalta-se ainda as lianas e epífitas sobre os ramos das árvores do dossel formando verdadeiros “jardins suspensos” (GUAPYASSÚ, 1994; FGBPN, 2011).

#### 4.1.1 Clima e variáveis meteorológicas

De acordo com Alvares *et al.* (2013), toda a região costeira do Paraná, incluindo Guaraqueçaba, se encontra no tipo climático Cfa. Os autores salientam que nessa região o clima Cfa foi mapeado nas altitudes inferiores a 650 m na costa norte e até 600 m no sul.

O tipo climático Cfa, segundo Köppen, é caracterizado por ser subtropical úmido, com verões quentes, geadas pouco frequentes, sem estação seca definida e com tendência de concentração de chuvas nos meses de verão (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015).

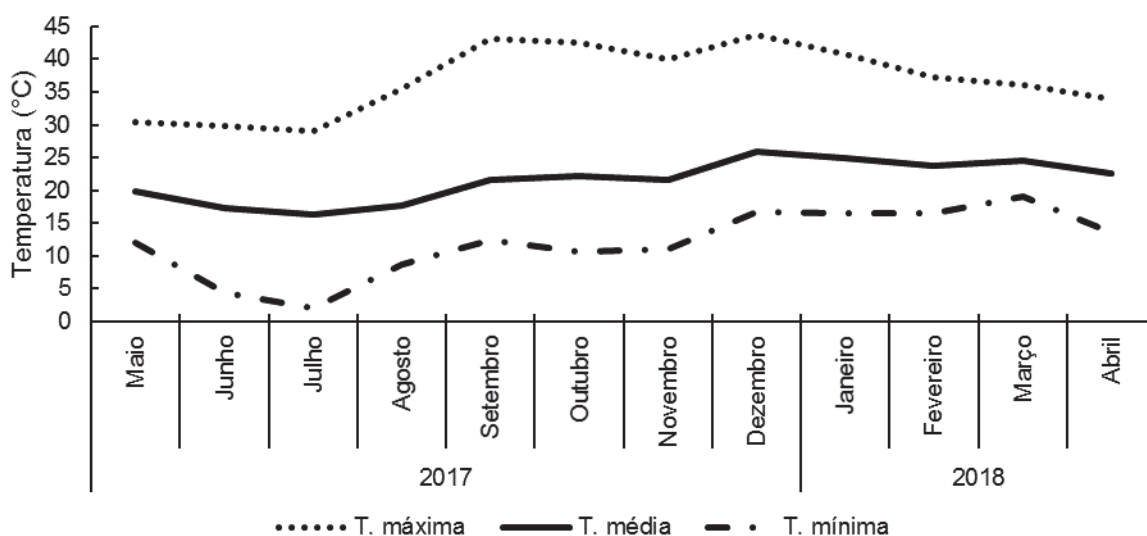
Uma pequena parte da RNSM, nas maiores altitudes encontradas, está sobre o tipo climático Cfb, o qual é caracterizado por ser um clima temperado propriamente dito, com verões frescos, com ocorrência de geadas e sem estação seca definida. Contudo, nenhuma das parcelas estudadas se enquadram nestes locais da reserva.

Segundo o plano de manejo da unidade (FGBPN, 2011), a média anual de temperatura varia de 17 a 21 °C, sendo a média das temperaturas máximas de 24 a 26°C e das mínimas de 13 a 17 °C. Os índices pluviométricos são altos, sendo que a média da pluviosidade oscila em função da graduação altitudinal, de 2.000 a 3.000 mm anuais, chegando no trimestre mais chuvoso (dezembro, janeiro e fevereiro) a valores de 600 a 800 mm. Nos meses menos chuvosos (junho, julho, agosto), a precipitação

não ultrapassa os 400 mm (IAPAR, 2017). A umidade relativa do ar é em média de 85%.

Na FIGURA 8 estão apresentadas as temperaturas (T) máxima, média e mínima, durante o período de maio de 2017 a abril de 2018, registradas pela estação meteorológica do SIMEPAR, localizada (a pleno sol) na base da RPPN Salto Morato.

FIGURA 8 – TEMPERATURA DO AR (MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA ABSOLUTAS) DURANTE O PERÍODO DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, PARA A REGIÃO DE SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)

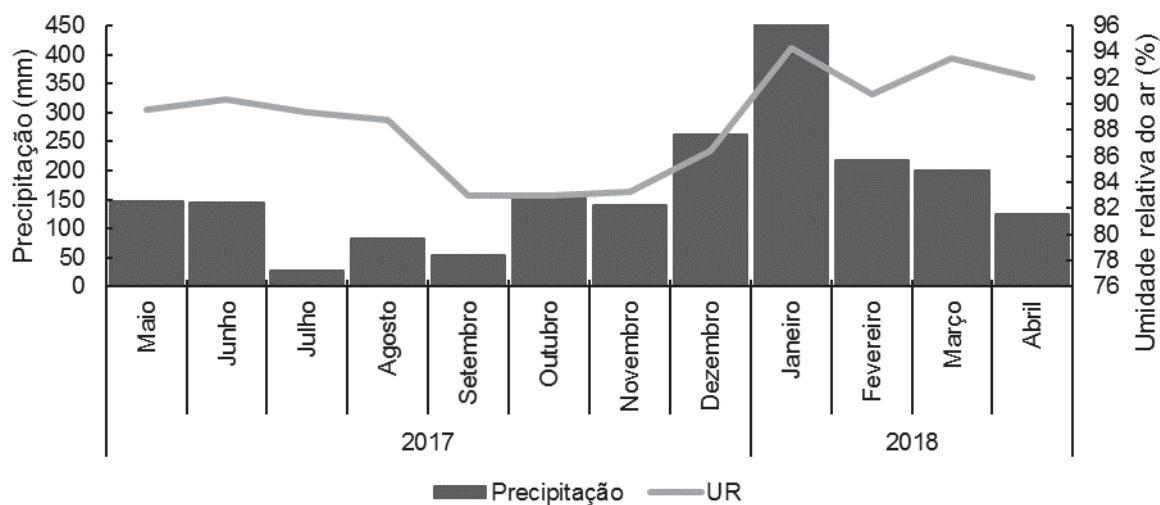


FONTE: SIMEPAR (2018), elaborado pela autora (2019).

Durante o período, a média anual de temperatura foi de 21,5 °C, sendo registradas as temperaturas médias mais altas nos meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018 (25,8 e 24,9 °C, respectivamente). As temperaturas médias mais baixas registradas ocorreram nos meses de junho e julho de 2017, com 17,3 e 16,3 °C. Ainda em relação à temperatura, é possível observar que a máxima absoluta registrada ocorreu no mês de dezembro de 2017 (43,8 °C) e a mínima absoluta registrada (2,1 °C) ocorreu no mês de julho do mesmo ano.

Na FIGURA 9 estão apresentados os comportamentos da precipitação e umidade relativa do ar, durante o período da pesquisa, que também foram obtidos pela estação meteorológica do SIMEPAR.

FIGURA 9 – PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ACUMULADA E UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DURANTE O PERÍODO DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, PARA A REGIÃO DE SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)



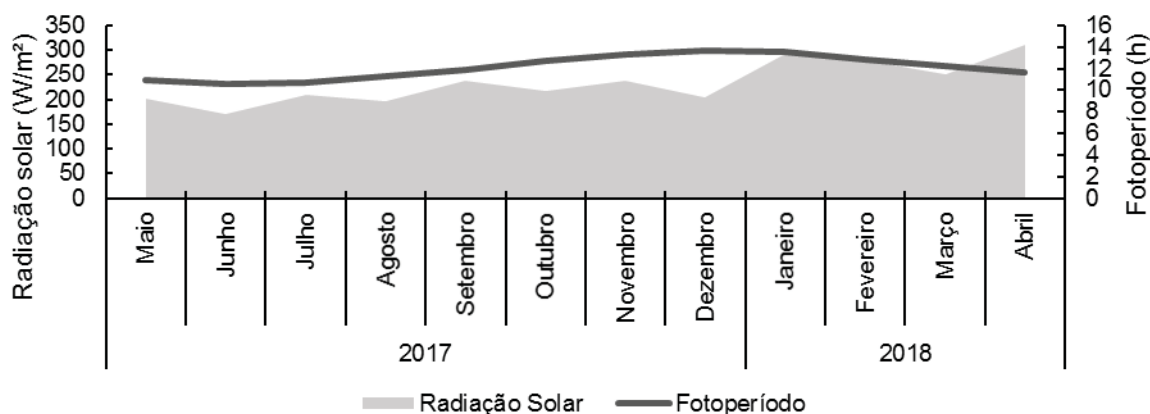
FONTE: SIMEPAR (2018), adaptado pela autora (2019).

A precipitação total no período foi de 2.003 mm, dos quais 56% (1132 mm) se concentraram nos meses de verão (dezembro a março), embora tenham ocorrido falhas no registro de precipitação em 5% dos dias.

Em relação a umidade relativa, houve uma variação de 83% (registrada nos meses de setembro e outubro de 2017) a 94,3%, registrada no mês de janeiro de 2018.

Na FIGURA 10 são apresentados os comportamentos da radiação solar e do fotoperíodo, durante o período estudado. A radiação solar foi obtida da estação do SIMEPAR, enquanto o fotoperíodo foi calculado de acordo com o cálculo proposto por Soares, Batista e Tetto (2015).

FIGURA 10 – RADIAÇÃO SOLAR E FOTOPERÍODO MENSAL, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, PARA A REGIÃO DE SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)



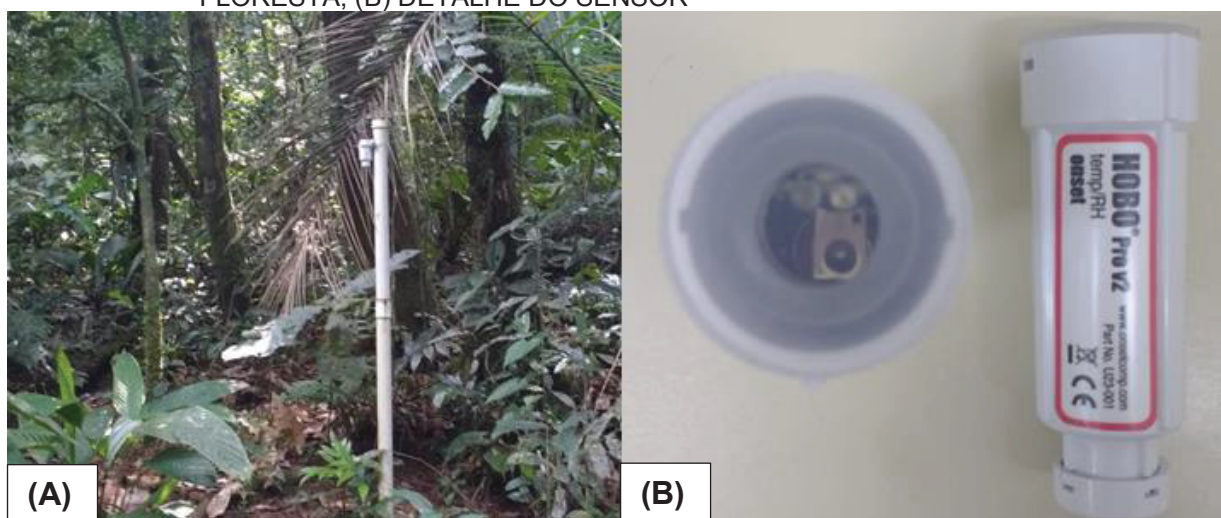
FONTE: SIMEPAR (2018), adaptado pela autora (2019).

Os meses de janeiro a abril apresentaram as maiores médias de radiação solar durante o período analisado, chegando a uma radiação média de 310,1 W/m<sup>2</sup> no mês de abril. O mês de junho apresentou a menor radiação solar do período, com 169,6 W/m<sup>2</sup>. Quanto ao fotoperíodo, os meses de junho e julho tiveram os menores comprimentos do dia, com 10,6 e 10,7 horas, respectivamente, enquanto dezembro e janeiro tiveram os maiores comprimentos do dia, com 13,7 e 13,5 horas, respectivamente.

Foram coletados de maneira horária a temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) nas 6 parcelas de estudo. Esses dados foram utilizados para testar a correlação com os dados fenológicos, juntamente com os dados de fotoperíodo calculados, precipitação e radiação solar da estação do SIMEPAR.

Os aparelhos registradores utilizados foram do tipo HOBO U23 Pro V2 data logger, da marca Onset (FIGURA 11). O registrador é um sistema que coleta e armazena dados para o monitoramento do microclima, desenvolvido para operação não supervisionada de precisão. É composto por um *data logger* (dispositivo coletor de dados), meio pelo qual são baixados os dados para um dispositivo computacional, por meio do *software* Hoboware. O sensor apresenta uma margem de erro de  $\pm 0,21$  °C para temperatura e  $\pm 2,5\%$  para umidade. Os registradores meteorológicos foram fixados em tubos de PVC, a 1,20 m do solo (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA (OMM), 2008).

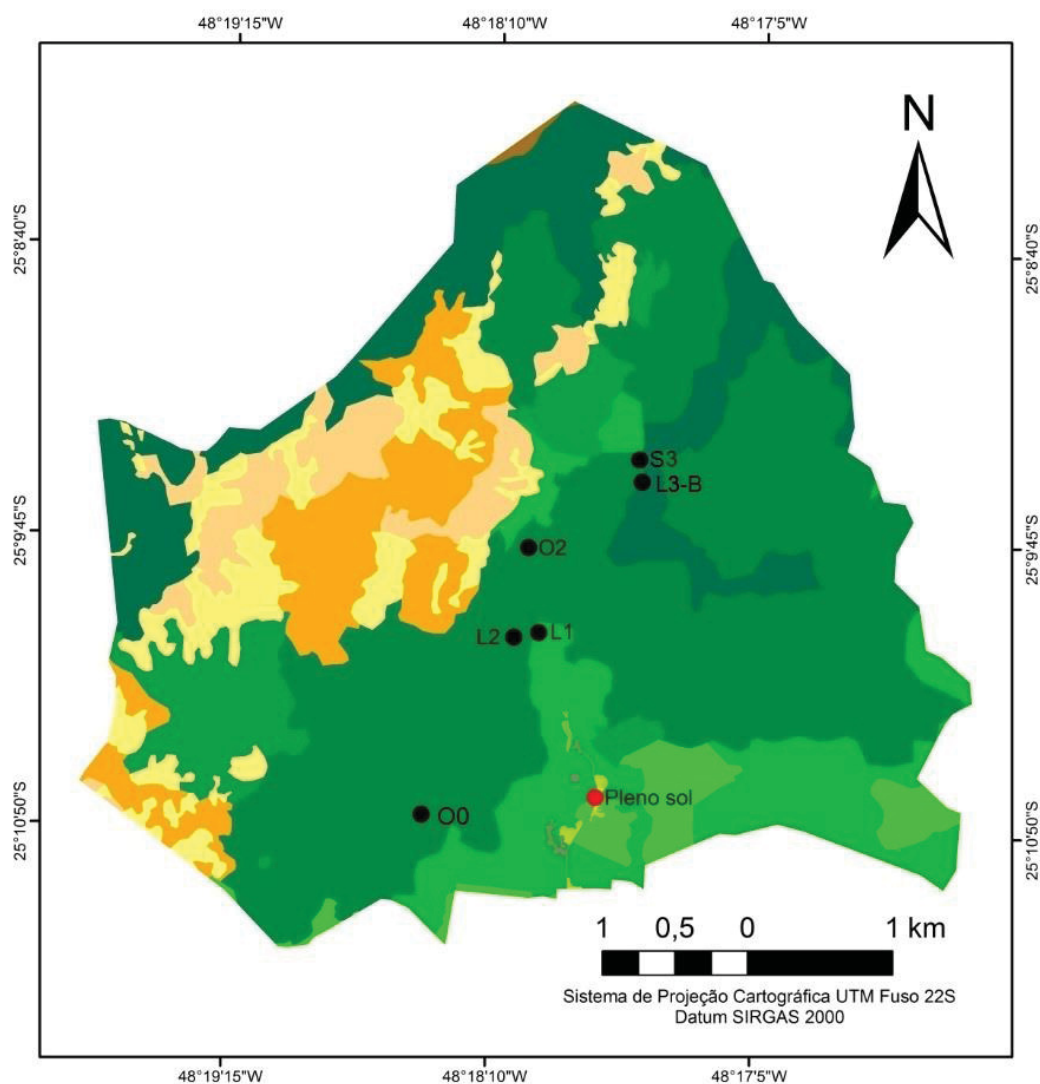
FIGURA 11 – (A) REGISTRADOR DE DADOS METEOROLÓGICOS INSTALADA NO INTERIOR DA FLORESTA; (B) DETALHE DO SENSOR



FONTE: A autora (2019).

A FIGURA 12 apresenta a localização das parcelas de estudo, na Reserva Natural Salto Morato, todas instaladas em FOD submontana.

FIGURA 12 - LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS DE ESTUDO, ONDE FORAM COLETADOS OS DADOS FENOLÓGICOS E OS DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR, DURANTE O PERÍODO DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018



### Legenda

● Estação meteorológica SIMEPAR	■ FOD-Sec. inicial arbustiva	■ FOD Submontana-Pri. alterada
● Parcelas de estudo	■ FOD-Sec. inicial herbácea	■ FODSub.-Pri. pouco alterada
<b>Tipologia</b>	■ FOD-Sec. intermediária	■ FODSub.-Secundária
■ Criciumal	■ FOD Montana	■ Infraestrutura
	■ FODM-Primária muito alterada	

\*NOTA: as letras correspondem à orientação da encosta (sul, leste e oeste), enquanto os números altitudes (0: 30 m, 1: 100 m, 2: 200 m; 3: 300 m e 3-B: 350 m); Pleno sol corresponde à estação do SIMEPAR.

FONTE: FGBPN (2014), adaptado pela autora (2019).

As parcelas utilizadas para o desenvolvimento do estudo já existiam (parcelas permanentes), as mesmas foram instaladas no projeto “Influência de variáveis

meteorológicas na fenologia de *Euterpe edulis* Mart. e a interação com seus dispersores na Reserva Natural Salto Morato”. As parcelas possuem 1.000 m<sup>2</sup> (20 x 50 m) e foram instaladas em locais onde haviam maiores quantidades de *Euterpe edulis*, para o acompanhamento dos mesmos (TRES, 2019, não publicado). Na TABELA 1 são apresentados os dados de temperaturas média, mínima e máxima absolutas e umidade relativa do ar mensais obtidas em cada uma das parcelas estudadas.

TABELA 1 – DADOS METEOROLÓGICOS OBTIDOS EM CADA PARCELA, DURANTE O PERÍODO DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RNSM, GUARAQUEÇABA (PR)

Ano	Mês/ Parcela	O0	L1	L2	O2	S3	L3-B
		Temperatura média (°C)					
2017	Maio	19,99	19,97	19,66	19,21	18,90	18,84
	Jun.	17,59	18,04	18,11	17,19	17,61	17,66
	Jul.	16,01	16,72	17,19	15,74	16,60	16,62
	Ago.	17,17	17,57	17,74	16,64	17,07	17,03
	Set.	20,17	20,29	20,19	19,40	19,48	19,42
	Out.	20,59	20,68	20,63	19,84	20,00	19,92
	Nov.	20,67	20,74	20,67	19,76	19,91	19,87
2018	Dez.	22,70	22,59	22,42	21,70	21,52	21,46
	Jan.	23,70	23,55	23,47	22,71	22,87	22,80
	Fev.	22,94	22,76	22,64	21,71	21,84	21,77
	Mar.	24,04	23,85	23,36	22,62	22,58	22,52
	Abr.	21,95	22,52	22,19	20,94	21,52	21,55
Média		20,63	20,77	20,69	19,79	19,99	19,96
Ano	Mês	Temperatura mínima absoluta (°C)					
2017	Maio	13,93	15,72	15,89	14,89	15,18	14,98
	Jun.	6,69	8,12	9,02	7,67	8,25	8,49
	Jul.	3,67	5,95	6,81	5,85	5,67	5,80
	Ago.	10,03	11,83	11,20	10,71	10,15	10,37
	Set.	13,55	15,41	15,84	14,89	14,77	14,84
	Out.	12,10	13,81	15,75	13,21	14,79	14,70
	Nov.	11,95	14,24	16,23	12,7	15,53	15,49
2018	Dez.	17,87	18,25	17,99	17,46	17,03	16,80
	Jan.	17,56	19,01	19,32	17,84	18,51	18,44
	Fev.	16,94	18,22	18,63	17,37	17,82	17,80
	Mar.	20,32	19,91	19,06	18,99	18,22	17,94
	Abr.	15,01	16,73	17,72	14,70	16,87	17,42
Média		13,30	14,77	15,29	13,86	14,40	14,42
Ano	Mês	Temperatura máxima absoluta (°C)					
2017	Maio	25,50	25,55	26,33	24,94	26,06	26,13
	Jun.	24,77	24,97	26,77	24,63	27,14	26,70
	Jul.	25,31	29,22	25,36	30,39	25,04	25,43

Ano	Mês/ Parcela	O0	L1	L2	O2	S3	L3-B
		Temperatura máxima absoluta (°C)					
2018	Ago.	26,40	27,88	30,22	27,01	29,72	29,54
	Set.	30,02	29,49	31,71	29,09	32,15	32,05
	Out.	32,48	31,71	32,00	31,51	31,74	32,41
	Nov.	33,70	32,56	33,76	32,12	32,56	32,23
	Dez.	34,57	32,48	32,23	31,87	31,61	30,85
	Jan.	33,03	31,69	33,26	31,41	33,34	32,90
	Fev.	31,74	30,60	30,67	30,75	31,03	30,82
	Mar.	30,19	30,65	31,20	29,62	31,51	31,41
Abr.	28,10	27,85	27,95	28,54	27,46	27,55	
Média		29,65	29,55	30,12	29,32	29,95	29,84
Ano	Mês	Umidade relativa (%)					
2017	Maio	99,99	99,63	98,06	99,79	97,93	99,91
	Jun.	100,00	99,37	95,03	99,72	93,03	98,06
	Jul.	99,98	98,89	94,79	99,61	93,89	98,47
	Ago.	99,70	98,27	94,48	98,96	93,45	97,71
	Set.	98,59	97,74	96,00	98,40	95,26	100,00
	Out.	98,59	97,29	94,18	97,78	92,77	98,92
	Nov.	96,52	95,45	92,81	96,60	92,12	99,40
	Dez.	98,48	98,13	96,39	98,73	96,91	99,94
2018	Jan.	98,79	97,33	94,85	98,18	93,49	99,40
	Fev.	99,54	97,98	95,64	98,88	95,47	99,73
	Mar.	99,95	99,58	98,16	99,79	98,22	100,00
	Abr.	99,85	98,52	95,40	99,35	95,21	99,56
Média		99,17	98,18	95,48	98,82	94,81	99,26

FONTE: A autora (2019).

## 4.2 COLETA DE DADOS FENOLÓGICOS

Para a coleta dos dados fenológicos foram selecionadas seis espécies florestais pertencentes a cinco famílias (TABELA 2). A escolha das espécies levou em consideração o número de indivíduos encontrados por parcela (no mínimo 5 indivíduos da mesma espécie, conforme recomendado por Fournier e Charpantier (1975), e importância ecológica, priorizando-se espécies atrativas para fauna).



TABELA 2 – ESPÉCIES ESTUDADAS E FAMÍLIAS PERTENCENTES, DURANTE O PERÍODO DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)

Família	Nome científico	Nome popular
Melastomataceae	<i>Miconia cinerascens</i>	Pixirica
	<i>Miconia cabucu</i>	Pixiricão
Rubiaceae	<i>Bathysa australis</i>	Macuqueiro
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i>	Canela-amarela
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Pau-pombo
Myrtaceae	<i>Myrcia plusiantha</i>	-

FONTE: A autora (2019).

Os indivíduos foram demarcados de acordo com a ocorrência em cada parcela, totalizando a observação de 52 exemplares. Na TABELA 3 são apresentadas algumas características de cada espécie, de acordo com a revisão de literatura, e o número de indivíduos por parcela, a tabela com demais características das espécies se encontra no APÊNDICE 1.

Todos os exemplares selecionados, exceto os de *Miconia cinerascens*, apresentaram diâmetro à altura do peito (DAP) mínimo de 10 cm. O DAP dos indivíduos de *Miconia cinerascens* variou de 7 a 17,5 cm, pois mesmo os indivíduos com DAP inferior a 10 cm já apresentavam as fases reprodutivas.

TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DAS ESPÉCIES SELECIONADAS

Nome científico	Grupo ecológico*	Porte		Dispersão	Indivíduos/ parcela
		Altura média (m)	DAP médio (cm)		
<i>Miconia cinerascens</i>	P	6	18	Zoocórica	O0: 5 ind.
<i>Miconia cabucu</i>	P/S.I.	10	25	Zoocórica	S3: 6 ind.
<i>Bathysa australis</i>	S	20	20	Anemocórica e zoocórica	O0: 6 ind.; L1: 5 ind.; O2: 6 ind.
<i>Ocotea aciphylla</i>	S	25	40	Zoocórica	L2: 5 ind.; S3: 6 ind.
<i>Tapirira guianensis</i>	P/S.I.	20	40	Zoocórica	L3-B: 7 ind.
<i>Myrcia plusiantha</i>	-	14	40	Zoocórica	L3-B: 6 ind.

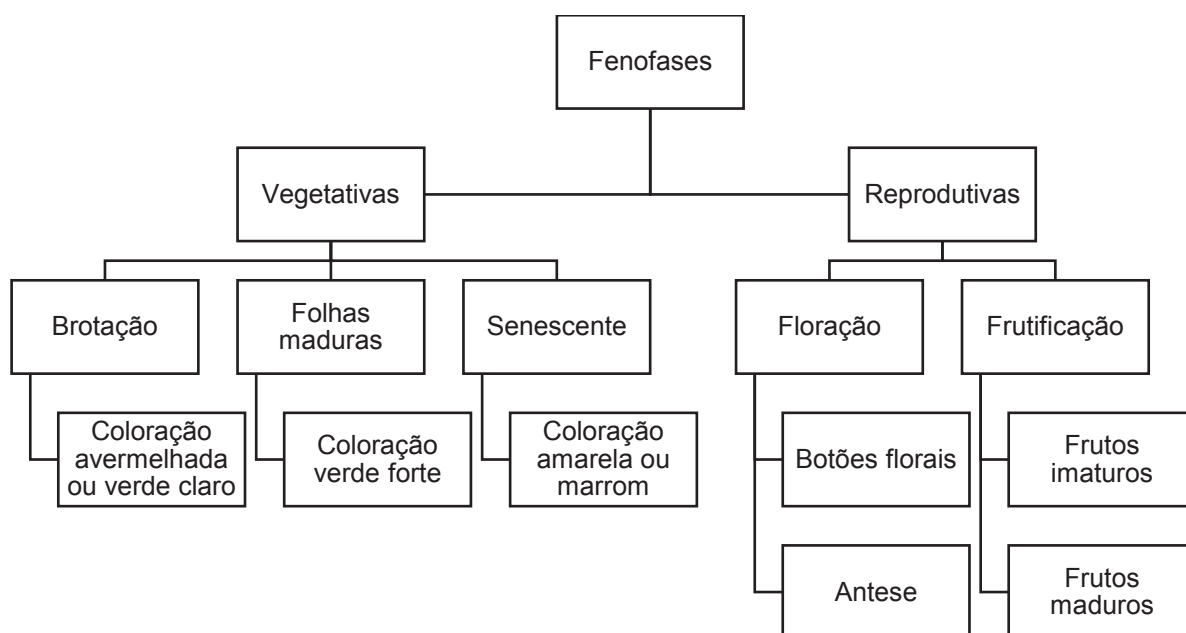
Grupo ecológico\*: P - pioneira; S - secundária; S.I. - secundária inicial.

FONTE: A autora (2019).

As informações fenológicas foram coletadas mensalmente durante o período de maio de 2017 a abril de 2018, com auxílio de binóculo e, quando possível, sempre no primeiro final de semana de cada mês.

Para cada uma das espécies estudadas foram analisadas diferentes fenofases, de acordo com a dificuldade de diferenciação das mesmas em campo. Para as espécies *Bathysa australis* e *Miconia cinerascens* foram analisadas as fases vegetativas (folhas) e reprodutivas (floração e frutificação). Para as demais espécies não foi possível diferenciar a fase vegetativa em campo, sendo analisadas as fases reprodutivas. As fenofases foram divididas conforme o proposto por Milani (2013) e são apresentadas no FLUXOGRAMA 1.

FIGURA 13 – DIVISÃO DAS FENOFASES OBSERVADAS



Fonte: A autora (2019).

Quanto a floração, as flores foram divididas em botões florais e antese para *Miconia cinerascens*, *Ocotea aciphylla*, *Tapirira guianensis* e *Myrcia plusiantha* e para as espécies *Bathysa australis* e *Miconia cabucu*, não houve divisão desta fenofase, pois os caracteres não eram diferenciáveis com o binóculo.

Para a frutificação, foram considerados frutos imaturos de *Bathysa australis*, *Miconia cinerascens*, *Miconia cabucu*, *Ocotea aciphylla* e *Tapirira guianensis* os que apresentavam cor verde e avermelhada. Para *Myrcia plusiantha* os frutos imaturos eram amarelos. Quanto aos frutos maduros, para *Bathysa australis*, foram considerados os de coloração marrom, *Miconia cinerascens*, *Miconia cabucu* e *Tapirira guianensis* foram considerados maduros quando apresentavam cor roxo enegrecido e preta, para *Ocotea aciphylla* foram considerados como frutos maduros, os de cor violeta e para *Myrcia plusiantha*, os de coloração vermelho escuro. Contudo,

para as observações das espécies *Miconia cabucu*, *Bathysa australis* e *Myrcia plusiantha*, não houve divisão das fenofases de frutificação.

As observações consideraram o percentual de intensidade de Fournier (1974) adaptado de Milani (2013), o qual caracteriza-se por ser uma escala semi-quantitativa de quatro categorias, que vão do 0 ao 3, sendo: 0 - ausência da fenofase; 1 - fenofase presente de 1 a 25% da copa; 2 - fenofase presente de 26% a 50% da copa; e 3 - fenofase presente acima de 51% da copa (o modelo da ficha de campo utilizado encontra-se no APÊNDICE 2. Esses dados foram utilizados para o cálculo do índice de intensidade (FÓRMULA 1).

$$I = \frac{\text{Número de observações}}{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos} \times 3} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

Número de observações = somatório do Índice de Fournier, durante todo o período.

#### 4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Foram realizadas análises estatísticas circulares com objetivo de verificar os períodos de ocorrência, pico e duração de cada fenofase, em cada espécie. Para tal, foi utilizando o *software* ORIANA 4. Nesse procedimento, os dias do ano (0 – 365) são convertidos em graus (0 – 360), para avaliar a ocorrência de sazonalidade nas fenofases estudadas, convertendo os meses do ano em ângulos. O ângulo de 360° foi dividido pela quantidade de meses de acompanhamento (12 meses), gerando ângulos de 30°, possibilitando apresentar a frequência dentro de cada mês, para cada fenofase (MILANI, 2013).

A partir da transformação de meses em ângulos, foram obtidas as datas médias de ocorrência de cada fenofase, pela conversão das direções angulares médias em datas médias correspondentes. Essa data média corresponde a época do ano em torno da qual as datas de uma dada fenofase ocorreram para a maioria dos indivíduos (TALORA; MORELLATO, 2000). A significância da data média é medida utilizando-se o teste Rayleigh (z) para distribuições circulares, sendo que os testes foram feitos ao nível de 5% de probabilidade. Portanto, se o ângulo médio for

significativo há alguma sazonalidade na ocorrência da fenofase (MORELLATO *et al.*, 2000; PIRANI; SANCHEZ; PEDRONI, 2009).

Caso detectada a sazonalidade, seu grau é determinado pelo coeficiente de concentração ( $r$ ), ou vetor  $r$ , o qual varia de 0 (uniformidade da fenofase ao longo do ano) a 1 (fenofase concentrada em torno de uma única data ou época do ano). Para interpretação dos histogramas circulares: os valores mostrados no gráfico referem-se ao resultado do índice de intensidade; o início da marcação (zero graus) fica entre dezembro e janeiro; a direção da seta aponta a data média da distribuição de frequências; e o comprimento da seta indica a concentração dos indivíduos em torno dessa data, sendo quanto maior, maior a concentração (PIRANI; SANCHEZ; PEDRONI, 2009).

A ocorrência das fenofases foi correlacionada com as variáveis meteorológicas (temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar, fotoperíodo, radiação solar e precipitação) por meio da correlação de *Spearman*, sendo que os resultados foram classificados conforme Bisquerra, Sarriera e Martínez (2004): muito baixa =  $|0,00 \text{ } \vdash \text{ } 0,20|$ ; baixa =  $|0,20 \text{ } \vdash \text{ } 0,40|$ ; moderada =  $|0,40 \text{ } \vdash \text{ } 0,60|$ ; alta =  $|0,60 \text{ } \vdash \text{ } 0,80|$ ; muito alta =  $|0,80 \text{ } \vdash \text{ } 1,0|$ . As correlações foram consideradas significativas (5% de probabilidade) ou altamente significativas (1% de probabilidade). Valores da correlação de *Spearman* podem ser visualizados no APÊNDICE 3.

Por fim, foi realizado a análise fatorial, a fim de analisar a estrutura das correlações entre as fenofases e os dados meteorológicos e condensar as informações contidas nas diversas variáveis observadas. Para tal, foi utilizado o *software* IBM SPSS Statistics 22 - versão gratuita (FIELD, 2013).

A análise fatorial é um método que identifica variáveis que apresentam a mesma estrutura subjacente, reduzindo uma grande quantidade de variáveis a um número pequeno de fatores (HAIR *et al.*, 2009; TABACHNICK; FIDELL, 2007). A vantagem desse método é o fato de que a máxima variância pode ser explicada, pois nele todos os valores de comunalidades (proporção da variância explicada pelos fatores extraídos) são analisados, explicando da melhor forma as correlações entre as variáveis (FIELD, 2013).

Neste tipo de análise as variáveis aleatórias são agrupadas de acordo com suas relações. Como resultado são criados fatores e dentro de cada um as variáveis são altamente correlacionadas e entre esses fatores as correlações são baixas (HAIR *et al.*, 2009; FIELD, 2013).

Foi utilizado o método dos componentes principais, com rotação ortogonal da matriz pelo método de varimax (APÊNDICE 4), afim de melhorar a interpretação de dados. Segundo Field (2013), a rotação varimax traz uma abordagem geral que simplifica a interpretação dos fatores, maximizando a carga de cada variável em um dos fatores extraídos, enquanto minimiza a carga nos demais, o que torna mais claro quais variáveis se relacionam com cada fator.

As variáveis foram atribuídas a um único fator, com base no peso da correlação existente dessa variável com cada fator. As variáveis que apresentaram cargas fatoriais maiores ou igual a 0,4 para mais de um fator foram consideradas multidimensionais, uma vez que não estão atribuídas a um único fator (RODRÍGUEZ; GAJARDO; SOLÍS, 2010). Para extração dos fatores, foram extraídos aqueles cujos autovalores foram maiores que 1 (FIELD, 2013).

A adequação do método foi testada pelo teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), onde valores acima de 0,50 podem ser aceitos; e pelo teste de esfericidade de Bartlett, cujo valor de  $p$  deve ser menor que o nível de significância  $\alpha = 5\%$  (HAIR *et al.*, 2009; FIELD, 2013) (APÊNDICE 4).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

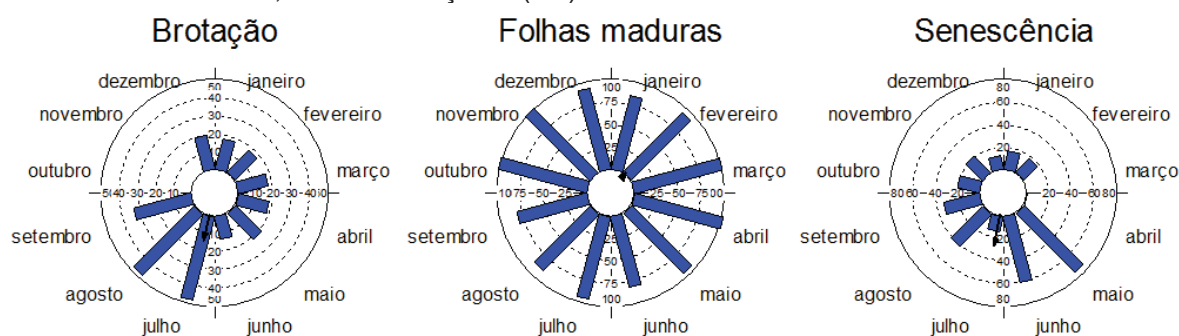
### 5.1 *Miconia cinerascens*

A senescência foliar em *M. cinerascens* foi observada praticamente em todo o ano (maio a fevereiro), com maior concentração nos meses de maio a agosto (FIGURA 14). No entanto, o período de senescência foliar encontrado não coincide com o período descrito por Gatti (2000), que analisou a fenologia da mesma espécie também na RNSM. O autor identificou um período mais curto de senescência nos meses mais quentes e chuvosos do ano (novembro a abril), com data média da fenofase em 18 de fevereiro.

Assim como para senescência foliar, a brotação também foi observada durante quase todo o ano. A maior concentração dessa fenofase foi de julho a setembro, logo após o pico de senescência foliar, comportamento típico de espécie com renovação anual de suas folhas. Gatti (2000) observou a brotação durante os meses de março a abril, logo após o pico de senescência registrado em seu estudo.

Por sua vez, as folhas maduras foram observadas durante todo o período de estudo, em alta concentração (FIGURA 14).

FIGURA 14 – FREQUÊNCIA MENSAL DOS INDIVÍDUOS DE *Miconia cinerascens* NAS FENOFASES VEGETATIVAS, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)



FONTE: A autora (2019).

Os botões florais ocorreram de forma concentrada no mês de novembro, enquanto que a antese foi verificada de novembro a janeiro (3 meses); para essas fenofases, as datas médias tiveram aproximadamente três semanas de diferença (FIGURA 15). As fenofases de floração coincidem com o período descrito por Gatti (2000), que observou os botões florais por um período maior, de setembro a

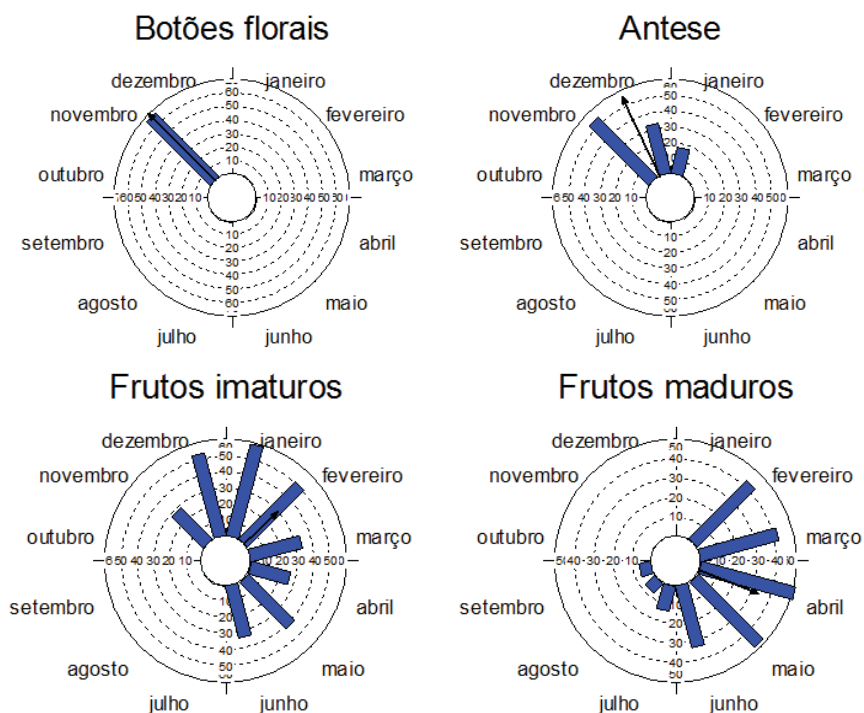
novembro, porém a data média foi de um dia de diferença com a encontrada no presente estudo (12 de novembro). Para antese, o autor observou a fenofase no período de dezembro e janeiro. Os resultados também corroboram com os encontrados por Goldenberg (2004), que afirma que *M. cinerascens* foi coletada com flores nos meses de outubro a fevereiro, em FOM e FOD.

Quanto à frutificação, os frutos imaturos foram registrados de novembro até junho (8 meses), com maior concentração de dezembro a fevereiro. O fato dos frutos imaturos aparecerem no mês de novembro demonstra que o início da floração (botões florais) ocorreu anteriormente a este mês, sendo provável que a duração da fase de botões florais seja maior que o período observado. O início da antese ser observada no mês de novembro, também remete a esse indício. Gatti (2000) observou um menor tempo de permanência de fruto imaturos nos indivíduos (dezembro a abril), porém a data média encontrada pelo autor (19 de fevereiro) está próxima com a encontrada no presente estudo (15 de fevereiro).

Os frutos maduros ocorreram de fevereiro a setembro (8 meses), com maior concentração de fevereiro a maio, logo após o pico de frutos imaturos. Essas fenofases apresentaram datas médias com diferença de quase três meses, o que indica que o tempo de maturação dos frutos de *M. cinerascens* é longo. O período de frutos maduros coincide com os períodos descritos, para a mesma espécie, por Goldenberg (2004) (novembro a maio), Gridi-Papp, Gridi-Papp e Silva (2004), em estudo na Serra da Mantiqueira (MG), que observaram os frutos maduros em um pequeno período (de abril a junho), mas em grande quantidade quando comparado com outras espécies avaliadas, e Kaminski (2013), que verificou a presença de frutos maduros durante o mês de maio, em ambiente de FOM de Santa Catarina. Gatti (2000) obteve como data média de frutos maduros o dia de 24 de maio, data próxima à encontrada nesse trabalho (21 de maio).

Por permanecer com frutos maduros durante 8 meses do ano, incluindo os meses de junho a agosto, que são os de menores precipitações e menores temperaturas, *M. cinerascens* teve um papel importante no quesito de oferta de alimentos para as populações de frugívoros e pode ser considerada uma espécie-chave da comunidade florestal estudada. Kaminski (2011), estudando as interações ave-fauna em FOM de Santa Catarina, verificou que a espécie *M. cinerascens* foi uma das mais consumidas pelas aves, sendo que 14 espécies de aves a consumiram.

FIGURA 15 – FREQUÊNCIA MENSAL DOS INDIVÍDUOS DE *Miconia cinerascens* NAS FENOFASES VEGETATIVAS, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018



FONTE: A autora (2019).

Os resultados da análise circular indicaram que as fenofases vegetativas são as de menor concentração e apresentaram fraca sazonalidade durante o período avaliado, uma vez que os valores do vetor médio ( $r$ ) para brotações, folhas maduras e folhas senescentes foram baixos. As fenofases de floração demonstraram ser mais concentradas, chegando a 1 para botões florais (TABELA 4), o que representa que o evento fenológico se concentra em torno de um único mês. Para a frutificação, os coeficientes de vetor médio indicam que os frutos imaturos apresentaram baixa concentração, enquanto que para os frutos maduros a concentração foi alta. As datas médias verificadas foram significativas (teste Rayleigh,  $p < 0,05$ ) para a maioria das fenofases, exceto folhas maduras.



TABELA 4 - RESULTADOS DA ANÁLISE CIRCULAR DA FENOLOGIA PARA OS INDIVÍDUOS DE *Miconia cinerascens*, DURANTE O PERÍODO DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)

Variável	Brotação	Folhas maduras	Senescência	Botões florais	Antese	Frutos imaturos	Frutos maduros
Número de observações	248	1101	306	67	103	319	241
Ângulo médio ( $\mu$ )	193,344°	35,819°	189,655°	315°	334,117°	46,828°	111,356°
Data média	12/jul.	4/fev.	8/jul.	11/nov.	30/nov.	15/fev.	21/maio
Vetor médio (r)	0,277	0,019	0,331	1	0,936	0,480	0,655
Teste de Rayleigh (p)	5,34E-09*	0,679	< 1E-12*	< 1E-12*	< 1E-12*	< 1E-12*	< 1E-12*

\*NOTA: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

FONTE: A autora (2019).

Dentre as fenofases vegetativas, de acordo com o APÊNDICE 3, a brotação e as folhas maduras não apresentaram correlação com as variáveis meteorológicas analisadas, enquanto que a senescência foliar apresentou correlação moderada negativa com temperatura média (- 0,58,  $p < 0,05$ ) e alta e negativa com radiação solar (-0,66,  $p < 0,05$ ), indicando que a senescência ocorre em períodos de menores temperaturas e baixa radiação.

De forma geral, a ausência ou pouca correlação entre fenologia vegetativa e variáveis meteorológicas pode se tratar apenas de um evento natural, a brotação substituindo a queda foliar (CARVALHO JUNIOR; MELO; MARTINS, 2011). Para Milani (2013), a presença de folhas maduras representa a necessidade da planta em realizar a fotossíntese e Jackson (1978) complementa que para plantas perenifólias que se desenvolvem em ambientes de baixa sazonalidade, a queda foliar e brotação contínuos seriam estratégias vantajosas, pois permitiriam que a folha velha se mantenha na árvore até ser realizada a translocação de nutrientes.

Apesar de não ser encontrado correlação entre senescência e brotação com a precipitação, nota-se que o pico de senescência coincidiu com o final do outono e início do inverno e o pico de brotação com a estação de inverno, ou seja, períodos do ano em que o volume de chuva na região é baixo. De acordo com Larcher (2006), a perda de folhas nessa época do ano pode ser interpretada como uma estratégia de defesa da planta para economizar água, enquanto que para Milani (2013), a ocorrência da brotação foliar no período de menor precipitação implica que a árvore e o solo tenham acesso ou tenham acumulado água suficiente e reservas de carbono para a

expansão foliar. Nesse sentido, vale ressaltar que a parcela em que os indivíduos de *M. cinerascens* foram avaliados (O0) está em área aluvial e constantemente apresenta período de umidade relativa do ar se mantendo em 100%.

Em relação as fenofases reprodutivas, conforme o APÊNDICE 3, houve correlação alta entre antese e as variáveis temperatura máxima (0,75,  $p < 0,01$ ) e fotoperíodo (0,73,  $p < 0,01$ ), essa fenofase ainda apresentou correlação alta negativa com a umidade relativa do ar (-0,67,  $p < 0,05$ ).

Esses resultados vão de acordo com Borchert (1994) e Fenner (1998), que afirmam que a temperatura e o comprimento do dia são os fatores que mais atuam sobre a produção de flores em florestas tropicais.

Para frutos imaturos, houve correlação alta com temperatura média (0,64,  $p < 0,05$ ) e mínima (0,67,  $p < 0,05$ ) e correlação muito alta com precipitação (0,84,  $p < 0,01$ ). Os frutos maduros tiveram alta correlação com umidade relativa do ar (0,75,  $p < 0,01$ ) e apresentaram correlação alta e negativa com temperatura máxima (-0,64,  $p < 0,05$ ) e moderada negativa com fotoperíodo (-0,59,  $p < 0,05$ ).

As correlações entre os frutos imaturos e maduros com as variáveis meteorológicas indicaram que essas fenofases estão mais associadas a estação chuvosa do que no período com menos precipitação, de fato, analisando os picos dessas duas fenofases, é possível notar que ocorrem nos meses de dezembro a maio.

O resultado da matriz de cargas fatoriais, após a rotação ortogonal pelo método varimax, revelou a existência de quatro fatores (TABELA 5), que juntos explicaram 87,45% das correlações existentes. Os valores das comunalidades indicam que todas as variáveis foram bem representadas pelo componente principal no qual foram englobadas (HAIR *et al.*, 2009). A tabela completa é apresentada no APÊNDICE 4.A.

TABELA 5 – MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Miconia cinerascens*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES

Variável	Fator				Comunalidades
	1	2	3	4	
Temperatura média	0,824		0,519		0,964
Temperatura máxima	0,531	0,413		-0,541	0,947
Temperatura mínima	0,790				0,835
Precipitação	0,908				0,880
Fotoperíodo	0,617			-0,530	0,971
Fruto imaturo	0,909				0,872
Umidade relativa		-0,755		0,604	0,952
Brotação		-0,691			0,735

Variável	Fator				Comunalidades
	1	2	3	4	
Botões florais		0,906			0,871
Antese		0,773			0,871
Radiação solar			0,717		0,696
Folha madura			0,654		0,820
Senescência			-0,908		0,879
Fruto maduro				0,947	0,952
% da variância	29,41	22,16	18,98	16,91	-

Nota: foram suprimidas as cargas fatoriais inferiores a 0,4.

Principais variáveis contribuintes para formação dos fatores: (1) meteorológicas; (2) floração; (3) fenofases vegetativas; (4) frutificação.

FONTE: A autora (2019).

O primeiro fator incluiu cinco variáveis do meio e uma variável da planta, como apontado pela correlação de *Spearman* a fenofase de frutos imaturos apresentou correlação positiva com a temperatura média, temperatura mínima e precipitação. Ainda que a correlação de *Spearman* não tenha apontado correlação de frutos imaturos com temperatura máxima e fotoperíodo, a análise fatorial mostrou que essas variáveis também têm influência sobre a ocorrência de frutos imaturos em *M. cinerascens*.

O segundo fator é composto por umidade relativa do ar, brotação, botões florais e antese, sendo que as variáveis umidade relativa do ar e brotação interagem negativamente com as demais. Os botões florais se enquadram no grupo 2 em virtude da sua alta correlação com a antese, sendo entendido como um processo natural, em que quanto maior a ocorrência de botões florais, maior a quantidade de antese. Observa-se que, mesmo com pesos menores das cargas fatoriais, a temperatura máxima aparece nesse grupo, mostrando que essa variável também exerce influência sobre as fenofases desse fator, mas com menor importância.

O terceiro fator é composto por radiação solar, folhas maduras e senescência, sendo a interação dessa última variável, negativa com as demais. A variável temperatura média aparece no fator 3, mas comparando as cargas fatoriais dessa variável no grupo 1 e 3, nota-se que está mais ligada ao primeiro grupo apresentado.

Os frutos maduros aparecem de maneira isolada no quarto fator, mas, é possível observar a presença da temperatura máxima, umidade relativa do ar e fotoperíodo na formação desse grupo, ainda que com cargas fatoriais menores, representando que essas variáveis exercem uma influência sobre a ocorrência de frutos maduros, fato também observado nas correlações de *Spearman*. Em relação a

temperatura máxima observa-se que essa aparece com um valor absoluto de carga fatorial semelhante nos fatores 1 e 4, mostrando sua importância nesses dois grupos, optou-se por englobá-la no fator 1 pela estrutura das variáveis, visto que é o grupo que contém praticamente todas as variáveis meteorológicas analisadas.

## 5.2 *Miconia cabucu*

Os botões florais de *Miconia cabucu* foram observados de junho até setembro (4 meses), com a data média 13 de agosto e a antese teve início junto com o pico de ocorrência dos botões florais, no mês de agosto, tendo uma maior concentração no mês de setembro (data média = 01 de setembro) (FIGURA 16). Resultados similares foram encontrados por autores como Rodrigues-Lima e Affonso (2016), que encontraram para *M. cabucu* flores nos meses de junho a setembro, no Parque Estadual da Serra do Mar em São Paulo. Mantovani *et al.* (2003), no município de São Pedro de Alcântara (SC) e Cardoso (2006), na região de Guaraqueçaba (PR), encontraram períodos de floração maiores, sendo nos meses de setembro e outubro e de junho a outubro, respectivamente.

O período de frutificação encontrado no presente estudo, de setembro a novembro (3 meses) foi curto quando comparado ao período de frutificação encontrado na literatura: Rodrigues-Lima e Affonso (2016) observaram a frutificação de novembro a março, enquanto que Cardoso (2006) observou a fenofase de agosto a fevereiro.

FIGURA 16 – FREQUÊNCIA MENSAL DOS INDIVÍDUOS DE *Miconia cabucu* NAS FENOFASES REPRODUTIVAS, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)



FONTE: A autora (2019).

Para todas as fenofases observadas houve alta concentração, representado pelo vetor médio ( $r > 0,9$ ). Ainda, observando-se o resultado do teste de Rayleigh, as datas médias verificadas em cada fenofase foram significativas ao nível de 5% de probabilidade (TABELA 6).

TABELA 6 - RESULTADOS DA ANÁLISE CIRCULAR DA FENOLOGIA REPRODUTIVA PARA OS INDIVÍDUOS DE *Miconia cabucu* DURANTE O PERÍODO DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)

Variável	Botões florais	Antese	Frutificação
Número de observações	95	17	61
Ângulo médio ( $\mu$ )	225,202°	244,506°	285°
Data média	13/ago.	01/set.	14/out.
Vetor médio ( $r$ )	0,915	0,98	0,963
Teste de Rayleigh ( $p$ )*	< 1E-12	1,37E-07	< 1E-12

\*NOTA: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

FONTE: A autora (2019).

Para as fenofases de *M. cabucu* analisadas foram identificadas correlações das variáveis meteorológicas com a fenofase de botões florais. As correlações ocorreram com temperatura média (-0,75,  $p < 0,01$ ), mínima (-0,77,  $p < 0,01$ ), precipitação (-0,73,  $p < 0,01$ ), sendo altas e negativas e com fotoperíodo (-0,59,  $p < 0,05$ ), sendo média e negativa (APÊNDICE 3).

As correlações indicam que na área estudada as temperaturas mais baixas, juntamente com comprimento de dias mais curtos e menores taxas de precipitação são estímulos importantes para desencadear o início da floração de *M. cabucu*. Abordando as correlações das fenofases com as variáveis meteorológicas, das duas espécies de *Miconia* estudadas, nota-se que as correlações foram prioritariamente positivas com *M. cinerascens* e negativas com *M. cabucu*, mas ambas responderam aos mesmos estímulos: temperatura, fotoperíodo e precipitação.

Quanto a análise fatorial, as variáveis foram divididas em três grupos principais, os quais representaram 81,18% das correlações existentes (APÊNDICE 4.B). Os resultados estão apresentados na TABELA 7.

TABELA 7 - MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Miconia cabucu*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES

Variável	Grupo			Comunalidades
	1	2	3	
Temperatura média	0,954			0,971
Temperatura máxima	0,807			0,930
Temperatura mínima	0,943			0,916
Precipitação	0,751			0,670
Radiação solar	0,702			0,529
Fotoperíodo	0,876			0,868
Botões florais	-0,495	0,809		0,901
Antese		0,968		0,952
Umidade relativa			-0,809	0,709
Frutificação			0,815	0,671
% da variância	43,78	20,59	16,82	-

Nota: foram suprimidas as cargas fatoriais inferiores a 0,4

Principais variáveis contribuintes para formação dos fatores: (1) meteorológicas; (2) floração; (3) frutificação.

FONTE: A autora (2019).

Todas as variáveis meteorológicas, exceto a umidade relativa do ar, foram englobadas no grupo 1, sem a participação de variáveis fenológicas. A fenofase de botões florais, que apresentou correlações significativas com algumas das variáveis meteorológicas, teve carga fatorial de -0,495 nesse grupo, reforçando que sua ocorrência esteve ligada a certas condições meteorológicas, como temperaturas mais amenas e menores taxas de precipitação.

Os grupos 2 e 3 englobaram as fenofases de floração e frutificação respectivamente, sendo que o grupo 3 teve em sua formação contribuição negativa da umidade relativa do ar, indicando que a frutificação se deu em períodos em que a umidade do ar estava mais baixa. Analisando os dados de umidade relativa do ar, notou-se que os meses de outubro e novembro apresentaram as menores porcentagens na parcela dos 300 m de altitude (S3), sendo de 92,77 e 92,12%, ou seja, mesmo que a amplitude dessa variável seja baixa no decorrer do ano, as pequenas variações tiveram influência para o início da frutificação.

### 5.3 *Bathysa australis*

As fenofases de *Bathysa australis* foram observadas em um gradiente altitudinal de 30 a 200 m. Na altitude mais elevada (200 m), a senescência foliar foi observada durante o ano todo, enquanto que para as menores altitudes, a fenofase foi observada de setembro a maio (100 m) e de agosto a abril (30 m). A maior concentração de folhas

senescentes ocorreu de outubro a dezembro, nas altitudes de 30 e 100 m; enquanto que aos 200 m de altitude essa fenofase foi antecipada, sendo observada de setembro a novembro. Cardoso (2006) encontrou um período similar de queda foliar de *B. australis* na região de Guaraqueçaba (PR), no período de agosto a março.

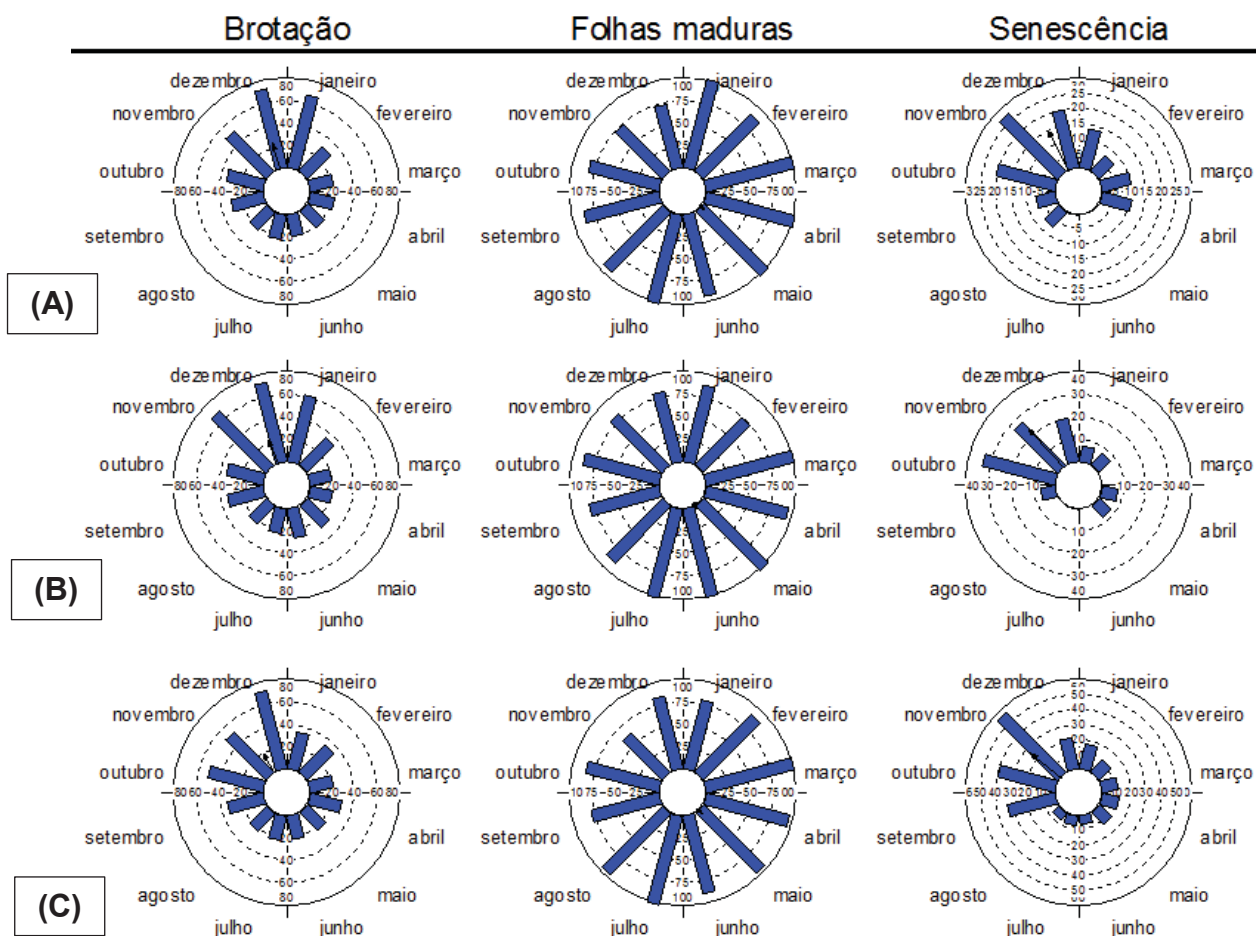
A queda foliar está associada com a queda do nível de auxina e o aumento no nível de etileno na lâmina das folhas, que por sua vez, torna a região de abscisão (na base do pecíolo) enfraquecida, do ponto de vista mecânico (LARCHER, 2006).

A brotação foliar ocorreu durante todo o ano, com maior concentração nos meses de novembro a janeiro para os indivíduos das parcelas O0 (30 m) e L1 (100 m) e outubro a dezembro para a parcela O2 (200 m). As folhas maduras foram observadas durante todo o período de estudo, sendo observada uma queda na porcentagem nos meses coincidentes com os de maior brotação (FIGURA 17). A duração do período de maior concentração de brotação nas três parcelas de estudo (três meses) foi menor que o período descrito por Cardoso (2006), que observou brotação foliar de *B. australis* durante sete meses, de setembro a março.

A diferença nos picos de senescência e brotação foliar entre as altitudes mais baixas (30 e 100 m) e a altitude mais elevada (200 m) pode ser uma resposta da planta às temperaturas mais baixas. De acordo com Vitasse *et al.* (2009), em altitudes mais elevadas a senescência tende a ocorrer mais cedo em virtude das temperaturas menores, sendo uma estratégia da planta para passar por períodos mais frios. Em consequência a brotação foliar também ocorre mais cedo nessas altitudes, como observado no presente estudo.

As fenofases vegetativas de *B. australis* ocorrem durante o ano todo. Segundo Milani (2013), a baixa sazonalidade pode ser associada à posição estrutural ocupada dentro da floresta (espécie de sub-bosque), tendo disponibilidade limitada de luz.

FIGURA 17 – FREQUÊNCIA MENSAL DOS INDIVÍDUOS DE *Bathysa australis* NAS FENOFASES VEGETATIVAS, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR): (A) 30 m s.n.m; (B) 100 m s.n.m; E (C) 200 m s.n.m.

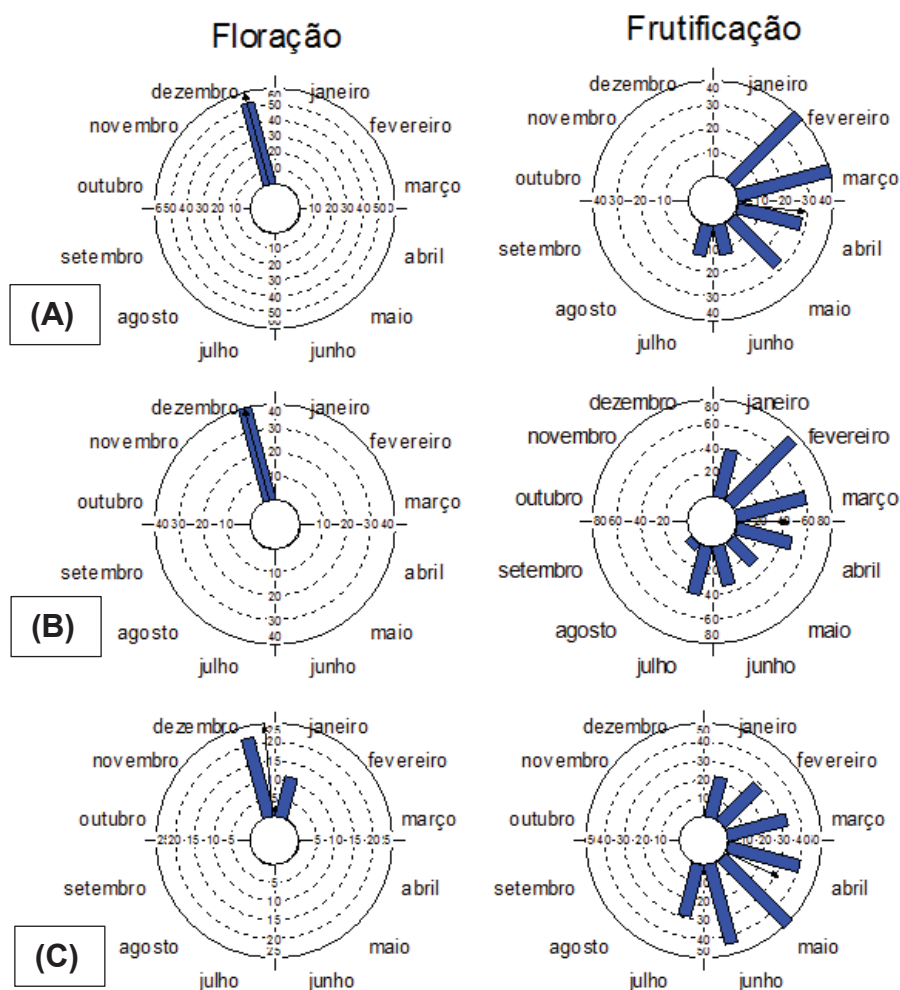


FONTE: A autora (2019).

Como é possível observar na FIGURA 18, as flores de *B. australis* foram observadas no mês de dezembro para as parcelas O0 e L1, enquanto que na parcela O2 essa fenofase teve duração mais prolongada, até janeiro (2 meses). O pico de frutificação ocorreu em fevereiro e março para as parcelas O0 e L1 (2 meses) e de abril a junho para a parcela O2 (3 meses). Foi possível observar ainda, que para a parcela O0 a frutificação teve início um mês mais tarde que as demais.



FIGURA 18 – FREQUÊNCIA MENSAL DOS INDIVÍDUOS DE *Bathysa australis* NAS FENOFASES REPRODUTIVAS, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR): (A) 30 m s.n.m; (B) 100 m s.n.m; E (C) 200 m s.n.m.



FONTE: A autora (2019).

Estudos sobre o efeito da altitude sob a fenologia de plantas demonstram uma tendência de retardo no início da floração com o aumento altitudinal, em virtude da diminuição das temperaturas (BRITO; SAZIMA, 2012; SCHEEPENS; STÖCKLIN, 2013), assim como um aumento da duração dessa fenofase com o aumento da altitude (FABBRO; KÖRNER, 2004; BRITO; SAZIMA, 2012).

No presente estudo, o início da floração se deu no mesmo mês nas três altitudes, o que pode ser explicado pela variação anual da temperatura média entre as altitudes de 30, 100 e 200 m (sendo as médias anuais de 20,63, 20,77 e 19,79°C, respectivamente). Entre as altitudes mais baixas quase não houve variação da temperatura (0,14 °C) e conseqüentemente a floração nas duas áreas foi semelhante.

Para a altitude de 200 m houve um decréscimo maior de temperatura (0,84 °C quando comparado aos 30 m), o que pode explicar o incremento na duração da floração.

Em estudos fenológicos de *B. australis*, Mantovani *et al.* (2003), em São Pedro de Alcântara (SC), observaram a floração de setembro a janeiro, enquanto que Cardoso (2006), em Guaraqueçaba (PR), observou a floração de outubro a abril, e Freitas e Andrich (2013), em estudos no Parque Estadual do Itatiaia (RJ), encontraram a espécie com botões florais nos meses de novembro a março, com pico em dezembro e com flores abertas de dezembro a abril. Os autores encontraram frutos imaturos de janeiro a março (CARDOSO, 2006; FREITAS; ANDRICH, 2013) e frutos maduros de dezembro a junho (CARDOSO, 2006) e de fevereiro a junho (FREITAS; ANDRICH, 2013). Após comparar o período de floração e frutificação do presente estudo com os dados da literatura e com auxílio das anotações de campo, foi possível inferir que a floração de *Bathysa australis* teve uma duração maior do que o verificado, se estendendo até fevereiro para as parcelas O0 e L1 e até março para a parcela O2.

As fenofases vegetativas de *B. australis* foram de baixa concentração e fraca sazonalidade nas três altitudes (30, 100 e 200 m), durante a realização do estudo. Observou-se que nas parcelas de menores altitudes (30 e 100 m), a senescência e a brotação foliar tiveram data média próxima (segunda quinzena de novembro para senescência e no início de dezembro para brotação); enquanto que na parcela de 200 m a data média ocorreu aproximadamente um mês antes, em 15 de outubro para senescência e 04 de novembro para brotação. Assim como para floração, a diferença das datas médias de brotação entre as altitudes pode ser relacionada com as temperaturas mais baixas na altitude de 200 m.

Dentre as fenofases reprodutivas, a floração apresentou alta sazonalidade, sendo que para os indivíduos das parcelas O0 e L1 o vetor médio encontrado foi de 1, enquanto que para a parcela O2 o vetor médio foi de 0,98. Para a frutificação, os coeficientes de vetor médio indicam sazonalidade mais alta nas parcelas O0 e O2 e mais baixa na parcela L1; os frutos velhos, que permaneceram na árvore após a frutificação, ocorreram de forma sazonal. As datas médias verificadas foram significativas ao nível de 5% de probabilidade para todas as fenofases (TABELA 8).

TABELA 8 - RESULTADOS DA ANÁLISE CIRCULAR DA FENOLOGIA PARA OS INDIVÍDUOS DE *Bathysa australis*, NAS TRÊS PARCELAS AVALIADAS

Variável	Parcela	Brotação	Folhas maduras	Senescência	Floração	Frutificação	Frutos velhos
Número de observações	O0	410	1086	121	53	160	46
	L1	437	1067	115	40	327	60
	O2	409	1043	229	33	244	72
Ângulo médio ( $\mu$ )	O0	343,372°	130,587°	333,015°	345°	96,392°	263,832°
	L1	337,858°	149,204°	318,425°	345°	90,301°	257,817°
	O2	328,856°	137,054°	308,967°	354,896°	115,927°	255,96°
Data média	O0	09/dez.	10/maio	29/nov.	11/dez.	6/abr.	20/set.
	L1	03/dez.	29/maio	14/nov.	11/dez.	31/mar.	14/set.
	O2	04/nov.	17/maio	15/out.	20/dez.	25/abr.	12/set.
Vetor médio (r)	O0	0,312	0,064	0,510	1	0,713	0,868
	L1	0,293	0,058	0,589	1	0,550	0,879
	O2	0,258	0,068	0,442	0,981	0,620	0,861
Teste de Rayleigh (p)*	O0	< 1E-12	0,012	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12
	L1	< 1E-12	0,029	7,83E-12	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12
	O2	1,45E-12	0,008	2,12E-11	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12

\*NOTA: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

FONTE: A autora (2019).

Com relação às correlações de *Spearman*, para as três parcelas estudadas a brotação teve correlação moderada com a temperatura máxima (0,471,  $p < 0,01$ ) e o fotoperíodo (0,449,  $p < 0,01$ ) e alta negativa com umidade relativa do ar (-0,731,  $p < 0,01$ ). Para a senescência ocorreram correlações moderadas com as mesmas variáveis meteorológicas: temperatura máxima (0,424,  $p < 0,05$ ), fotoperíodo (0,504,  $p < 0,01$ ) e umidade relativa do ar (-0,558,  $p < 0,01$ ), sendo essa negativa; enquanto que as folhas maduras não apresentaram correlação com as variáveis meteorológicas (APÊNDICE 3).

Esses resultados apontam que, para *B. australis*, mesmo as fenofases de brotação e senescência não se caracterizaram como eventos sazonais, elas responderam a alguns estímulos, como maiores comprimentos de dia e menores porcentagens de umidade relativa do ar. Em análise às correlações entre as fenofases vegetativas e reprodutivas de diferentes formas de vida da Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, Marques (2007) concluiu que temperatura e fotoperíodo também foram os fatores mais importantes para determinar os padrões fenológicos das plantas. Particularmente, no presente estudo, a umidade relativa do ar variou pouco ao longo do período, se mantendo sempre acima de 95% nas parcelas estudadas. É provável,

então, que com a umidade sempre alta, pequenas variações foram suficientes para que a senescência e a brotação foliar ocorressem.

Para as fenofases reprodutivas, de acordo com o APÊNDICE 3, houve correlação moderada entre floração e temperaturas máxima (0,402,  $p < 0,05$ ), precipitação (0,483,  $p < 0,01$ ) e fotoperíodo (0,539,  $p < 0,01$ ) e correlação baixa dessa fenofase com a temperatura mínima (0,376,  $p < 0,05$ ); e houve correlação moderada entre frutificação e temperatura máxima (-0,433,  $p < 0,01$ ) e baixa com umidade relativa do ar (0,390,  $p < 0,05$ ) e fotoperíodo (0,375,  $p < 0,05$ ).

De acordo com Mantovani *et al.* (2003), em geral para espécies da Mata Atlântica, o início das atividades reprodutivas ocorre nos meses de maior temperatura, corroborando com os resultados encontrados para *B. australis*. Destacou-se, ainda, a correlação das fenofases de floração e frutificação com o fotoperíodo. Para espécies da Floresta Pluvial Atlântica, Morellato *et al.* (2000) encontraram resultados semelhantes, com correlações positivas entre floração, temperatura e fotoperíodo. Segundo Milani (2017), o fato da planta alinhar eventos do desenvolvimento para coincidir com condições favoráveis é fundamental para o seu crescimento, sobrevivência e reprodução.

De acordo com Rantanen *et al.* (2014), muitas plantas dependem de sinais fotoperiódicos para controlar as transições das fenofases, sendo que comprimento do dia é responsável por ativar a expressão do gene, auxiliando na floração das plantas.

Quatro fatores foram definidos pela matriz de cargas fatoriais, após a rotação ortogonal varimax (TABELA 9), que juntos explicam 81,27% das correlações existentes (APÊNDICE 4.C).

TABELA 9 - MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Bathysa australis*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES

Variável	Grupo				Comunalidades
	1	2	3	4	
Temperatura média	0,956				0,937
Temperatura mínima	0,895				0,828
Precipitação	0,809				0,711
Radiação solar	0,738			0,513	0,835
Fotoperíodo	0,737	0,471			0,964
Temperatura máxima	0,584	0,528	-0,423		0,817
Umidade relativa		-0,902			0,906
Brotação		0,773			0,850
Senescência		0,727			0,559
Folha madura			0,858		0,751
Frutificação			0,784		0,736
Floração				0,877	0,858
% de variância	32,86	21,12	16,15	11,14	-

Nota: foram suprimidas as cargas fatoriais inferiores a 0,4

Principais variáveis contribuintes para formação dos fatores: (1) meteorológicas; (2) vegetativas; (3) frutificação; (4) floração.

FONTE: A autora (2019).

O primeiro grupo engloba seis variáveis meteorológicas, sendo umidade relativa do ar a única variável não pertencente ao grupo. O segundo grupo formado inclui as fenofases vegetativas brotação e senescência e umidade relativa do ar, interagindo negativamente com as demais. Como constatado pela correlação de *Spearman*, as variáveis temperatura máxima e fotoperíodo também contribuem para a formação do grupo 2.

O grupo 3 é formado por folhas maduras e frutificação, tendo ainda influência da temperatura máxima. O fato do fotoperíodo não participar da formação do grupo 3 reafirma a baixa influência dessa variável sobre a formação dos frutos de *Bathysa australis*, o que pode estar relacionado com a posição estrutural da espécie na floresta. O último grupo é composto pela floração, de forma isolada, com influência da radiação solar.

Observa-se que diferentemente das correlações de *Spearman*, na análise fatorial os grupos foram divididos entre: variáveis meteorológicas (grupo 1), fenofases

vegetativas (grupo 2), frutificação (grupo 3) e floração (grupo 4), demonstrando haver baixa correlação entre eles.

Esses resultados podem ser atribuídos aos baixos valores encontrados nas correlações de *Spearman*, mesmo que significativos, grande parte das correlações entre as fenofases e os dados meteorológicos apresentaram valores de 0,3 a 0,6, que indicam correlações baixas e moderadas (BISQUERRA; SARRIERA; MARTÍNEZ, 2004). A única correlação considerada alta foi entre brotação e umidade relativa do ar, as quais, na análise fatorial, ficaram no mesmo grupo.

Portanto, para *B. australis*, as fenofases de brotação e senescência foram as que mais dependeram das variáveis meteorológicas. Por sua vez, as fenofases reprodutivas tiveram sua ocorrência mais relacionada com fatores não analisados no presente estudo, como fatores intrínsecos da própria espécie, fatores ambientais específicos (e.g. solo, exposição e declividade) e a atividade dos agentes polinizadores e dispersores.

#### 5.4 *Ocotea aciphylla*

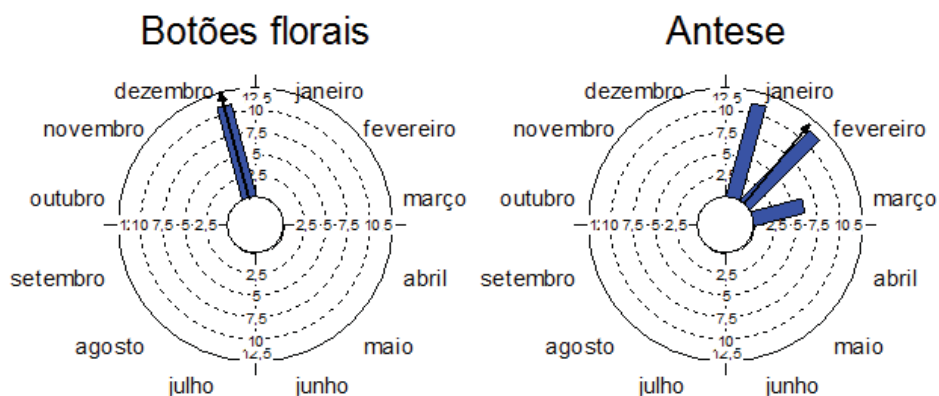
No começo da coleta de dados, iniciada em maio de 2017, os indivíduos de *O. aciphylla* estavam em frutificação, então a floração observada corresponde a um segundo ciclo reprodutivo<sup>1</sup>. Como mostra a FIGURA 19, a floração ocorreu de maneira escassa em dois indivíduos que estavam aos 300 m de altitude, sendo os botões observados no mês de dezembro e a antese durando de janeiro a março (3 meses).

O período de floração não corrobora com os encontrados por Wanderley *et al.* (2003) e Brotto, Cervi e Santos (2013), para a mesma espécie. Os autores encontraram, para os estados de São Paulo e Paraná, a floração como sendo de julho a outubro, e ainda, registros no *SpeciesLink* (2018) mostram que a espécie foi coletada, em ambientes montanos e submontanos da FOD no Paraná, com botões florais e flores nos meses de agosto a outubro.

---

<sup>1</sup> Acompanhando a fenologia desse segundo ciclo (início em maio de 2018) observou-se que não houve ocorrência de floração e produção de frutos nos meses seguintes (até o mês de março de 2019), indicando que possivelmente a espécie não apresente fases reprodutivas anualmente, como outras espécies do gênero (WANDERLEY *et al.*, 2003).

FIGURA 19 – FREQUÊNCIA MENSAL DOS INDIVÍDUOS DE *Ocotea aciphylla* AOS 300 m DE ALTITUDE NAS FENOFASES REPRODUTIVAS, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)



FONTE: A autora (2019).

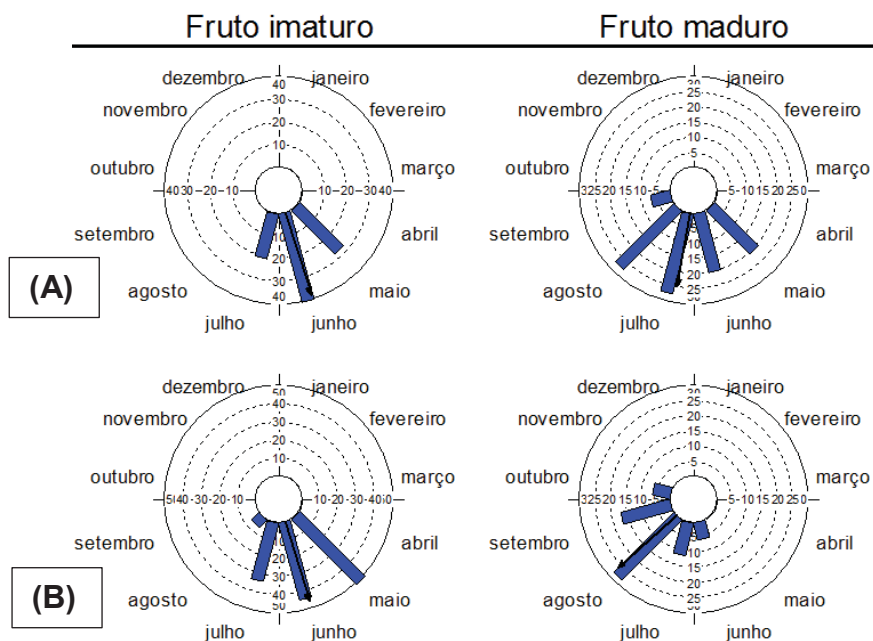
Os frutos imaturos foram verificados a partir do primeiro mês de observação (maio de 2017) e duraram até julho (200 m s.n.m) e agosto (300 m s.n.m) (3 e 4 meses de duração da fenofase, respectivamente), sendo a data média muito próxima entre as parcelas (11 e 12 de junho). Os frutos maduros tiveram duração de 5 meses nas duas parcelas, sendo observados de maio a setembro (200 m s.n.m) e junho a outubro (300 m s.n.m), com as datas médias mais distantes uma da outra: 08 de julho (L2) e 15 de agosto (S3) (FIGURA 20). Os resultados foram similares aos encontrados por Wanderley *et al.* (2003), que encontraram frutificação no período de março a agosto, e Brotto, Cervi e Santos (2013), que encontraram o período de novembro a julho.

Para a frutificação de *O. aciphylla*, tanto os frutos imaturos quanto os frutos maduros tiveram incremento na duração na parcela de maior altitude (300 m). Mesmo que em pequena quantidade, os frutos imaturos ocorreram até o mês de agosto na altitude de 300 m, enquanto que aos 200 m essa fenofase cessou no mês de julho. Da mesma forma, os frutos maduros duraram até outubro na altitude mais elevada e até setembro na menor altitude. Brito e Sazima (2012) afirmam que com o aumento altitudinal a frutificação geralmente tem menor duração.

Durante o período de observação, as temperaturas médias nessas altitudes foram de 20,69 °C (200 m) e 19,99 °C (300 m), permanecendo em todos os meses mais alta na menor altitude. É possível que a frutificação de *O. aciphylla* siga a mesma tendência observada para a floração, tendo um aumento na duração das fenofases à medida em que o nível altitudinal se eleva, por apresentar uma relação inversa com as temperaturas. Observa-se que a frutificação da espécie ocorre nos meses de menores temperaturas, em especial a maturação dos frutos, que ocorrem nos meses

de inverno (junho a setembro). Como as temperaturas são ainda menores aos 300 m de altitude, o ambiente se torna mais propício para que a fenofase se estenda.

FIGURA 20 – FREQUÊNCIA MENSAL DOS INDIVÍDUOS DE *Ocotea aciphylla* NAS FENOFASES DA FRUTIFICAÇÃO, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR): (A) 200 m s.n.m E (B) 300 m s.n.m.



FONTE: A autora (2019).

Ainda de acordo com o gráfico 19, é possível notar que os frutos imaturos foram observados em maior quantidade que o frutos maduros em grande parte dos meses, sendo que apenas no mês de agosto os frutos maduros tiveram uma porcentagem maior de ocorrência (30%). Tal fato pode estar relacionado com a ação do fitormônio etileno, o qual estimula o amadurecimento dos frutos nas plantas. Por ser um hormônio gasoso, as baixas temperaturas inibem a sua liberação (MARTIN *et al.*, 2015). Como a frutificação de *O. aciphylla* ocorre em períodos de menores temperaturas, a ação do etileno é mais lenta, fazendo com que a grande parte dos frutos madurem no mês de agosto e setembro, quando as temperaturas voltam a subir.

Como já abordado, a floração foi observada apenas na parcela S3 e ocorreu de forma muito escassa, de todo modo as fenofases de botões florais e antese foram concentradas nesses indivíduos (TABELA 10). A frutificação foi observada nas duas parcelas e os coeficientes de vetor médio indicaram que tanto para frutos imaturos como para frutos maduros a concentração foi alta, com ocorrência de botões florais restrita ao mês de dezembro. As datas médias verificadas foram significativas (teste Rayleigh (z),  $p < 0,05$ ) para todas as fenofases.



TABELA 10 - RESULTADOS DA ANÁLISE CIRCULAR DA FENOLOGIA PARA OS INDIVÍDUOS DE *Ocotea acyphilla* NAS DUAS PARCELAS DE ESTUDO

Variável	Parcela	Botões florais	Antese	Frutos imaturos	Frutos maduros
Número de observações	L2	-	-	87	101
	S3	11	28	133	68
Ângulo médio ( $\mu$ )	L2	-	-	162,517°	189,542°
	S3	345°	39,449°	163,408°	227,948°
Data média	L2	-	-	11/jun.	08/jul.
	S3	11/dez.	08/fev.	12/jun.	15/ago.
Vetor médio (r)	L2	-	-	0,939	0,817
	S3	1	0,934	0,904	0,868
Teste de Rayleigh (p)*	L2	-	-	< 1E-12	< 1E-12
	S3	1,32E-06	1,44E-10	< 1E-12	< 1E-12

\*NOTA: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

FONTE: A autora (2019).

Dentre as fenofases de floração foi observada correlação moderada e significativa entre antese e precipitação (0,425,  $p < 0,05$ ) (APÊNDICE 3). Essa correlação, aliada a um conjunto de fatores não analisados no estudo, como disponibilidade de nutrientes, exposição, declive e ação de organismos polinizadores, pode explicar em parte a ocorrência de floração no período descrito, que pode ser caracterizada como um evento atípico.

Por sua vez, as fenofases de frutificação foram as que apresentaram maiores correlações com as variáveis meteorológicas, como é apresentado no APÊNDICE 3. Os frutos imaturos tiveram correlações altas e negativas com as temperaturas média (-0,706,  $p < 0,01$ ), máxima (-0,757,  $p < 0,01$ ), mínima (-0,651,  $p < 0,01$ ), radiação solar (-0,679,  $p < 0,01$ ) e fotoperíodo (-0,784,  $p < 0,01$ ). Os frutos maduros apresentaram correlações altas e negativas com as mesmas variáveis meteorológicas: temperaturas média (-0,793,  $p < 0,01$ ) e mínima (-0,761,  $p < 0,01$ ), radiação solar (-0,652,  $p < 0,01$ ), fotoperíodo (-0,688,  $p < 0,01$ ) e ainda, com precipitação (-0,657,  $p < 0,01$ ). Houve correlação média e negativa com temperatura máxima (-0,476,  $p < 0,01$ ).

Analisando as temperaturas durante o período de estudo é possível verificar que nos meses de ocorrência da frutificação ocorreram as maiores diferenças de temperatura mínima absoluta entre as duas parcelas, ultrapassando 1 °C. De julho a setembro as mínimas absolutas foram de 6,81, 11,20 e 15,84 °C, respectivamente, aos 200 m de altitude, enquanto que aos 300 m as mínimas foram de 5,67, 10,15 e

14,77 °C, respectivamente. No mês de outubro, foi observado a mesma tendência: a mínima absoluta foi 0,96 mais baixa aos 300 m de altitude, quando comparada aos 200 m, sendo que nesse mês apenas os indivíduos dos 300 m permaneciam com frutos. Pode-se notar dessa forma, que os frutos de *O. aciphylla* estão condicionados a condições específicas: os menores comprimentos do dia e menores taxas de radiação solar, resultando em menores temperaturas, foram responsáveis por desencadear o surgimento e a maturação dos frutos.

Para frutos maduros, observou-se também a influência da precipitação. De acordo com Milani (2013), embora os frutos maduros sejam resultado do amadurecimento dos frutos verdes, o que regula e intensifica os processos de maturação são os fatores ambientais. Em virtude disso, se justifica os frutos maduros apresentarem correlação com a precipitação e os frutos imaturos não.

A matriz de cargas fatoriais, após a rotação ortogonal pelo método varimax, é apresentada na TABELA 11 (tabela completa apresentada no APÊNDICE 4.D). As variáveis observadas foram reduzidas a três fatores, que juntos explicam 75,72% das correlações existentes. Os valores das comunalidades indicaram que todas as variáveis foram bem representadas pelo grupo principal a qual pertencem, visto que seus valores foram superiores a 0,5 (HAIR *et al.*, 2009).

TABELA 11 - MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Ocotea aciphylla*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES

Variável	Grupo			Comunalidades
	1	2	3	
Temperatura média	0,720	0,577		0,956
Temperatura máxima	0,925			0,872
Temperatura mínima	0,716	0,561		0,902
Precipitação	0,618			0,575
Fotoperíodo	0,965			0,944
Fruto imaturo	-0,828			0,715
Fruto maduro	-0,579	-0,473		0,612
Umidade relativa		0,883		0,822
Botões florais			-0,766	0,787
Radiação solar	0,491		0,654	0,737
Antese			0,558	0,507
% da variância	42,43	18,46	14,83	-

Nota: foram suprimidas as cargas fatoriais inferiores a 0,4

Principais variáveis contribuintes para formação dos fatores: (1) meteorológicas e frutificação; (2) umidade relativa do ar; (3) floração.

FONTE: A autora (2019).

O primeiro grupo é formado pela maioria das variáveis meteorológicas e pelas fenofases de frutificação, fruto imaturo e maduro. O segundo grupo é formado exclusivamente pela umidade relativa do ar (única variável meteorológica que não participou da formação do grupo 1), mas tem a influência das variáveis temperatura média e mínima e dos frutos maduros. O terceiro e último grupo é composto exclusivamente pelas fenofases de floração.

Os grupos encontrados corroboram com as correlações de *Spearman* e mostram a importância das variáveis meteorológicas na formação e maturação dos frutos de *O. aciphylla*. Foi possível notar que os frutos imaturos e maduros se correlacionaram negativamente com as demais variáveis do grupo. De fato, os meses de ocorrência da frutificação são os meses de menores temperaturas, radiação solar, comprimentos do dia e precipitação.

Por último, a baixa correlação das fenofases de floração com as variáveis meteorológicas ocorreu pelo baixo número de observação dessas fenofases. Apesar disso, a correlação positiva de antese com precipitação, pode ser explicada pelos altos volumes precipitados nos meses de janeiro e fevereiro na região (670,2 mm).

### 5.5 *Tapirira guianensis*

Os botões florais de *T. guianensis* apareceram predominantemente no mês de agosto, com data média no dia 19 de agosto. A antese foi observada no mês de setembro (data média = 14 de setembro) (FIGURA 21). Nogueira (2008), também estudando um fragmento submontano, no município de Pinheiral (RJ), encontrou para *T. guianensis* um período de floração semelhante, sendo de agosto a dezembro. No estado de Sergipe, em remanescente florestal de baixa altitude (< 50 m), Santana *et al.* (2009) e Santos e Ferreira (2013) coletaram a espécie com flores em períodos mais longos que o do presente estudo. Santana *et al.* (2009) encontraram a espécie com floração de novembro a janeiro, enquanto que Santos e Ferreira (2013) encontraram dois picos de floração, variando de outubro a maio.

Foi possível observar uma alta sincronia na floração dos indivíduos de *T. guianensis*. Segundo Barros, Rico-Gray e Díaz-Castelazo (2001), a sincronia de floração entre os indivíduos atrai um maior número de visitantes florais, aumenta o transporte de pólen entre plantas e conseqüentemente aumenta a polinização. Lenza

e Oliveira (2005), que também encontraram sincronia de floração em indivíduos de *T. guianensis*, complementam que em espécies dióicas a sincronia de floração entre indivíduos de sexos opostos também tem um papel importante na polinização, pois, caso houvesse uma grande separação temporal na ocorrência das flores masculinas e femininas, o fluxo de pólen entre os indivíduos poderia ser comprometido.

FIGURA 21 – FREQUÊNCIA MENSAL DOS INDIVÍDUOS DE *Tapirira guianensis* NAS FENOFASES DE FLORAÇÃO, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)



FONTE: A autora (2019).

Dos sete indivíduos avaliados, dois deles não apresentaram frutificação, o que pode ser esperado para uma espécie dióica (DIAS; OLIVEIRA-FILHO, 1996), indicando que provavelmente esses indivíduos eram do sexo masculino. Em referência aos indivíduos que apresentaram frutificação, os frutos imaturos surgiram em outubro durando até o mês de janeiro, com data média de 10 de novembro. Por sua vez, os frutos maduros foram observados no mês de outubro, mas em pequena quantidade, se estendendo até fevereiro (FIGURA 22), a data média dessa fenofase foi 16 de dezembro.

FIGURA 22 – FREQUÊNCIA MENSAL DOS INDIVÍDUOS DE *Tapirira guianensis* NAS FENOFASES DE FRUTIFICAÇÃO, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)



FONTE: A autora (2019).

Nogueira (2008) encontrou a frutificação mais tardiamente, no período de janeiro a março. Lenza e Oliveira (2005) observaram a frutificação em um período maior que o do presente estudo, com início em outubro, se estendendo até março, assim como Santos e Ferreira (2013), que encontraram frutificação com início em dezembro e finalizando em julho, com maturação dos frutos no período chuvoso da região.

As fenofases de *Tapirira guianensis* se mostraram concentradas e o teste Rayleigh demonstrou que houve sazonalidade de todos os eventos fenológicos analisados ( $p < 0,05$ ). A data média mostra que a antese aparece cerca de um mês depois que os botões florais e os frutos maduros cerca de cinco semanas depois dos imaturos (TABELA 12).

TABELA 12 - RESULTADOS DA ANÁLISE CIRCULAR DA FENOLOGIA PARA OS INDIVÍDUOS DE *Tapirira guianensis* NAS DUAS PARCELAS DE ESTUDO

Variável	Botões florais	Antese	Frutos imaturos	Frutos maduros
Número de observações	81	67	119	91
Ângulo médio ( $\mu$ )	231,904°	255°	314,639°	350,401°
Data média	19/ago.	14/set.	10/nov.	16/dez.
Vetor médio (r)	0,987	1	0,904	0,827
Teste de Rayleigh (p)*	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12	< 1E-12

\*NOTA: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

FONTE: A autora (2019).

Não foi encontrada correlação entre as fenofases de floração com as variáveis meteorológicas (APÊNDICE 2), mas foi possível notar que essas fenofases ocorreram em meses de menor precipitação. Do mesmo modo, Locatelli e Machado (2004), em estudo em brejos de altitude de Pernambuco, e Santos e Ferreira (2013) apesar de não apresentarem correlações das fenofases com dados meteorológicos, encontraram para espécie o período de floração nas estações mais secas do ano, indicando que a espécie floresce nos meses de inverno.

Para florestas tropicais é comum que o pico de floração se dê na estação úmida (MANTOVANI *et al.*, 2003; BIANCHIN *et al.*, 2016). Sendo assim, a diferença na época de floração encontrado nos estudos representa que essa fenofase pode estar mais

relacionada com fatores endógenos, como filogenia e atividade dos agentes polinizadores e dispersores, do que com os elementos do clima, como abordado por Reys *et al.* (2005) e Santos e Ferreira (2013).

Em relação a frutificação, a fenofase de frutos imaturos apresentou correlação alta com temperatura máxima (0,69,  $p < 0,05$ ) e fotoperíodo (0,71,  $p < 0,01$ ). Para frutos maduros houve alta correlação com temperatura máxima (0,69,  $p < 0,05$ ) e precipitação (0,67,  $p < 0,05$ ) e correlação muito alta com fotoperíodo (0,88,  $p < 0,01$ ) (APÊNDICE 3). Nota-se que a temperatura máxima e o fotoperíodo, aliados a fatores intrínsecos da espécie, são as variáveis responsáveis por desencadear o surgimento de frutos imaturos. Para frutos maduros, além dessas variáveis, observou-se também a influência da precipitação. Assim como observado para *O. aciphylla*, sendo os frutos maduros resultado do amadurecimento dos frutos verdes, justifica-se a correlação dos frutos maduros com a precipitação, que não ocorre com os frutos imaturos.

Esses resultados vão ao encontro dos obtidos por Milani (2017), que estudando quatro espécies florestais em Floresta Ombrófila Mista aluvial no Paraná, encontrou o fotoperíodo como a variável de maior influência nas fenofases, sendo que a frutificação teve correlação significativa com fotoperíodo em todas as espécies. As temperaturas (máxima, média e mínima), segundo a autora, vêm em seguida na ordem de importância em relação à influência nas fenofases de forma geral.

Alencar, Almeida e Fernandez (1979), estudando 27 espécies da floresta tropical na Amazônia central, também encontraram correlações positivas entre a frutificação e a temperatura máxima, assim como Milani (2013) que destacou a importância da temperatura na formação dos frutos.

Em relação à análise fatorial, a matriz de cargas fatoriais, após a rotação ortogonal pelo método varimax, mostra que os dados foram resumidos em três grupos principais (APÊNDICE 4.E), como é mostrado na tabela 13. Esses grupos explicam 77,52% da variância total obtida entre todas as variáveis.

TABELA 13 - MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Tapirira guianensis*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES

Variável	Fator			Comunalidades
	1	2	3	
Temperatura média	0,912			0,970
Temperatura mínima	0,902			0,916
Umidade relativa	0,641	-0,438		0,603
Precipitação	0,574	0,487	-0,421	0,743
Radiação solar	0,770			0,604
Temperatura máxima	0,441	0,780		0,934
Fotoperíodo	0,523	0,818		0,945
Fruto imaturo		0,801		0,690
Fruto maduro		0,825		0,853
Botão			0,636	0,521
Antese			0,851	0,748
% de variância	33,57	29,60	14,35	-

Nota: foram suprimidas as cargas fatoriais inferiores a 0,4

Principais variáveis contribuintes para formação dos fatores: (1) meteorológicas; (2) frutificação; (3) antese; (4) botões florais.

FONTE: A autora (2019).

O primeiro grupo inclui as variáveis meteorológicas: temperatura média e mínima, umidade relativa do ar, precipitação e radiação solar. As variáveis temperatura máxima e fotoperíodo, ainda que apresentem cargas fatoriais maiores no grupo dois, também têm influência na formação do grupo um. Dessa forma, pode-se notar que este grupo representa unicamente as variáveis meteorológicas e mostra a forte correlação existente entre elas.

O segundo fator é composto por duas variáveis do meio e duas variáveis fenológicas, sendo a temperatura máxima, fotoperíodo, fruto imaturo e fruto maduro. Como constatado na correlação de *Spearman*, essas variáveis meteorológicas são as que mais contribuem para a formação e maturação dos frutos de *T. guianensis*. A precipitação, mesmo que com menor carga fatorial, aparece na formação desse grupo, relação essa que também foi detectada na correlação de *Spearman* com os frutos maduros.

O terceiro grupo é formado unicamente pelas fenofases de floração: botão e antese, mostrando que essas fenofases são altamente correlacionadas. É possível observar a presença da precipitação no grupo 3, indicando que existe certa correlação negativa entre os botões florais, antese e precipitação. Essa tendência também foi verificada por Santos e Ferreira (2013), mesmo que a correlação de *Spearman* nesse estudo não tenha apontado relação entre precipitação e as fenofases de floração.

Portanto, os resultados da análise fatorial corroboram com os obtidos pela correlação de *Spearman*, confirmam a importância do fotoperíodo e temperatura máxima na formação dos frutos e mostram a influência da precipitação pluviométrica em todas as fenofases reprodutivas de *T. guianensis*.

### 5.6 *Myrcia plusiantha*

Para *Myrcia plusiantha* as fenofases foram observadas em pequena quantidade em um indivíduo. Os botões florais ocorreram no mês de dezembro e a antese logo em seguida, no mês de janeiro (FIGURA 23). Os frutos foram observados de fevereiro a março e é provável que a frutificação tenha ocorrido em um período maior do que o descrito, pois, em março, os únicos frutos identificados no indivíduo foram coletados para confirmação da espécie.

Costa, Pereira e Andrade (1992), em estudo no Rio de Janeiro, durante o período de março de 1991 a janeiro de 1992, não observaram a presença de fenofase reprodutiva na espécie. Outros estudos com a espécie englobam aspectos fitossociológicos, mas não fenológicos, como os de Ribeiro, Thomaz e Mileipe (2007) e Saiter *et al.* (2011). Como citado anteriormente, registros no *SpeciesLink* (2018) mostram que a espécie foi coletada em ambientes de Florestas Ombrófilas Densa e Mista, no Paraná, com flores nos meses de dezembro a março e com frutos nos meses de junho a agosto. Ainda, durante o período de coleta de dados, foram identificados botões florais e flores abertas em um indivíduo que estava fora do acompanhamento, em uma altitude mais elevada (385 m). A floração foi observada no mês de janeiro e a amostra coletada está no Herbário Escola de Florestas Curitiba (n° catálogo 92094).

FIGURA 23 – FREQUÊNCIA MENSAL DO INDIVÍDUO DE *Myrcia plusiantha* NAS FENOFASES REPRODUTIVAS, DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018, NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA (PR)



FONTE: A autora (2019).



Durante o período de observação, dos seis indivíduos avaliados, um apresentou fenofases reprodutivas e com baixa ocorrência, como mostra a TABELA 13, dessa forma, todas as fenofases foram concentradas e sazonais, o que pode não ser o padrão da espécie.

TABELA 13 - RESULTADOS DA ANÁLISE CIRCULAR DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Myrcia plusiantha*, DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO

Variável	Botões florais	Antese	Frutificação
Número de observações	6	6	12
Ângulo médio ( $\mu$ )	345°	15°	60°
Data média	11/dez.	15/jan.	01/mar.
Vetor médio (r)	1	1	0,977
Teste de Rayleigh (p)*	< 1E-12	< 1E-12	1,45E-06

\*NOTA: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

FONTE: A autora (2019).

Esses resultados sugerem que a espécie apresenta comportamento fenológico supra-anual. De acordo com Newstrom, Frankie e Baker (1994), espécies com esse comportamento apresentam ciclos de floração ou frutificação menos frequentes do que uma vez por ano.

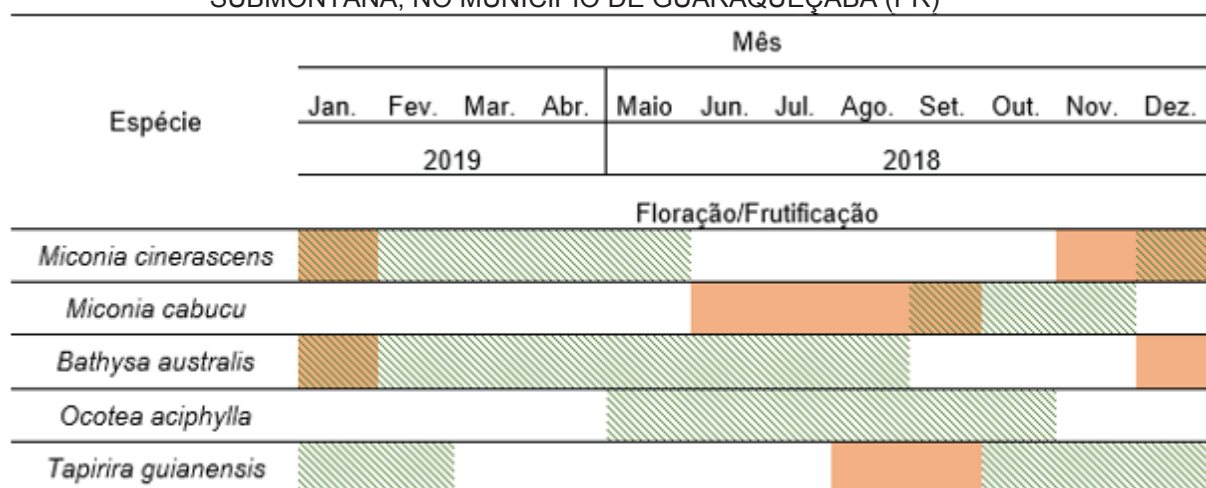
Estudos fenológicos de comunidades vegetais registram comumente espécies supra-anuais (PIRANI; SANCHEZ; PEDRONI, 2009). Newstrom Frankie e Baker (1994) afirmam que a maioria das espécies tropicais não apresentam padrões anuais de floração e que para muitas espécies é possível registrar a presença de flores todos os anos, mas com variação na quantidade de flores produzidas. Dessa forma, em alguns anos a ocorrência de floração é tão reduzida que, na prática, a espécie não contribui de maneira efetiva com recursos para a comunidade. Aparentemente esse pode ser o caso de *Myrcia plusiantha*, uma vez que a produção de flores no ano observado foi muito baixa. Em virtude desse baixo número de observações, não foi possível realizar a análise de correlação de *Spearman* e a análise fatorial, pela falta de dados.

## 5.7 COMPARATIVO ENTRE AS ESPÉCIES: FLORAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO

De acordo com a TABELA 14, é possível notar que a duração da floração e frutificação varia em cada uma das espécies. A menor duração da floração foi observada para as espécies *Bathysa australis* e *Tapirira guianensis*, com 2 meses, enquanto que a maior duração foi observada para *Miconia cabucu*, com 4 meses.

Em relação à frutificação, pode-se notar que a duração foi maior para todas as espécies, quando comparado a fenofase de floração, sendo o menor período observado na espécie *Miconia cabucu* (3 meses) e o maior observado para *Bathysa australis* (8 meses).

TABELA 14 - PERÍODO DE FLORAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS ESTUDADAS EM UM TRECHO DE FLORESTA OMBRÓFILA Densa SUBMONTANA, NO MUNICÍPIO DE GUARAQUEÇABA (PR)



Legenda:

Floração Frutificação Floração e frutificação Sem fenofases reprodutivas

Nota: Os dados de floração de *O. aciphylla* e floração e frutificação de *M. plusiantha* não foram apresentados pelo baixo número de observações, não caracterizando um padrão.

Em relação ao período de ocorrência das fenofases, duas das seis espécies estudadas floresceram nos meses de primavera-verão, quando as condições meteorológicas são mais favoráveis sob o ponto de vista da temperatura e do fotoperíodo. O padrão de florescimento nessa época do ano, em florestas tropicais sem sazonalidade climática, também foi observado por autores como Talora e Morellato (2000), Morellato *et al.* (2000), Mantovani *et al.* (2003), Soares (2011), Milani *et al.* (2013) e Milani (2017). Duas espécies, *Miconia cabucu* e *Tapirira guianensis*,

apresentaram floração no período de outono-inverno e outras duas, *Ocotea aciphylla* e *Myrcia plusiantha*, não tiveram dados suficientes para caracterização do padrão de floração.

Em ambientes de baixa sazonalidade climática, como no presente estudo, a periodicidade de floração varia muito, apresentando um número semelhante de espécies com flor em todas as estações do ano (TALORA; MORELLATO, 2000; MILANI, 2017), diferentemente de ambientes sazonais (principalmente no que se refere a pluviosidade), em que a floração geralmente está associada à estação seca ou entre as estações seca e úmida (VAN SCHAİK; TERBORGH; WRIGHT, 1993; MORELLATO, 1991; MORELLATO *et al.*, 2000).

De acordo com Morellato *et al.* (2016), a oferta contínua de recursos florais em nível de comunidade é uma estratégia vantajosa em alguns aspectos, sendo os principais: para que não ocorra a disputa de alimento por polinizadores; e para que haja disponibilidade contínua de substâncias usadas na construção de ninhos e compostos aromáticos para atrair as fêmeas.

Conforme o APÊNDICE 2, analisando separadamente as espécies que apresentaram floração no período de primavera-verão, houve baixa correlação entre floração e temperaturas média e mínima (0,353 e 0,346, respectivamente,  $p < 0,01$ ), temperatura máxima (0,447,  $p < 0,01$ ), precipitação (0,477,  $p < 0,01$ ) e fotoperíodo (0,537,  $p < 0,01$ ), sendo essas moderadas. Para frutificação houve baixa correlação com umidade relativa do ar (0,372,  $p < 0,01$ ) e correlação negativa moderada com temperatura máxima (-0,443,  $p < 0,01$ ) e fotoperíodo (-0,434,  $p < 0,01$ ).

Enquanto que para as espécies que floresceram no período de outono-inverno, as correlações entre floração e as variáveis meteorológicas foram negativas, sendo que ocorreram com temperatura média e mínima (-0,579 e -0,549, respectivamente,  $p < 0,01$ ), precipitação (-0,620,  $p < 0,01$ ) e fotoperíodo (-0,407,  $p < 0,05$ ). A frutificação apresentou correlação positiva com temperatura máxima (0,573,  $p < 0,01$ ) e fotoperíodo (0,570,  $p < 0,01$ ) (APÊNDICE 2).

Reafirma-se a importância da temperatura e do fotoperíodo para a fenologia reprodutiva das espécies estudadas. Essas duas variáveis tiveram correlações com ambas as fenofases (floração e frutificação) para os dois grupos de espécies estudados (floração na estação mais quente e mais fria do ano), corroborando com as observações de Borchert (1994), Marques e Oliveira (2004), Marques (2007), Fenner (1998), Soares (2011) e Milani (2013, 2017). Soares (2011) observou em seu estudo

que até mesmo as espécies de sub-bosque apresentaram maior produção de botões florais em períodos de maior fotoperíodo. Outro resultado interessante é de que espécies de sub-bosque com proximidade de clareiras, também apresentaram maiores produções de flores e frutos, durante o período de estudo. Constata-se portanto que a disponibilidade de luz é fator relevante para a floração e frutificação de espécies de dossel e sub-bosque da florestal tropical.

Como já citado anteriormente, em florestas tropicais de clima pouco sazonal, a precipitação não chega a ser um fator determinante para o desenvolvimento e reprodução das espécies (MORELLATO *et al.* 2000; TALORA; MORELLATO, 2000; MARQUES; OLIVEIRA, 2004; MARQUES, 2007), diferente do que ocorre com espécies de florestas de clima sazonal, como as decíduas e semi-decíduas. Nesses ambientes as espécies apresentam maior periodicidade na produção de flores, folhas e frutos, sendo a alternância das estações seca e úmida apontada como o principal fator envolvido no desencadeamento das fenofases (MORELLATO; LEITÃO-FILHO, 1992; MORELLATO *et al.*, 2000; CARDOSO, 2006).

Contudo, foi possível notar que a floração nos dois grupos de espécies apresentou correlação com a precipitação. Analisando o comportamento da precipitação, foi possível notar que os meses de dezembro a fevereiro (período chuvoso) concentrou 47% da precipitação total, enquanto que os meses de julho a setembro (período com menor precipitação) concentrou 8%. Mesmo não sendo constatado um período seco durante o ano de estudo, as variações de precipitação, principalmente comparando essas duas estações, foram grandes e as plantas se mostraram sensíveis à essas variações da quantidade precipitada.

Em relação à frutificação das espécies do primeiro grupo citado, houve também correlação com a umidade relativa do ar, indicando que as menores umidades relativas no período foram importantes para o desenvolvimento dos frutos. É possível que como o ambiente de estudo apresenta altas taxas de umidade ao longo do ano, pequenas variações servem como gatilho para as plantas expressarem determinadas fenofases.

Para a análise fatorial, os resultados foram semelhantes quando analisadas as espécies de floração primavera-verão e outono-inverno (TABELA 15), sendo que os três fatores extraídos para cada grupo de espécies, englobaram as mesmas variáveis.

TABELA 15 - MATRIZES DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA AS ESPÉCIES DE ESTUDO, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES

Variável	Primavera-verão				Outono-inverno			
	Fator			Comuna- lidades	Fator			Comuna- lidades
	1	2	3		1	2	3	
Temperatura média	0,963			0,944	0,942			0,975
Temperatura máxima	0,650	-0,512		0,832	0,785	0,484		0,926
Temperatura mínima	0,907			0,827	0,948			0,928
Precipitação	0,766			0,650	0,694		0,421	0,684
Radiação solar	0,790			0,713	0,729			0,569
Fotoperíodo	0,764	-0,402	0,414	0,917	0,827	0,459		0,907
Umidade relativa		0,799		0,659	0,339	-0,729		0,662
Frutificação		0,785		0,645		0,801		0,742
Floração			0,917	0,851			-0,964	0,951
% de variância	44,21	18,74	15,24	-	47,63	18,88	15,09	-

Nota: foram suprimidas as cargas fatoriais inferiores a 0,4

Principais variáveis contribuintes para formação dos fatores: (1) meteorológicas; (2) frutificação; (3) floração.

FONTE: A autora (2019).

Para os dois grupos de espécies determinados, o primeiro fator extraído na análise fatorial foi o das variáveis meteorológicas, como ocorreu nas análises individuais de cada espécie. A umidade relativa do ar não participou da formação desse primeiro fator.

O segundo fator foi formado pela frutificação e umidade relativa do ar, com cargas fatoriais bem próximas nos dois grupos de espécies avaliados, mas no grupo de espécies que floresceram na primavera-verão a interação entre as variáveis foi diretamente proporcional, enquanto que nas espécies de outono-inverno, a interação foi inversamente proporcional. Observou-se ainda a influência das variáveis fotoperíodo e temperatura máxima na formação do fator 2, em ambos os grupos de espécies, o que corrobora com as correlações de *Spearman*.

O último fator, formado exclusivamente pela floração, teve influência do fotoperíodo, nas espécies das estações mais quentes do ano, enquanto que nas espécies que floresceram durante as estações mais secas do ano, houve influência da precipitação de forma negativa, ou seja, essas espécies se mostraram mais sensíveis às quantidades precipitadas, assim como ocorre com as espécies das florestas de clima sazonal, sendo a precipitação um fator importante para suas atividades reprodutivas.

## 6 CONCLUSÕES

Em relação aos aspectos fenológicos:

- i) Os picos de brotação e senescência ocorreram em períodos diferentes e as folhas maduras ocorreram de forma regular durante todo ano. Essas fenofases não apresentaram sazonalidade.
- ii) Das seis espécies estudadas, quatro floresceram durante as estações de primavera e verão e duas floresceram durante o outono e inverno, mostrando que houve oferta de recursos para polinizadores durante todas as estações. Para todas espécies, a floração foi um evento sazonal.
- iii) O tempo de duração da frutificação variou de 2 a 8 meses para as espécies e o período de ocorrência dessa fenofase, para cada espécie, mostrou que houve oferta de alimento para a fauna durante todos os meses do período. A frutificação ocorreu de forma sazonal.

Em relação ao comportamento fenológico em função das variáveis meteorológicas:

- i) As maiores correlações foram entre as fenofases (vegetativas e reprodutivas) e as temperaturas (máxima, média e mínima), o fotoperíodo, a umidade relativa e a precipitação.

Em relação ao comportamento fenológico em função dos pisos altitudinais:

- i) O pico de senescência teve início um mês antes na altitude mais elevada, sendo o mesmo padrão observado para brotação.
- ii) O início da floração foi no mesmo mês para as altitudes observadas, mas na maior altitude a floração durou um período maior.
- iii) A mesma tendência foi observada para frutificação, com início no mesmo mês nas diferentes altitudes e maior duração nas altitudes mais elevadas.

## 7 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Limitações encontradas no desenvolvimento da pesquisa:

A primeira limitação envolveu a localização das parcelas. Em função do tempo para realização do estudo, foi necessário trabalhar com parcelas já existentes na reserva, não sendo possível estudar um trecho em que as parcelas estivessem na mesma exposição de encosta e em diferentes altitudes, para que se excluísse a interferência dessa variável.

A observação das fenofases com uso de binóculo não possibilitou que para todas as espécies as fenofases fossem divididas da mesma forma. A altura dos indivíduos, tamanho das folhas, claridade e chuva em alguns meses de coleta de dados foram os principais fatores impeditivos, pela dificuldade de diferenciar em campo as fenofases vegetativas e o estágio das fenofases reprodutivas para algumas das espécies.

Recomendações para trabalhos futuros:

- i) Por demonstrar de forma clara quais as variáveis meteorológicas se correlacionam com as fenofases, a utilização da análise fatorial foi adequada e recomenda-se seu uso em pesquisas que tratam da fenologia de espécies florestais.
- ii) Recomenda-se a continuidade das observações fenológicas das espécies estudadas a fim de confirmar os padrões de comportamento. Dessa forma, as informações servirão de subsídio para coleta de sementes, projetos de restauração de áreas degradadas e conservação da biodiversidade.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. D. C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus, AM. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 24, n. 3/4, p.161 - 181, 1996.
- ALENCAR, J. D. C., ALMEIDA, R. A. D., & FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 9, n. 1, p. 163 – 199, 1979.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711 – 728, 2013.
- ANDRICH, M. **Sistema reprodutivo e polinização em duas espécies arbóreas e simpátricas de *Bathysa* (Rubiaceae)**. 48 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2008.
- ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do estado do Paraná**. 334 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1992.
- ARROYO, M. T. K., ARMESTO, J. J., & VILLAGRAN, C. Plant phenological patterns in the high Andean Cordillera of central Chile. **The Journal of Ecology**, p. 205 – 223, 1981.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003. 332 p.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata Atlântica: as árvores e a paisagem**. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004. 396 p.
- BARROS, M. G.; RICO-GRAY, V.; DÍAZ-CASTELAZO, C. Sincronia de floração entre *Lantana camara* L. (Verbenaceae) e *Psittacanthus calyculatus* (DC.) G. Don (Loranthaceae) ocorrentes nas dunas de La Mancha, Veracruz, México. **Acta Botanica Mexicana**, v. 57, p. 1 – 14, 2001.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, p. 237-248, 2002.
- BIANCHIN, J. E.; MARQUES, R.; BRITZ, R. M.; CAPRETZ, R. L. Deposição de fitomassa em formações secundárias na floresta atlântica do Paraná. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 4, p. 524 - 533, 2016.
- BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C.; MARTÍNEZ, F. **Introdução à estatística: Enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 256 p.



BLUM, C. T. **Os componentes epifítico vascular e herbáceo terrícola da Floresta Ombrófila Densa ao longo de um gradiente altitudinal na Serra da Prata, Paraná.** 182 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. O clima e sua influência na distribuição da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 589 - 598, jul./set. 2011.

BORCHERT, R. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. *Trees*, v. 8, p. 115 - 125, 1994.

BORGO, M.; TIEPOLO, G.; REGINATO, M.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CAPRETZ, R. L.; ZWIENER, V. P. Espécies arbóreas de um trecho de floresta atlântica do município de Antonina, Paraná, Brasil. **Revista Floresta**, v. 41, p. 819 – 832, 2011.

BOSA, D. M.; PACHECO, D.; PASETTO, M. R.; SANTOS, R. Florística e estrutura do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Densa montana em Santa Catarina, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 49 – 58, 2015.

BRITO, V. L. G.; SAZIMA, M. *Tibouchina pulchra* (Melastomataceae): reproductive biology of a tree species at two sites of an elevational gradient in the Atlantic rainforest in Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 298, p. 1271 – 1279, 2012.

BROTTO, M. L. **Estudo taxonômico do gênero *Ocotea* Aubl. (Lauraceae) na Floresta Ombrófila Densa no estado do Paraná, Brasil.** 92 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, 2010.

BROTTO, M. L.; CERVI, A. C.; SANTOS, E. P. O gênero *Ocotea* (Lauraceae) no estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 3, p. 495 – 525, 2013.

CAGLIONI, E. **Gradientes ambientais e sua influência na variação da estrutura da vegetação no parque botânico do Morro do Baú – SC.** 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

CAMPOS, R. P. **Espécies lenhosas pioneiras apresentam diferentes potenciais de facilitação da regeneração natural em pastagens abandonadas?** 39 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CARDOSO, F. C. G. **Fenologia de árvores da Floresta Atlântica no litoral do Paraná:** comparações entre categorias sucessionais. 24 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** v. 2, Brasília: Embrapa, 2006. 627 p.

\_\_\_\_\_. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 3, Brasília: Embrapa, 2008. 593 p.

CARVALHO JUNIOR, W. G. O.; MELO, M. T. P.; MARTINS, E. R. Fenologia do alecrim pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em área de Cerrado, no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 2, p. 223 - 229, 2011.

CASCAES, M. F.; CITADINI-ZANETTE, V.; HARTE-MARQUES, B. Reproductive phenology in a riparian rainforest in the south of Santa Catarina state, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 4, p. 1449 – 1460, 2013.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

CNCFLORA. **Lista vermelha da flora brasileira**. Centro Nacional de Conservação da Flora, 2012. Disponível em: <<http://cncflora.jbrj.gov.br/porta1/pt-br/listavermelha>>. Acesso em: 6 março 2018.

COSTA, C. C.; GURGEL, E.; GOMES, J.; LUZ, C. D. S.; CARVALHO, L. T.; MARGALHO, L.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; MACIEIRA, A. P.; de SOUZA, A. S. Conhecendo espécies de plantas da Amazônia: tatapiririca (*Tapirira guianensis* Aubl. - Anacardiaceae). **Embrapa Amazônia Oriental**, dezembro, 2014. 6 p.

COSTA, M. L. M. N.; PEREIRA, T. S.; ANDRADE, A. C. S. Fenologia de algumas espécies de Mata Atlântica, Reserva Ecológica de Macaé de Cima (estudo preliminar). **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 1, p. 226, 1992.

DELPRETE, P. G.; SMITH, L. B.; KLEIN, R. M. **Flora ilustrada catarinense: Rubiaceae**. In: REIS, A. (Ed.). v. I - gêneros A - G: 1. *Aseis* até 19. *Galium*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2004. p. 1 – 344.

DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. D. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras, MG. **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 66 – 88, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FABBRO, T.; KÖRNER, C. Altitudinal differences in flower traits and reproductive allocation. In: **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, 2004. 70 p.

FALCÃO, R. M.; GALVANI, E.; LIMA, N. G. B.; CRUZ, B. R. P. Análise da variação da umidade relativa do ar do pico da bandeira, Parque Nacional Alto Caparaó, Brasil. In: VI SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2010, Coimbra. **Anais...**v. 6, p. 1 - 10, 2010.

FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 1, n. 1, p. 78 - 91, 1998.

FERREIRA JUNIOR, M; VIEIRA, A. O. S. Rubiaceae arbóreo-arbustivas na bacia do rio Tibagi, PR. **Hoehnea**, v. 42, n. 2, p. 289 - 336, 2015.

FERREIRA, W. P. M.; RIBEIRO, M. F.; FERNANDES FILHO, E. I.; SOUZA, C. F.; CASTRO, C. C. R. **As características térmicas das faces Noruega e Soalheira como fatores determinantes do clima para a cafeicultura de montanha**. Brasília: Embrapa Café, 2012. 34 p.

FIELD, A. **Discovering statistics using IBM SPSS Statistics**. 4 ed. Londres, 2013. 952 p.

FOSTER, R. G., KREITZMAN, L. **Seasons of life: the biological rhythms that enable living things to thrive and survive**. New Haven, CT: Yale University Press, 2009.

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

FOURNIER, L. A.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de las árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, n. 1, p. 45 – 48, 1975.

FREITAS, L.; ANDRICH, M. Is the pollination biology of *Bathysa* and *Schizocalyx* consistent with their segregation? A first approach for two sympatric species in southeastern Brazil. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 51, n. 5, p. 522 – 535, 2013.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 49 - 64, 2008.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; WREGGE, M. S. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.18, p.80-92, 2016.

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO A NATUREZA (FGBPN). **Plano de manejo da Reserva Natural Salto Morato – Guaraqueçaba – Vol. 1**. Curitiba, 2011. 222 f.

\_\_\_\_\_. **Shape de vegetação**. 2014. Não publicado.

GALETTI, M.; DIRZO, R. Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. **Biol. Conserv**, v. 163, p. 1 – 6, 2013.

GALVANI, E.; LIMA, N. G. B.; SERAFINI JR, S.; ALVES, R. R. Relação entre umidade relativa do ar, cobertura vegetal e uso do solo no Parque Estadual de Intervalos (PEI) e seu entorno, São Paulo, Brasil. In: XII ENCONTRO DE

GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA - EGAL, 2009, Montevidéo. **Anais do...** v. 1, n. 1, 2009.

GATTI, G. A. **Composição florística, fenologia e estrutura da vegetação de uma área em restauração ambiental – Guaraqueçaba, PR.** 114 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

GERMANO FILHO, P. Estudos taxonômicos do gênero *Bathysa* C. Presl (Rubiaceae, Rondeletieae), no Brasil. **Rodriguésia**, v. 50, n. 76/77, p. 49 – 75, 1999.

GOLDENBERG, R. O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 927 – 947, 2004.

GOLDENBERG, R.; CADDAH, M. K. *Miconia*. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB9686>>. Acesso em: 8 de março de 2018.

GOLDENBERG, R.; CADDAH, M. K.; MARTIN, C. V. Taxonomic notes on South American *Miconia* (Melastomataceae). II. **Rodriguésia**, v. 61, p 23 – 28, 2010.

GOMES, R.; PINHEIRO, M. C. B.; LIMA, H. A. Fenologia reprodutiva de quatro espécies de Sapotaceae na restinga de Maricá, RJ. **Revista Brasil. Bot.**, v. 31, n. 4, p. 679 - 687, out. – dez. 2008.

GRIDI-PAPP, C. O.; GRIDI-PAPP, M.; SILVA, W. R. Differential fruit consumption of two Melastomataceae by birds in Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil. **Ararajuba**, v. 12, n. 1, p. 5 - 10, junho de 2004.

GUAPYASSÚ, M. **Caracterização fitossociológica preliminar da RPPN Salto Dourado-Figueira.** Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 1994. 83 p.

HAIR, J. F; BLACK, W. C; BABIN, B. J; ANDERSON, R. E; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman; 2009. 688 p.

HATSCHBACH, G.; ZILLER, S. **Lista vermelha das plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná.** Curitiba, Secretaria do Estado do Meio Ambiente - SEMA/Deutsche Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1995. 139 p.

HAWES, J. E.; PERES, C. A. Ecological correlates of trophic status and frugivory in neotropical primates. **Oikos**, v. 123, p. 365 – 377, 2014.

HEIDEMAN, P. D. Temporal and spatial variation in the phenology of flowering and fruiting in a tropical rainforest. **The Journal of Ecology**, p. 1059-1079, 1989.

HOPP, R. J. Plant phenology observation networks. In: LIETH, H. (Ed.). **Phenology and seasonality modelling.** New York: Springer, 1974. p. 25 - 43.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas de estado do Paraná** – classificação segundo W. Köppen. Disponível em: <<http://www.iapar.br/pagina-677.html>>. Acesso em: 22 de junho de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Brasil: divisão político-administrativo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico da vegetação brasileira.**, 2. ed. rev. e amp. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. (Série Manuais Técnicos em Geociências 1)

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Macrozoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Curitiba, 1990. 257 p.

JACKSON, J. F. Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brazilian Subtropical Lower Montane Moist Forest. **Biotropica**, v. 10, p. 38 - 42, 1978.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; SILVA, W. R. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: ROCHA, C. F. D. *et al.* (Ed.) **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: Rima, 2006. p.411-436.

**JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Flora do Brasil 2020** em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>> Acesso em: 13 de abril de 2018.

KAMINSKI, N. Consumo de frutos por três espécies de Picidae em área de Floresta Ombrófila Mista de Santa Catarina. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 261 – 263, 2013.

KERSTEN, R. A. **Epifitismo vascular na bacia do Alto Iguaçu, Paraná**. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

KIAERSKOU, H. Enumeratio myrtacearum brasiliensium. In: E. WARRNING (Ed.), **Symbolarum ad floram Brasiliae Centralis cognoscendam**, v. 39, 1893. p. 1 - 199.

LAMARRE, G. P. A.; MENDOZA, I.; FINE, P. V. A.; BARALOTO, C. Leaf synchrony and insect herbivory among tropical tree habitat specialists. *Plant ecology*, v. 215, p. 209 – 220, 2014.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil: proposta de classificação**. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anarcadinaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, p. 180 – 190, 2005.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: LIETH, H. (Ed.). **Phenology and seasonality modelling**. New York: Springer, 1974. p. 3 - 19.

LOCATELLI, E. M.; MACHADO, I. C. Fenologia de espécies arbóreas de uma Mata Serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, nordeste do Brasil. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J.; TABARELLI, M. (Org.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio ambiente, v. 1, p. 255 – 276, 2004.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 1. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1998. 368 p.

\_\_\_\_\_. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 2. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 2000. 352 p.

\_\_\_\_\_. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 3. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 2009. 384 p.

MACIEL, A.S.; BARCELOS, B. F. A análise da influência da altitude na temperatura e na precipitação da mesorregião Norte de Minas – Minas Gerais. **Revista Geonorte**, v.2, p.250 – 261, 2012.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2017. 526 p.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A. R.; REIS, M. D.; PUCHALSKI, A.; NODARI, R. O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 451 – 458, 2003.

MARQUES, M. C. M. Fenologia no limite sul da região tropical: padrões e algumas interpretações. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. (Ed.). **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

MARQUES, M. C. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas florestas de restinga da Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 713 – 723, 2004.

MEDEIROS, J. D.; MORRETES, B. L. Dimensões da folha e herbivoria em *Miconia cabucu* Hoehne (Melastomataceae). **Biotemas**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 97 - 112, 1995.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MILANI, J. E. F. **Comportamento fenológico de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista aluvial – Araucária, PR**. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2013.

\_\_\_\_\_. **Autoecologia de espécies arbóreas de uma floresta aluvial: fenologia e crescimento.** 92 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2017.

MORELLATO, L. P. C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil.** 176 f. Tese (Doutorado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, 1991.

\_\_\_\_\_. As estações do ano na floresta. In: MORELLATO, L. P. C.; LEITAO FILHO, H. **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana.** Campinas: Editora da Unicamp, 1995. p. 37 - 41.

MORELLATO, L. P. C.; ALBERTON, B.; ALVARADO, S. T.; BORGES, B.; BUISSON, E.; CAMARGO, M. G. G.; CANCIAN, L. F.; CARSTENSEN, D. W.; ESCOBAR, D. F. E.; LEITE, P. T. P.; MENDOZA, I.; ROCHA, N. M. W. B.; SOARES, N. C.; SILVA, T. S. F.; STAGGEMEIER, V. G.; STREHER, A. S.; VARGAS, B. C.; PERES, C. A. Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, v. 195, p. 60 - 72. 2016.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: L. P. C. MORELLATO (Org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil.** Ed. Unicamp, Universidade Estadual de Campinas, 1992.

MORELLATO, L. P. C.; ROMERA, E. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASHI, A.; BENCKE, C. C.; ZIPPARRO, V. B. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, p. 811 – 823, 2000.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain-forest trees at La-Selva, Costa-Rica. **Biotropica**, v. 26, n. 2, p. 141 - 159, 1994.

NOGUEIRA, R. T. **Estudo florístico no município de Pinheiral, Médio Vale do Paraíba do Sul-RJ.** 25 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

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

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável,** 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> Acesso em: 24 de outubro de 2018.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL. **Guia de Instrumentos Meteorológicos e Métodos de Observação,** nº 8. Genebra, Suíça, 2008.

ONOFRE, F. F.; ENGEL, V. L.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 39 – 52, 2010.

PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1096 – 1109, 2009.

POLIDORO, G. F. B; LIMA, M. C. **Diagnóstico e análise ambiental do meio físico – Reserva Natural Salto Morato** (2ª Etapa), 2002.

POLISEL, R. T.; FRANCO, G. A. D. C. Comparação florística e estrutural entre dois trechos de Floresta Ombrófila Densa em diferentes estádios sucessionais, Juquitiba, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 37, n. 4, p. 691 - 718, 2010.

RANTANNEN, M.; KUROKURA, T.; MOUHU, K.; PINHO, P.; TETRI, E.; HALONEN, L.; PALONEN, P.; ELOMAA, P.; HYTÖNEN, T. Light quality regulates flowering in *FvFT1/FvTFL1* dependent manner in the woodland strawberry *Fragaria vesca*. **Frontiers in Plant Science**, v.5, p.1 - 11. 2014.

REGO, G. M.; LAVARONTI, O. J. Atividades fenológicas de Imbuia (*Ocotea porosa* (Nees et Martius ex Ness) em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no estado do Paraná. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. (Ed.). **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

REIS, A.; REIS, M.; QUEIROZ, M.; MANTOVANI, A.; ANJOS, A. D. **Caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense**. Apostila do curso ministrado para a Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA). Florianópolis: UFSC, 1995. p. 63 – 85.

REIS, T. S. **Demografia e genética de populações de *Bathysa australis* (Rubiaceae) na Floresta Ombrófila Densa montana e submontana do Parque Estadual da Serra do Mar, SP**. 126 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2015.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C.; SABINO, J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 309 – 318, 2005.

RIBEIRO, L. F., THOMAZ, L. D.; MILEIPE, J. C. Caracterização da comunidade arbórea de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa montana (Santa Teresa –ES) a partir de grupos ecológicos de seus diásporos. **Natureza on line**, v. 5, n. 1, p. 1 – 9, 2007.

RODERJAN, C. V. **A Floresta Ombrófila Densa altomontana do Morro do Anhangava, Quatro Barras, PR** – aspectos climáticos, pedológicos e



fitossociológicos. 119 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 75 - 92, 2002.

RODERJAN, C. V.; GRODZKI, L. Acompanhamento meteorológico em um ambiente de Floresta Ombrófila Densa altomontana no morro Anhangava, município de Quatro Barras - PR, no ano de 1993. **Cadernos da Biodiversidade**, v. 2, n. 1, p. 27 - 34, 1999.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Macrozoneamento florístico da Área de Proteção Ambiental APA – Guaraqueçaba**. Curitiba: FUPEF, 1988, (série técnica).

RODRIGUES-LIMA, A. A.; AFFONSO, P. *Miconia* Ruiz & Pav. in Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo State, Brazil. **Hoehnea**, v. 43, n. 1, p. 77 – 86, 2016.

RODRÍGUEZ, M. I.; GAJARDO, C.; SOLÍS, F. Escalas de compromiso funcional y de movimientos involuntarios en extremidades superiores en niños con trastornos de movimiento de tipo extrapiramidal. **Rehabilitación**, v. 44, n. 4, p. 336 – 344, 2010.

ROSA, P. O.; ROMERO, R. O gênero *Myrcia* (Myrtaceae) nos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p. 613 – 633, 2012.

SAITER, F. Z.; GUILHERME, F. A. G.; THOMAZ, L. D.; WENDT, T. Tree changes in a mature rainforest with high diversity and endemism on the Brazilian coast. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 9, p. 1921 – 1949, 2011.

SAMPAIO, E. **Fisiologia vegetal: teorias e experimentos**. 2 ed. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2016. 166 p.

SANTANA, W. M. S., SILVA-MANN, R., FERREIRA, R. A., ARRIGONI-BLANK, M. F., BLANK, A.; PODEROSO, J. C. M. Morfologia de flores, frutos e sementes de pau-pombo (*Tapirira guianensis* Aublet.-Anacardiaceae) na região de São Cristóvão, SE, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 37, p. 47 – 54, 2009.

SANTOS, P. L.; FERREIRA, R. A. Fenologia de *Tapirira guianensis* Aubl. (anacardiaceae) no município de São Cristóvão, Sergipe. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 129 – 136, 2013.

SCHEER, M. B.; GATTI, G.; WISNIEWSKI, C.; MOCOCHINSKI, A. Y.; CAVASSANI, A. T.; LORENZETTO, A.; PUTINI, F. Patterns of litter production in a secondary alluvial Atlantic Rain Forest in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, p. 805 – 817, 2009.

SCHEEPENS, J.F.; STÖCKLIN J. Flowering phenology and reproductive fitness along a mountain slope: maladaptive responses to transplantation to a warmer climate in *Campanula thyrsoides*. **Oecologia**, v. 171, p. 679 – 691, 2013.

- SCHMIDLIN, L. A. J.; ACCIOLY, A.; ACCIOLY, P.; KIRCHNER, F. F. Mapeamento e caracterização de Superagui utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta**, v. 35, n. 2, p. 303 – 305, 2005.
- SEABRA, H.; IMAÑA-ENCINAS, J.; FELFILI, M. J. Análise estrutural da mata ciliar do córrego Capetinga, habitat de *Callithrix penicillata* L. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 11 – 17, 1991.
- SILVA, G. T. D. **Influência do efeito de borda sobre a herbivoria e a composição química de *Miconia cabucu* Hoehne (Melastomataceae) em diferentes estágios de desenvolvimento em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual da Serra Furada, Orleans, SC.** 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo-Sul Catarinense, 2012.
- SILVA-CRUZ, C. L.; PIRANI, J. R. Anacardiaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012.
- SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ (SIMEPAR). **Dados meteorológicos da estação Salto Morato.** Arquivo digital, 2018.
- SOARES, N. C. **Variação intra-específica na fenologia de espécies de sub-bosque de Floresta Atlântica e sua relação com variáveis microambientais.** 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2011.
- SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Meteorologia e climatologia florestal.** Curitiba, 2015. 215 p.
- SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. Myrtaceae. In: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 205. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10739>> Acesso em: 8 de março de 2018.
- SpeciesLink. **Sistema de informação distribuído para coleções biológicas.** Disponível em: <<http://www.splink.org.br>> Acesso em: 14 de abril de 2018.
- TABACHNICK, B.; FIDELL, L. **Using multivariate statistic.** Needham Heights: Allyn & Bacon, 2007. 983 p.
- TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, p. 13 – 26, 2000.
- TORRES, F. T. P.; RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; LIMA, G. S. Influência do relevo nos incêndios em vegetação em Juiz de Fora (MG). **GEOgraphia**, v. 18, n. 36, p. 170 - 182, 2016.

TRES, A. **Influência de variáveis meteorológicas na fenologia de *Euterpe edulis* mart. e a interação com seus dispersores na Reserva Natural Salto Morato.** Curitiba, 2019. Não publicado.

VAN ASCH, M.; VISSER, M. E. Phenology of forest caterpillars and their host trees: the importance of synchrony. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 37 – 55, 2007.

VAN DER WERFF, H. Studies in Andean *Ocotea* (Lauraceae) III. Species with hermaphroditic flowers and moderately pubescent or glabrous leaves occurring above 1000 m in altitude. **Novon**, v. 23, n. 3, p. 336 – 380, 2014.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 353 - 377, 1993.

VITASSE, Y.; DELZON, S.; DUFRENE, E.; PONTAILLER, J. Y.; LOUVET, J. M., KREMER, A.; MICHALET, R. Leaf phenology sensitivity to temperature in European trees: do within-species populations exhibit similar responses? **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, p. 735 – 744, 2009.

WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M.; MELHEM, T. S. A. **Flora fanerogâmica no estado de São Paulo.** v. 3. São Paulo: Instituto de Botânica, 2003. 367 p.

\_\_\_\_\_. **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo.** V. 5. São Paulo: Instituto de Botânica, 2007. 476 p.

WEIGAND JR., R.; SILVA, D. C.; SILVA, D. O. **Metas de Aichi:** Situação atual no Brasil. Brasília, IUCN, WWF-Brasil, Ipê, 2011. 67 p.

## APÊNDICE 1: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS, COM BASE NA REVISÃO DE LITERATURA

Nome científico	Grupo ecológico*	Porte		Fenologia		Dispersão	Usos	Indivíduos/ parcela
		Altura (m)	DAP (cm)	Floração	Frutificação			
<i>Miconia cinerascens</i>	P	6	18	<sup>1</sup> Out. /fev.	Nov./mai.	Zoocórica	RAD**	O0: 5 ind.
<i>Miconia cabucu</i>	P/S.l.	10	25	<sup>2</sup> Ago./out.	Nov./dez.	Zoocórica	RAD e biomonitoramento da poluição	S3: 6 ind.
<i>Bathysa australis</i>	S	20	20	<sup>3</sup> Dez./abr.	Fev./jun.	Anemocórica e zoocórica	RAD e paisagismo	O0: 6 ind.; L1: 5 ind.; O2: 6 ind.
<i>Ocotea aciphylla</i>	S	25	40	<sup>4</sup> Jun./out.	Mar./ago.	Zoocórica	Madeireiro	L2: 5 ind.; S3: 6 ind.
<i>Tapirira guianensis</i>	P/S.l.	20	40	<sup>5</sup> Ago./dez.	Fev./mar.	Zoocórica	RAD e madeireiro	L3-B: 7 ind.
<i>Myrcia plusiantha</i>	-	14	40	<sup>6</sup> Dez./mar.	Jun./ago.	Zoocórica	-	L3-B: 6 ind.

Grupo ecológico\*: P - pioneira; S - secundária; S.l. - secundária inicial.

RAD\*\* - recuperação de áreas degradadas.

<sup>1</sup>Goldenberg (2004); <sup>2</sup>Cascaes, Citadini-Zanette, Harter-Marques (2013); <sup>3</sup>Reis (2015); <sup>4</sup>Wanderley et al. (2003); <sup>5</sup>Costa et al. (2014);

<sup>6</sup>SpeciesLink (2018).

FONTE: A autora (2019).



### APÊNDICE 3: CORRELAÇÕES DE Spearman

APÊNDICE 2 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE Spearman ENTRE TEMPERATURAS MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA MENSAL, PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL, UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA MENSAL, RADIAÇÃO SOLAR MÉDIA MENSAL, FOTOPERÍODO E AS FENOFASES, DURANTE O PERÍODO DE MAIO DE 2017 A ABRIL DE 2018

Fenofase	Temperatura (°C)			Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)	Radiação Solar (W/m <sup>2</sup> )	Fotoperíodo (h)
	média	máxima	mínima				
<i>Miconia cinerascens</i>							
Brotação	-0,415	-0,376	-0,100	0,220	-0,415	-0,301	-0,319
Folha madura	0,291	0,320	0,212	-0,173	0,065	0,341	0,226
Senescência	-0,585*	-0,352	-0,514	0,143	-0,204	-0,658*	-0,380
Botão	0,044	0,393	-0,218	-0,481	-0,131	0,131	0,306
Antese	0,376	0,753**	0,248	-0,671*	0,404	0,165	0,734**
Fruto imaturo	0,638*	0,396	0,667*	-0,018	0,845**	0,207	0,492
Fruto maduro	-0,043	-0,639*	0,093	0,751**	-0,207	0,111	-0,589*
<i>Miconia cabucu</i>							
Botão	-0,746**	-0,287	-0,774**	-0,229	-0,732**	-0,528	-0,595*
Antese	-0,372	0,156	-0,382	-0,043	-0,521	-0,231	-0,183
Frutificação	-0,069	0,566	-0,198	-0,493	-0,207	0,069	0,249
<i>Bathysa australis</i>							
Brotação	0,254	0,471**	0,230	-0,731**	0,211	0,087	0,449**
Folha madura	0,085	0,283	0,127	0,228	-0,101	0,055	0,308
Senescência	0,282	0,424*	0,298	-0,558**	0,143	0,327	0,504**
Floração	0,296	0,402*	0,376*	-0,214	0,483**	-0,092	0,539**
Frutificação	0,175	-0,433**	0,197	0,390*	0,101	0,189	-0,375*
<i>Ocotea aciphylla</i>							
Botão	0,090	0,075	0,105	0,226	0,272	-0,151	0,332
Antese	0,390	0,214	0,390	0,135	0,425*	0,387	0,282
Fruto imaturo	-0,706**	-0,757**	-0,651**	-0,056	-0,332	-0,679**	-0,784**
Fruto maduro	-0,793**	-0,476*	-0,761**	-0,230	-0,657**	-0,652**	-0,688**
<i>Tapirira guianensis</i>							
Botão	-0,403	0,043	-0,333	-0,089	-0,511	-0,285	-0,204
Antese	-0,131	0,218	-0,131	0,438	-0,393	0,044	-0,044
Fruto imaturo	0,279	0,699*	0,146	-0,088	0,424	0,104	0,703*
Fruto maduro	0,537	0,689*	0,482	0,029	0,674*	0,337	0,881**

\*NOTA: Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); altamente significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).

## APÊNDICE 4: ANÁLISE FATORIAL

### *Miconia cinerascens*

APÊNDICE 4.A - MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Miconia cinerascens*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES E TESTES DE KMO E BARTLETT

Variável	Componente				Comunalidades
	1	2	3	4	
Fruto imaturo	0,909	0,124	-0,104	0,142	0,964
Precipitação	0,908	-0,012	0,044	-0,230	0,947
T. média	0,824	0,121	0,519	0,026	0,835
T. mínima	0,790	0,014	0,458	0,041	0,952
Fotoperíodo	0,617	0,372	0,414	-0,530	0,880
Botões florais	-0,125	0,906	0,017	-0,186	0,696
Antese	0,226	0,773	0,001	-0,472	0,971
Umidade relativa	-0,083	-0,755	-0,103	0,604	0,735
Brotação	-0,467	-0,691	-0,100	-0,173	0,820
Senescência	-0,079	-0,017	-0,908	0,219	0,879
Radiação solar	0,416	-0,047	0,717	0,076	0,871
Folha madura	-0,114	0,512	0,654	0,341	0,871
Fruto maduro	0,133	-0,180	0,064	0,947	0,872
T. máxima	0,531	0,413	0,449	-0,541	0,952
% da variância	29,41	22,16	18,98	16,91	-
<b>Teste de KMO e Bartlett</b>					
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.					0,509
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado				94,030
	Significância				0,000

### *Miconia cacubu*

APÊNDICE 4.B - MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Miconia cabucu*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES E TESTES DE KMO E BARTLETT

Variável	Componente			Comunalidades
	1	2	3	
T. mínima	0,927	-0,149	-0,187	0,916
T. média	0,921	-0,289	-0,198	0,971
Fotoperíodo	0,873	-0,146	0,291	0,868
T. máxima	0,852	0,229	0,390	0,930
Precipitação	0,705	-0,414	-0,041	0,670
Radiação solar	0,690	-0,097	-0,207	0,529
Antese	-0,002	0,975	0,025	0,952
Botão floral	-0,392	0,864	0,042	0,901
Umidade relativa	0,209	-0,042	-0,815	0,709
Frutificação	0,108	0,013	0,812	0,671
% da variância	43,78	20,59	16,82	-
<b>Teste de KMO e Bartlett</b>				
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.				0,549
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado			85,006
	Significância			0,000

***Bathysa australis***

APÊNDICE 4.C - MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Bathysa australis*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES E TESTES DE KMO E BARTLETT

Variável	Componente				Comunalidades
	1	2	3	4	
T. média	0,956	0,138	0,062	0,031	0,937
T. mínima	0,895	0,125	0,074	0,075	0,828
Precipitação	0,809	0,005	-0,006	0,239	0,711
Radiação solar	0,738	0,133	0,098	0,513	0,835
Fotoperíodo	0,737	0,471	-0,397	0,204	0,964
T. máxima	0,584	0,528	-0,423	0,135	0,817
Umidade relativa	-0,120	-0,902	0,276	0,047	0,906
Brotação	0,116	0,773	0,342	0,349	0,850
Senescência	0,110	0,727	-0,136	-0,020	0,559
Folha madura	-0,098	-0,062	0,858	0,031	0,751
Frutificação	0,206	-0,158	0,784	-0,233	0,736
Floração	0,232	0,118	-0,143	0,877	0,858
% de variância	32,86	21,12	16,15	11,14	-
<b>Teste de KMO e Bartlett</b>					
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.					0,684
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado				334,497
	Significância				0,000

***Ocotea aciphylla***

APÊNDICE 4.D - MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Ocotea aciphylla*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES E TESTES DE KMO E BARTLETT

Variável	Componente			Comunalidades
	1	2	3	
Fotoperíodo	0,965	0,110	0,001	0,944
T. máxima	0,925	-0,113	0,048	0,872
Fruto imaturo	-0,828	0,094	-0,144	0,715
T. média	0,720	0,577	0,325	0,956
T. mínima	0,716	0,561	0,274	0,902
Precipitação	0,618	0,389	0,205	0,575
Fruto maduro	-0,579	-0,473	-0,229	0,612
Umidade relativa	-0,185	0,883	-0,088	0,822
Botões florais	0,314	0,320	-0,766	0,787
Radiação solar	0,491	0,259	0,654	0,737
Antese	0,266	0,156	0,558	0,507
% da variância	42,43	18,46	14,83	-
<b>Teste de KMO e Bartlett</b>				
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem				0,617
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado			234,857
	Significância			0,000



***Tapirira guianensis***

APÊNDICE 4.E - MATRIZ DE CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO ORTOGONAL PELO MÉTODO VARIMAX, PARA *Tapirira guianensis*, COM OBJETIVO DE REDUZIR AS VARIÁVEIS OBSERVADAS EM FATORES E TESTES DE KMO E BARTLETT

Variável	Componente			Comunalidades
	1	2	3	
T. média	0,912	0,323	-0,184	0,970
T. mínima	0,902	0,321	-0,013	0,916
Radiação solar	0,770	0,105	-0,018	0,604
Umidade relativa	0,641	-0,438	-0,017	0,603
Precipitação	0,574	0,487	-0,421	0,743
Fruto maduro	0,296	0,825	-0,292	0,853
Fotoperíodo	0,523	0,818	-0,054	0,945
Fruto imaturo	-0,169	0,801	-0,140	0,690
T. máxima	0,441	0,780	0,361	0,934
Antese	0,133	-0,081	0,851	0,748
Botão floral	-0,337	-0,056	0,636	0,521
% de variância	33,57	29,60	14,35	-
<b>Teste de KMO e Bartlett</b>				
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.				0,461
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado			102,893
	Significância			0,000