

PESQUISAS

BOTÂNICA, N° 74

Ano 2020

LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DE TABULEIROS COSTEIROS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

*Elenice Aparecida Fortes, Marcelo Trindade Nascimento &
Haroldo Cavalcante de Lima*

FLORA DO RIO DE JANEIRO: MYRCIA SECT. EUGENIOPSIS (MYRTACEAE)

Thiago Fernandes, Matheus F. Santos & Adriana Q. Lobão

FITOGEOGRAFIA DAS ESPÉCIES DE ALTERNANTHERA FORSSK. (AMARANTHACEAE) NO RIO GRANDE DO SUL

Maria Salete Marchioretto & Giulia Frias dos Santos

ESTRUTURA ARBÓREA DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NA REGIÃO FISIOGRAFICA MISSÕES, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Suzana dos S. de Souza, Rodrigo F. Ramos, Nestor Bremm, Patrícia B. Garcia Neli Grzybowski, Tiago S. Ferrera, Tatiane Chassot & Mardiore Pinheiro

CHARACTERIZING URBAN FOREST REMNANTS IN GUARULHOS COUNTY/SP

*Rosana Cornelsen Duarte, Fernanda Dall'ara Azevedo,
Patricia Bulbovas & Edna Ferreira Rosini*

FENOLOGIA DE *Ilex paraguariensis* A.ST.-HIL. DE OCORRÊNCIA NATURAL NO SUL DO BRASIL

Jaçanan Eloisa de Freitas Milani, Geisa Percio do Prado, Edmilson Bianchini, Thiago Wendling Gonçalves de Oliveira & Manuela Gazzoni dos Passos

ASPECTOS DA BIOLOGIA FLORAL DE *Verbesina macrophylla* (CASS.) S.F.BLAKE (HELIANTHEAE CASS.: ASTERACEAE)

Itajilanda do Nascimento Santana & Gracineide Selma Santos de Almeida

NÍVEIS DE HERCOGAMIA FLORAL EM *Amasonia obovata* GLEASON (LAMIACEAE) EM TRÊS POPULAÇÕES NATURAIS OCORRENTES NO ESTADO DE MATO GROSSO

Jeison Lisboa Santos

Vasconcellea quercifolia A.St.-Hil. (CARICACEAE) GERMINATION UNDER GIBBERELLIC ACID INFLUENCE

Carla Roberta Orlandi, Julia Gastmann, Mara Cíntia Winhelmann, Zabelita Fardin Foharini, Fernanda Bruxel, Claudimar Sidnei Fior & Elisete Maria de Freitas

ECOLOGICAL AND REPRODUCTIVE ASPECTS OF *Syngonanthus caulescens* RUHLAND (ERIOCAULACEAE) IN SÃO FRANCISCO DE ASSIS, RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

Andressa Palharini Machado, Mara Lisiane Tissot-Squalli, Agatha do Canto Shubeita, Maicon da Silva Schreiber & Juliana Fachinetto

IMPORTÂNCIA DA CONSERVAÇÃO IN SITU DE *Copaifera langsdorffii* DESF. EM REMANESCENTES DE CERRADO, COM BASE EM PARÂMETROS DE ESTRUTURA E DIVERSIDADE GENÉTICA

Renata Gabriela Villegas de Castro e Souza, Lia Maris Orth Ritter Antiqueira & Paulo Yoshio Kageyama

SINOPSE DO GÊNERO DICRANELLA (MÜLL. HAL.) SCHIMP. (DICRANELLACEAE, BRYOPHYTA) PARA O BRASIL COM LECTOTIPIFICAÇÕES E CITAÇÕES DE NOVAS OCORRÊNCIAS

Dimas Marchi do Carmo & Denilson Fernandes Peralta

BRIÓFITAS DO PARQUE ESTADUAL DO FORNO GRANDE, ESPÍRITO SANTO - MATA ATLÂNTICA, BRASIL

Allan Laid Alkimim Faria, Daiane Valente Valente, Amanda Leal da Silva, Marcos João da Cunha, Eduardo Toledo de Amorim & Denilson Fernandes Peralta

BRIOFLORES ASSOCIADA A ARROIO RURAL NO MUNICÍPIO DE MORRO REDONDO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL, COM NOVAS OCORRÊNCIAS PARA O PAMPA

Elisa Teixeira Aires, Marinês Garcia & Juçara Bordin

BRIÓFITAS DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSE, FAZENDA PATIOBA, ALAGOINHAS, BAHIA, BRASIL

Milena Evangelista & Gracineide Selma Santos de Almeida

FIRST REPORT OF *Entocybe haastii* (ENTOLOMATACEAE, AGARICOMYCETES) FROM BRAZIL

Fernando Augusto Bertazzo da Silva, Lilian Pedroso Maggio & Jair Putzke

OBSERVAÇÃO DE PLANTAS NA NATUREZA - UMA NOVA OPORTUNIDADE DE TURISMO ECOLÓGICO

Francielle Paulina de Araújo, Pamela Boelter Herrmann, Juçara Bordin & Felipe Gonzatti

PARÁBOLA FITOANTRÓPICA DAS MUDANÇAS TAXONÔMICAS

Josafá Carlos de Siqueira SJ.

COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE LIQUÊNICA NA ÁREA DA NASCENTE DO RIO DOS SINOS, CARAÁ, RS, BRASIL

Márcia Isabel Käffer, Vanessa Piasa, Daniela Dalke Weber, Jessica Fonseca de Araújo & Suzana Maria de Azevedo Martins

FITOPLÂNCTON DO PARQUE AQUÍCOLA PONTE PENSA, RESERVATÓRIO DE ILHA SOLTEIRA, SP

Edna Ferreira Rosini & Andréa Tucci

INSTITUTO ANCHIETANO DE PESQUISAS - UNISINOS

Av. Unisinos, 950 - Bloco B05 108 - Bairro Cristo Rei
93022-000 - São Leopoldo, RS – Brasil - Caixa Postal 275
www.anchietano.unisinos.br anchietano@unisinos.br

PESQUISAS

PUBLICAÇÕES DE PERMUTA INTERNACIONAL

Editor: Pedro Ignácio Schmitz, S.J.

Editor Assistente: Maria Salete Marchioretto

Comissão Editorial

Josafá Carlos de Siqueira, S.J.
Pedro Ignácio Schmitz, S.J.
Carlos Alberto Jahn, S.J.
Maria Salete Marchioretto
Marcus Vinícius Beber

Conselho Editorial

Luis Fernando Medeiros Rodrigues, S.J.
Maria Gabriela Martin Ávila
Ana Luiza Vietti Bitencourt
Jairo Henrique Rogge
Paulo Günter Windisch

Conselho Científico de Botânica

Andrea Pereira Luiz Ponzo (UFJF)
Augusto Santiago (UFPE)
Denilson Fernandes Peralta (IB-SP)
Jorge Luiz Waechter (UFRGS)
Jairo Lizandro Schmitt (FEEVALE)
Liliana Essi (UFSM)

Mara Rejane Ritter (UFRGS)
Maria de Lourdes A. de Oliveira (FZP-RS)
Pia Parolin (MAX-PLANK INSTITUTE)
Rafaela Campostrini Forzza (JB-RJ)
Regina Helena P. Andreato (USU-RJ)
Rogério Ribeiro de Oliveira (PUC-RJ)

PESQUISAS publica trabalhos de investigação científica e documentos inéditos em línguas de uso corrente na ciência.

Os autores são os únicos responsáveis pelas opiniões emitidas nos trabalhos assinados.

A publicação de colaborações espontâneas depende da Comissão Editorial.

Pesquisas aparece em 2 secções independentes: Antropologia e Botânica.

PESQUISAS publishes original scientific contributions in current western languages.

The autor is response for his (her) undersigned contribution.

Publication of contributions not specially requested depends upon the redactorial staff.

Pesquisas is divided into 2 independent series: Anthropology and Botany.

Pesquisas / Instituto Anchietano de Pesquisas. - (2020). São Leopoldo :
Unisinos, 2020

440 p. (Botânica, nº 74)

ISSN: 2525-7412

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos

FENOLOGIA DE *Ilex paraguariensis* A.ST.-HIL. DE OCORRÊNCIA NATURAL NO SUL DO BRASIL

Jaçanan Eloisa de Freitas Milani¹

Geisa Percio do Prado²

Edmilson Bianchini³

Thiago Wendling Gonçalves de Oliveira⁴

Manuela Gazzoni dos Passos⁵

Recebido 13.09.2019; Aceito 08.11.2019

ABSTRACT

Phenology is the study of periodical ecological events, strongly important in the management of forests. This study aimed identify the occurrence of vegetative and reproductive phenophases of *Ilex paraguariensis* and their interaction with climate. It was sampled 54 individuals, considering two morphotypes. Monthly observations of the phenophases were made from March 2013 to April 2017. Statistical analyzes were done through the Spearman correlation between phenophases and climate. The vegetative and reproductive phenophases occurred at corresponding periods and, in general, the phenological pattern was similar between the morphotypes. Temperatures and photoperiod correlate with the phenophases had positive and significant correlations with reproductive phenophases in male individuals, however for both sexes, the temperatures had a negative correlation with the vegetative phenophases. Precipitation had no influence on the occurrence of phenophases. A species presents seasonality, being the temperature and the photoperiod the main variables to determine the phenological alterations of the individuals.

Keywords: Erva mate, Mixed Ombrophilous Forest, Conservation units.

RESUMO

Estudos fenológicos contribuem para o entendimento da dinâmica dos ecossistemas florestais. O objetivo desse estudo foi identificar a ocorrência das fenofases vegetativas e reprodutivas de indivíduos de *Ilex paraguariensis* e testar a relação entre suas fenofases com o clima. Mensalmente foram monitorados 54 indivíduos, de dois morfotipos (manteiga e periquita), entre março de 2013 a abril de 2017. As forças de associação entre as fenofases e o clima, foi testada utilizando o teste de correlação de Spearman. As fenofases vegetativas e reprodutivas ocorreram em períodos correspondentes e, em

1 Engenheira Florestal Dra. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. e-mail: jacanan.milani@gmail.com

2 Bióloga Dra., Faculdade Tecnológica SENAC, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. e-mail: biologageisa@gmail.com

3 Biólogo Dr., Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil. e-mail: edmilson.bianchin@gmail.com

4 Engenheiro Florestal Doutorando em Engenharia Florestal, Programa de Pós graduação em Engenharia Florestal - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. e-mail: thiago.wgdeoliveira@gmail.com

5 Bióloga Dra., Universidade do Oeste de Santa Catarina, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. e-mail: manuela.passos@unoesc.edu.br

geral, o padrão fenológico foi similar entre os morfotipos. As temperaturas e o fotoperíodo tiveram correlações significativas com fenofases reprodutivas em indivíduos masculinos, contudo para ambos os sexos as temperaturas tiveram correlação negativa com as fenofases vegetativas. A precipitação não apresentou influência na ocorrência das fenofases. A espécie apresenta sazonalidade, sendo a temperatura e o fotoperíodo as principais variáveis para a determinação das mudanças fenológicas dos indivíduos.

Palavras-chave: erva mate, Floresta Ombrófila Mista, unidades de conservação.

INTRODUÇÃO

A fenologia é a ciência que tem como intuito estudar a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas (Lieth, 1974). Estudos fenológicos contribuem para o entendimento da ecologia de espécies, contemplando a organização temporal e espacial dos recursos dentro das comunidades (Morellato & Leitão-Filho, 1996), buscando compreender e incorporar as fases de reprodução, crescimento e senescência, associada às condições ambientais e evolutivas (Forrest & Miller-Rushing, 2010).

Os fatores que influenciam o comportamento fenológico de uma espécie podem ser divididos em bióticos e abióticos. Os fatores bióticos incluem as adaptações morfológicas e fisiológicas, além da interação com polinizadores, dispersores, patógenos e predadores (Van Schaik *et al.*, 1993; Fenner, 1998). Entre os fatores abióticos, a precipitação e a temperatura, são listados como os principais que atuam no comportamento fenológico das espécies em florestas tropicais e subtropicais (Mendoza *et al.*, 2017). Ainda, há uma importante resposta das plantas ao fotoperíodo, especialmente em ambientes com chuvas bem distribuídas e pequena variação nas temperaturas ao longo do ano (Milani, 2017).

A sensibilidade das plantas em responder às variações climáticas globais tem estimulado estudos de fenologia, considerando que as possíveis variações podem alterar significativamente a ocorrência de eventos fenológicos nas plantas (Pachauri, 2014; Mendoza *et al.*, 2017), conforme observado em estudo desenvolvido por Silva, Higuchi e Silva (2018) ao avaliar o impacto de mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica potencial de *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil. (Aquifoliaceae).

A espécie *Ilex paraguariensis*, é constantemente estudada em ordem agrônoma ou para uso na saúde (Heck & De Mejia, 2007; Biasi *et al.*, 2009). É importante ressaltar que a erva mate é fonte de metilxantinas, cafeína, teobromina e teofilina presentes nas folhas, talos, flores e frutos dos produtos comerciais (Junior & Morand, 2016), comprovadamente possuem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimutagênicas e hipolipemiante (Bracesco *et al.*, 2010), e que tem sido amplamente explorada e utilizada pela indústria para a produção de bebidas, alimentos, cosméticos, higiene e produtos de limpeza (Dallabrida *et al.*, 2016).

Para que o potencial da espécie seja explorado de maneira adequada é necessário estudo como os de fenologia, com o monitoramento das fenofases e sua relação com variáveis meteorológicas. Estudos acerca da biologia reprodutiva da espécie foram desenvolvidos por De Brito *et al.*, 2019 em área experimental da Embrapa Floresta no Paraná, avaliando estágios de maturação dos frutos de *I. paraguariensis* considerando sete meses de observação. Pires *et al.*, (2014) em Santa Catarina avaliaram a fenologia reprodutiva de *I. paraguariensis* em Floresta Altomontana ao longo de um ano, estudos que subsidiam informações importantes sobre o comportamento fenológico da espécie.

Contudo, embora a espécie seja típica do sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista, é raro encontrá-la em vegetação de ocorrência natural devido à intensa exploração,

sendo mais facilmente encontrada em plantios (Groppo, 2011). Em área de ocorrência natural existem várias classificações para *I. paraguariensis* (Groppo, 2011) mas somente a *I. paraguariensis* var. *paraguariensis* é de ocorrência natural no Parque Estadual das Araucárias (PEAR) no estado de Santa Catarina, Brasil (Reis *et al.*, 2011).

No PEAR são reconhecidos dois morfotipos de *I. paraguariensis* var. *paraguariensis* de ocorrência natural, denominados de “piriquita” e “manteiga”. O morfotipo “piriquita” apresenta folhas pequenas, escuras e pecíolo roxo, sabor amargo enquanto o morfotipo “manteiga” tem folhas maiores, claras, com pecíolo branco e sabor suave.

Embora estudos fenológicos sejam importantes para o entendimento da interação de espécies arbóreas dentro de uma comunidade florestal, raros são os que envolvem monitoramento de longo prazo, agravados por um conjunto de dados ambientais muito restritos para explicar os padrões observados em ambientes naturais (Milani, 2017).

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo compreender o comportamento fenológico e sua variação interanual ao longo de quatro anos de observações de indivíduos de dois morfotipos de *I. paraguariensis* em ambiente natural. Foram consideradas as seguintes hipóteses: (I) Não há diferenças entre os anos no comportamento fenológico de indivíduos de *I. paraguariensis* ao longo do estudo, (II) O pico da fenologia reprodutiva e da fenologia vegetativa acontece em períodos distintos ao longo dos anos, visto que ambos demandam grande atividade metabólica das plantas; e (III) A temperatura e o fotoperíodo exercem maior influência na atividade fenológica da espécie do que a precipitação, visto que apresentam maior variação ao longo dos meses do ano para a região de estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no PEAR (26°27'08"S e 52°33'56"W), situado na região oeste de Santa Catarina nos municípios de São Domingos e Galvão. Esta unidade de conservação tem área de 612 ha e foi criada a partir do Decreto Estadual nº 293, de 30 de maio de 2003. Até meados de 2002, a atividade existente era de extração e beneficiamento de madeiras nobres, especialmente *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Fatma, 2015).

A área caracteriza-se por um mosaico sucessional, com diferentes estádios de regeneração e conservação, inserido em uma Unidade de Conservação de proteção integral (Martins, 2015). A região fitogeográfica predominante no PEAR é a Floresta Ombrófila Mista com altitudes que variam de 700 a 860 m caracterizada pela ocorrência de *Araucaria angustifolia*, no estrato superior e, sob este, presença de uma flora bastante diversa (Klein, 1978).

O clima da região é do tipo Cfb – que corresponde a um clima oceânico temperado com verão ameno, sendo as temperaturas médias do mês mais frio acima de 0 °C. A precipitação é uniformemente distribuída, não possuindo estação seca ao longo do ano e podendo ter temperaturas superiores a 22°C nos meses mais quentes (Alvares *et al.*, 2013).

Amostragem

Foram amostrados 54 indivíduos de *I. paraguariensis*, sendo 19 masculinos e 17 femininos do morfotipo manteiga e 10 masculinos e oito femininos do morfotipo piriquita. Foram escolhidos indivíduos em idade reprodutiva, com boa visibilidade da copa e de fácil localização na área de estudo.

A proporção entre árvores masculinas e femininas utilizadas no estudo foi de 1,2 indivíduos masculinos para cada indivíduo feminino, valor que é corroborado por estudos de Sturion *et al.* (1995) que encontrou esta frequência em ambientes não plantados. Os indivíduos estão distribuídos de maneira aleatória na área amostrada, sendo mapeados com auxílio de GPS e numerados com plaquetas.

As observações foram realizadas, mensalmente, de março de 2013 a abril de 2017, com o auxílio de binóculos seguindo os critérios propostos por Bianchini *et al.* (2006): abscisão foliar, brotamento foliar (pequenas folhas, com até metade do tamanho da folha madura e de coloração verde clara), botões florais, flores abertas (antese), frutos imaturos, frutos maduros (fase de dispersão). As folhas, flores e frutos caídos no chão também foram utilizados como indicadores da presença de atividade fenológica. Cada fenofase foi registrada qualitativamente, como presença ou ausência (Andreacci *et al.* 2017).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com intuito de verificar a existência de diferenças estatísticas entre as variáveis climáticas ao longo do período de estudo foi realizado análise de variância (ANOVA) considerando como efeitos aleatórios os anos e os meses de coleta de dados. Para os anos de avaliação foi considerado: Ano 1 – março de 2013 até fevereiro de 2014, Ano 2 – março 2014 até fevereiro de 2015, Ano 3 – março de 2015 até fevereiro de 2016 e Ano 4 – março de 2016 até fevereiro de 2017.

As variáveis climáticas utilizadas para testar as correlações com as fenofases foram precipitação (mm), umidade relativa do ar (%), temperatura máxima (°C), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e o fotoperíodo (horas de luz), obtidas a partir da estação meteorológica de Chapecó, no estado de Santa Catarina (INMET, 2017) sob coordenadas 27°08'52"S e 52°63'55"O.

Foi utilizada a correlação de Spearman ($p \leq 0,05$) entre a porcentagem de indivíduos apresentando determinada fenofase e o valor da variável meteorológica em questão daquele mês. As correlações foram feitas no software Statgraphics Centurion (2009).

RESULTADOS

Variáveis climáticas

Não foram encontradas diferenças entre os anos de avaliação para a precipitação, umidade relativa, temperatura máxima e fotoperíodo, contudo para a temperatura média e mínima ocorreu diferença entre os anos de estudo. Para os meses do ano, a precipitação foi a única variável que não apresentou diferença, o que indica a boa distribuição de chuvas na região ao longo dos meses (Tabela 1).

Tabela 1. Teste de F dos efeitos dos meses e anos de avaliação para as variáveis climáticas.

Fonte de Variação	P	UR	Tmáx	Tméd	Tmín	F
Meses	0,35 ns	2,97 **	32,14 **	38,82 **	32,72 **	57,99 **
Ano	1,63 ns	0,81 ns	1,40 ns	3,40 *	4,83 **	0,04 ns

P = precipitação (mm); UR = umidade relativa (%); Tmáx = Temperatura máxima (°C); Tméd = Temperatura média (°C); Tmín = Temperatura mínima (°C); F = fotoperíodo (horas de luz).

A precipitação média anual para o período em estudo foi de aproximadamente 1996,03 mm, bem distribuída ao longo das estações do ano com 540,23 mm no verão,

488,99 mm no outono, 567,38 mm no inverno e 641,13 mm na primavera. Foi observado que as maiores variações de precipitação ocorreram no inverno, compreendendo os meses de maior e menor precipitação ao longo do período de estudo (Tabela 2).

As maiores precipitações ocorreram em junho de 2014 e julho de 2015 com 538,8 e 498,2 mm, respectivamente. Os meses de menor precipitação foram agosto de 2015 e junho de 2016 com valores de 54,2 e 36,2 mm respectivamente. A umidade relativa média anual foi de 76,57% e sua variação seguiu as mudanças na precipitação ao longo do período de estudo (Tabela 2; Figura 1).

A temperatura média para o período de estudo foi de 19,37 °C, com médias das máximas e mínimas de 24,79°C e 15,33°C, respectivamente. Os maiores valores de temperatura ocorreram no verão, com média de temperaturas máximas de 28,4°C entre os meses de novembro a fevereiro, sendo a maior temperatura registrada em fevereiro de 2014 com 30,1°C. As menores temperaturas ocorreram no inverno, entre os meses de junho até setembro, com média de 11,8°C, sendo a menor temperatura registrada em junho de 2016 com 7,7°C. A média do fotoperíodo foi de 12 horas, variação entre 10,36 e 13,62 horas. O maior período de radiação foi sempre encontrado no verão com o aumento das temperaturas (Tabela 2; Figura 2).

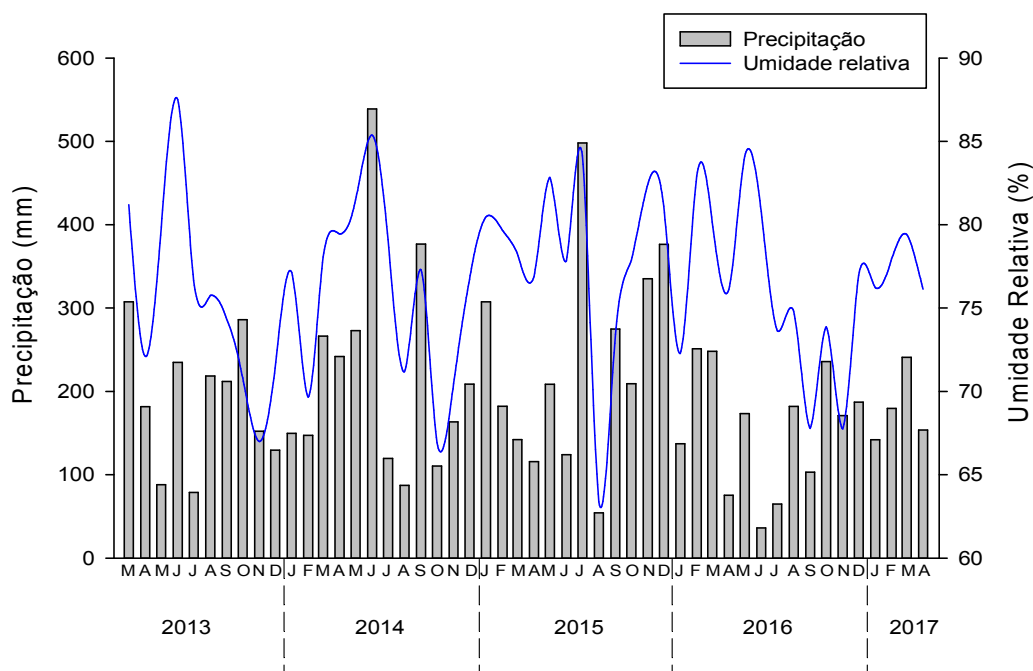


Figura 1. Variação anual da precipitação e umidade relativa do ar para Chapecó, Santa Catarina, Brasil ao longo do período de estudo.

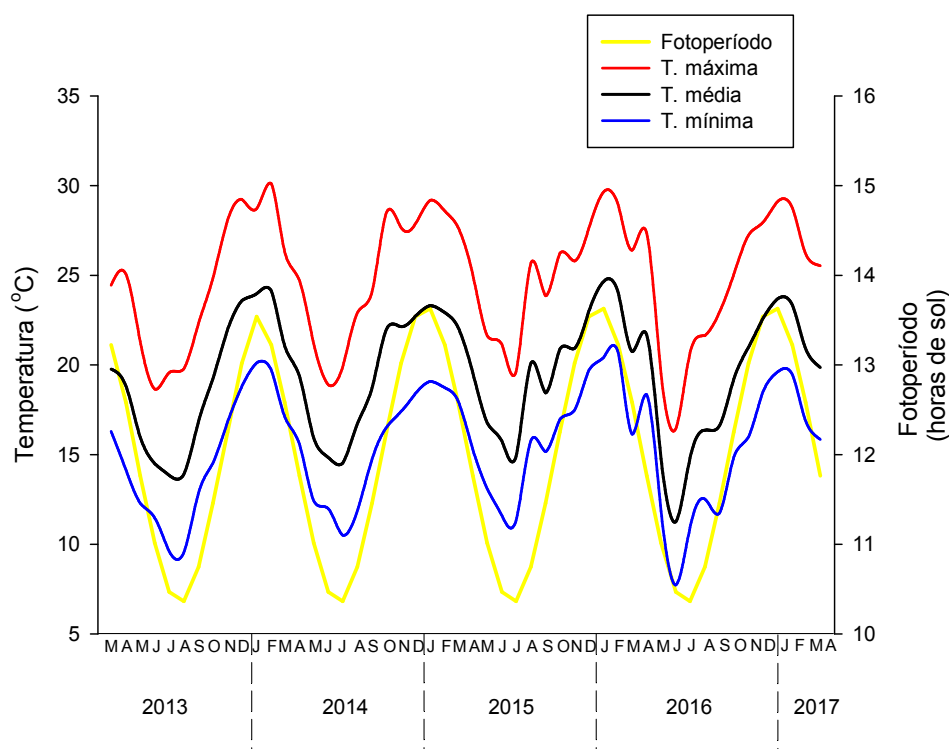


Figura 2. Variação anual da temperatura média, máxima, mínima e do fotoperíodo para Chapecó, Santa Catarina, Brasil, ao longo do período de estudo.

Tabela 2. Valores absolutos para as variáveis climáticas nos diferentes meses e anos de avaliação fenológica.

M	Ano 1						Ano 2						Ano 3						Ano 4					
	P	UR	Tmáx	Tméd	Tmín	F	P	UR	Tmáx	Tméd	Tmín	F	P	UR	Tmáx	Tméd	Tmín	F	P	UR	Tmáx	Tméd	Tmín	F
Mar	307.4	81.2	24.4	19.8	16.3	13.2	266.3	78.1	26.3	21.1	17.1	12.6	142.2	78.3	27.7	22.1	18.0	12.6	248.0	80.2	26.4	20.7	16.1	12.6
Abr	181.7	72.1	25.1	18.8	14.2	12.6	241.8	79.4	24.7	19.4	15.6	11.8	115.8	76.9	25.0	19.5	15.3	11.8	75.4	76.1	27.3	21.7	18.3	11.8
Mai	87.9	79.9	21.3	16.0	12.3	11.8	272.9	81.5	21.2	15.9	12.4	11.0	208.5	82.8	21.6	16.8	13.1	11.0	173.4	84.1	19.5	14.8	11.8	11.0
Jun	234.8	87.5	18.6	14.5	11.5	11.0	538.8	85.4	18.9	14.8	12.0	10.5	124.1	77.8	21.1	15.8	11.6	10.5	36.2	80.8	16.4	11.3	7.7	10.5
Jul	78.7	76.7	19.6	13.8	9.6	10.5	119.5	79.1	19.9	14.5	10.5	10.4	498.2	84.1	19.6	14.9	11.3	10.4	64.7	73.6	20.7	14.8	10.9	10.4
Ago	218.3	75.8	19.8	13.9	9.5	10.4	87.3	71.2	22.9	16.7	11.9	10.7	54.2	63.4	25.7	20.1	15.8	10.7	182.0	74.8	21.6	16.4	12.5	10.7
Set	212.0	74.3	22.3	16.9	12.9	10.7	376.7	77.3	24.1	18.7	14.7	11.5	274.8	73.4	23.9	18.4	15.2	11.5	103.1	67.8	23.0	16.6	11.7	11.5
Out	285.9	70.8	24.8	19.2	14.5	11.5	110.4	66.9	28.5	22.0	16.5	12.2	209.2	77.9	26.2	20.9	17.0	12.2	235.8	73.9	25.1	19.2	14.9	12.2
Nov	152.1	67.0	28.1	22.0	16.8	12.2	163.3	70.5	27.7	22.1	17.4	13.0	335.2	82.4	25.8	20.9	17.5	13.0	170.9	67.7	27.2	21.0	16.0	13.0
Dez	129.5	71.4	29.2	23.6	18.8	13.0	208.7	76.7	27.9	22.7	18.4	13.5	376.4	81.1	27.6	23.0	19.7	13.5	187.1	77.0	27.9	22.6	18.5	13.5
Jan	149.6	77.1	28.7	24.0	20.1	13.5	307.5	80.5	29.2	23.3	19.1	13.6	137.1	72.3	29.6	24.6	20.4	13.6	142.0	76.2	29.1	23.7	19.6	13.6
Fev	147.2	69.7	30.1	24.1	19.7	13.2	182.1	79.7	28.6	22.9	18.7	13.2	251.1	82.9	28.9	24.0	20.7	13.2	179.7	78.0	28.8	23.4	19.5	13.2
ȳ	182.1	75.3	24.3	18.9	14.7	12.0	239.6	77.2	25.0	19.5	15.4	12.0	227.2	77.8	25.2	20.1	16.3	12.0	149.9	75.8	24.4	18.8	14.8	12.0

P = precipitação (mm); UR = umidade relativa (%); Tmáx = Temperatura máxima (°C); Tméd = Temperatura média (°C); Tmín = Temperatura mínima (°C); F = fotoperíodo (horas de luz).

Comportamento fenológico

O padrão fenológico vegetativo foi similar entre os sexos e entre os morfotipos (Figura 3 e 4).

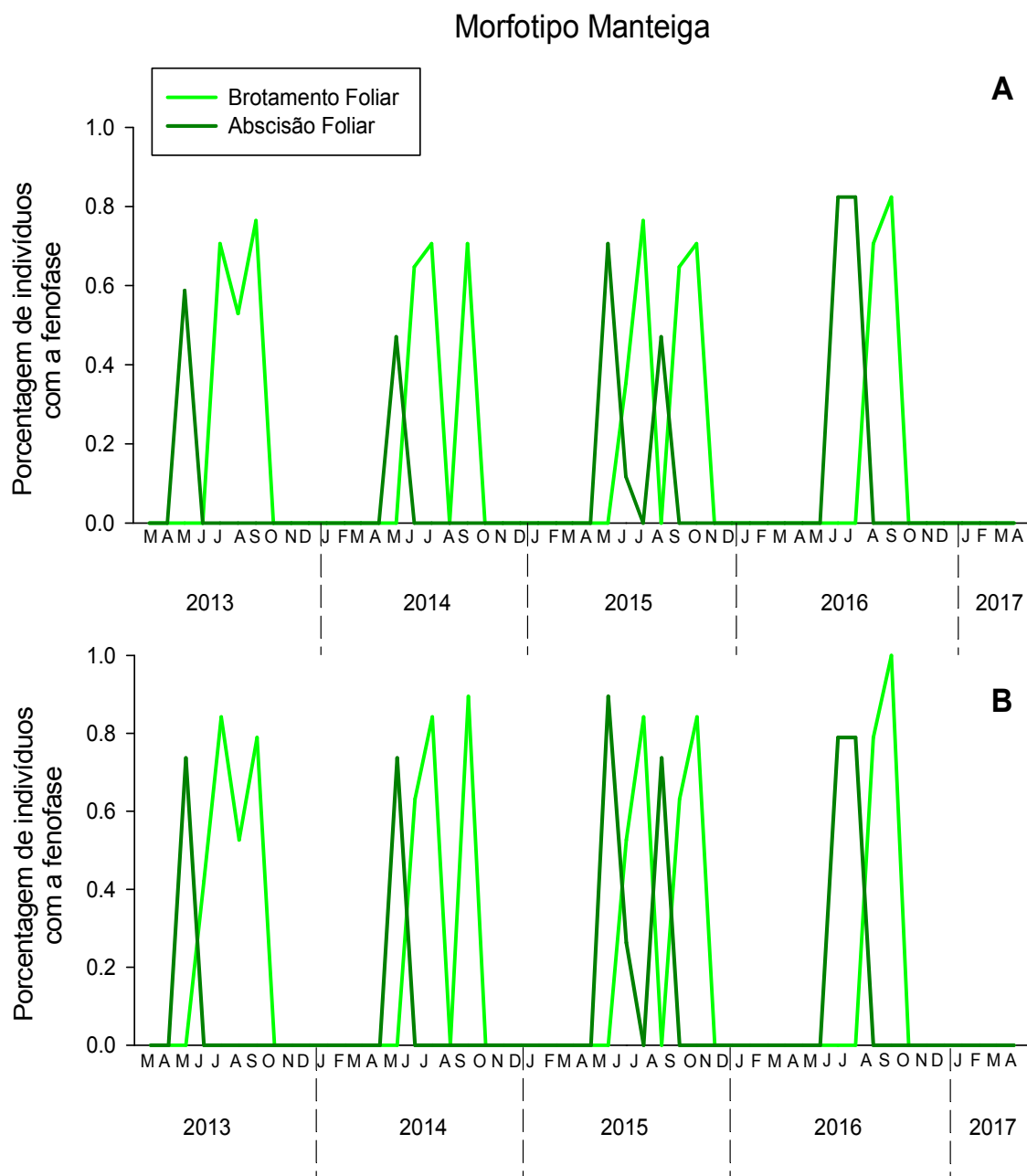


Figura 3. Brotamento e abscisão foliar de indivíduos de femininos (A) e masculinos (B) de *I. paraguariensis* de ocorrência natural no Parque Estadual das Araucárias, SC, sul.

A abscisão foliar ocorreu de maio até agosto de cada ano, com o maior número de indivíduos perdendo folhas em maio (Figura 3 e 4). A brotação foliar começou em junho e estendeu-se até outubro de cada ano, com pico de indivíduos em setembro. Foi detectada a ocorrência simultânea das duas fenofases em alguns meses.

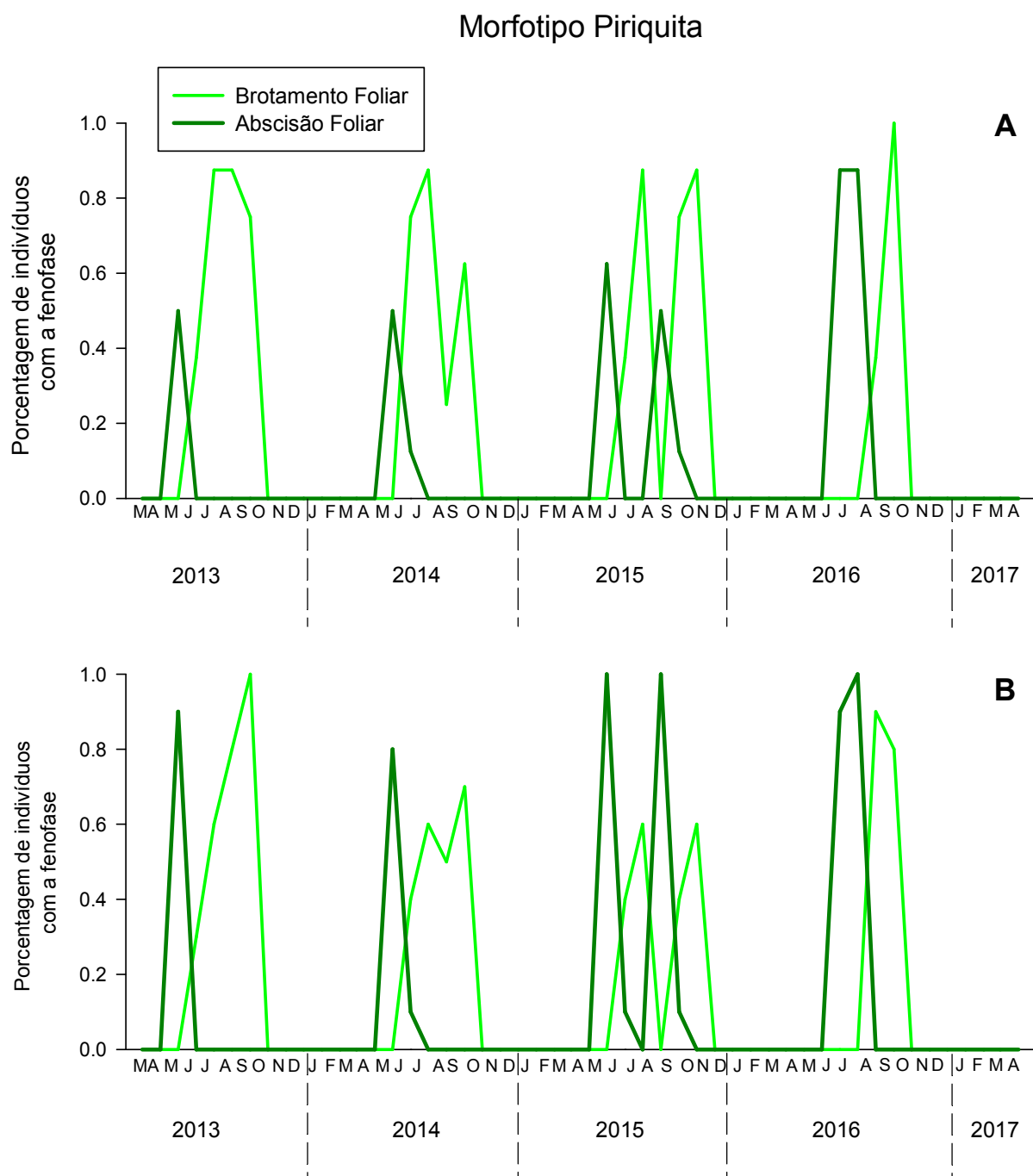


Figura 4. Brotamento e abscisão foliar de indivíduos femininos (A) e masculinos (B) de *I. paraguariensis* de ocorrência natural no Parque Estadual das Araucárias, SC, sul do Brasil.

A produção de botão floral iniciou no mês de setembro e progrediu até novembro, para a maioria dos indivíduos de ambos os sexos dos dois morfotipos, com a ocorrência de alguns indivíduos masculinos de ambos os morfotipos apresentando botão floral no mês de dezembro (Figura 5).

O período de antese foi mais longo no morfotipo “piriquita”, com os indivíduos masculinos apresentando esta fenofase de outubro a fevereiro e os femininos de setembro a dezembro. Para o morfotipo “manteiga” esta fenofase se estendeu de outubro a dezembro, em ambos os sexos (Figura 6).

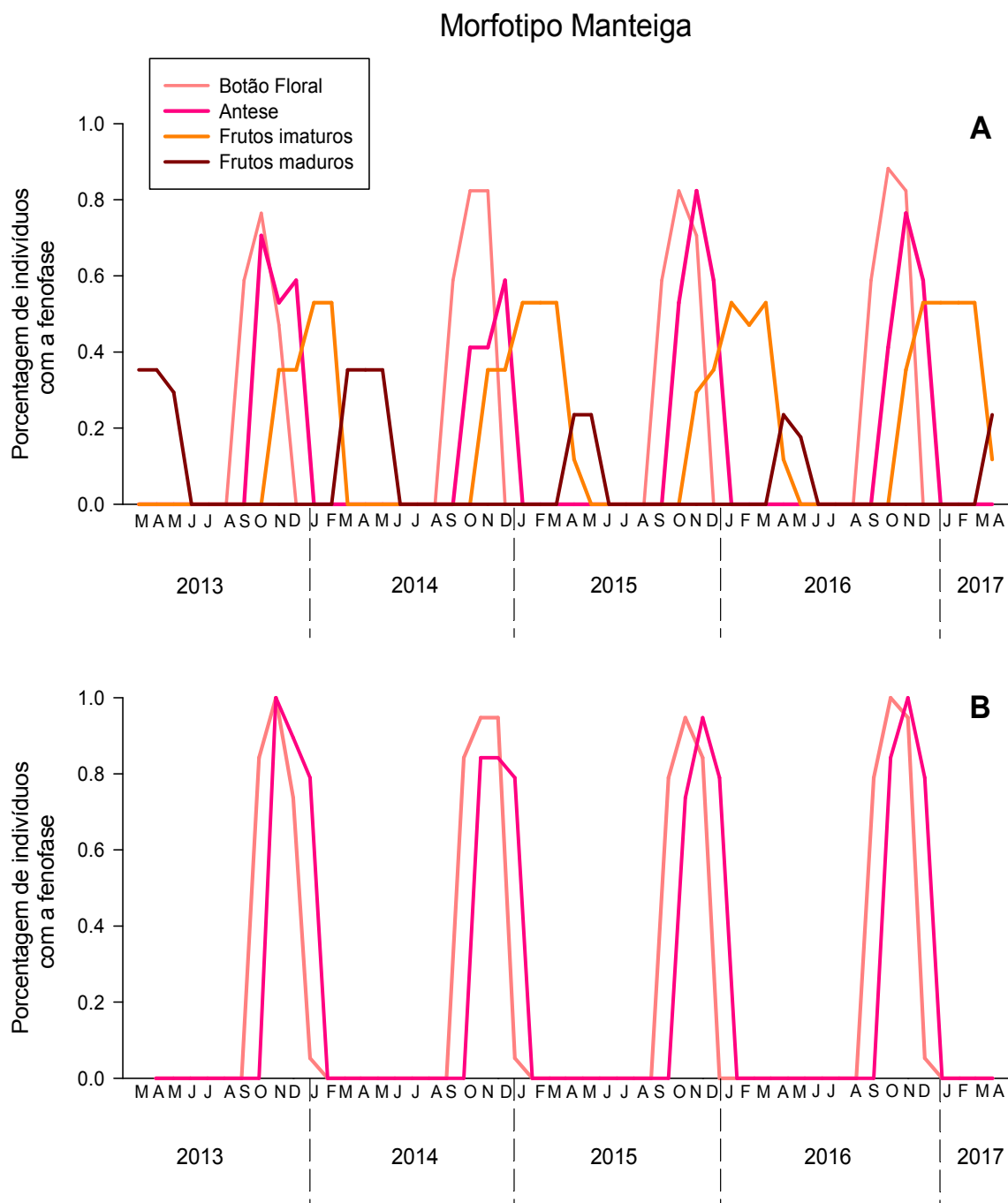


Figura 5. Fenologia reprodutiva de indivíduos femininos (A) e masculinos (B) de *I. paraguariensis* de ocorrência natural no Parque Estadual das Araucárias, SC, sul do Brasil.

A produção de frutos teve início em novembro e progrediu até abril, com a maturação e dispersão dos frutos se estendendo de março a maio com pico em abril, para os dois morfotipos (Figura 5 e 6). O desenvolvimento dos frutos durou, em média cinco meses, até alcançarem maturação e tornarem-se aptos para a dispersão. O período em que os frutos estavam aptos para dispersão foi de três meses (março a maio) para os dois morfotipos.

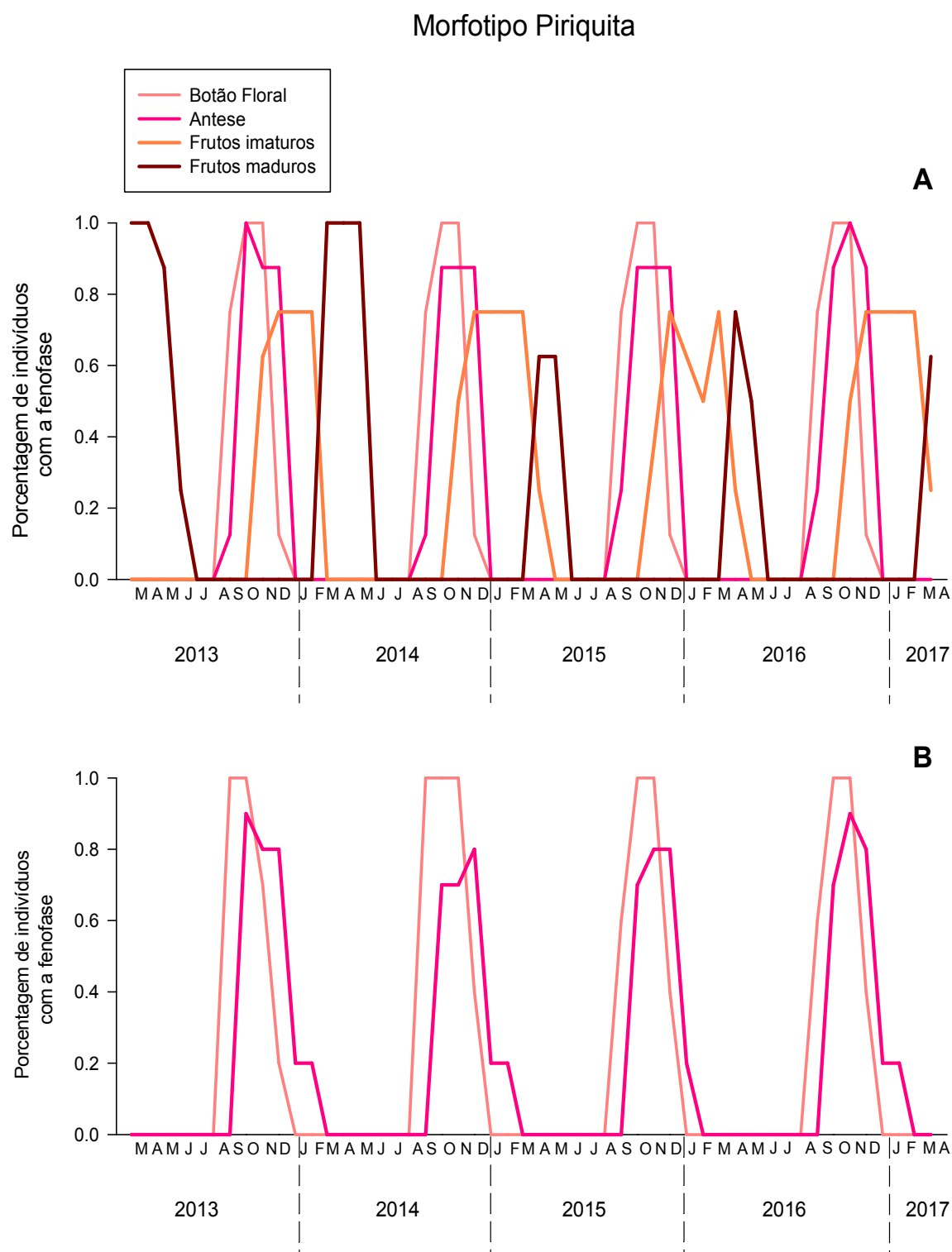


Figura 6. Fenologia reprodutiva de indivíduos femininos (A) e masculinos (B) de *I. paraguariensis* de ocorrência natural no Parque Estadual das Araucárias, SC, sul do Brasil.

Análises de correlação

Como o comportamento das fenofases entre os morfotipos foi similar entre os anos de avaliação, as correlações das fenofases com as variáveis meteorológicas foram

realizadas considerando em conjunto os indivíduos masculinos dos dois morfotipos e os indivíduos femininos dos dois morfotipos.

A precipitação não apresentou correlação significativa com as variáveis fenológicas, evidenciando que essa variável não influencia na fenologia dos indivíduos femininos e masculinos (Tabela 3), principalmente devido a não diferença na distribuição da precipitação ao longo dos anos e meses de avaliação (Tabela 1).

As temperaturas apresentaram correlações negativas significativas com a brotação e abscisão foliar, para ambos os sexos (Tabela 3), ou seja, a renovação e queda das folhas ocorreram no período de menores temperaturas, ou seja, no inverno (Figuras 3 e 4). O mesmo resultado foi encontrado em relação ao fotoperíodo, que seguiu o mesmo comportamento da temperatura (Figura 2).

Para os indivíduos masculinos a abertura da flor apresentou correlações significativas e positivas com as temperaturas, indicando que o aumento da temperatura foi determinante para a antese (Tabela 3). Correlações positivas e significativas foram encontradas entre a fenofase fruto imaturo e as temperaturas e o fotoperíodo, indicando que o desenvolvimento do fruto depende do aumento da temperatura, ocorrendo principalmente no verão (Figura 5 e 6). Esse resultado indica que a renovação das folhas acontece em épocas distintas da produção de frutos, visto as relações dessas fenofases com a temperatura e fotoperíodo.

Tabela 3. Correlações de Spearman entre as variáveis climáticas e as fenofases de indivíduos masculinos e femininos de *Ilex paraguariensis* no Parque Estadual das Araucárias, SC, sul do Brasil.

Correlações	Feminino						Masculino			
	Ab	Br	Bf	An	Fi	Fm	Ab	Br	Bf	An
P	-0,14	0,08	0,18	0,18	0,00	0,05	-0,18	0,09	0,20	0,09
T. máxima	-0,41*	-0,56*	0,20	0,25	0,80*	-0,24	-0,44*	-0,55*	0,18	0,62*
T. média	-0,39*	-0,58*	0,18	0,24	0,81*	-0,20	-0,42*	-0,56*	0,16	0,61*
T. mínima	-0,37*	-0,58*	0,14	0,20	0,81*	-0,15	-0,40*	-0,56*	0,12	0,56*
U (%)	0,14	0,01	-0,42*	0,40*	-0,02	0,29*	0,144	-0,00	-0,42*	-0,33*
Fotoperíodo	-0,41*	-0,61*	0,17	0,24	0,79*	-0,06	-0,45	-0,60*	0,16	0,61*

P = precipitação; T. = temperatura; U (%) umidade relativa; Ab = abscisão foliar; Br = brotação foliar; Bf = botão floral; An = antese; Fi = Fruto imaturo; Fm = fruto maduro. * = significativo à 5%; ** = significativo à 1%.

DISCUSSÃO

Ilex paraguariensis apresentou um padrão fenológico recorrente ao longo dos anos, para ambos os morfotipos e sexos. Embora tenha sido detectada a antecipação ou atraso de algumas fenofases avaliadas, de forma geral a espécie expressou seu comportamento em meses coincidentes ao longo dos quatro anos, sendo considerado sazonal (Rubim *et al.*, 2010).

O conceito aplicado do termo sazonal refere-se ao que é típico de uma determinada época do ano. A sazonalidade fenológica revela uma característica importante para a história de vida das plantas especialmente para espécies que ocupam ambientes com pouca variação nas condições climáticas ao longo dos anos (Rubim *et al.*, 2010), como pode ser observada para a região sul do Brasil.

Nas regiões subtropicais, contexto onde está inserido o presente trabalho, estudos fenológicos desenvolvidos demonstram que o comportamento fenológico das árvores apresenta maior variação anual do seu comportamento em função da variável fotoperíodo e temperatura. Nessas regiões ocorre o pico de floração e de frutificação no verão e a senescência foliar principalmente no inverno (Alberti, 2011; Milani, 2013; Pisatto, 2016). Esse mesmo comportamento foi verificado em *I. paraguariensis* no presente estudo.

Dentre as variáveis climáticas analisadas, a temperatura e o fotoperíodo mostrou-se como a principal variável que explica as diferenças na fenologia de *I. paraguariensis*. Nas regiões da Floresta Ombrófila Mista ocorrem variações marcantes nas temperaturas ao longo dos anos (Oliveira et al., 2016) e a ocorrência de geadas severas (Morellato et al., 2000). Estas variações podem atuar como estímulo ou como impedimento à floração, frutificação e renovação das folhas.

As análises dos resultados obtidos no presente estudo indicaram que as fenofases de *I. paraguariensis* são determinadas pela temperatura e fotoperíodo (Tabela 3). Evidências dessa influência foram observadas por Cardoso et al. (2012) que constatarem correlações entre a temperatura e horas do dia com a fenologia das espécies na Floresta Atlântica no litoral do estado do Paraná, Brasil.

Não foram detectadas correlações com a precipitação e as fenofases avaliadas, o que corrobora a afirmação que em ambientes onde a água não é condição limitante, devido a sua distribuição uniforme das chuvas ao longo dos anos (Figura 1 e Tabela 3) outras variáveis acabam sendo consideradas preditoras do comportamento da fenologia.

Essa ausência de correlação com a precipitação também foi observada por Milani et al. (2015) que avaliou o comportamento fenológico de espécies nativas e exóticas na Floresta Ombrófila Mista aluvial, no Paraná, onde o regime pluviométrico é bem distribuído.

Os resultados para a fenologia vegetativa indicam que a abscisão foliar foi mais expressiva no mês de maio, perdurando até agosto, corroborando com outros estudos (Milani et al., 2015), que relataram a senescência e abscisão foliar das espécies nativas entre o outono e o inverno. Andreacchi et al. (2017) afirmam que a fenologia vegetativa dos indivíduos parece ser influenciada mais fortemente pelo fotoperíodo e temperatura do que pela precipitação em regiões subtropicais, como o presente estudo.

O brotamento foliar atingiu maior pico de emissão após o período de queda de folhas. A produção de novas folhas foi frequentemente correlacionada com queda foliar. A sincronia de brotamento, conforme observado em *I. paraguariensis*, em nível populacional, pode ser uma estratégia relacionada ao escape à predação ou para evitar a emissão de novas folhas durante estações desfavoráveis (Taiz et al., 2016).

Estas informações sugerem que *I. paraguariensis* apresenta estas estratégias em sua fenologia vegetativa. Marchioretto et al. (2007) estudando a fenologia vegetativa de espécies nativas do estado do Rio Grande do Sul (Floresta Estacional), observaram que a intensidade de ocorrência de folhas maduras ao longo de todo ano foi superior aos eventos de queda foliar. A abscisão foliar ocorrendo no outono e inverno períodos onde a temperatura do ar é menor, como observado no estudo pode ser explicada pela redução do metabolismo das plantas (Larcher, 2004).

No aspecto reprodutivo, *I. paraguariensis* apresentou período de floração (botão floral e antese) entre setembro e fevereiro. Em seus estudos sobre erva mate, Carvalho (2003) registrou a floração da espécie entre setembro a dezembro para o estado de Santa Catarina. De Brito et al., (2019) relatam o florescimento da espécie com ocorrência geralmente de setembro a novembro no estado do Paraná; de setembro a dezembro em

Santa Catarina e de setembro a outubro no Rio Grande do Sul, contudo não é possível indicar se essas informações se referem a plantios ou a áreas nativas.

A floração com início na primavera e estendendo-se até o verão, é considerado um período muito recorrente em espécies da Floresta Ombrófila Mista (Liebsch & Mikich, 2009), como a espécie *I. paraguariensis*, podendo ser considerada uma estratégia vantajosa para as plantas que precisam atrair polinizadores, já que estes períodos são considerados os de maior atividade biológica, influenciando no sucesso da polinização (Fenner, 1998).

Isso ocorre porque sincronizar suas atividades biológicas a condições meteorológicas favoráveis pode facultar a um sucesso na sua reprodução. No entanto nem todos os botões florais irão formar flores, e nem todas as flores irão formar frutos, conforme observado no presente estudo (Figura 5 e 6), uma vez que a polinização das flores femininas depende dos polinizadores que também devem visitar as flores masculinas anteriormente para o sucesso da polinização.

Em estudo desenvolvido por Pires *et al.* (2014) em Floresta Ombrófila Mista Altomontana a fenologia reprodutiva apresentou amplitude de 100 dias, com pico de floração no mês de novembro e início da maturação dos frutos em maio. Os mesmos autores registraram a presença de frutos imaturos para a espécie na região de Urupema em Santa Catarina, de outubro até o final de março, dados que corroboram os resultados obtidos nesse estudo, sendo que informações sobre a frutificação são pontos importantes para subsidiar planos de utilização e conservação de recursos florestais.

Os padrões fenológicos observados no presente estudo assemelham-se aos verificados por Marques *et al.* (2004) e Marchioretto *et al.* (2007), reforçando a ideia de que a sazonalidade fenológica é desencadeada principalmente pela temperatura, sendo os dias mais frios também os dias mais curtos, em resposta ao fotoperíodo.

Segundo Mendoza *et al.* (2017), cerca de 72% dos estudos desenvolvidos em floresta tropical são de períodos inferiores a dois anos, comprometendo a caracterização das fenofases das espécies. Dessa forma, ressalta-se a importância de estudos fenológicos de maior duração, sendo que raros são os estudos que contemplem mais de três anos de observação. Estudos de curto prazo não devem ser desmerecidos, considerando as dificuldades em monitorar indivíduos arbóreos nas comunidades, mas os resultados obtidos devem ser usados com parcimônia a evitar afirmações equivocadas e pouco fundamentadas.

A importância de se conhecer a fenologia de *I. paraguariensis* não se dá apenas para o entendimento das épocas em que as fenofases são registradas, mas da necessidade de se obter informações de como a espécie se comporta, frente a um cenário de mudanças impostas pelo clima e como se molda às pressões seletivas dentro da sua comunidade.

CONCLUSÃO

O comportamento fenológico de *Ilex paraguariensis* descrito ao longo de quatro anos demonstrou que a espécie segue um padrão no período de ocorrência de suas fenofases, pequenas variações são observadas, mas em resposta a variações mensais das variáveis climáticas. Contudo, não ocorrem diferenças entre os morfotipos de *I. paraguariensis* em relação à sazonalidade das fenofases.

Das variáveis climáticas testadas, temperatura e o fotoperíodo apresentaram correlações significativas com a ocorrência das fenofases, sendo um indicativo que essas variáveis podem ser consideradas preditoras da fenologia da espécie.

O estudo indica que frente a possíveis alterações do cenário global de mudanças climáticas, responder ao fotoperíodo pode ser uma estratégia segura para a manutenção e conservação dessa espécie importante, especialmente, para a região sul do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTI, L.F.; LONGUI, S.L. & MORELATTO, L.P. 2011. Padrão fenológico de árvores e a relação com o clima. In: SCHUMACHER et al., (eds.). *A Floresta Estacional Subtropical. Caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional*. Santa Maria, p. 121-140.
- ANDREACCI, F.; BOTOSSO, P.C. & GALVÃO, F. 2017. Fenologia vegetativa e crescimento de *Cedrela fissilis* na Floresta Atlântica, Paraná, Brasil. *Floresta e Ambiente* 24(0): 1-1.
- DE BIASI, B.; GRAZZIOTIN, N.A. & HOFMANN JÚNIOR, A.E. 2009. Atividade antimicrobiana dos extratos de folhas e ramos da *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae. *Rev. bras. farmacogn.*, 19(2b): 582-585.
- BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. & SANTOS, F. 2006. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl.(Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4): 595-602.
- CARVALHO, P.E.R. 2003. *Espécies arbóreas brasileiras* (Vol. 1). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- CARDOSO, F.C.G.; MARQUES, R.; BOTOSSO, P.C. & MARQUES, M. C.M. 2012. Stem growth and phenology of two tropical trees in contrasting soil conditions. *Plant and Soil*, v. 354, n. 1- 2, p. 269-281.
- FATMA – Fundação de Meio Ambiente. 2015. *Plano de Manejo – Fase II – Parque Estadual das Araucárias: 1ª versão do plano revisado*. Florianópolis: Apremavi. 350 p.
- FENNER, M. 1998. The phenology of growth and reproduction in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 1(1): 78-91.
- FORREST, J. & MILLER-RUSHING, A.J. 2010. *Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution*.
- GROPPO M. 2011. *Aquifoliaceae* In flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- HECK, C.I. & DE MEJIA, E.G. 2007. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. *Journal of food science* 72(9): R138-R151.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Acesso em INMET <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em 21 abri. 2019.
- PACHAURI, R.K.; ALLEN, M.R.; BARROS, V.R.; BROOME, J.; CRAMER, W.; CHRIST, R., ... & DUBASH, N.K. 2014. *IPCC Climate change 2014: synthesis report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151).
- JUNIOR, E.L.C. & MORAND, C. 2016. Interest of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) as a new natural functional food to preserve human cardiovascular health – A review. *Journal of Functional Foods* 21: 440-454.
- KLEIN, R.M. & RODRIGUEZ, H.B. 1978. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. In *Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina*. IOESC.
- LARCHER, W. 2004. *Ecofisiologia Vegetal*, traduzido por Prado, CHBA, ed. RiMa, São Carlos.
- LIEBSCH, D. & MIKICH, S.B. 2009. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 32(2): 375-391.
- LIETH, H. 1974. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. *Phenology and seasonality modeling* 8: 3-19.
- MARCHIORETTO, M.S.; MAUHS, J. & BUDKE, J.C. 2007. Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21(1): 193-201.
- MILANI, J. E. de F. 2017. Autoecologia de espécies arbóreas de uma floresta aluvial: fenologia e crescimento. (Tese de doutorado) Curitiba, UFPR Universidade Federal do Paraná. 94 páginas.

- MARQUES, M.C.; ROPER, J.J. & SALVALAGGIO, A.P.B. 2004. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. *Plant Ecology* 173(2): 203-213.
- MARTINS, L.; MARENZI, R.C. & DE LIMA, A. 2015. Levantamento e representatividade das Unidades de Conservação instituídas no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 33: 241-259.
- MENDOZA, I.; PERES, C.A. & MORELLATO, L.P.C. 2017. Continental-scale patterns and climatic drivers of fruiting phenology: A quantitative Neotropical review. *Global and Planetary Change*, 148,
- MILANI, J.E.F.; RODERJAN, C.V.; BRAGHINI, A. & KERSTEN, R.A. 2015. Phenology of two tree species of understory in an alluvial forest in Paraná state, Brazil. *Spanish Journal of Rural Development* 6.
- MORELLATO, P.C. & LEITAO-FILHO, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian forest. *Biotropica*, 180-191.
- MORELLATO, L.P.C.; TALORA, D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C.C.; ROMERA, E.C. & ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study 1. *Biotropica* 32(4b): 811-823.
- OLIVEIRA, T.W.G. de; MILANI, J.E.F. & BLUM, C.T. 2016. Phenological behavior of the invasive species *Ligustrum lucidum* in an urban forest fragment in Curitiba, Parana state, Brazil. *Floresta* 46(3): 371-378.
- PIRES, E.Z.; STEDILLE, L.I.B.; MACHADO, S.; MANTOVANI, A. & DA COSTA BORTOLUZZI, R.L. 2014. Biologia reprodutiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil) em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista Altomontana. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 13(2): 171-180.
- PISSATTO, Mônica *et al.* 2016. Fenologia reprodutiva de *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. e *Casearia sylvestris* Sw em clima subtropical no Sul do Brasil. (Dissertação de mestrado). Santa Maria, UFSM. 71 páginas.
- REIS, A.; FREITAS, D.M. & CURY, R.K. 2011. Apresentação das listas das espécies vegetais catarinenses das divisões Angiospermas, Gimnospermas e Pteridófitas. *Sellowia* 56(63): 11-256.
- RUBIM, P.; NASCIMENTO, H.E. & MORELLATO, L.P.C. 2010. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 756-762.
- STURION, J.A.; DE RESENDE, M.D.V., & MENDES, S. 1995. Proporção de sexo e produtividade de massa foliar em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). *Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- DA SILVA, F.; ALVES, M.; HIGUCHI, P. & DA SILVA, A.C. 2018. Impacto de mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica potencial de *Ilex paraguariensis*. *Rodriguésia* 69(4).