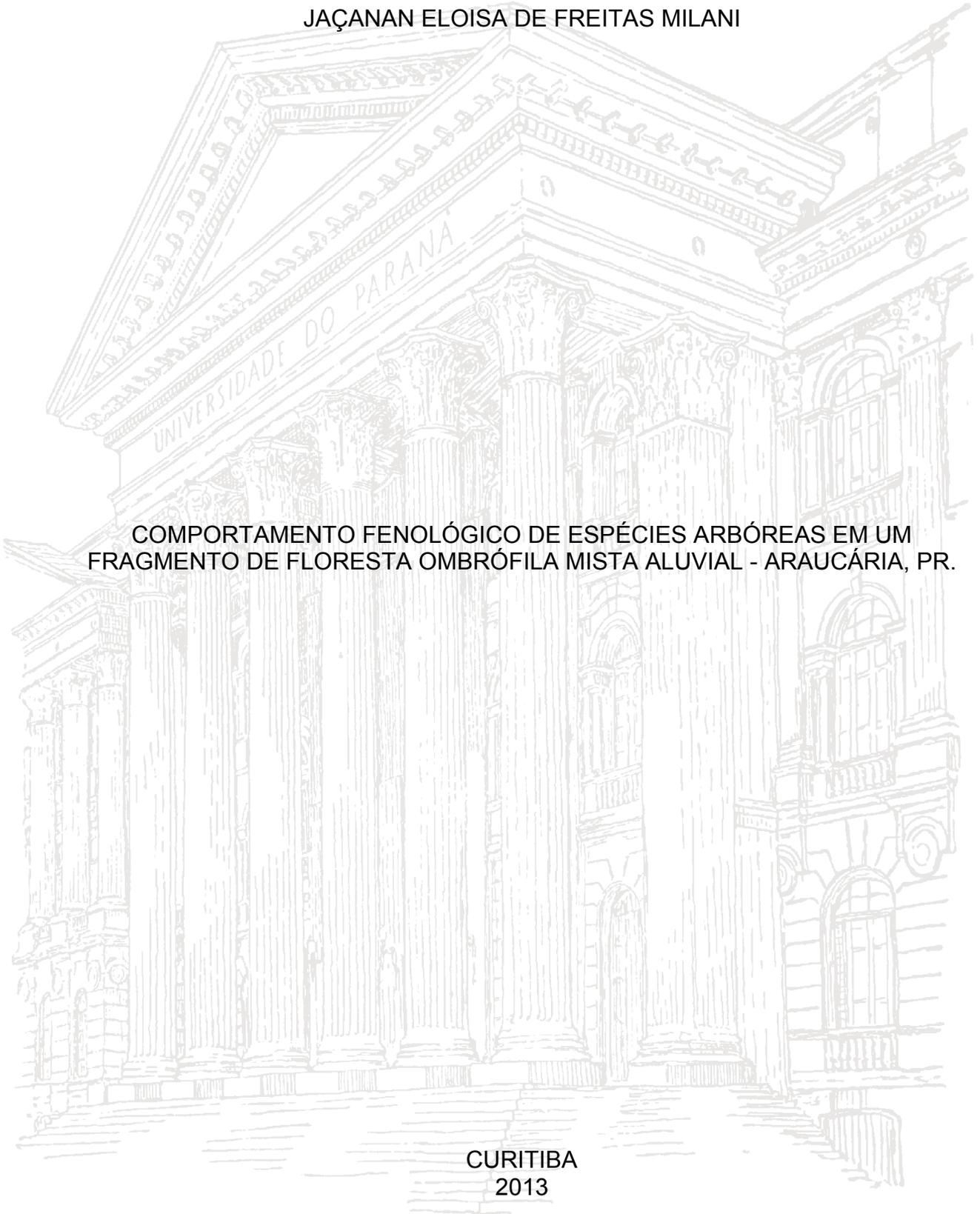


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JAÇANAN ELOISA DE FREITAS MILANI

COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM UM
FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL - ARAUCÁRIA, PR.

CURITIBA
2013



JAÇANAN ELOISA DE FREITAS MILANI

COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM UM
FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL - ARAUCÁRIA, PR.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Conservação da Natureza, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Andrade Kersten

CURITIBA
2013

Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR

Milani, Jaçanan Eloisa de Freitas

Comportamento fenológico de espécies arbóreas em um fragmento de floresta ombrófila mista aluvial, Araucária, PR. / Jaçanan Eloisa de Freitas Milani. – 2013

100 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo de Andrade Kersten

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 27/02/2013.

Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Comunidades vegetais – Araucária (PR). 2. Fenologia vegetal. 3. Florestas – Paraná. 4. Teses. I. Roderjan, Carlos Vellozo. II. Kersten, Rodrigo de Andrade. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.182(816.2)

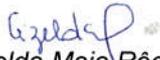


Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER

Defesa nº. 961

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) mestrando(a) *Jaçanan Eloisa de Freitas Milani* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**COMPORTAMENTO FENOLOGICO DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL - ARAUCÁRIA, PR.**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**.


Dr. Gizelda Maia Rêgo
EMBRAPA - Florestas
Primeiro examinador


Dr. Maurício Bergamini Scheer
SANEPAR
Segundo examinador


Dr. Carlos Vellozo Roderjan
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 27 de fevereiro de 2013.


Antonio Carlos Batista
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Carlos Roberto Sanquetta
Vice-coordenador do curso



Ao ambiente aluvial por ser tão belo e por me proporcionar acompanhar suas mudanças de cores gentilmente neste tempo da pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan, por todo o conhecimento que me proporcionou, pela paciência em me orientar, por toda a infraestrutura que me disponibilizou, pela troca de ideias, pela amizade e acima de tudo ter acreditado em mim.

Ao prof. Dr. Franklin Galvão pela oportunidade, por tudo o que me ensinou, por me instigar a questionar, por dividir comigo todos os dias um conhecimento novo, pelo café diário sempre regado a uma boa conversa, pelas motivações profissionais e pessoais, pelo expresso Boa Vista, por sua amizade. Sou grata.

Ao prof. Dr. Rodrigo de Andrade Kersten, pela co-orientação, pela dedicação em me auxiliar, pelas contribuições sempre pertinentes, por quem tenho admiração e respeito.

A equipe Fenologia, Prof. Roderjan, por fornecer os dados fenológicos dos primeiros anos para que eu pudesse utilizar neste trabalho, Alexandre Braghini e Bruno Palka Miranda, pela boa vontade, pelo entusiasmo em auxiliar neste trabalho e pelos bons momentos compartilhados nas nossas idas para o campo.

Aos colegas do laboratório de Ecologia, Joema Carvalho, Maria Raquel Kanieski, Michella Yamamura Bardelli da Silva, Santiago Velazco, Tomaz Longhi Santos, aos estagiários Alexandre Braghini, Carolina Schueda, Bruno Miranda e Iasmin Portella, e por tudo que compartilhamos durante este período e pela amizade.

À prof. Dra. Yoshiko Saito Kuniyoshi, por sua generosidade. À Dra. Kelly Geronazzo Martins por toda a ajuda prestada e pelo conhecimento compartilhado. Ao prof. Dr. Antônio Carlos Nogueira pela troca de informações. Ao Professor Décio José Figueiredo pelo café e as boas conversas.

Aos colegas de pós-graduação em especial aqueles que se tornaram tão presentes, Anna Luiza Pereira Andrade, Dagma Kratz, Eder Caglioni, Francisco Gasparetto

Higuchi, Jenifer Grabias, Julio Wojciechowski, Mayara Dalla Lana, Mauricio Savi, Uberson Boaretto Rossa, Vagner Alex Pesck.

Aos bons amigos que a vida me proporcionou, Ailson Barbisan, Alfredo Castamann, Ana Paula Tacca, Carlos Dávi Matiuzzi, Cristiano Nunes Nesi, Daiane da Silva, Elton e Cassia Vaccaro, Graciele Barbieri, Helder Cardoso, Marcellus Fontenelle, Matheus Barrionuevo, Mauricio Giusti, Thiago Henry Carvalho, que mesmo alguns geograficamente longe sempre se fizeram presentes durante esta etapa e por tanto mais. E ao Yuri Accioly pelo bom amigo que se tornou.

Aos meus pais Angelo e Sandra por tudo o que me proporcionaram em especial a minha mãe por tão brilhantemente ter desempenhado este papel e as minhas amadas irmãs Jaqueline Fernanda, Joana Caroline e Juliana Isabel, por todo o amor que nos une.

Á toda a minha família em especial aos meus tios Nelita e Ruy Estefanes por ter oferecido toda a estrutura necessária, apoio e incentivo. Sou muito grata por tudo!

Á todas as pessoas que trabalham com fenologia pela receptividade em trocar conhecimento em especial a Patrícia Morellato, pelos ensinamentos no curso de Fenologia e Sazonalidade Climática, a Jamile Schimitt, a Natália Machado, e a Eliana Gresseler, por prontamente esclarecer minhas dúvidas com a estatística circular.

Á Jenifer Grabias por prontamente ler meus apontamentos, ao Alexandre Braghini por todo auxílio prestado para organizar os dados, pelo cuidado que dedicou a ajudar, por atentamente ouvir minhas constatações sobre a fenologia.

Ao programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento fenológico de seis espécies arbóreas, sendo quatro autóctones - *Sebastiania commersoniana*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Schinus terebinthifolius* e *Allophylus edulis*, e duas alóctones - *Hovenia dulcis* e *Ligustrum lucidum*, em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária - PR. A obtenção dos dados fenológicos foi realizada ao longo de 33 meses em campanhas mensais. As observações fenológicas dos indivíduos selecionados de cada espécie consistiram em obter informações vegetativas (queda foliar, folhas maduras e brotação) e reprodutivas (botão, antese, fruto verde e fruto maduro), utilizando o Índice de Atividade (ausência ou presença). Foram realizadas análises de correlação de *Spearman* entre as fenofases e as variáveis meteorológicas do período estudado. Os resultados foram discutidos relacionando os eventos fenológicos com o fotoperíodo, temperatura e precipitação. As espécies manifestaram suas fenofases em períodos coincidentes. A queda foliar e a brotação ocorreram simultaneamente nas espécies estudadas, quando todas apresentaram um comportamento típico de espécies perenes, com renovação de folhas ocorrendo anualmente, exceto para *Hovenia dulcis*, a única espécie decídua do estudo. Registrou-se dois períodos reprodutivos para *S. commersoniana* de dossel e apenas um para os indivíduos de sub-bosque, ressaltando as diferenças entre indivíduos da mesma espécie em função da posição que ocupam na estrutura vertical da floresta. A existência de variações quanto ao período de início e duração de cada fenofase pode ser em sua maioria explicadas por diferenças das condições meteorológicas em cada ano, apesar do ambiente ser considerado de baixa sazonalidade climática. As correlações obtidas indicam que as variáveis que melhor se correlacionaram foram o fotoperíodo e as temperaturas; a precipitação foi a variável que menos se correlacionou.

Palavras chave: Fenologia. Ambiente Aluvial.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the phenological behavior of six tree species, four native - *Sebastiania commersoniana*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Schinus terebinthifolius* and *Allophylus edulis*, and two exotic - *Hovenia dulcis* and *Ligustrum lucidum*, in an Alluvial Araucaria Rain Forest in the county of Araucaria – PR, Southern, Brazil. The phenological data were collected during 33 months in monthly campaigns. The phenological observations of the selected individuals of each species consisted in assessing vegetative information (old leaves, budding and mature leaves) and reproductive information (button, anthesis, unripe fruit and mature fruit), considering the Activity Index (presence or absence). It was analyzed the Spearman's rank correlation between phenophases and meteorological variables of the study period. The results were discussed relating the phenological behavior with photoperiod, temperature and precipitation. The species expressed the same phenophases periods. Leaf fall and sprouting occurred simultaneously in the studied species, when all showed a typical behavior of perennial species with leaves renewal occurring annually, except for *Hovenia dulcis*, the only deciduous species of this study. Two reproductive periods were recorded for *S. commersoniana* canopy and only one for the understory, highlighting the difference between individuals of the same species depending on the position that they occupy in the vertical structure of the forest. The existence of variations in the period of onset and duration of each phenophase are mostly explained by differences in weather conditions within each year, despite the low climatic seasonality of the environment studied. The correlation analysis indicated that the variables that were better correlated were: photoperiod and temperature; precipitation was the variable less correlated

Keywords: Phenology. Alluvial environment.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Localização da área de estudos.....	17
FIGURA 2.	Normal climatológica 1960 - 1991 para Curitiba-PR	20
FIGURA 3.	Valores de precipitação registrados para o período de estudo (setembro de 2009 a agosto de 2012)	21
FIGURA 4.	Temperaturas mínima, média e máxima registradas para o período de estudo (setembro de 2009 a agosto de 2012).....	21
FIGURA 5.	Fotoperíodo registrado para período de estudo (setembro de 2009 a agosto de 2012).	22
FIGURA 6.	Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Sebastiania commersoniana</i> na fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	32
FIGURA 7.	Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Sebastiania commersoniana</i> nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	35
FIGURA 8.	Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Sebastiania commersoniana</i> nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	36
FIGURA 9.	Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Sebastiania commersoniana</i> (sub-bosque) nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	38
FIGURA 10.	Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Sebastiania commersoniana</i> (sub-bosque) nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.....	40
FIGURA 11.	Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Sebastiania commersoniana</i> (sub-bosque) nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	41
FIGURA 12.	Fenofases reprodutivas de <i>S. commersoniana</i> : a - botão floral; b - antese; c - fruto verde; d - fruto maduro.	43
FIGURA 13.	Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Blepharocalyx salicifolius</i> nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	44

FIGURA 14. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Blepharocalyx salicifolius</i> nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	47
FIGURA 15. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Blepharocalyx salicifolius</i> nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	48
FIGURA 16. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Schinus terebinthifolius</i> nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	50
FIGURA 17. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Schinus terebinthifolius</i> nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	52
FIGURA 18. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Schinus terebinthifolius</i> nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	53
FIGURA 19. Fenofases reprodutivas de <i>S. terebinthifolius</i> : a - botão floral; b - antese; c - fruto verde; d - fruto maduro.	55
FIGURA 20. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Allophylus edulis</i> nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	56
FIGURA 21. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Allophylus edulis</i> nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	58
FIGURA 22. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Allophylus edulis</i> nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	59
FIGURA 23. Fenofases reprodutivas de <i>A. edulis</i> : a - fruto verde; b - fruto maduro.	60
FIGURA 24. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Hovenia dulcis</i> nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	61
FIGURA 25. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Hovenia dulcis</i> nas fenofases de floração em Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	63

FIGURA 26. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Hovenia dulcis</i> nas fenofases de frutificação Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.....	64
FIGURA 27. Fenofases reprodutivas de <i>H. dulcis</i> : A - Fruto verde I; B - Fruto maduro	66
FIGURA 28. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Ligustrum lucidum</i> nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	67
FIGURA 29. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Ligustrum lucidum</i> nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	69
FIGURA 30. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de <i>Ligustrum lucidum</i> nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.	70
FIGURA 31. Fenofases reprodutivas de <i>Ligustrum lucidum</i> : a - botão floral; b - antese; c - fruto verde; d - fruto maduro.	72

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	17
LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
Geologia	17
Geomorfologia	18
Solos	18
Hidrografia	19
Clima e informações meteorológicas	19
Vegetação	22
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
ESPÉCIES ESTUDADAS.....	23
<i>Sebastiania commersoniana</i>	23
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	24
<i>Schinus terebinthifolius</i>	25
<i>Allophylus edulis</i>	26
<i>Hovenia dulcis</i>	26
<i>Ligustrum lucidum</i>	27
Observações fenológicas	28
Análise estatística	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
<i>Sebastiania commersoniana</i>	31
Fenologia vegetativa das árvores de dossel	31
Fenologia reprodutiva árvores de dossel	34
Fenologia vegetativa de árvores de sub-bosque.....	37
Fenologia reprodutiva de árvores de sub-bosque	39

<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	43
Fenologia vegetativa	43
Fenologia reprodutiva.....	46
<i>Schinus terebinthifolius</i>	49
Fenologia vegetativa	49
Fenologia reprodutiva.....	52
<i>Allophylus edulis</i>	55
Fenologia vegetativa	55
Fenologia reprodutiva.....	57
<i>Hovenia dulcis</i>	60
Fenologia vegetativa	60
Fenologia reprodutiva.....	63
<i>Ligustrum lucidum</i>	66
Fenologia vegetativa	66
Fenologia reprodutiva.....	68
ANÁLISE DE AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO PARA AS ESPÉCIES ESTUDADAS	72
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÃO	74
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICES.....	85

INTRODUÇÃO

Fenologia tem sua raiz na palavra grega *phainos* que significa mostrar, apresentar. Considerada o estudo do calendário de eventos biológicos sazonais recorrentes, já existia como um campo de investigação científica por séculos. Seja por razões agrícolas ou religiosas, ou como uma forma de marcar a passagem das estações do ano, os seres humanos sempre tiveram interesse em documentar o surgimento de flores, migração dos pássaros, ou a queda das folhas (HOPP, 1974; MENZEL, 2003).

Na sua forma mais simples a fenologia nada mais é do que a dimensão temporal da história natural, ou seja, os eventos da vida regidos pelo tempo, uma vez que busca compreender e incorporar as fases de reprodução, crescimento e senescência, associando às condições ambientais e evolutivas (FORREST; MILLER-RUSHING, 2010).

As observações fenológicas apresentaram aos ecologistas o papel da fenologia, como fator para explicar a dinâmica dos ambientes e não apenas responder suas relações com variáveis climáticas. Essa nova visão contribuiu para o conhecimento individual das plantas e sua interação com a comunidade, a população e a paisagem (POST *et al.*, 2008).

Este ramo da botânica considerado como ciência é mais antigo que muitas civilizações. Passa pelas anotações das cerejeiras no Japão há mais de 2000 anos, pelas indicações da Primavera no século 18 pelo naturalista Robert Marsham, chegando à considerada fenologia moderna que despontou na comunidade científica após a publicação de *Phenology and seasonality modeling*, obra publicada em 1974 por Helmut Lieth. Este trabalho apresenta umas das definições mais clássicas sobre fenologia: a ciência que estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com mudanças no meio biótico e abiótico.

O registro do comportamento fenológico proporciona uma valiosa fonte documentada dos processos biológicos nos seres vivos, além do entendimento da regeneração, da organização temporal dos recursos dentro da comunidade, da interação planta animal e da evolução dos animais que dependem das plantas para alimentação como polinizadores e dispersores (SCHAIK, 1986; MORELLATO *et al.*, 2000).

As forças seletivas, tanto abióticas como bióticas, que influenciam o tempo de cada evento, são discutidas dentro dos limites impostos pelas restrições filogenéticas. Os padrões de tempo, frequência, duração, grau de sincronia, provavelmente são resultados de uma relação entre variáveis climáticas sazonais, disponibilidade de recursos, pressão por polinizadores, predadores e dispersores de sementes (RATHECKE; LACEY, 1985; PRIMACK, 1985).

Embora essas tendências reflitam a sensibilidade das fenofases a fatores ambientais, é preciso considerar os fatores genéticos e evolutivos que também regulam o tempo das fenofases, e que os padrões que vemos na natureza são, em grande parte, o resultado da interação entre o ambiente e os fatores genéticos. Entendendo essas interações é possível verificar se as mudanças observadas até agora tendem a serem respostas adaptativas a essas novas condições (HAGGERTY; MAZER, 2008).

Os fatores ambientais mais estudados em fenologia são o fotoperíodo, a precipitação e a temperatura, que podem controlar diretamente os eventos biológicos, ou podem agir como pistas para o relógio biológico das plantas. A comunidade, em sua maioria torna-se programada para responder a ritmos sazonais.

O fotoperíodo é um fator previsível usado pelos organismos para programar suas atividades; ao contrário dos outros fatores, ele é sempre igual em uma determinada época do ano e latitude, e é capaz de induzir as sequências fisiológicas que causam o crescimento e o florescimento de muitas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Desde as clássicas investigações de Garner e Allard (1920), tem-se reconhecido que a alteração na duração à exposição à luz tem influenciado as fases vegetativas e reprodutivas das plantas, além do crescimento (ODUM, 1983).

A variação sazonal da insolação pode até mesmo influenciar o tempo de permanência das plantas com folhas em florestas tropicais (SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993). O comprimento do dia age através de um receptor sensorial em pigmentos especiais nas folhas e ativa um ou mais sistemas integrados de hormônios e enzimas que trazem as respostas fisiológicas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Apesar de o fotoperíodo atuar como o principal regulador dos eventos fenológicos das plantas, outros dois estímulos ambientais podem funcionar como

gatilhos para que uma determinada fenofase seja expressa: são eles a temperatura e a precipitação (MORELLATO *et al.*, 2000).

A disponibilidade de água, a precipitação e a temperatura têm sido identificadas como os principais fatores externos que controlam o ritmo fenológico das espécies tropicais (SARMIENTO; MONASTERIO, 1976; BORCHERT, 1983; MORELLATO *et al.*, 1989; SCHAİK *et al.*, 1993).

A temperatura por sua vez é um pré-requisito básico para a vida. Cada processo vital é ajustado dentro de uma faixa de temperatura e, o ótimo crescimento só pode ser alcançado se os diversos processos envolvidos no metabolismo e no desenvolvimento estiverem em perfeita harmonia (LARCHER, 2004).

Como um dos eventos associados à fenologia são as estações do ano, em regiões tropicais essas estações são muitas vezes marcadas por diferenças na precipitação, com histórico de eventos que acontecem em resposta à água. Considerando a importância das variáveis ambientais para estudos fenológicos, a fenologia passou a ser usada como uma importante ferramenta para o acompanhamento das mudanças climáticas, bem como um modelo para prever futuras alterações ambientais. As mudanças climáticas globais poderiam alterar significativamente a fenologia das plantas (CLELAND *et al.*, 2007).

Os avanços em documentar o aumento da temperatura, precipitação e o aumento do CO₂ permitiram que os pesquisadores pudessem prever uma gama de mudanças em resposta às variações das condições ambientais, e usar o registro histórico para reconstruir o clima do passado (IPCC, 2007).

Outro viés de grande importância para o estudo do comportamento fenológico das plantas é a abordagem evolutiva. A fenologia em nível de população ou comunidade é basicamente o reflexo da seleção atuando sobre o indivíduo (FRANKS; WEIS, 2007).

No Brasil as principais fontes de pesquisas fenológicas estão na Amazônia, nos trabalhos desenvolvidos por Alencar (1970; 1990), que são até o presente momento os mais longos já registrados no país. No sudeste são destaque os trabalhos desenvolvidos por Morellato (1989; 1990; 2000), principalmente em áreas de cerrado.

No Paraná os trabalhos realizados em Floresta Ombrófila Mista e na Floresta Ombrófila Densa são creditados em sua maioria a Marques *et al.* (2004).

Em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, são raros se não escassos os trabalhos que apresentam o comportamento fenológico de espécies arbóreas; em sua maioria, informações sobre esses ambientes estão relacionadas à florística e à fitossociologia.

As restrições aos estudos fenológicos estão associadas ao tempo de observação, o que impõe dificuldades em apresentar o padrão de comportamento de espécies. Diante ao exposto, o objetivo geral deste estudo é apresentar informações sobre o comportamento fenológico de espécies arbóreas pertencentes a um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária, região Metropolitana de Curitiba - PR, baseado em um período de observação de 33 meses. São objetivos específicos:

- a) apresentar o comportamento fenológico de quatro espécies arbóreas autóctones; espécies arbóreas alóctones invasoras;
- b) correlacionar as fenofases reprodutivas e vegetativas com as variáveis ambientais fotoperíodo, temperatura e precipitação.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no Primeiro Planalto Paranaense, que se estende aproximadamente por 200 km no sentido norte/sul, e por 150 km no sentido leste/oeste, perfazendo uma área aproximada de 15.000 km². Dista entre 70 e 130 km do litoral, apresentando altitudes variando entre 800 e 1.000 m s.m.n (TROPMAIR, 1990).

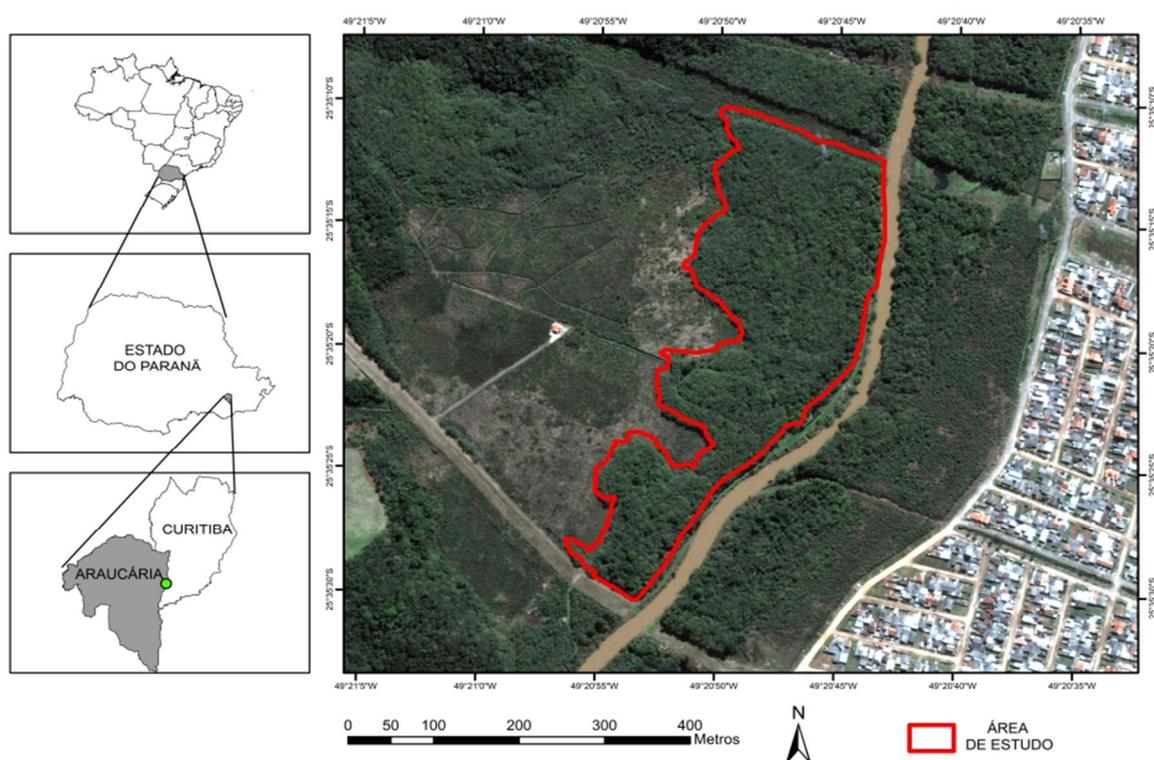


FIGURA 1. Localização da área de estudos.

Geologia

O embasamento geológico da área de estudo é constituído por migmatitos pertencentes ao complexo cristalino de idade Pré-Cambriana, onde estão entalhadas as áreas de encostas da região sobre as quais estão depositados sedimentos da formação Guabirota, do Pleistoceno, constituídos principalmente

por argilitos e arcósios. As planícies aluviais são mais recentes, datadas do Holoceno e comandadas pela influência dos rios Barigui e Iguaçu, apresentando de modo geral sedimentos argilo-siltico-arenosos (SALUMUNI, 1998).

Geomorfologia

Três paisagens distintas podem ser caracterizadas Primeiro Planalto Paranaense (MAACK, 1968): a sul, onde o relevo se apresenta em grandes extensões interrompidas ocasionalmente por suaves ondulações, e inclui a bacia de Curitiba, formando o planalto de Curitiba; a norte, na região serrana de Açunguí (planalto de Açunguí), onde a paisagem se apresenta recortada especialmente no interflúvio Iguaçu-Ribeira, onde os afluentes destes dois rios realizam de forma intensiva a erosão regressiva; e a terceira paisagem, associada ao planalto Maracanã, na porção oeste da escarpa devoniana, onde os terrenos apresentam planos alagadiços com numerosos rios meandrantés.

A região da bacia de Curitiba, onde se inclui a área do presente estudo, tem em sua constituição o preenchimento da Formação Guabirotuba, tendo sua gênese originada durante o Pleistoceno e constituindo uma área de relevo de colinas que se articulam às planícies fluviais mediante suaves rampas. Segundo Bigarella e Mousinho (1965), as superfícies aplainadas do Primeiro Planalto Paranaense estão associadas a processos morfoclimáticos, derivados da alternância de climas úmidos e secos.

Solos

A área de estudo está situada sobre uma planície inundável, no reverso do dique marginal do rio Barigui, possuindo um solo de origem alúvio-coluvionar, formado por sedimentos de fina granulometria, denominado Gleissolo Háplico (BARDDAL *et al.*, 2004). Solos com essa constituição são considerados mal drenados ou muito mal drenados em condições naturais (EMBRAPA, 2006).

De acordo com o levantamento feito por Rauen *et al.* (1994), os gleissolos apresentam horizonte diagnóstico húmico e pouco húmico e subsuperficial glei. Esse

último é argiloso e de consistência muito dura quando seco, e muito plástico e pegajoso quando molhado, pouco poroso e de baixa condutividade hídrica, que determina sua reduzida permeabilidade. Resultado disso é o acúmulo de água na superfície ou próximo dela nos períodos mais chuvosos (BARDALL *et al.*, 2004).

Hidrografia

A área de estudo é influenciada pelo rio Barigui, considerado um dos principais afluentes da margem direita do rio Iguaçu. Por ação do Departamento Nacional de Obras de Saneamento, visando propiciar maior vazão e minimizar o efeito de enchentes, em 1960 teve seu curso retificado (DNOS, 1979).

A sub-bacia hidrográfica do rio Barigui, por ser uma bacia urbana, sofre muitos desequilíbrios ambientais, consequência de uma infra-estrutura de esgotamento sanitário precária, ocupações irregulares nas margens, presença de lixo, de desmatamentos, alteração da faixa original do rio (retificação do canal), confinamento do seu leito e impermeabilização do solo devido ao processo de urbanização.

O local conta ainda com um pequeno rio tributário, o arroio Saldanha, com pouco mais de 2,2 km de extensão em linha reta, atravessando a área de estudo em direção ao rio principal (FUNPAR, 2001; BARDDAL *et al.*, 2004).

Clima e informações meteorológicas

Segundo Troppmair (1990), os aspectos climáticos do Paraná apontam um inverno onde predominam massas polares com baixas temperaturas e umidade, vindas das porções sul do continente ou após transporem os Andes, enquanto que no verão predominam as massas tropicais marítimas, formando as correntes de norte e nordeste, com sucessivos avanços e recuos acompanhados de estabilidades pré e pós-frontais, originando chuvas pesadas quase que diárias.

Nos meses de transição, especialmente no outono, predominam as correntes do oeste formando a linha de instabilidade tropical e originando chuvas convectivas, que caem no período da tarde. De maneira geral é possível inferir que a

precipitação se distribui sobre todos os meses do ano, não existindo uma estação tipicamente seca (TROPMAIR, 1990).

De acordo com a classificação climática de Koeppen, a área de estudo está sob influência do clima Cfb (Subtropical Úmido Mesotérmico), sem estação seca definida, com uma precipitação distribuída anualmente de 1.300 a 1.500 mm, e um inverno no qual se registram ocorrências frequentes de geada. A temperatura média anual do mês mais quente é inferior a 22 °C, e a do mês mais frio inferior a 18 °C.

Na Figura 2 é possível observar a normal climatológica para Curitiba, para o período de 1961 a 1990.

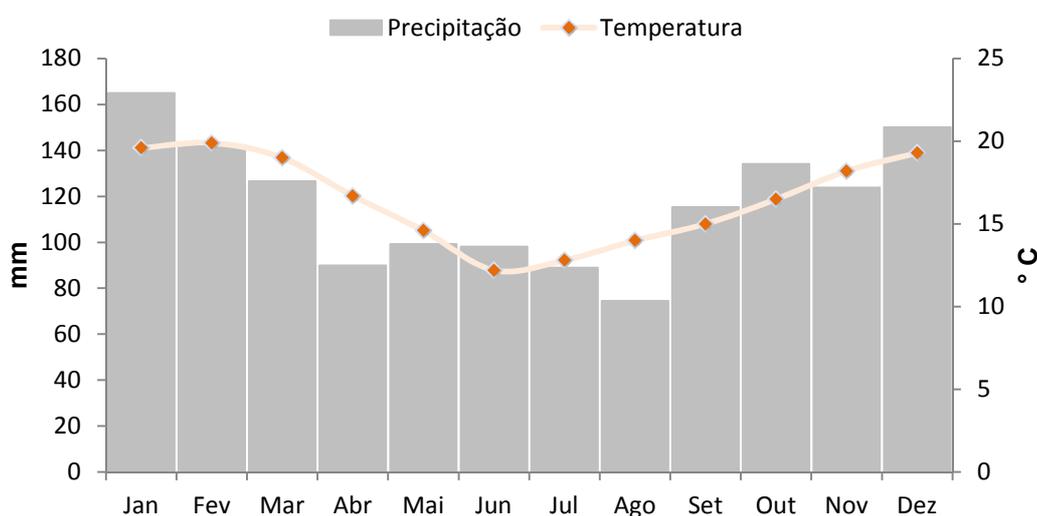


FIGURA 2. Normal climatológica 1960 - 1991 para Curitiba-PR
 FONTE. Instituto Nacional de Meteorologia (1992).

Para o período específico da presente pesquisa os valores registrados da precipitação podem ser vistos na Figura 3, onde o mês de menor precipitação para o ano 01 ocorreu em agosto (80,4 mm), no ano 02 em maio (30,4 mm) e no ano 03 em agosto (36,6 mm). Os maiores índices de precipitação ocorreram em janeiro para os anos 01 e 02 (361,4 mm e 328,4 mm, respectivamente) e em junho para o ano 03 (226,6 mm). Os valores acumulados para os anos 01, 02 e 03 foram 1830,0 mm, 1747,0 mm e 1429,8 mm, respectivamente.

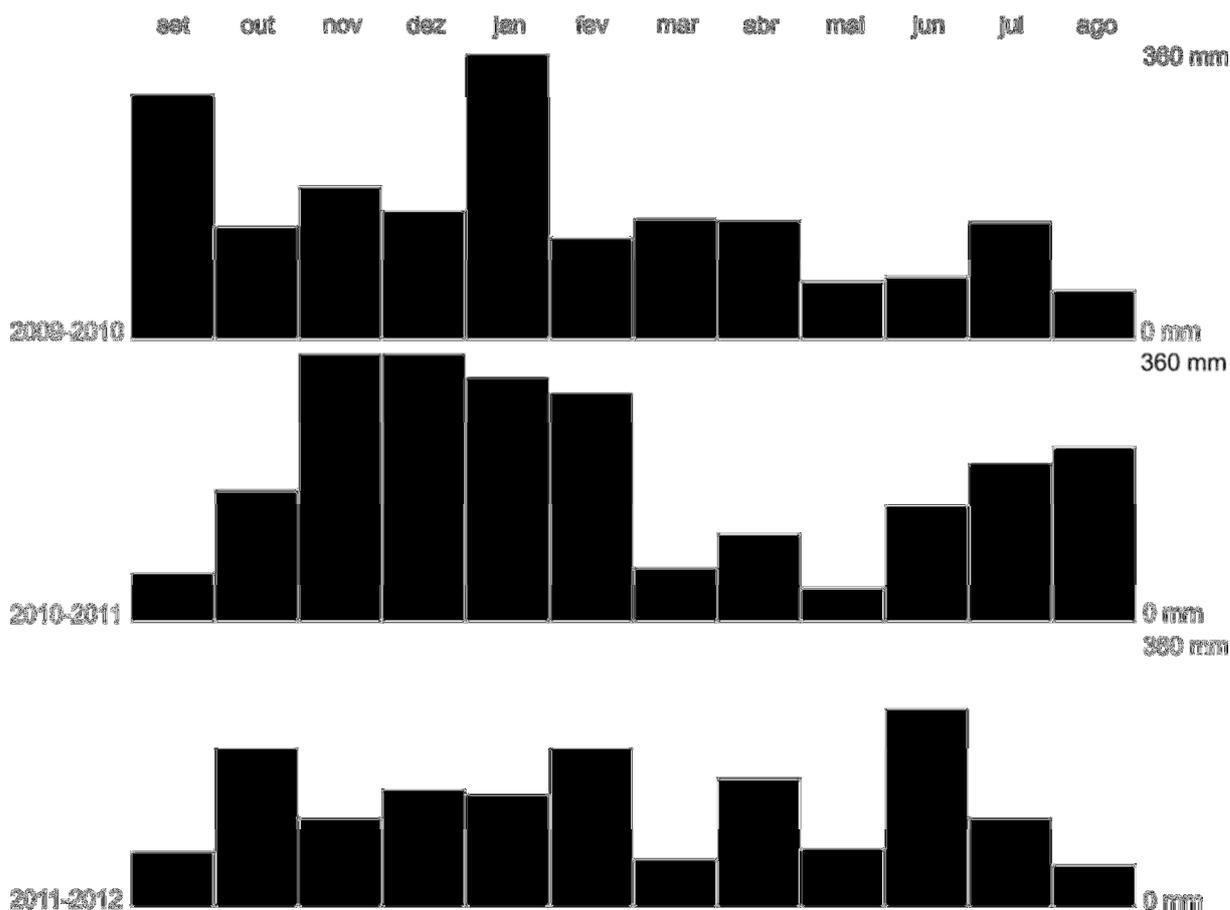


FIGURA 3. Valores de precipitação registrados para o período de estudo (setembro de 2009 a agosto de 2012)

Na Figura 4 observa-se que o mês mais frio do ano 01 foi junho, com 9,5 °C, e o mais quente foi fevereiro, com 28,6 °C; no ano 02, junho com 7,7 °C como mês mais frio e janeiro 28,7 °C, por sua vez, no ano 03 a mínima registrada foi 8,9 °C em julho e a máxima 29,3 °C em fevereiro.

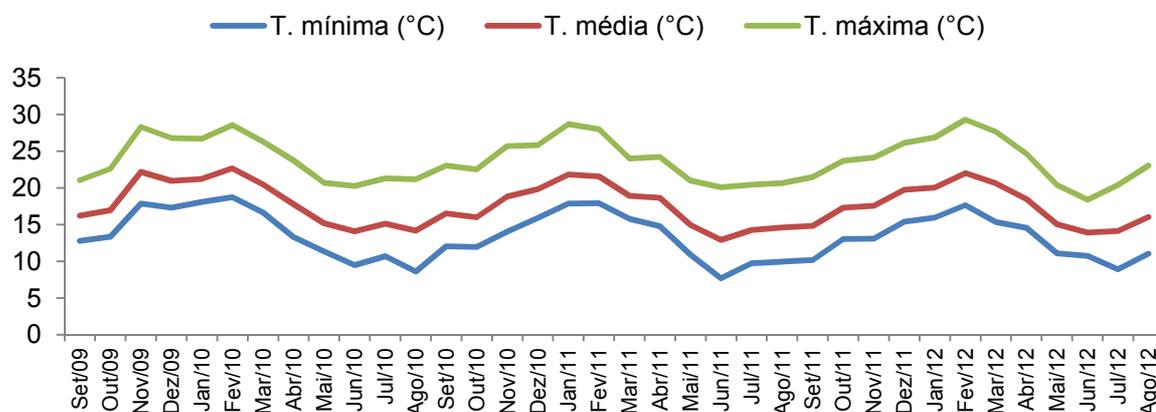


FIGURA 4. Temperaturas mínima, média e máxima registradas para o período de estudo (setembro de 2009 a agosto de 2012).

Quanto ao fotoperíodo, observou-se que foi marcadamente menor nos meses de junho e julho (comprimento do dia de 10,7h e 10,8h, respectivamente), contrastando com dezembro e janeiro (13,4h e 13,5h, respectivamente) para os três anos, Figura 5.

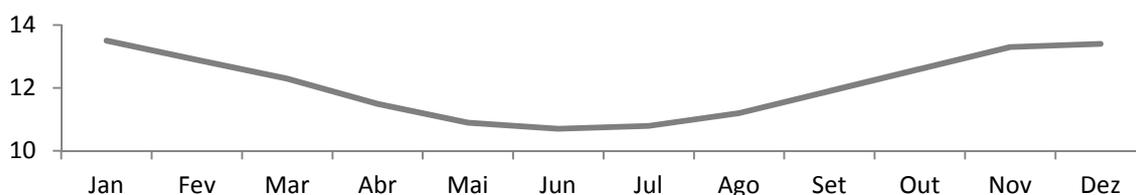


FIGURA 5. Fotoperíodo registrado para período de estudo (setembro de 2009 a agosto de 2012).

Vegetação

No primeiro planalto predominavam as formações florestais caracterizadas pela ocorrência de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (pinheiro-do-paraná), típicas das porções mais elevadas dos planaltos do sul do Brasil, denominadas pelo IBGE (1992) como Floresta Ombrófila Mista, no seu patamar montano.

Na porção leste do Primeiro Planalto Paranaense ocorria uma vegetação de constituição fisionômica herbácea-graminóide, denominada pelo IBGE (1992) de Estepe Gramíneo-Lenhosa, os conhecidos campos limpos, entremeados por capões de Floresta Ombrófila Mista (floresta com araucária).

Complementando este quadro, nas planícies predominava um complexo vegetacional diferenciado, adaptado às condições de saturação hídrica (várzeas hidromórficas), denominado Formações Pioneiras com Influência flúvio-lacustre (IBGE, 1992) que, conforme seu desenvolvimento pode ter fisionomia exclusivamente herbácea (campos higrófilos) ou com elementos arbóreos isolados. Por fim, em condições pedológicas específicas, ocorre a Floresta Ombrófila Mista Aluvial (florestas aluviais), onde o substrato é melhor drenado, quando comparado ao dos campos higrófilos (RODERJAN *et al.*, 2002).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

ESPÉCIES ESTUDADAS

Para o levantamento fenológico foram escolhidos 64 indivíduos pertencentes seis espécies arbóreas, sendo quatro nativas (autóctones) e duas exóticas (alóctones), representativas da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, conforme Tabela 1.

TABELA 1. Espécies, família e número de indivíduos monitorados durante o estudo.

Nome científico	Família	Nº de indivíduos
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.SM & R.J. Downs	Euphorbiaceae	17
<i>Allophylus edulis</i> Radlk. ex Warm.	Sapindaceae	9
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Myrtaceae	10
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	12
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Rhamnaceae	8
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Oleaceae	8

Os nomes científicos e seus respectivos autores foram padronizados mediante consulta no banco de dados da *The International Plant Names Index* (IPNI).

O número de indivíduos amostrado atende a metodologia proposta por Fournier e Charpantier (1975) que sugere a escolha de cinco a dez indivíduos por espécie em ordem de aparição na vegetação estudada.

Dos indivíduos monitorados foram retiradas do fuste, com auxílio de trato de Pressler amostras onde foi possível determinar que *S. commersoniana* têm idades de 23 a 51 anos e que *Hovenia dulcis* tem entre 10 e 31 anos (KANIESKI, prelo). As demais espécies estudadas não foram determinadas as suas idades.

Sebastiania commersoniana

Sebastiania está entre os 17 gêneros da família Euphorbiaceae registrados na América do Sul revisados por Melo (2006). *S. commersoniana*, conhecida popularmente como branquilha, é quase exclusiva das planícies aluviais do sul do Brasil, onde não raro, se torna a espécie dominante, formando cerca de 60 a 80% do

estrato contínuo dossel dessas formações (REITZ, 1988; BARBIERI; HAIDEN, 2009).

Sua descrição morfológica refere-se a uma árvore de 10 a 15 metros de altura, com folhas simples alternas, discoloras e elíptico-lanceoladas, que caem no inverno (BARDDAL *et al.*, 2004).

As flores são hermafroditas, reunidas em espigas e começam a surgir no mês de agosto. Os frutos são cápsulas de deiscência loculicida que explodem quando maduros, expulsando as sementes, num tipo de dispersão chamada balística. Também são dispersos pela água, devido à proximidade com as margens dos rios, e por peixes e pássaros (CARVALHO, 2003).

Historicamente é relatada uma expressiva exploração desta espécie em décadas passadas, onde era comum ser utilizada como combustível para navegação de barcos a vapor que realizavam o transporte de erva-mate e madeira, principais produtos da economia paranaense, pelo rio Iguaçu (RIESEMBERG, 1973).

Blepharocalyx salicifolius

Conhecida popularmente como murta, *Blepharocalyx salicifolius* - Myrtaceae tem uma ampla distribuição geográfica nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Sua distribuição é igualmente expressiva em outros países americanos situados abaixo da linha do equador (LANDRUN, 1986).

Espécie muito abundante principalmente nas matas de galeria, assim como nas submatas dos pinhais, situa-se em solos úmidos e compactos, de aclives suaves e de drenagem bastante lenta, bem como em depressões (REITZ, 1988). Cresce nos mais variados ambientes ou estágios da vegetação, desde campos abertos até em florestas com sub-bosques desenvolvidos, sendo particularmente frequente em solos úmidos de matas ciliares (DENARDI, 2005).

De acordo com sua descrição morfológica, refere-se a uma árvore de 15 a 20 metros de altura, com diâmetro de 20-40 cm, tronco geralmente retilíneo e cilíndrico, com casca grossa e fissuras no sentido longitudinal de cor marrom escura; possui folhas simples e opostas, flores pequenas e brancas, com estames numerosos; seus frutos apresentam coloração alaranjada quando maduros (REITZ, 1988).

Na Floresta Ombrófila Mista, as árvores distinguem-se pelas folhas largas e dimensões avantajadas dos troncos. Em Floresta Ombrófila Mista Aluvial é facilmente distinguida pelo troco cilíndrico e reto e a casca tipicamente fissurada (BARDDAL *et al.*, 2004).

Schinus terebinthifolius

A espécie *Schinus terebinthifolius* Anacardiaceae foi descrita no Brasil em 1820 pelo italiano Giuseppe Raddi (BARBIERI, 2004). Popularmente é conhecida como aroeira, aroeira-vermelha, aroeira-pimenteira, aroeira-do-brejo, aroeira-mansa, fruto-de-sabiá, guaraiaba (REITZ 1989; LORENZI, 1992). Sua dispersão é ampla, ocorrendo desde a restinga até as florestas pluviais e semidecíduas de altitude (LORENZI, 1992). De acordo com Reitz *et al.* (1988), trata-se de espécie heliófita ou de luz difusa. A aroeira é considerada uma espécie pioneira, comum na beira de rios, córregos e em várzeas úmidas de formações secundárias; contudo, cresce também em terrenos secos e com baixa disponibilidade de nutrientes.

Árvore de até 15 metros de altura, com folhas perenes, imparipinadas, caracterizadas pelas alas membranáceas entre os folíolos (CARVALHO, 2003).

Segundo Fleig e Reitz (1989), é espécie funcionalmente dióica, sendo sua polinização feita principalmente por abelhas, entre outubro e março. Os frutos são normalmente encontrados entre janeiro e junho, porém, podem permanecer por longo tempo na árvore, por vezes, até a próxima floração (FLEIG; REITZ, *op.cit.*), possibilitando a classificação de suas pequenas sementes ortodoxas. Segundo Carvalho (2003), a dispersão dos frutos é zoocórica, feita por ornitocoria e mirmecocoria.

O seu pioneirismo, aliado a sua rusticidade e agressividade, faz da aroeira uma espécie potencial para recuperação de ambientes limitantes, tais como aqueles formados por solos salinos, hidromórficos e rochosos, tornando-a, sobre o ponto de vista ecológico, uma espécie extremamente plástica (CARVALHO, 2003).

Allophylus edulis

Conhecida popularmente como vacuum, *Allophylus edulis* é uma espécie seletiva higrófita, comum no interior de florestas primárias sobre solos úmidos, ou bordas de mata. Com uma ampla distribuição geográfica compreendendo a Guiana, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Argentina, apresentando vasta e expressiva dispersão. Em território brasileiro é característica da Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual (REITZ, 1980).

Árvore de 5 a 15 metros de altura, e de 15-30 cm de diâmetro em média na altura do peito, apresenta um tronco tortuoso e base alargada e casca escura ou avermelhada. Ramificações dicotômicas, constituindo copa densa de folhas compostas trifoliadas. As flores são brancas e os frutos variam de acordo com o grau de maturação, passando do verde pelo alaranjado até atingir a cor vermelha escura que exerce atração sobre a fauna, contribuindo assim para a manutenção desta em áreas primárias (REITZ, 1980; CARVALHO, 2006). Apresenta um enorme potencial para arborização urbana como ornamental e frutífera, em pequenos espaços, como calçadas, canteiros e avenidas (BARBIERI; HAIDEN, 2009).

Hovenia dulcis

Originária do Japão, *Hovenia dulcis* Rhamnaceae, conhecida popularmente como uva-do-japão, é uma espécie caducifólia de ampla distribuição. Introduzida no Brasil como árvore ornamental, avançou sobre formações florestais fragmentadas, principalmente em ambientes perturbados. No seu país de origem é comum ser encontrada em ambientes quentes e úmidos (KOLLER, 1979).

Seus exemplares podem atingir até 25 m de altura, de tronco marrom pardo, com fissuras longitudinais que se desprendem em lâminas estreitas. As folhas são simples, alternas, ovadas, com ápice agudo e margem serrilhada, formando uma copa aberta e arredondada. Os frutos são pequenos na forma de cápsulas globosas secas e com cheiro doce característico, com duas a quatro sementes, alaranjadas ou avermelhadas quando recém coletadas (LORENZI, 2003; INSTITUTO HÓRUS, 2012).

Nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, nas porções que são banhadas pela bacia do rio Uruguai é comum pequenos plantios em propriedades agrícolas, implantados por mudas ou eventualmente por semeadura a lanço no terreno (EMBRAPA, 2001).

Hovenia dulcis tem grande facilidade de dispersão e, segundo o Instituto Hórus citado por Blum *et al.* (2008), no estado do Paraná comumente domina o estrato superior de florestas aluviais, tomando agressivamente o espaço de diversas espécies nativas. Este tipo de ambiente específico tem se mostrado muito favorável ao estabelecimento de espécies exóticas o que, associado à hidromorfia, minimiza as limitações de seca garantindo o crescimento e condições de reprodução (LAKE; LEISHAM, 2004).

Ligustrum lucidum

Pertencente à família Oleaceae e conhecida popularmente como alfeneiro, essa espécie se destaca na área de estudos por ser uma exótica, oriunda da China onde o clima é temperado. Apresenta uma ampla distribuição no Brasil, já que é perfeitamente adaptada a várias condições climáticas e pedológicas. Espécie perenifólia, o que lhe conferiu a potencialidade de ser utilizada para arborização urbana (LORENZI, 2003).

Árvore de até 15 metros, de tronco robusto com casca parda escura, áspera, com fissuras irregulares. Possui folhas simples, opostas, ovaladas com ápice agudo, verde escuras, brilhantes, de 8-15 cm de comprimento. Inflorescências densas, em panículas cônicas ou piramidais, com numerosas flores pequenas que promove a produção de uma grande quantidade de frutos do tipo drupa, redondo-ovalados, com uma a duas sementes pequenas (LORENZI, 2003).

Produz uma quantidade expressiva de frutos de cor negro-azuis o que os torna atrativos para a dispersão, frequentemente realizada por pássaros (FERREAS; TORRES; GALETTO, 2008).

A espécie se espalha rapidamente em vários ambientes, como borda de estradas e de florestas, além de áreas úmidas e de encostas. Sua plasticidade, aliada ao seu rápido crescimento tanto a pleno sol como em locais sombreados, a

torna competitiva em relação às espécies nativas, por vezes impedindo sua regeneração (GAEPPC, 2001; ARAGON; GROOM, 2003; HOYOS, 2010).

Observações fenológicas

Campanhas mensais com o propósito de obter informações fenológicas foram feitas de setembro de 2009 a agosto de 2012. Com auxílio de binóculo, sempre no último dia do mês, foi registrada a presença ou ausência das fenofases, obedecendo aos seguintes aspectos: floração, frutificação e folhação. As flores foram divididas em botões florais e flores em antese. Os frutos foram divididos em imaturos e maduros, sendo consideradas imaturos, para as seis espécies, os frutos que apresentaram cor verde. Os frutos maduros apresentam diferença, entre as espécies sendo marrons em *Sebastiania commersoniana* e *Hovenia dulcis*, alaranjado para *Blepharocalyx salicifolius*, vermelho para *Schinus terebinthifolius* e *Allophylus edulis*, e violeta para *Ligustrum lucidum*. Foi também anotada a presença de queda foliar, maduras e jovens (brotação), sendo consideradas velhas as que apresentaram coloração amarela ou marrom, maduras as que apresentaram cor verde forte e folhas jovens as que apresentaram tons de vermelho ou verde claro. As observações consideraram apenas o Índice de Atividade proposto por Bencke e Morellato (2002), observação qualitativa, onde é registrada a ausência ou a presença das fenofases nos indivíduos independentemente de sua intensidade.

Entre o período de agosto de 2011 a agosto de 2012, a fim de verificar a intensidade das fenofases foi utilizado o Percentual de Intensidade de Fournier adaptado, que consiste na utilização de uma escala intervalar semi-quantitativa de quatro categorias (0 a 3): 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.

A partir de suas fenologias vegetativas, as espécies foram classificadas de acordo com proposto por Borchert (1994):

- decíduas - Espécies que perdem as folhas em uma determinada época, geralmente no início da estação seca, e se mantêm sem folhas (quase ou totalmente) durante um período variável até as primeiras chuvas induzirem uma brotação sincrônica e concentrada;

- semi-decíduas - Espécies que perdem suas folhas sincronicamente, entretanto por um período não muito concentrado, nunca ficando totalmente sem folhas, ou apenas por um curto período de alguns dias ou semanas. Apresentam um padrão variável de produção de folhas novas, sendo na maioria das vezes concentrada após a queda;
- perenifólias ou sempre verdes - Espécies que nunca se mostram sem folhas durante um período do ano, emitindo uma pequena quantidade de folhas novas constantemente, apresentando padrões contínuos ou intermitentes, ou algumas vezes até concentrado.

Considerando a fenologia reprodutiva foram classificados os padrões de floração e frutificação das espécies, baseados em sua frequência, como proposto por Newstrom, Frankie e Baker (1994). Entende-se por frequência o número de ciclos por ano, com cada ciclo consistindo de uma fase de floração seguida de uma fase de não floração (ou frutificação, dependendo da fenofase analisada). Quatro classes básicas foram definidas:

- contínua - floração e frutificação contínuas ao longo do ano com pausas curtas esporádicas, ou sem pausas;
- sub-anual - com floração ou frutificação ocorrendo em mais de um ciclo por ano;
- anual - apresenta apenas um ciclo de floração e de frutificação por ano;
- supra-anual - com ciclos de floração ou frutificação menos frequentes do que uma vez por ano.

Na análise dos padrões fenológicos, os anos foram denominados como ano 01 (setembro/2009 a agosto 2010), ano 02 (setembro/ 2010 a agosto /2011) e ano 03 (setembro/ 2011 a agosto/2012).

Não foram realizadas campanhas mensais nos meses de abril de 2010 e junho e julho de 2011.

Análise estatística

Para relacionar os variáveis meteorológicas com as fenofases foi utilizada a Correlação de Spearman (r_s), onde são correlacionados com o respectivo mês de ocorrência das fenofases, utilizando o pacote estatístico PAST.

Em cada espécie, para verificar os períodos de ocorrência, pico e a duração de cada fenofase foram realizadas análises estatísticas circulares, utilizando o software ORIANA 3 (KOVACH, 2004). Neste procedimento, os meses foram convertidos em ângulos com intervalos de 15° para cada observação (0° = primeira quinzena de janeiro, 15° = segunda quinzena de janeiro até 345° = segunda quinzena de dezembro). Ainda, foram utilizados os histogramas circulares obtidos das análises para ilustrar o comportamento fenológico das espécies em cada ano.

Para averiguar se existem diferenças no período de ocorrência do conjunto de fenofases vegetativas e reprodutivas uma análise de agrupamento hierárquico foi efetuado (*cluster*), para tanto foram escolhidos como distância *Sorensen* e método de ligação *Group Average* conforme sugerido por McCune e Grace (2002). O corte para observar a formação de grupos foi efetuado a 75% de informação remanescente. A análise foi efetuada com o auxílio do programa PC-ORD 6.0.

Apresentação dos resultados

Os resultados são dispostos apresentando o padrão vegetativo e reprodutivo de cada espécie selecionada, seguido dos valores de correlação obtidos para o período do estudo. Valores de correlação de *Spearman* podem ser visualizados nos Apêndices 1 e 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sebastiania commersoniana

Fenologia vegetativa das árvores de dossel

Para *S. commersoniana* a senescência foliar foi observada continuamente durante todo o estudo. O início da queda foliar ocorreu nos anos 02 e 03 em abril, a época de maior concentração da fenofase foi nos meses de julho, agosto e setembro, que coincide com a estação inverno, período considerado de dormência para muitas espécies (Figura 6). Essa senescência que inicia no inverno é considerada uma estratégia da planta para o seu desenvolvimento, pois neste período existem diferenças em relação ao comprimento do dia, e também a diminuição da disponibilidade de água. A interação destes dois fatores compromete a assimilação da clorofila, diminuindo a capacidade fotossintética da planta, induzindo a senescência (LARCHER, 2003).

Apesar da senescência parecer um processo degenerativo, ela tem sua função no desenvolvimento da planta, uma vez que atua na realocação de nutrientes direcionando-os para órgãos em crescimento e também como estratégia de proteção contra fatores ambientais adversos (LIM; HYO; NAM, 2006).

Sousa (2003), ao avaliar a produção de serapilheira para o mesmo fragmento aluvial do presente estudo, observou que a maior produção de serapilheira se deu no inverno e julho foi o mês de maior deposição, este período coincide com o período de queda foliar registrado individualmente para a espécie de *S. commersoniana*, espécie característica do segmento aluvial.

É importante considerar que o outono e o inverno são os períodos mais secos do ano; diante disso, Borchert; Riveira e Hagnauer (2002) explicam que a perda de folhas em um período seco é uma estratégia de economia hídrica da planta, que se desfaz de suas folhas em um período de baixa umidade relativa do ar que favorece a abscisão foliar.

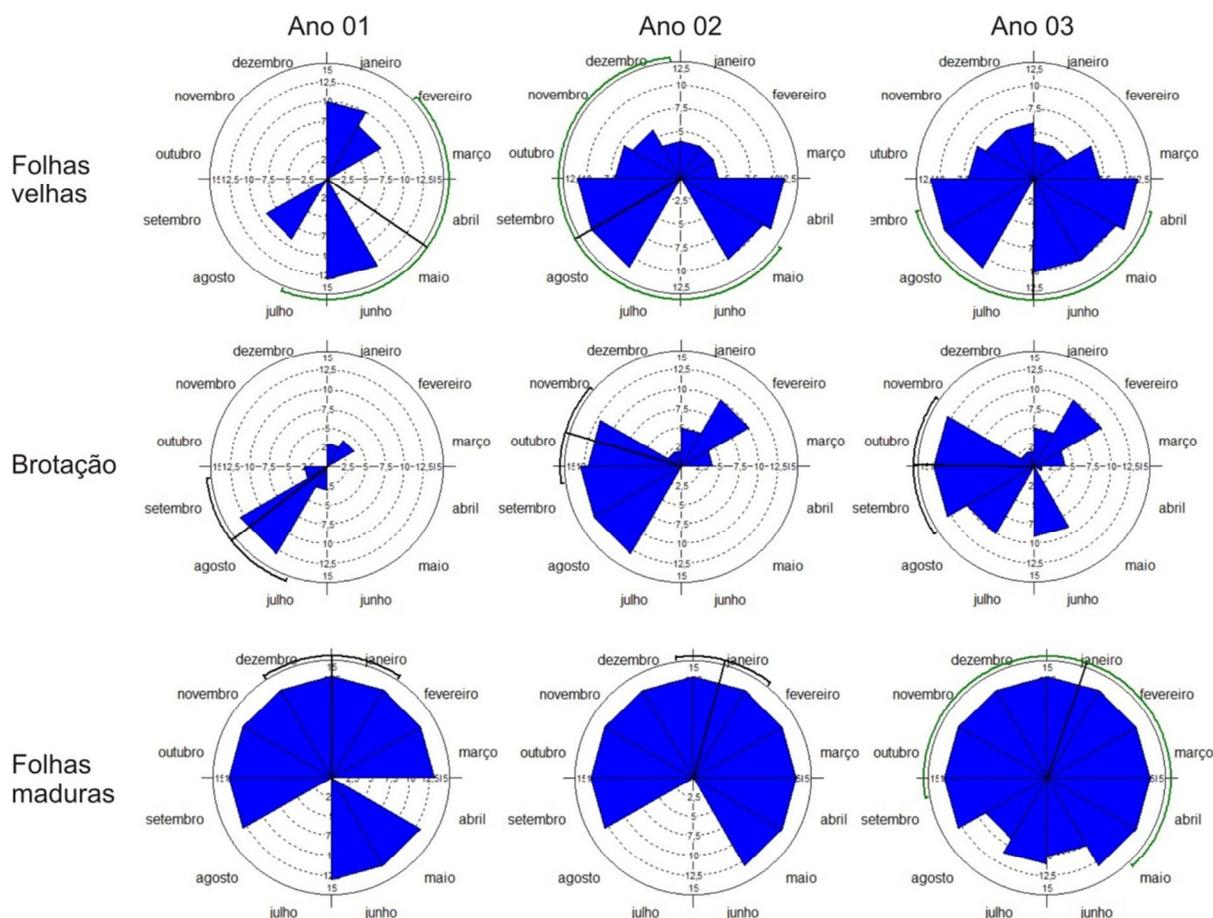


FIGURA 6. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Sebastiania commersoniana* nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

As correlações de Spearman para os três anos do estudo apontaram ocorrer correlação negativa ($p < 0,05$) de folhas velhas somente com a precipitação ($r_s = -0,44$ $p < 0,05$). Quando observada os valores obtidos dentro de cada ano, verificou-se correlação negativa significativa com o fotoperíodo ($r_s = -0,86$ $p < 0,05$), com a temperatura média ($r_s = -0,76$, $p < 0,05$), com a temperatura máxima ($r_s = -0,74$ $p < 0,05$) seguida da temperatura mínima ($r_s = -0,72$ $p < 0,05$), e da precipitação ($r_s = -0,66$ $p < 0,05$) no ano 02 e no ano 03 apenas com precipitação ($r_s = -0,60$ $p < 0,05$), fotoperíodo e temperatura mínima ambas de ($r_s = -0,56$ $p < 0,05$). Não foram registradas correlações dentro do ano 01. Apesar do ambiente não ter limitação hídrica os valores de correlação obtidos podem sugerir que a espécie possa ser sensível às variações relacionadas à precipitação durante o período analisado (Figura 3).

A brotação ocorreu logo após a queda foliar (Figura 6), como um processo contínuo, à medida que a senescência foliar era iniciada e ocorria à queda foliar era possível observar o surgimento de primórdios foliares que se estenderam até formar folhas novas. Sendo sazonal essa fenofase, Larcher (2003) afirma que o surgimento de folhas novas em uma árvore requer investimento significativo de carbono, água e nutrientes, cuja disponibilidade é influenciada por variações intra e interanuais das condições ambientais.

No presente trabalho foram observados períodos mais curtos ou longos desta fenofase entre os anos observados, provavelmente regulados tanto por fatores como a precipitação e a temperatura e suas variações.

O fato de as plantas emitirem folhas na estação seca durante um possível estresse hídrico implica em que a árvore e o solo tenham acesso ou tenham acumulado água suficiente e reservas de carbono para a expansão foliar. Entretanto, nos meses de fevereiro do ano 02 e 03, foi observado o surgimento de folhas novas mesmo que em menor quantidade, Lieberman (1982) e Borchert (1994), justificam que a brotação nesta época do ano em regiões tropicais pode estar associada à pluviosidade, que em geral é alta.

Apesar deste período de registro da brotação na estação chuvosa não ter sido detectado pelas correlações, nem entre os anos e nem dentro de cada ano, Carvalho- Junior; Melo e Martins (2011) apontam que a ausência de correlações em fenologia vegetativa pode se tratar apenas de eventos gradativos das espécies, um processo natural, a brotação substituindo a queda foliar.

A espécie não ficou completamente sem folhas (Figura 7). A substituição mesmo que de maneira gradual e de forma não concentrada a caracteriza neste ambiente como uma espécie perenifólia, diferentemente do que relatado por Carvalho (2003) citado por Cosmos (2012), que afirma se tratar de uma espécie caducifólia. A divergência desta informação pode estar associada a dois fatores: o primeiro, o porte (altura) dos indivíduos citado pelos autores, e o segundo, proximidade com o talude marginal (ob. pessoal). Portanto recomenda-se estudos mais pontuais e comparativos a fim de verificar essa colocação.

As análises das fenofases entre os anos de estudo apontaram só ocorrer correlação positiva entre folhas maduras e temperatura mínima ($r_s = 0,61$ $p < 0,05$), média ($r_s = 0,59$ $p < 0,05$) e máxima ($r_s = 0,47$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($r_s = 0,52$ $p < 0,05$) entre os anos, (apêndice 1), refletindo assim que a permanência

das folhas nas árvores está associadas a temperaturas e ao comprimento do dia. Entre os anos, correlação positiva e significativa são vistas no ano 01 com temperatura mínima e precipitação ambas ($r_s = 0,50$ $p < 0,05$), no ano 02 com temperatura mínima ($r_s = 0,53$ $p < 0,05$) e de ($r_s = 0,52$ $p < 0,05$) com as temperaturas média e máxima e fotoperíodo. Dentro do ano 03, as correlações foram mais fortes com as temperaturas mínima ($r_s = 0,77$ $p < 0,05$), média ($r_s = 0,73$ $p < 0,05$) e máxima ($r_s = 0,67$ $p < 0,05$), a divergência entre os anos e principalmente a correlação no ano 03 refletem as variações das temperaturas registradas no período do estudo principalmente, para o ano citado onde as máximas quando comparadas são maiores (Figura 4). A presença de folhas maduras nada mais é do que a necessidade da planta em realizar a fotossíntese.

Sebastiania commersoniana regula sua produção de folhas de forma a ter maior superfície foliar madura, ou aproveitar o máximo das condições ambientais, durante o período mais favorável a produtividade primária.

Fenologia reprodutiva árvores de dossel

Os indivíduos de *S. commersoniana* monitorados durante o estudo apresentaram dois períodos de floração, um de maneira mais pronunciada que iniciou no mês de agosto e estendeu-se até novembro, e o outro com menor intensidade que ocorreu no mês de fevereiro (Figura 7).

O primeiro episódio de floração, associado ao início da primavera, corrobora com os estudos já conduzidos em espécies de Floresta Atlântica, cujo padrão de florescimento é registrado em períodos de transição de climas mais frios para temperaturas mais elevadas (MARQUES; ROPER; SALVALAGGIO, 2004).

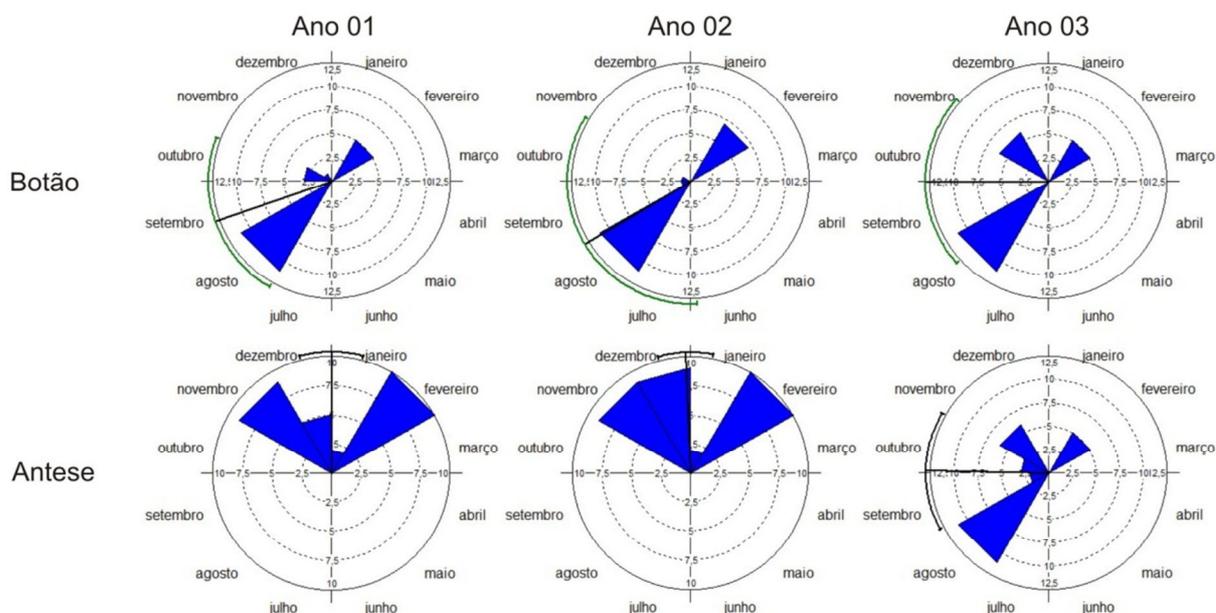


FIGURA 7. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Sebastiania commersoniana* nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

O segundo período, registrado em fevereiro, mesmo que em menor intensidade pode estar relacionado a um conjunto de estímulos que a espécie recebe normalmente nesse período (maiores taxas de precipitação, temperatura e insolação) e que desencadeia novamente o investimento energético em uma nova florada. A segunda época de floração também pode estar relacionada a uma estratégia de sobrevivência da planta, a alta pressão relacionada ao seu pioneirismo, induz a um novo período reprodutivo da espécie. Há de se considerar ainda o nicho ocupado pela espécie na comunidade, já que a espécie é a principal representante deste segmento.

A periodicidade de floração em regiões tropicais é muito variada, uma espécie que apresenta floração estendida e iniciada no mesmo período em que ocorre a sua renovação foliar, envolve menos riscos de reprodução para a produção de estruturas reprodutivas, seja por fatores ambientais (seca, excesso de precipitação), falta de polinizadores ou como estratégia de proteção contra o ataque de herbívoros (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1997).

As correlações da antese foram significativa positiva com o fotoperíodo ($r_s = 0,43$ $p < 0,05$) e com a temperatura máxima ($r_s = 0,42$ $p < 0,05$) quando analisados os três anos de observação. No ano 01 observou-se a também correlação positiva significativa com temperatura mínima ($r_s = 0,85$ $p < 0,05$), com o

fotoperíodo ($r_s = 0,84$ $p < 0,05$), com a temperatura média ($r_s = 0,82$ $p < 0,05$), temperatura máxima ($r_s = 0,79$ $p < 0,05$), e com a precipitação ($r_s = 0,48$ $p < 0,05$). No ano 02 a única correlação registrada foi com a precipitação ($r_s = 0,72$ $p < 0,05$), concordando com Borchert (1994) e Fenner (1998), que afirmam que a temperatura e o comprimento do dia são sim os fatores que mais atuam sobre a produção de flores em florestas tropicais.

A produção de frutos verdes ocorreu no mês seguinte à floração, em setembro no primeiro período reprodutivo e em março no segundo. Já a maturação dos frutos (quando os mesmos já estão próprios para dispersão) é registrada entre novembro e dezembro, no primeiro ciclo reprodutivo, e março, abril e maio para o segundo ciclo, sendo essas as épocas consideradas ideais para coletas de frutos (Figura 8).

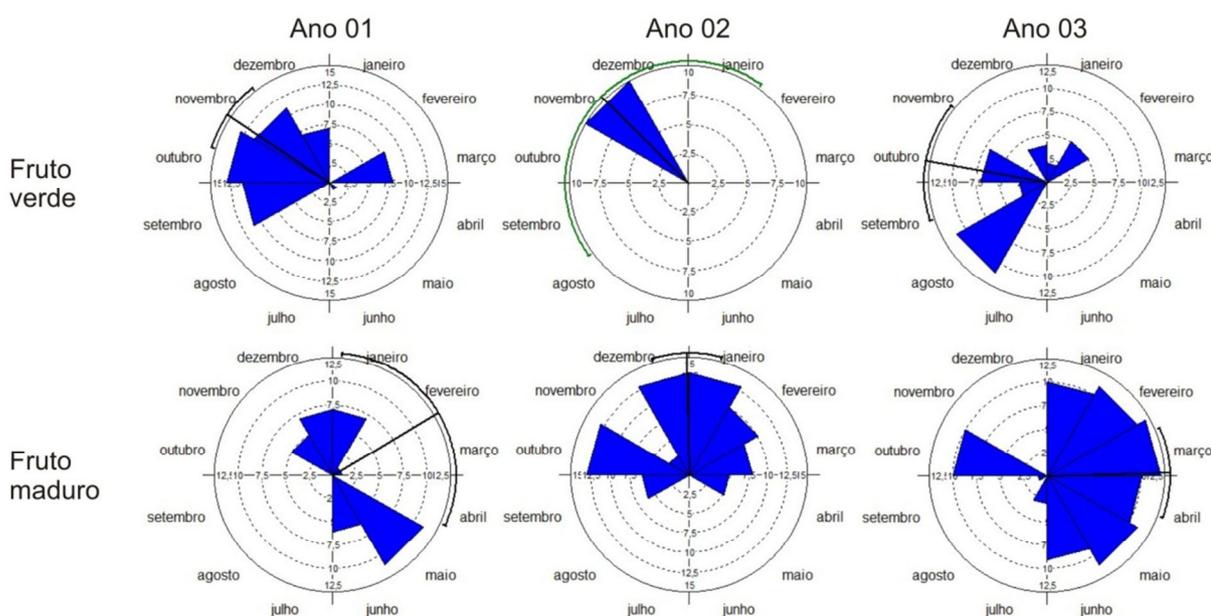


FIGURA 8. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Sebastiania commersoniana* nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

Esta época de maturação de sementes de *S. commersoniana* é benéfica para o seu estabelecimento, além de possuir três vetores que atuam na sua síndrome de dispersão (autocórica, hidrocória e zoocórica), esta primeira época coincide com a estação chuvosa, que tende a ser vantajosa para o estabelecimento de plântulas. Tendo em vista que é um período úmido e proporcionaria a espécie condições para desenvolver seu sistema radicular antes da estação seca (FERRAZ, 1999).

Não foram registradas correlações para fenofases de frutificação entre os anos quando aplicado o teste. Avaliando separadamente os anos registra-se correlação positiva significativa entre fruto verde e precipitação ($r_s = 0,44$ $p < 0,05$) no ano 01 e no ano 03 com temperatura mínima ($r_s = 0,44$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($r_s = 0,59$ $p < 0,05$). No ano 02 somente a produção de frutos maduros apresentou correlação com fotoperíodo ($r_s = 0,78$ $p < 0,05$), temperaturas mínima ($r_s = 0,68$ $p < 0,05$), média ($r_s = 0,67$ $p < 0,05$), máxima ($r_s = 0,61$ $p < 0,05$), e precipitação ($r_s = 0,61$ $p < 0,05$). Respeitando as variações ambientais entre os anos, os valores encontrados remetem a constatação feita por Rubin; Nascimento e Morellato (2010) de que as variações intra-anuais das fenofases de floração e frutificação podem variar de acordo com anomalias climáticas.

Observando os resultados obtidos e os enquadrados na classificação proposta por Newstrom, Frankie e Baker (1994) a espécie apresenta-se como sub-anual, com floração ou frutificação ocorrendo em mais de um ciclo por ano. Esse padrão, contudo, difere do relatado por Bencke (2005) ao estudar a fenologia da mesma espécie em floresta semidecídua no Rio Grande do Sul, tendo constatado apenas um ciclo de floração, e com observado por Athayde *et al.* (2009) estudando esta espécie em uma floresta ribeirinha no sul do país, onde a *S. commersoniana* floresce e frutifica uma vez ao ano.

Fenologia vegetativa de árvores de sub-bosque

A queda foliar dos indivíduos de sub-bosque foi registrada em vários meses durante as observações de campo, quando os indivíduos manifestavam a presença de folhas velhas de coloração marrom indicando o fim de sua atividade fotossintética (Figura 9).

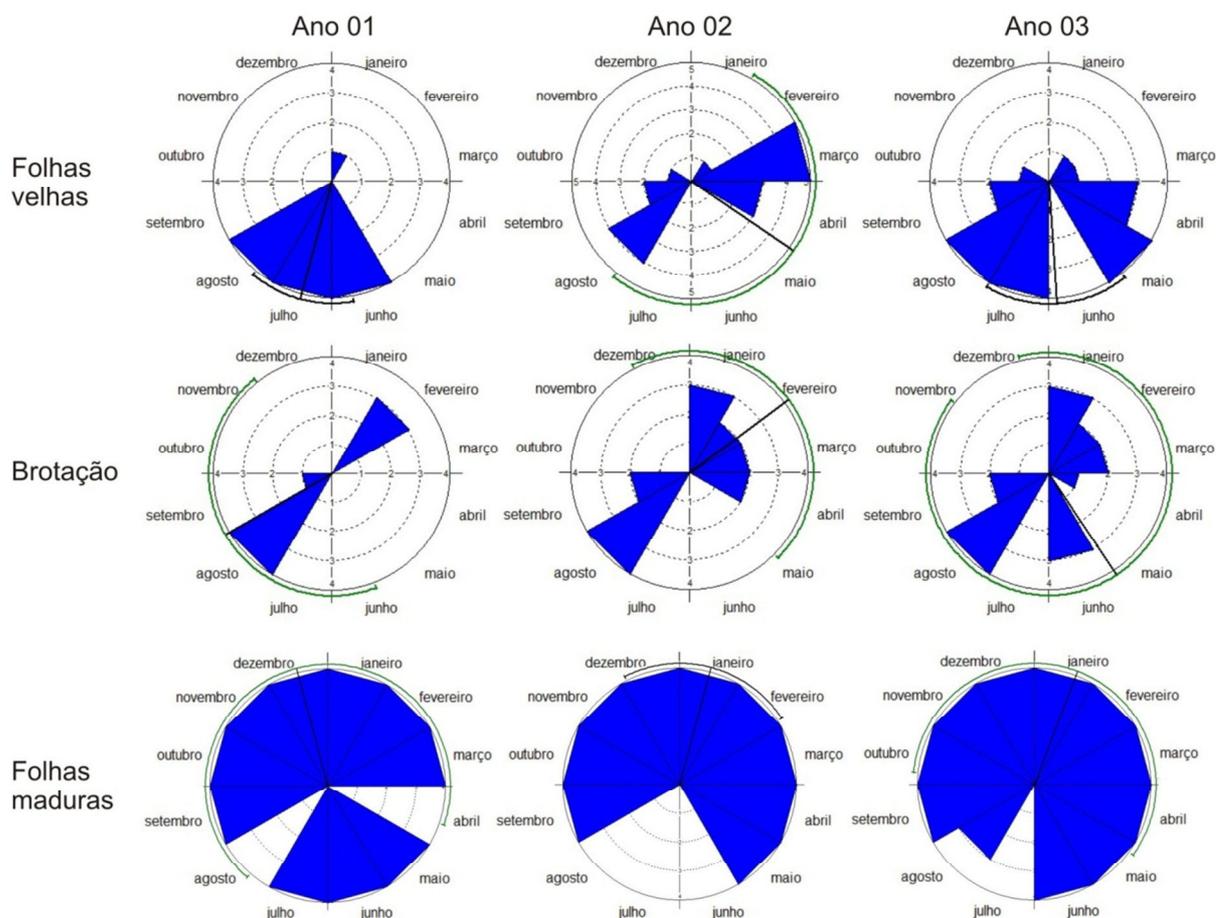


FIGURA 9. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Sebastiania commersoniana* (sub-bosque) nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

O mês de maior intensidade desta fenofase foi em julho nos anos 01 e 03; o mesmo pode ter acontecido no ano 02, porém não se tem esse registro por motivo de não ida a campo não no referido mês, para as árvores o sinal da senescência é visto com maior frequência no outono e constitui a fase final do desenvolvimento da planta, o fechamento de um ciclo de vida de um órgão ou tecido (LARCHER, 2006).

No teste de Spearman correlação negativa e significativa entre folhas velhas e o fotoperíodo ($r_s = -0,63$ $p < 0,05$), seguida da temperatura mínima ($r_s = -0,63$ $p < 0,05$), temperatura média ($r_s = -0,57$ $p < 0,05$), precipitação ($r_s = -0,51$, $p < 0,05$) e temperatura máxima ($r_s = -0,48$ $p < 0,05$), a afinidade dessa espécie com a temperatura dentro do período estudo remete a consideração realizada por Carpanezzi (1997), ao avaliar o comportamento fenológico de *Mimosa scabrella* na Região Metropolitana de Curitiba, PR, de que na ausência de déficit hídrico, a temperatura parece ser o principal mecanismo de acionamento da caducidade foliar, em área de domínio da Floresta Ombrófila Mista.

Em cada ano analisados separadamente, nota-se correlação negativa significativa nos anos 01 e 02 da queda foliar com todas as variáveis propostas, entretanto, no ano 03 nota-se correlação apenas com a temperatura mínima ($r_s = -0,52$ $p < 0,05$), uma possível justificativa é o valor da temperatura mínima ($8,9$ °C) registrada para o mês no ano 03 (Figura 4), valor menor ao registrado nos anos anteriores para o mesmo mês.

A brotação foliar teve seu início em agosto nos três anos, coincidindo com a queda foliar. Entretanto, nos anos 02 e 03 entre janeiro e março foi evidenciado um período de surgimento de folhas novas, (Figura 9).

A brotação em meados de julho e início de agosto ressalta a oportunidade da planta em dispor de luz para aumentar a sua capacidade de fotossintética e assim acionar os mecanismos necessários para estimular a produção de folhas novas. Indivíduos de sub-bosque aproveitam o espaço criado pelo dossel que estão no período senil para emitir folhas novas, em uma espécie de programação (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1997).

No teste de Spearman não foi verificada correlação com a fenofase de surgimento de folhas novas com as variáveis climáticas estudadas, podendo estar relacionada à outra variável não mensurada, ou ainda estar associada a uma estratégia de reposição de folhas em um ambiente de baixa sazonalidade (JORDAN, 1983).

Nessa espécie a planta mantém a atividade fotossintética pelas folhas velhas até o crescimento das folhas novas. Para a fenofase de folhas maduras entre os anos apontam correlação positiva significativa com temperatura mínima ($r_s = 0,46$, $p < 0,05$) e temperatura média ($r_s = 0,45$ $p < 0,05$).

Dentro de cada ano, por sua vez, notou-se que as correlações obtidas para os indivíduos de dossel são as mesmas para os indivíduos de sub-bosque, nos anos 01 e 02 (Apêndice 2). Apenas no ano 03 uma variação de valores é encontrada, tendo sido obtida uma correlação positiva significativa com as temperaturas médias ($r_s = 0,45$ $p < 0,05$) e máximas ($r_s = 0,45$ $p < 0,05$) sugerindo que este ano tenha sido uma ano mais quente que os anteriores.

Fenologia reprodutiva de árvores de sub-bosque

Sebastiania commersoniana de sub-bosque (Figura 10) evidenciou somente um período de floração, no mês de agosto, relacionando um comportamento diferenciado dos indivíduos que se encontram em dossel. Nos anos 01 e 02, contudo, não foi observada antese, que pode ter ocorrido em um período curto entre duas observações (mensal).

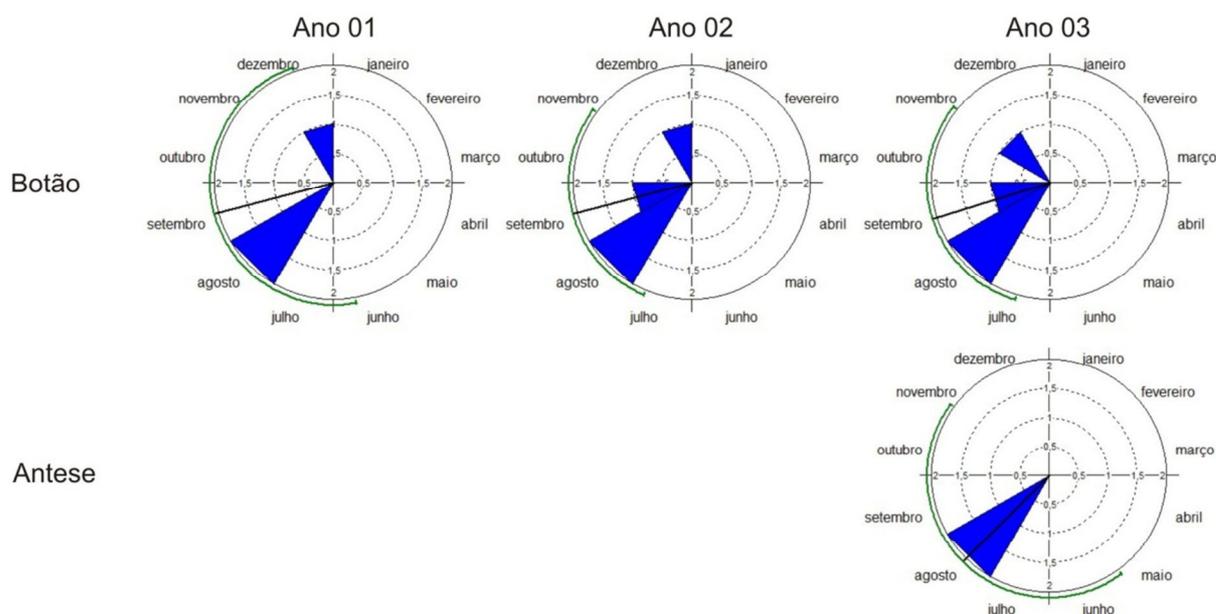


FIGURA 10. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Sebastiania commersoniana* (sub-bosque) nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

O mesmo padrão foi observado Richards (1966), tendo verificado que em uma floresta na Guiana indivíduos de dossel apresentaram dois períodos de floração ao longo do ano, enquanto que os de sub-bosque apenas um. O mesmo autor cita ainda que a periodicidade de floração muitas vezes está relacionada à posição sociológica que a árvore ocupa na floresta.

Diferenças nos períodos de floração de dossel e sub-bosque têm sido registradas em algumas comunidades tropicais (Alencar *et al.*, 1979; Opler *et al.*, 1980), entretanto foi o trabalho proposto por Martin-Gajardo e Morellato (2003), a verificar essa variação no comportamento fenológico de espécies de uma mesma família relacionadas à sua posição sociológica em uma mesma área de floresta.

Em uma floresta seca Frankie; Backer e Opler (1974) observaram que a maioria dos arbustos floresce antes ou depois das árvores. Em se tratando de espécies de sub-bosque, o atraso ou antecipação no período de floração pode sim,

ser uma estratégia da planta em garantir sua longevidade já que ela só realizada essa fenofase quando encontra as condições favoráveis.

Estudos que ajudem a elucidar essas diferenças ainda são escassos, carecendo de não apenas analisar o comportamento fenológico e sim outras variáveis como idade e taxa de crescimento.

Não foram registradas correlações entre os anos nas fenofases de botão e antese com as variáveis meteorológicas disponíveis. Dentro de cada ano apenas correlação negativa significativa entre botão com temperatura mínima e precipitação ambas de ($r_s = -0,50$ $p < 0,05$) no ano 01 e no ano 03 correlação negativa significativa ($r_s = -0,56$ $p < 0,05$).

Em se tratando da frutificação, todos os indivíduos monitorados expressaram a fenofase. O que se observou foi uma menor intensidade do evento, informação baseado nos dados coletados relativos à intensidade, e a dispersão ocorrendo de forma irregular (Figura 11).

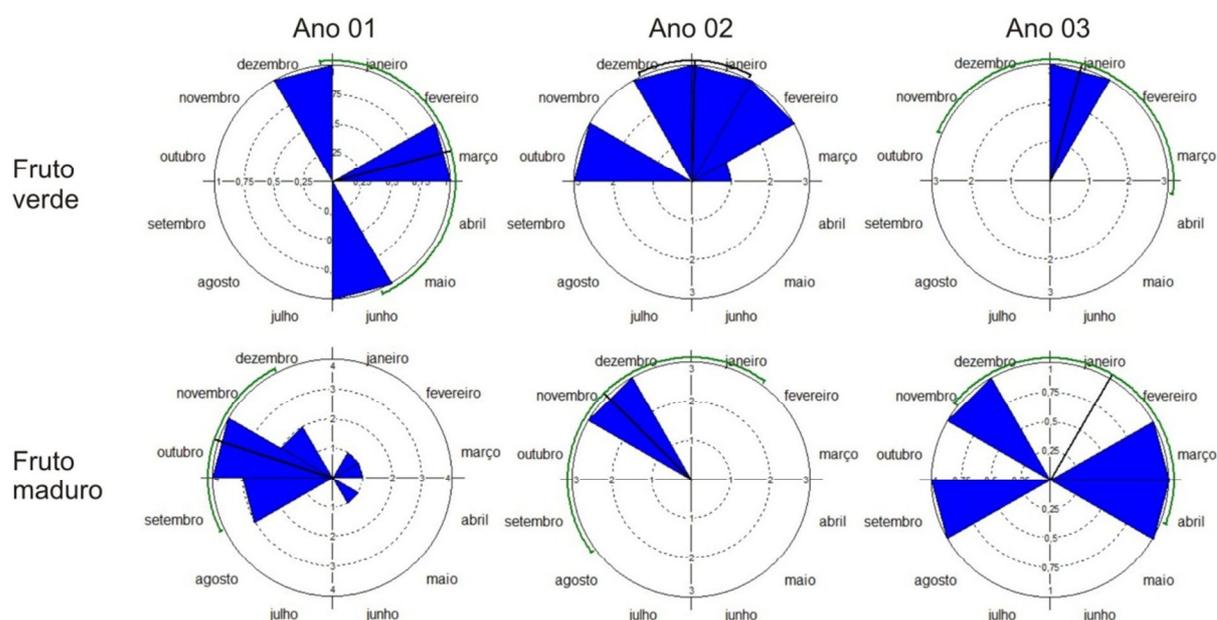


FIGURA 11. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Sebastiania commersoniana* (sub-bosque) nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

A quantidade de recursos alocados para investimentos em frutos é sabidamente alta, o que justifica a baixa produção de frutos, uma vez que a espécie ainda deve investir em crescimento primário. A menor quantidade de luz é também provável regulador da intensidade de frutificação, Poorter (2005), afirma que as

espécies de sub-bosque recebem somente 5% da irradiação que incide sobre as espécies de dossel, sendo a luz vital para o sucesso reprodutivo.

Não houve correlação entre as variáveis ambientais e as fenofases reprodutivas dos indivíduos de sub-bosque entre os anos. Quando analisadas cada ano individualmente, apenas o registro no ano 03 para a fenofase de frutos maduros com temperatura média, máxima e precipitação, sendo que com a última variável mencionada a correlação foi significativa e positiva.

Sabendo que os fatores climáticos explicariam grande parte dos padrões fenológicos das plantas, Martin-Gajardo e Morellato (2003), investigando a família Rubiaceae em uma Floresta Pluvial Atlântica em São Paulo, não encontraram correlação com os fatores ambientais e sugerem neste estudo que distintos fatores devem atuar sobre a regulação destas fenofases reprodutivas, como as respostas fisiológicas das plantas a uma menor quantidade de luz do sub-bosque.

Buscando ainda, entender as relações entre as divergências da fenologia entre de indivíduos da mesma espécie, em florestas de baixa sazonalidade, Boyle e Bronstein (2012), sugerem que os fatores que influenciam essas variações são relacionadas à idiosincrasia, ou seja, inerente à espécie e não reguladas por fatores adjacentes.

Na Figura 12 é possível observar quais os aspectos morfológicos considerados para a tomada de observação das fenofases reprodutivas de *S. commersoniana*, tanto em indivíduos de dossel como de sub-bosque.



FIGURA 12. Fenofases reprodutivas de *S. commersoniana*: A - botão floral; B - antese; C - fruto verde; D - fruto maduro.

Considerando a heterogeneidade relacionada aos padrões reprodutivos dentro da mesma espécie é importante ressaltar que essas variações estão profundamente ligadas à questão estrutural da floresta, posição em que se encontram os indivíduos (dossel e sub-bosque) e que são relacionados aos fatores endógenos atuando sobre o sucesso reprodutivo da planta.

Blepharocalyx salicifolius

Fenologia vegetativa

Ao acompanhar o comportamento vegetativo dos indivíduos monitorados durante o estudo, foi possível observar a senescência foliar iniciando no mês de agosto nos anos 01 e 02, e no ano 03 em julho; a queda foliar com maior intensidade foi registrada no mês de setembro para os três anos de observação, evidenciando uma sazonalidade quando observada esta fenofase (Figura 13).

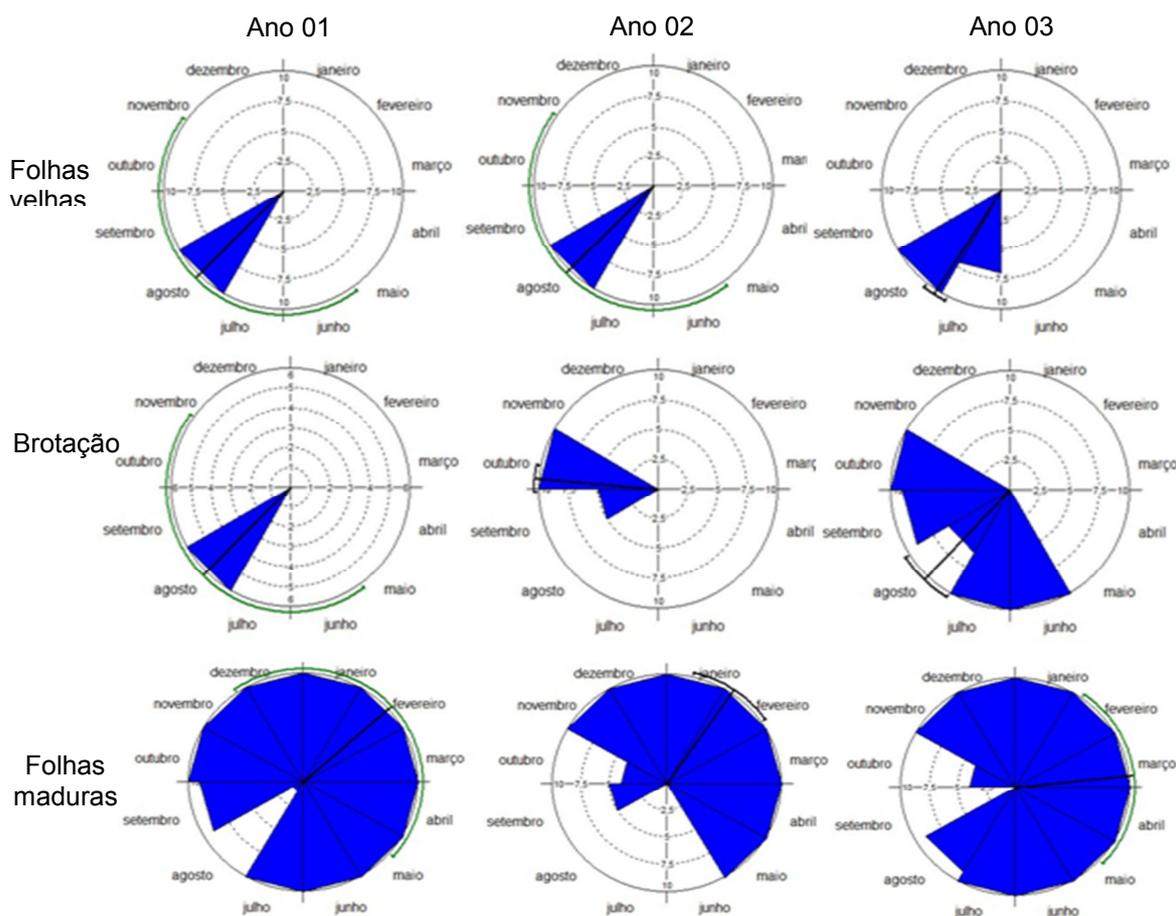


FIGURA 13. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Blepharocalyx salicifolius* nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

A variação encontrada no ano 03 quanto à antecipação do surgimento de folhas velhas e, por sua vez, a queda foliar, denota a sensibilidade da planta às mudanças sentidas em função da variação da precipitação, onde no mês que antecedeu à queda foliar (maio) foi registrado uma taxa de precipitação de 56,4 mm, seguido do registro no mês de julho da ocorrência de 222,6 mm, diferença que pode ser uma justificativa deste comportamento.

Quando identificadas as variações anuais de fenologia de espécies de dossel, Do *et al.* (2005) chamam a atenção para o fato de que essas variações são

esperadas em função das mudanças atmosféricas, e que as mesmas influenciam diretamente na taxa fotossintética da planta, fazendo com que a sensibilidade a essas variações regulem os períodos e ritmos fenológicos das plantas.

Resultados de correlação para folhas velhas não são registrados entre os anos. Dentro de cada ano correlação negativa significativa é observada no ano 01 com a precipitação, no ano 02 com fotoperíodo ($r_s = -0,58$ $p < 0,05$), com temperatura mínima e média ambas de ($r_s = -0,55$ $p < 0,05$) e temperatura máxima ($r_s = -0,42$ $p < 0,05$) e no ano 03 repetem-se as relações das variáveis do ano 02 com destaque para a temperatura mínima ($r_s = -0,62$ $p < 0,05$).

A brotação também acompanhou a sazonalidade esperada para essa fenofase, iniciada em agosto no ano 01, e a partir de maio no ano 02, quando foram observados alguns indivíduos emitindo folhas jovens, o que se estendeu até setembro do ano 03 (Figura 13). Dentro desse mesmo ano, foi observado o surgimento de folhas novas no mês de junho. É interessante observar que esse fato foi evidenciado também para a queda foliar, apontando a profunda relação entre queda foliar e produção de folhas novas.

A espécie, durante o período de estudo não apresentou total caducifoliedade (Figura 13); o que ocorreu foi uma redução do volume da copa ocasionada pela substituição das folhas velhas por jovens. Cabe ressaltar que essas trocas de folhas imprimiram uma coloração diferenciada na paisagem fluvial.

Lenza *et al.* (2006), avaliando o comportamento fenológico de um grupo espécies lenhosas de cerrado em Brasília - DF, apontaram o mesmo comportamento para *B. salicifolius* em relação à renovação foliar e intensa produção de folhas novas em setembro e outubro, ou seja, a brotação condicionada à queda foliar. A ressalva dessa similaridade de comportamento é que no cerrado este período de renovação foliar ocorre na época considerada chuvosa; Já região da área do presente estudo, esse período de emissão de folhas novas ocorre na estação seca (menos chuvosa).

Ferrera (2012), ao acompanhar o comportamento fenológico de espécies arbóreas nativas, dentre as quais *B. salicifolius* em Santa Maria - RS durante um ano observou que a brotação ocorreu de julho a fevereiro e que a queda foliar foi registrado de maio a novembro e também em janeiro. O mesmo autor aponta a presença de folhas maduras durante todo o período estudado, informação igualmente descrita no presente estudo.

Em regiões tropicais secas, a premissa de que água controla os eventos fenológicos vegetativos de árvores, alterando a fisiologia da planta, induzindo ao processo de senescência e também de brotamento (EAMUS, 2001), opõe-se, no entanto, ao que ocorre em ambientes onde o sistema radicial encontra-se próximo do lençol freático como em ambientes aluviais, devendo a fenologia vegetativa desses ambientes ser regulada por outros fatores, e não necessariamente pela água.

Tal afirmação pode ser comprovada ao verificar os valores de correlações para as variáveis analisadas, notando-se que não ocorreu correlação significativa dessas fenofases vegetativas com a precipitação ao analisar os três anos do estudo. A única correlação evidenciada está relacionada no ano 01 (Apêndice 2) onde a correlação é negativa ($r_s = -0,53$ $p < 0,05$), apontando que quanto maior a precipitação menor é a taxa de queda foliar.

Fenologia reprodutiva

Os indivíduos monitorados de *B. salicifolius* manifestaram o surgimento dos botões florais em setembro, outubro e novembro, respectivamente, nos anos 01, 02 e 03, período este já referido como sendo o momento de renovação foliar da espécie, ressaltando a relação de que o sucesso reprodutivo de uma espécie está intimamente ligado com sua fenologia vegetativa (SOLA, 2006).

No ano 01 a presença de botões florais foi notada a partir de setembro e estendeu-se até novembro, mês em que foi verificada a presença da antese. Já no ano 02, o surgimento dos botões florais foi registrado em outubro em todos os indivíduos monitorados, seguido do aparecimento da antese em apenas algumas árvores; a maior intensidade desse evento foi registrada em dezembro (Figura 14).

As variações dos períodos identificadas dentro dos anos são justificadas em sua maioria pelas diferenças de precipitação que envolvem os meses em que ocorreram os eventos fenológicos. Dentre eles o mês de setembro, onde a diferença da precipitação pode ter regulado essa fenofase, registrou-se 307,4 mm no ano 01, no ano 02 49,4 mm e no 03 o acumulado para o mês foi de 61,4 mm fornecendo indícios que a variação do primeiro ano esteja relacionada a essa discrepância dos acumulados de precipitação (Figura 3).

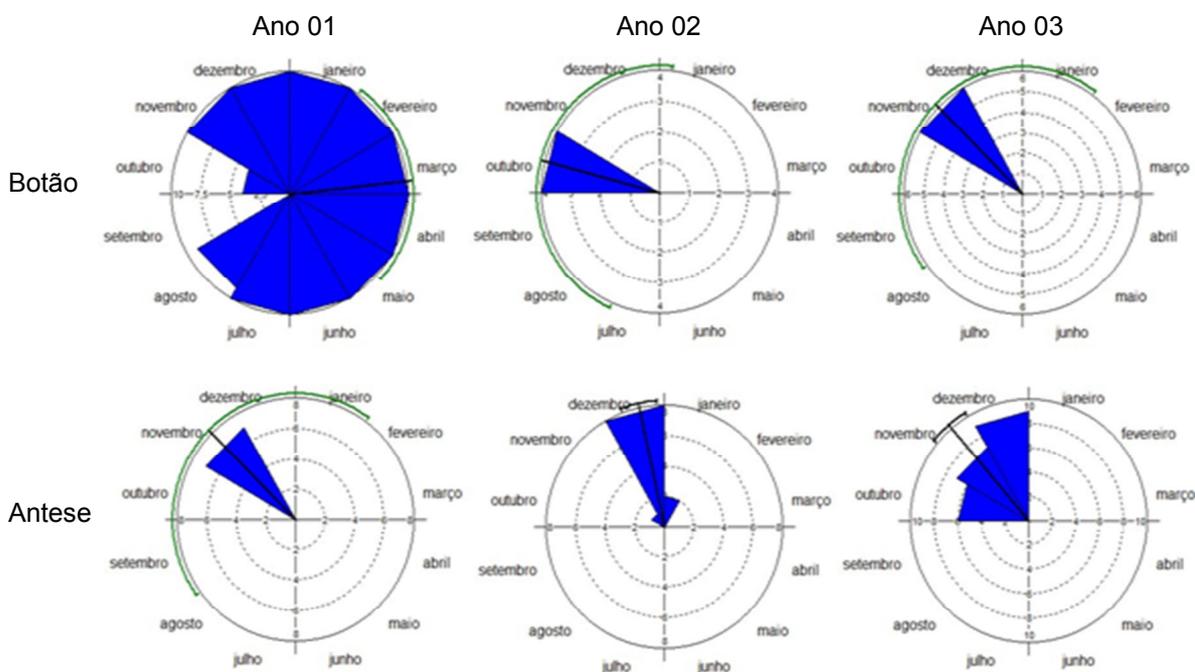


FIGURA 14. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Blepharocalyx salicifolius* nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

A estatística do teste de Spearman registrou correlação positiva e significativa ($r_s = 0,41$ $p < 0,05$) no ano 01 entre a precipitação e a fenofase de botão, sugerindo que essa afirmação esteja correta. Para as demais variáveis não foi verificada correlação. Ainda em se tratando de floração, a antese apresentou correlação positiva significativa com fotoperíodo no ano 02 e 03 ($r_s = 0,72$ $p < 0,05$) e ($r_s = 0,58$ $p < 0,05$) e com temperatura máxima ($r_s = 0,65$ $p < 0,05$), temperatura média ($r_s = 0,60$ $p < 0,05$) mínima ($r_s = 0,51$ $p < 0,05$) (Apêndice 2).

A fenofase de frutos verdes de *B. salicifolius* foi registrada a partir de novembro nos anos 01 e 02 e no ano 03 a partir de outubro foi possível visualizar frutos verdes em alguns indivíduos (Figura 15). A presença de frutos verdes iniciada em novembro do ano 01 se estendeu até fevereiro, logo após o que foi possível verificar frutos maduros, em pequena quantidade. O fato de não se verificar um longo período e nem o máximo de intensidade de frutos maduros pode estar relacionado à dificuldade em separar frutos verdes dos maduros dentro deste ano.

No ano 02 a frutificação iniciou-se em novembro, seguida da presença de frutos maduros, que se estendeu até março. No ano 03 a antecipação da manifestação de frutos verdes logo após o surgimento da antese, reflete claramente

ter ocorrido uma variação no que até então era o comportamento padrão da espécie. Devido a essa variação observou-se também que a presença de frutos maduros foi mais longa que nos anos anteriores.

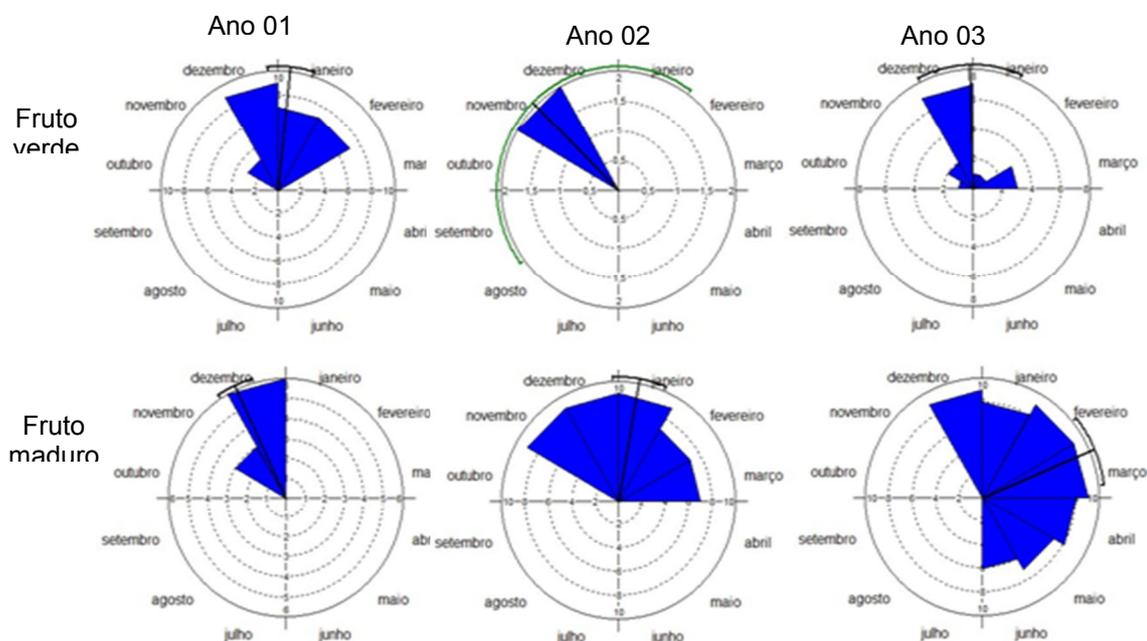


FIGURA 15. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Blepharocalyx salicifolius* nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

Na pesquisa de Sousa (2003) desenvolvida neste mesmo segmento Aluvial, analisando a deposição de serapilheira registrou o período de floração e frutificação ocorrendo de outubro a março, comportamento este que se repete ao acompanhar visualmente os indivíduos desta espécie.

Os coeficientes de Spearman evidenciaram que nos três anos de estudo a produção de frutos verdes esteve correlacionada de maneira fraca, mas positiva com as temperaturas mínima ($r_s = 0,47$ $p < 0,05$), temperatura máxima e média ($r_s = 0,48$ $p < 0,05$), seguida do fotoperíodo ($r_s = 0,53$ $p < 0,05$) mostrando haver possivelmente uma relação um pouco mais elevada com o aumento das horas do dia para a produção de frutos verdes. O fotoperíodo também atuou sobre a antese com uma correlação significativa positiva de ($r_s = 0,48$ $p < 0,05$).

Quando analisados os três anos de forma individual, foi possível perceber forte correlação das variáveis ambientais sobre as fenofases, principalmente quanto à produção de frutos verdes, como já observado nas correlações entre os anos.

No ano 01 a produção de frutos verdes esteve fortemente correlacionada com as temperaturas mínima ($r_s = 0,80$ $p < 0,05$), média ($r_s = 0,79$ $p < 0,05$), máxima ($r_s = 0,81$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($r_s = 0,83$ $p < 0,05$). Liebsch e Mikich (2009), ao correlacionarem as fenofases reprodutivas de diferentes formas de vida com variáveis ambientais em Floresta Ombrófila Mista na região oeste do Paraná, verificaram ocorrer correlações positivas com as temperaturas em relação à presença de frutos imaturos. Entretanto, a variável que melhor se correlacionou no estudo foi o fotoperíodo. As semelhanças nos resultados podem indicar o fotoperíodo como um gatilho para o surgimento de algumas fenofases em Floresta Ombrófila Mista, como já observado por Marques et al (2004).

Para o ano 02 a fenofase que melhor se correlacionou com as variáveis analisadas foi a antese, com destaque para a temperatura média ($r_s = 0,59$ $p < 0,05$), para a temperatura máxima ($r_s = 0,64$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($r_s = 0,72$ $p < 0,05$). No ano 03 correlações positivas com temperaturas foram observadas, porém com valores menores do que as do ano 01.

De forma geral e com base nos resultados obtidos através das correlações é possível deduzir sobre a existência de uma profunda relação das fenofases reprodutivas desta espécie com as temperaturas. Como ressaltado por Glover (2007) o tempo de floração e frutificação de uma planta depende da adequada exposição ao frio, mas também da acumulação subsequente de calor. *Blepharocalyx salicifolius* nesta presente pesquisa apresenta-se como uma espécie perenifólia e com floração e frutificação anual. Segundo Withemore (1990), isso é um comportamento típico de espécies climácicas em florestas úmidas que possuem somente um evento principal de floração por ano, geralmente na mesma época, diferentemente das espécies pioneiras que têm floração contínua, apresentando alguns eventos reprodutivos ao longo de todo o ano.

Schinus terebinthifolius

Fenologia vegetativa

A abscisão foliar dos indivíduos de *S. terebinthifolius* predominou durante os meses de julho, agosto e setembro, sendo observada em praticamente 100% dos indivíduos monitorados no período de estudo (Figura 16). Para TAIZ (2006), a

senescência foliar está geneticamente programada em cada espécie em cada órgão ou tecido da planta.

A queda das folhas é resultado da formação de uma zona de abscisão formada na base do pecíolo e está associada com a queda do nível de auxina na lamina foliar.

Ao analisar as correlações obtidas no estudo entre os anos, verificou-se a existência de uma correlação negativa da queda foliar com todas as variáveis, principalmente com a temperatura mínima ($r_s = -0,59$ $p < 0,05$), o que remete observar que esta fenofase ocorreu quando foi registradas baixas temperaturas (Figura 3).

Ao analisar as correlações obtidas no estudo entre os anos, verificou-se a existência de uma correlação negativa da queda foliar com todas as variáveis, principalmente com a temperatura mínima ($r_s = -0,59$, $p < 0,05$), o que remete observar que esta fenofase ocorreu quando foram registradas baixas temperaturas (Figura 3).

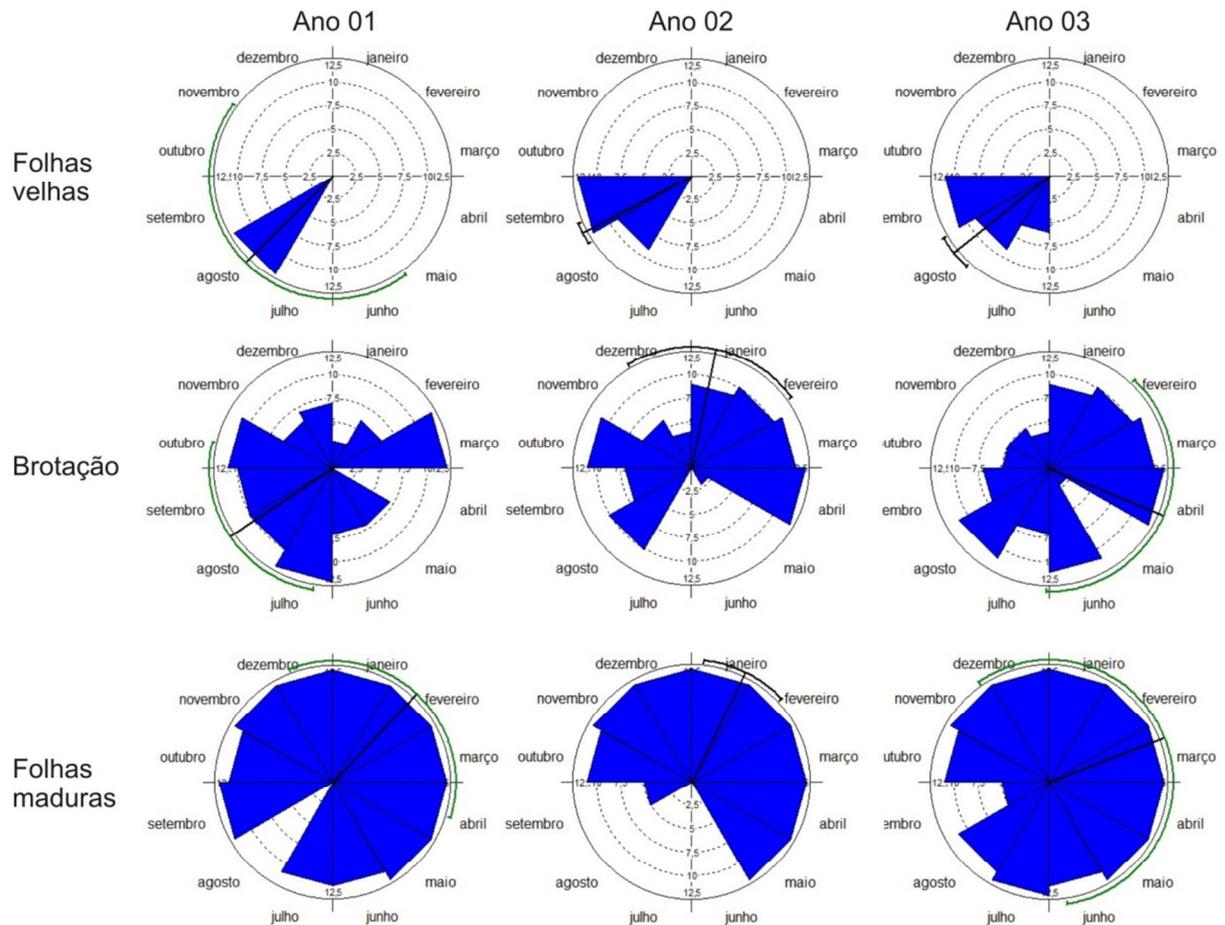


FIGURA 16. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Schinus terebinthifolius* nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

Para a fenofase de folhas velhas as correlações foram significativa negativas no ano 01 com temperatura mínima e precipitação ($rs = -0,50$ $p < 0,05$) para ambas as variáveis. No ano 02, foram significativas para as quatro variáveis analisadas, com o fotoperíodo ($rs = -0,87$ $p < 0,05$), com a temperatura mínima ($rs = -0,74$ $p < 0,05$), temperatura média ($rs = -0,71$ $p < 0,05$), com a temperatura máxima ($rs = -0,70$) e precipitação ($rs = -0,43$ $p < 0,05$) No ano 03 valores semelhantes foram observados, porém não tão altos quanto ao do ano anterior, com destaque para a correlação negativa com a precipitação ($rs = -0,56$ $p < 0,05$). Essa afinidade com praticamente todas as variáveis sugere a plasticidade da espécie, que se desenvolve influenciada por praticamente todas as pressões impostas pelo ambiente.

O brotamento foi constante durante todos os meses (Figura 16), com o pico de concentração do surgimento de folhas novas ocorrendo entre agosto e setembro, período compatível com a queda foliar. Apesar da emissão de folhas ocorrer de forma contínua, após a renovação foliar (agosto e setembro) a espécie reduz a quantidade de emissão de folhas novas, retomando essa atividade com mais intensidade nos meses de janeiro, fevereiro e março, no período considerado chuvoso.

Talora e Morellato (2000), monitorando o comportamento fenológico de um grupo de espécies de Planície Litorânea em São Paulo observaram o período de março como sendo o de brotação para outra espécie de Anacardiaceae. Esse comportamento de continuidade de brotamento assemelha-se ao observado por Dias (2007) ao estudar a fenologia de espécies arbóreas em uma Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras-MG, cujas espécies apresentaram dois períodos sucessivos de renovação foliar, independentes da estação, estando associados a uma condição específica do ambiente estudado.

Notou-se durante o monitoramento fenológico que *S. terebinthifolius* nunca ficou sem folhas, apesar do pico pronunciado de queda foliar e o surgimento contínuo de folhas, principalmente na porção área mais exposta ao sol a planta não apresentou um comportamento típico de espécies decíduas, sendo, portanto uma espécie perenifólia.

De forma isolada, respeitando as particularidades das condições ambientais de cada ano, observa-se correlações em todas as fenofases vegetativas, com destaque para as correlações positivas na fenofase de folhas maduras nos dois primeiros anos do estudo, sendo obtidos correlações com temperatura mínima de ($rs = 0,78$ $p < 0,05$), com temperatura média ($rs = 0,76$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($rs = 0,74$ $p < 0,05$), seguida da precipitação ($rs = 0,60$ $p < 0,05$), valores estes registrados para o ano 01.

No ano 02 observa-se correlação positiva significativa com temperatura máxima ($r_s = 0,67$, $p < 0,05$) com as temperaturas mínima ($r_s = 0,58$ $p < 0,05$), média ($r_s = 0,56$ $p < 0,05$) e), e com o fotoperíodo ($r_s = 0,58$ $p < 0,05$). No ano 03 somente foi obtida correlação positiva para essa fenofase com a temperatura mínima ($r_s = 0,46$ $p < 0,05$). Sendo assim a temperatura e o fotoperíodo fatores que se destacaram (Apêndice 1; Apêndice 2).

Fenologia reprodutiva

Dos 12 indivíduos monitorados durante o estudo todos manifestaram as fenofases reprodutivas em algum dos três anos. O que não foi semelhante entre os anos relaciona-se ao fato de alguns indivíduos manifestarem as fenofases reprodutivas de forma supra-anual.

A floração, que compreende o surgimento do botão floral e da antese, ocorreu entre outubro e novembro, sendo iniciada no ano 01 em novembro, no ano 02 em outubro e no ano 03 novamente em novembro, sendo concomitantes os dois estágios reprodutivos (Figura 17).

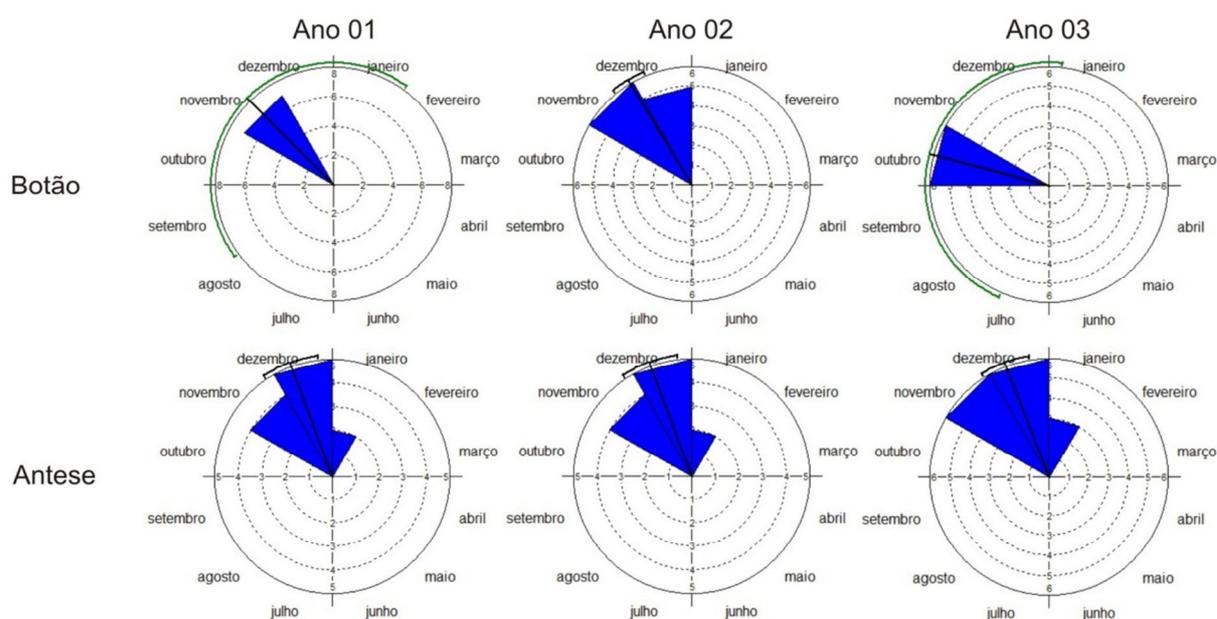


FIGURA 17. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Schinus terebinthifolius* nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

A antecipação quanto à presença de botões florais em outubro no ano 02 pode ser entendida como uma resposta da planta às condições ambientais impostas, visto que os baixos valores de precipitação observados nos meses anteriores, seguidos de um período de chuva significativo no mês de outubro, podem ter sido o estímulo necessário para que as plantas iniciassem o processo de indução floral.

Carmo e Morellato (2000) registraram o período de floração de *S. terebinthifolius* na Bacia do Rio Tibagi no Paraná, como sendo em entre agosto e novembro, e a frutificação de agosto a março, padrão este que se assemelha com a presente pesquisa.

Em uma restinga no litoral norte fluminense, César (2007) observou em *Schinus terebinthifolius* dois picos de floração durante o ano, ambos na estação chuvosa. A produção de botões apresentou picos em março e dezembro, sendo essa fenofase positivamente correlacionada com a precipitação e com a temperatura média mensal.

Quando analisado o padrão de frutificação, o mesmo aconteceu simultaneamente à floração, ou seja, na medida em que ocorria a formação do botão floral e da antese, já era possível observar a presença de frutos verdes, e no decorrer dos meses a presença de frutos maduros (Figura 18).

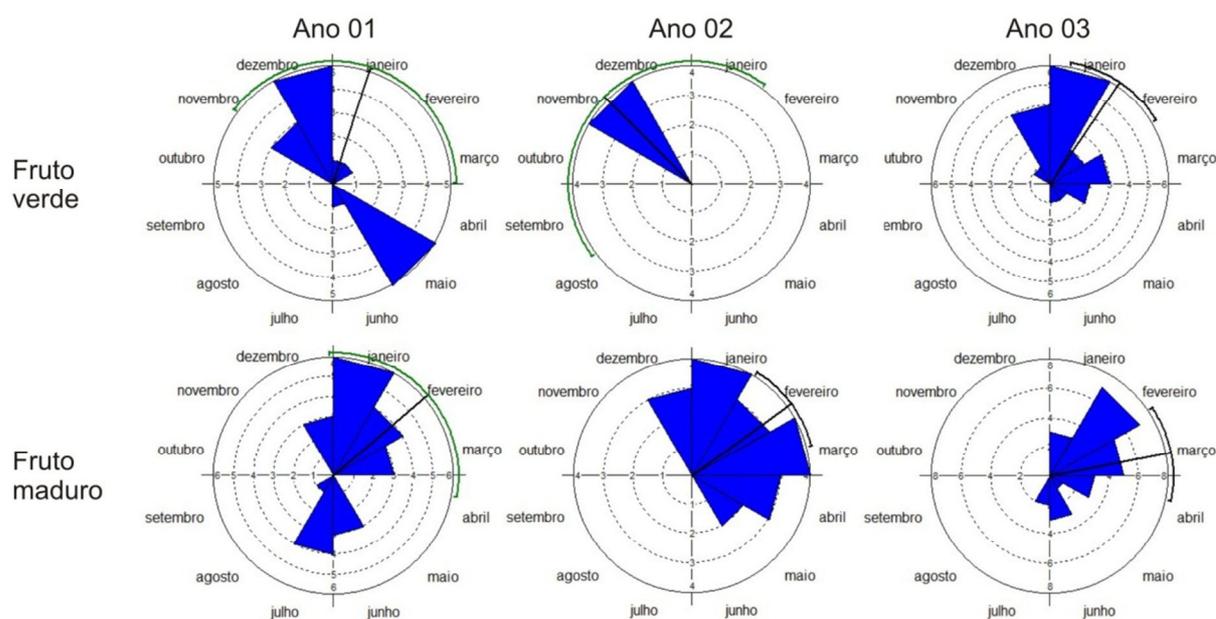


FIGURA 18. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Schinus terebinthifolius* nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

Os frutos maduros foram observados por aproximadamente seis meses, com maior intensidade entre de janeiro, fevereiro e março. A disponibilidade de frutos maduros por um longo período de tempo garante que a espécie possa competir por dispersores (FOSTER, 1980).

Lenzi e Orth (2004), em restinga no litoral de Santa Catarina, registraram para *S. terebinthifolius* o período de floração seguido da frutificação entre setembro a março. O mesmo período foi evidenciado por Azevedo *et al.* (2011) na serra da Mantiqueira, sob domínio de Floresta Ombrófila Densa. Neste mesmo tipo florestal, Pereira *et al.* (2008) registraram floração de março a junho e frutificação de maio a setembro. Em estudo desenvolvido por Ferreira (2011), em Santa Maria na depressão central do Rio Grande do Sul, foi registrado o surgimento de botão floral seguido da antese entre novembro e maio, e o aparecimento de frutos verdes de dezembro a julho. A presença de frutos maduros foi contínua, corroborando com o observado no presente trabalho.

Lenzi *et al.* (2004), ainda acrescenta que a divergência nos períodos das fenofases reprodutivas e vegetativas está associada a sua rusticidade e plasticidade.

Referente às correlações, quando analisado todo o período estudado verifica-se apenas a correlação positiva de ($r_s = 0,40$ $p < 0,05$) com o fotoperíodo e, em cada ano observado isoladamente, somente no ano 02 é que foi encontrada correlação positiva com temperatura mínima ($r_s = 0,45$ $p < 0,05$) e temperatura média ($r_s = 0,45$ $p < 0,05$). Ferreira (op. cit.), ao verificar a fenofase frutificação, não encontrou correlação com variáveis ambientais.

Em relação a essa baixa correlação com as variáveis ambientais remete ao proposto por Van der Pijl (1982) que associa o sucesso das fenofases reprodutivas ao tempo de maturação dos frutos a partir da floração, determinando o período mais favorável para a dispersão de acordo com sua síndrome.

Se os fatores abióticos não influenciam diretamente a frutificação, podemos inferir que o tempo de maturação dos frutos a partir da floração, determinando a época de ocorrência desta fenofase, provavelmente estará relacionado ao período mais favorável para a dispersão das sementes, de acordo com suas síndromes.

Com base no comportamento reprodutivo da espécie, pode-se inferir que *S. terebinthifolius* teve um padrão reprodutivo contínuo no fragmento de Floresta

Ombrófila Mista Aluvial estudado. Na Figura 19 observam-se os aspectos fenológicos reprodutivos da espécie.



FIGURA 19. Fenofases reprodutivas de *S. terebinthifolius*: A - botão floral; B - antese; C - fruto verde; D - fruto maduro.

Allophylus edulis

Fenologia vegetativa

Todos os indivíduos monitorados de *A. edulis* são de sub-bosque e realizam suas fenofases vegetativas simultaneamente, nunca ficando sem folhas. A espécie inicia de maneira contínua a deposição de folhas velhas entre abril e agosto, sendo observada a mudança de coloração das folhas em meses distintos entre os anos do

estudo. No ano 01 o período de queda foliar foi registrado entre junho e agosto, seguido da produção de folhas novas no mês seguinte. Para os anos 02 e 03 o comportamento da espécie foi semelhante, sendo a queda foliar observada a partir de abril até agosto (Figura 20).

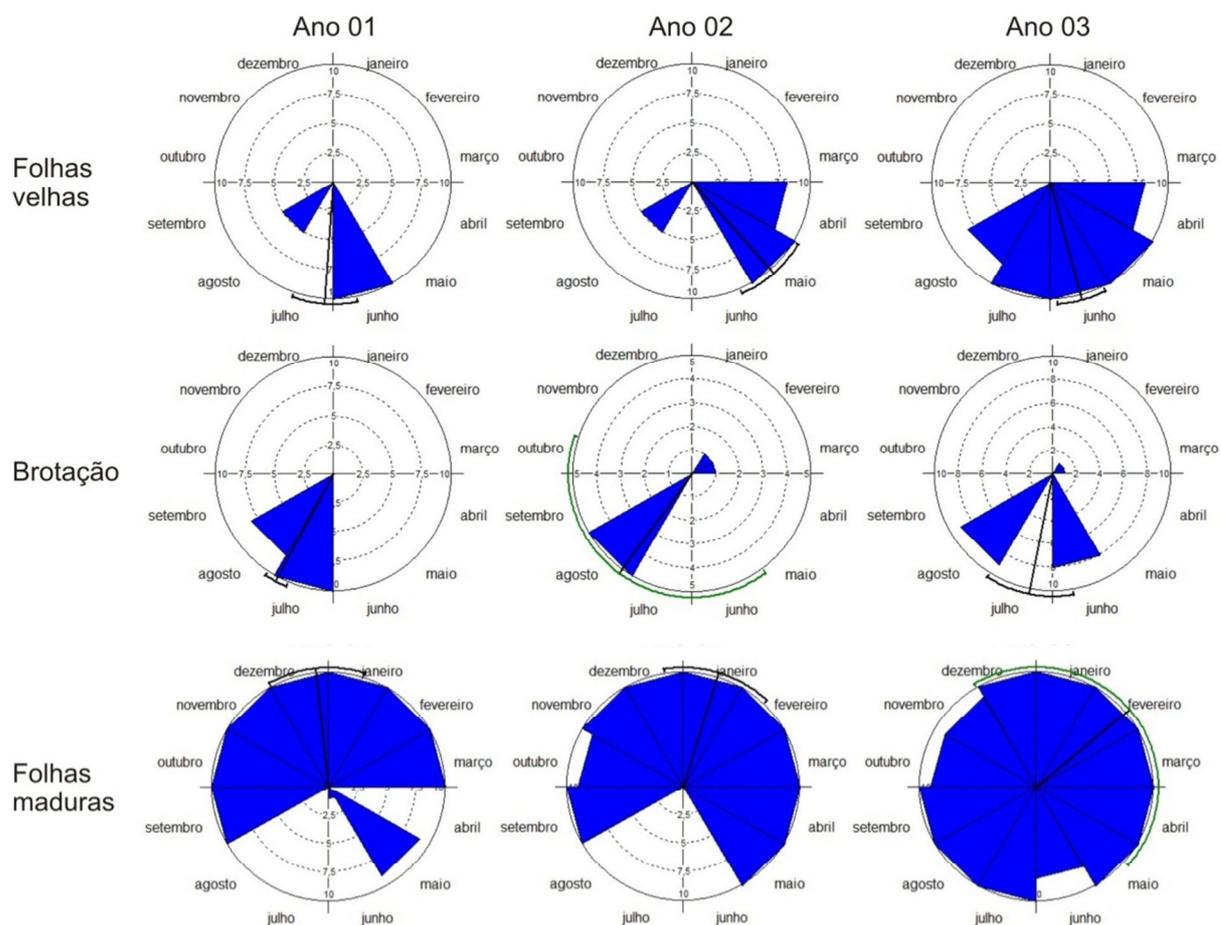


FIGURA 20. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Allophylus edulis* nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR

Muito pouco se sabe sobre a fenologia vegetativa de espécies arbóreas de sub-bosque principalmente relacionadas à ao período de queda foliar, Stephenson (1991) sugere que os fatores que regulam essa fase na vida das plantas de sub-bosque seja o microclima criado e que esteja regulado principalmente pelos indivíduos de dossel.

A brotação variou entre os anos, uma vez que o surgimento de folhas novas ocorreu em momentos separados: no ano 01 seguiu-se à queda foliar; no ano 02 dois indivíduos manifestaram o surgimento de folhas novas nos meses de fevereiro e março, sendo que os demais manifestaram folhas novas no mês de agosto.

Por sua vez, no ano 03 as folhas novas surgiram em dois meses distintos, em junho e novamente em agosto. A possível justificativa para essa diferença de um mês para o registro da fenofase pode estar relacionada a uma condição microclimática registrada no mês de julho, onde a precipitação atingiu o 222,6 mm, a maior quantidade de chuva registrada; combinada com as baixas temperaturas para este mês, podem ter desencadeado a queda foliar e posterior emissão de folhas novas.

Quando correlacionadas as fenofases vegetativas com as variáveis ambientais entre os anos, observa-se a existência de correlações negativas com as fenofases de brotação e folhas velhas. A primeira com as temperaturas mínimas e médias e o fotoperíodo, enquanto que a segunda com todas as variáveis. Porém, correlações negativas e significativas somente folhas velhas com temperatura mínima ($r_s = -0,62$ $p < 0,05$), temperatura média ($r_s = -0,61$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($r_s = -0,64$ $p < 0,05$). Em cada ano observado separadamente, o mesmo comportamento é verificado, com destaque para a influência da precipitação na fenofase de brotação ($r_s = -0,56$ $p < 0,05$) no ano 03.

Cardoso (2007), correlacionando a fenologia de espécies de sub-bosque observou não haver correlação com as com variáveis climáticas em 7 de 16 espécie amostradas em Floresta Atlântica Semidecídua, quando observado queda foliar, entretanto altas correlações negativas significativas com as temperaturas

A fenologia vegetativa desta espécie segue uma tendência sazonal tanto em relação a sua queda foliar como o brotamento, podendo estar vinculada esta baixa sazonalidade à posição estrutural que ocupa dentro da floresta, que limita a disponibilidade de luz necessária para programar esta fenofase de forma concentrada, por isso a espécie apresenta um comportamento típico de espécie perenifólia (Figura 20).

Fenologia reprodutiva

O surgimento dos botões florais para a espécie ocorreu em agosto nos três anos do estudo, estendendo até setembro para cada ciclo reprodutivo. A antese por sua vez foi visualizada dentro do próprio mês de agosto e, para alguns indivíduos, no mês de setembro. Nota-se que nem todos os indivíduos florescem e por

consequência frutificam no mesmo ano; as variações observadas entre cada ano apontam que não necessariamente um indivíduo que expressou suas fenofases reprodutivas no ano 01, vá expressá-las nos anos 02 e 03, dando indicativos de tratar-se de uma frutificação supra-anual nesta condição (Figura 21).

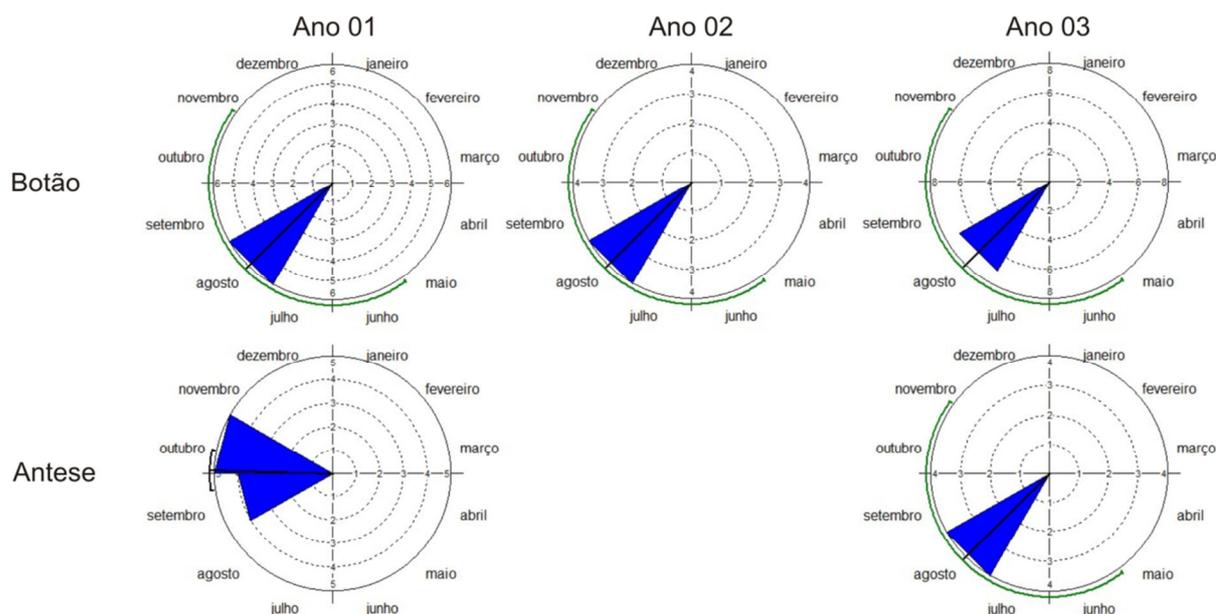


FIGURA 21. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Allophylus edulis* nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

Ziger *et al.* (2009) comentam que floração para esta espécie no sul do Brasil em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista, ocorreu entre agosto e outubro em apenas alguns indivíduos, chamando a atenção do fato de existir uma baixa sincronia nesta fenofase, onde somente alguns indivíduos manifestaram a produção de flores.

Para Athayde *et al.* (2009) ao acompanhar o comportamento fenológico de espécies arbóreas entre elas *A. edulis* em uma floresta ribeirinha no Rio Grande do Sul, verificou que o início da floração ocorreu entre agosto e outubro, sendo setembro o mês de concentração dessa fenofase, período semelhante ao encontrado no presente trabalho.

A presença de frutos verdes foi observada no ano 01 em setembro e outubro, seguida da presença de frutos maduros, que ocorreu em novembro. No ano 02 a frutificação foi registrada em outubro e novembro no ano 03, o que corresponde ao período de floração do ano 02, sendo essa fenofase observada até janeiro (Figura 22).

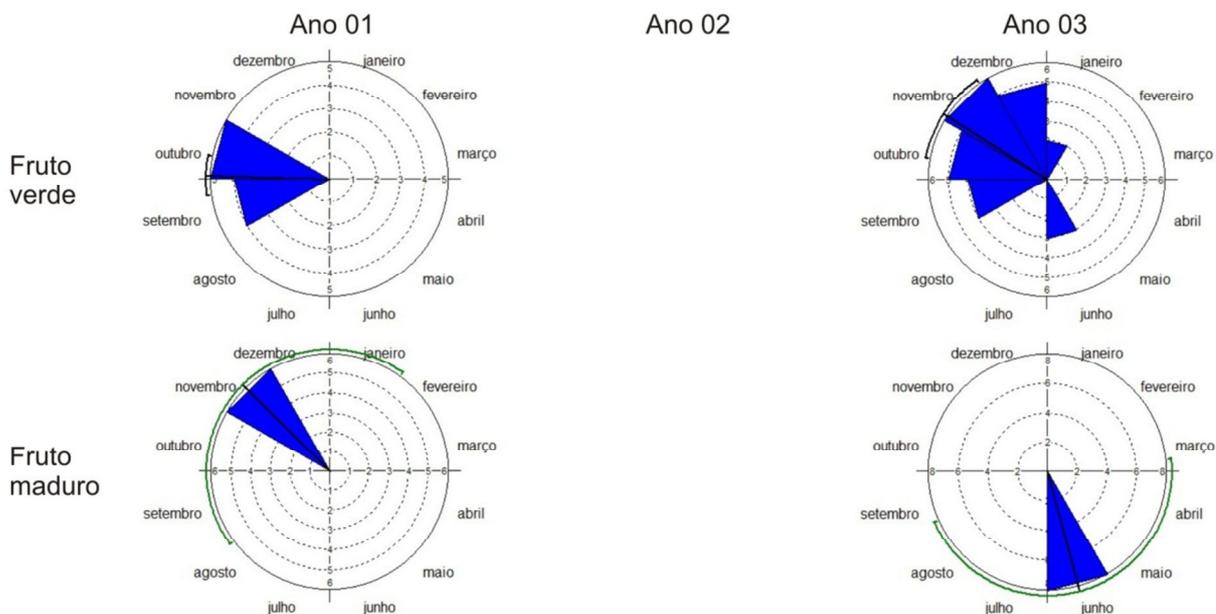


FIGURA 22. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Allophylus edulis* nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR

No ano 03 uma particularidade é registrada em relação à presença de frutos verdes e frutos maduros, quando um novo registro é identificado no mês de junho, variação atípica do que estava sendo observado na espécie, uma vez que nas incursões de campo que antecederam aos registros de frutos verdes e maduros, não havia sido registrada a presença de botão floral e antese. A fenologia de espécies de sub-bosque é comprometida no aspecto de visualização, uma vez que o sombreamento e a projeção de copa das espécies de dossel pode comprometer a diferenciação da fenofase.

Kudo; Ida e Tani (2008) apontam que a produção de frutos é fisiologicamente ligada à atividade fotossintética, que é determinada pela dinâmica do dossel e sua influência na disponibilidade de luz no sub-bosque, e com o balanço de carbono, o que reflete a história de vida e traços individuais nas espécies.

Para as fenofases reprodutivas entre os anos, apenas uma fraca correlação negativa foi registrada para botões florais com a temperatura mínima ($rs = -0,40$ $p < 0,05$). Dentro de cada ano a fenofase de botão também apresentou correlação negativa com temperatura mínima e fotoperíodo, ambas de ($rs = -0,50$ $p < 0,05$) no ano 01. No ano 02 foi à antese que apresentou correlação negativa com as temperaturas e o fotoperíodo. Para o ano 03 a fenofase de antese mostrou correlação negativa com a precipitação ($rs = -0,62$ $p < 0,05$), e a fenofase de frutos maduros apresentou correlação negativa com as temperaturas mínima ($rs = -0,51$ $p <$

0,05), média ($r_s = -0,59$ $p < 0,05$) e máxima ($r_s = -0,53$ $p < 0,05$) e com a temperatura ($r_s = -0,40$ $p < 0,05$) (Apêndice 1; Apêndice 2). Na figura 22 é vista as fenofases reprodutivas da espécie.

A importância de estudos com espécies de sub-bosque são reafirmados por Liang *et al.* (2011) destacando que a fenologia de espécies de sub-bosque é um importante indicador da qualidade de uma floresta em relação à ciclagem de nutrientes e à interação entre as espécies, bem como da relação das plantas com a luminosidade. Ainda como observado por Santos (2007) os microclimas diferenciados provenientes da estratificação vertical da floresta, seria um dos principais fatores responsáveis pelas diferenças encontradas na fenologia vegetativa e reprodutiva das espécies arbóreas entre estratos, o que necessita de um estudo mais aprofundado dessas relações. Na Figura 23 é possível observar a presença de frutos verdes e maduros da espécie.



FIGURA 23. Fenofases reprodutivas de *A. edulis*: a - fruto verde; b - fruto maduro.

Hovenia dulcis

Fenologia vegetativa

Esta espécie que apresenta um comportamento caducifólio iniciando o seu processo de senescência foliar em março, resultando em queda total de todas as

suas folhas até meados de agosto e setembro, comportamento semelhante observado para os anos 01 e 02. No ano 03 o período de queda foliar foi observado iniciando em abril, um mês mais tarde do que o relatado para os dois anos anteriores, sendo em agosto o pico máximo, onde todos os indivíduos encontravam-se sem folhas, resultando na abertura do dossel (Figura, 24).

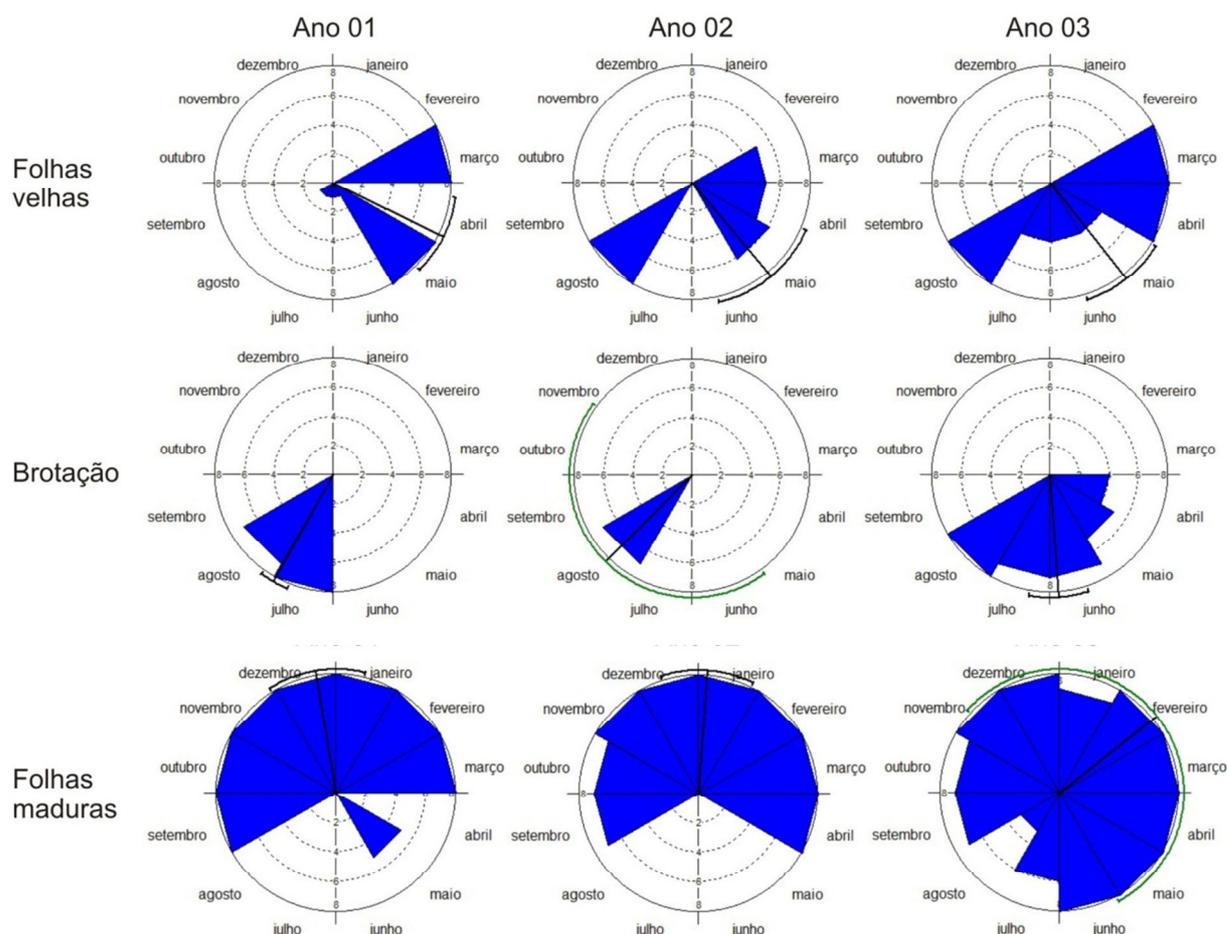


FIGURA 24. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Hovenia dulcis* nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

A brotação ocorreu em julho nos anos 01 e 03, o que provavelmente também aconteceu no ano 02, quando não houve a leitura mensal (Figura 24). O surgimento de folhas novas do ano 01 estendeu-se até setembro do ano 02, e do ano 02 até outubro do ano 03. Emissões esporádicas foram observadas nos meses de verão dos anos 02 e 03 para alguns indivíduos, provavelmente estimuladas pelos altos índices pluviométricos ocorridos. No ano 01 não foram observadas.

As correlações geradas para essa fenofase apontam valores negativos com as temperaturas mínima ($r_s = -0,51$ $p < 0,05$), média ($r_s = -0,46$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($r_s = -0,45$ $p < 0,05$) entre os anos, situação que se repetiu no ano 01. No

ano 02 a única correlação observada, mesmo que negativa, foi em relação à temperatura mínima ($r_s = -0,40$ $p < 0,05$); já no ano 03 as correlações também foram semelhantes às do ano 01. Não houve correlação com a precipitação.

A espécie passa cerca de oito meses do ano com folhas maduras, que são substituídas de maneira pontual, com sazonalidade marcada quando as folhas que se tornam velhas são substituídas por novas (Figura 24).

Observando os valores obtidos através das correlações verifica-se a ocorrência de valores positivos e significativos da presença de folhas maduras com as temperaturas mínima ($r_s = 0,83$ $p < 0,05$), média ($r_s = 0,77$ $p < 0,05$) e máxima ($r_s = 0,72$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($r_s = 0,77$ $p < 0,05$), dentro dos três anos estudados.

Ao analisar os anos separadamente, para a presença de folhas maduras observa-se valores muito semelhantes aos encontrados para os três anos juntos (Apêndice 1), denotando a profunda relação entre a fenofase de folhas maduras com as temperaturas e com o fotoperíodo. Observa-se que a correlação com a precipitação só foi evidenciada no ano 01 com valor significativo e positivo de ($r_s = 0,77$ $p < 0,05$), e ($r_s = 0,47$ $p < 0,05$) e ($r_s = 0,46$ $p < 0,05$) entre os anos e no ano 03, respectivamente.

Como sua troca de folhas ocorre dentro de um período de tempo definido, observa-se que a abertura de luz proporcionada por essa renovação foliar garante a germinação de plântulas presentes no banco de sementes depositadas no solo (ob. pessoal).

Considera-se que o investimento energético na produção de folhas de espécies caducifólias é muito diferente das espécies perenifólias. Espécies que mantem suas folhas por um período de tempo mais estendido necessitam investir mais em lignina e fibras e menos em matérias que atuem na atividade fotossintética e em taxas de crescimento, o contrário é visto para espécies caducas que tem um maior investimento em enzimas fotossintéticas e outras proteínas e menores investimentos em lignina e fibras (GUREVICTH; SCHEINER e GORDAN, 2006).

Fenologia reprodutiva

Para os indivíduos de *H. dulcis* monitorados os primeiros botões florais visualizados dentro dos anos observados ocorreram em agosto, seguidos da antese nos meses posteriores. No ano 01 o registro da presença de botões florais e antese entre setembro e novembro refere-se a um ciclo reprodutivo iniciado no ano anterior ao do início do estudo. No ano 02 o registro entre novembro e dezembro refere-se às fenofases iniciadas em agosto como já descrito ter ocorrido no ano 01 e, por fim, o que foi visualizado de setembro a janeiro dessas fenofases refere-se ao início da fenofase manifestada no ano 02 (Figura 25.)

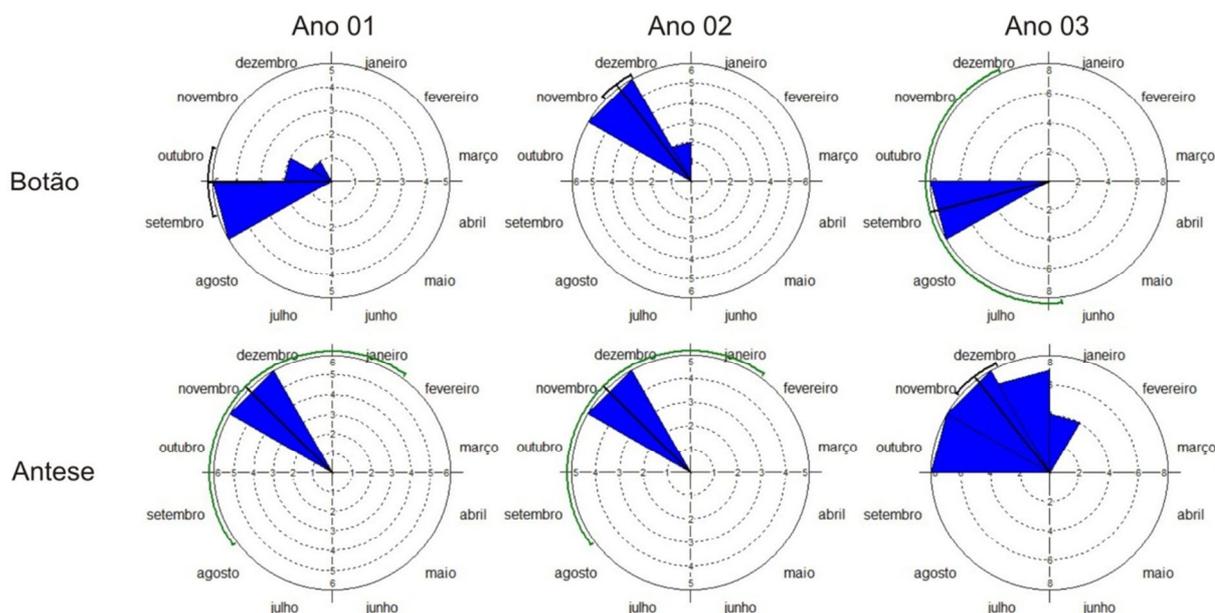


FIGURA 25. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Hovenia dulcis* nas fenofases de floração em Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

A floração é uma característica importante da planta, podendo estar relacionada com o potencial de invasão de espécies exóticas (GODOY, 2008). Inúmeros estudos têm apontado que ambientes antropizados são os mais propensos ao estabelecimento de espécies invasoras, devido a condições específicas contidas nestes ambientes que desempenham um papel importante na criação e propagação de espécies invasoras (CADOTTE *et al.*, 2006).

Em um estudo conduzido por Mickich e Menezes (2001) em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, foi verificado o início da floração no mês de setembro, período este que se assemelha do observado neste estudo.

A presença de frutos verdes no ano 01 ocorreu entre novembro e fevereiro, quando todos os indivíduos atingiram o máximo dessa fenofase; os frutos maduros foram visualizados de março a agosto. No ano 02 os frutos verdes ocorreram em dezembro, ocorrendo em seguida o surgimento de frutos maduros, estendendo-se até maio. No ano 03 a presença de frutos verdes foi observada entre setembro e abril, e os primeiros frutos maduros foram observados em fevereiro, seguindo até agosto (Figura 26).

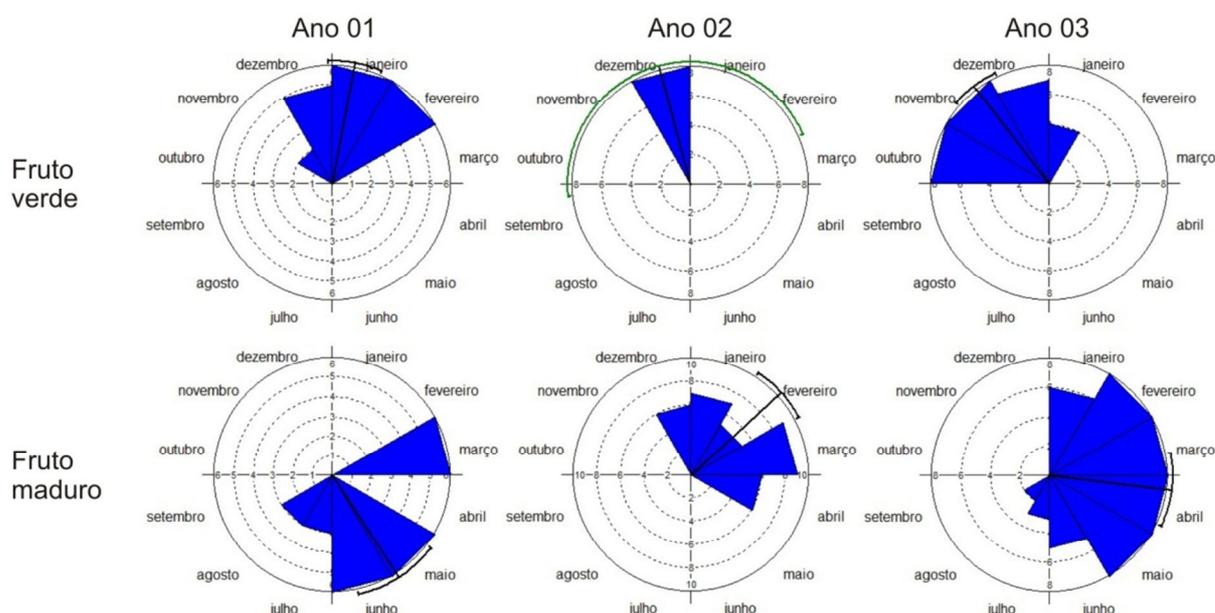


FIGURA 26. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Hovenia dulcis* nas fenofases de frutificação Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

Com a queda dos frutos começa então o surgimento de folhas novas. Poorter (2007) cita que o esforço reprodutivo despendido pelas plantas é tanto que a planta necessita desenvolver suas fenofases reprodutivas em períodos contrários às fenofases vegetativas. A espécie, ao derrubar suas folhas e logo em seguida iniciar seus processos reprodutivos, utiliza como estratégia de realocação de nutrientes.

É importante ressaltar que os frutos produzidos pela espécie são palatáveis tanto para animais quanto para humanos, o que amplia sua gama de ocupação em diversos ambientes através destes dispersores.

Os resultados encontrados apontam existir uma relação significativa entre as temperaturas (mín., méd., e máx.) com a fenofase de frutos verdes entre os anos, com valores de ($rs= 0,51$ $p < 0,05$), ($rs= 0,56$ $p < 0,05$) e ($rs= 0,60$ $p < 0,05$) respectivamente, e ($rs= 0,63$ $p < 0,05$) com o fotoperíodo.

Para o ano 01 detectou-se correlações significativas e positivas de ($r_s = 0,85$) com a temperatura mínima, ($r_s = 0,83$ $p < 0,05$) com temperatura média e ($r_s = 0,63$) com a temperatura máxima, e ($r_s = 0,83$ $p < 0,05$) com o fotoperíodo; o oposto observa-se com a fenofase de frutos maduros, que expressa ocorrer correlação com as temperaturas só que de forma negativa. Tais resultados refletem a maior eficiência da temperatura e do fotoperíodo atuando sobre a fenofase reprodutiva no que tange à frutificação.

No ano 02 as correlações evidenciadas estão associadas à fenofase de frutos maduros com as temperaturas mínima ($r_s = 0,70$ $p < 0,05$), média ($r_s = 0,64$ $p < 0,05$) e máxima ($r_s = 0,55$ $p < 0,05$), e ($r_s = 0,48$ $p < 0,05$) com fotoperíodo. Já no ano 03 as correlações novamente foram positivas e significativas com a fenofase frutos verdes para as temperaturas mínima, máxima e média.

A observação desses valores permite inferir que a afinidade encontrada entre essas variáveis ambientais pode estar relacionada à sua proximidade com climas quentes e úmidos (RICHARDSON, 1966). Essa afinidade com o clima local pode mudar a fenologia da espécie no que diz respeito à floração e por sua vez à frutificação, mas se o clima for semelhante ao seu país de origem essa alteração pode não ocorrer e a espécie florescer no mesmo tempo que as espécies nativas (DUDLEY, 2004).

É importante ressaltar que a fenologia de espécies exóticas é uma característica determinada geneticamente e que de forma geral é pouco modificada quando invadem uma nova região. Sua estratégia de estabelecimento e conseqüentemente o seu sucesso reprodutivo podem estar relacionados à ocupação dentro do ambiente (nicho temporal), descartando assim a influência dos filtros abióticos como fatores limitantes para a espécie (GODOY, 2009).

H. dulcis quando comparada com a espécie indicadora deste ambiente a *S. commersoniana* tem uma estratégia de incremento diferenciada, sendo que neste ambiente *H. dulcis* tem um crescimento mais vigoroso (dados não publicados) essa diferença na taxa de incremento pode ser justificada pela fenologia distinta de cada uma das espécies, *S. commersoniana* tem dois períodos reprodutivos o que faz com que tenha um gasto maior nessas atividades, disponibilizando poucos recursos para o investimento diamétrico. Na figura 27 observam-se as fenofases reprodutivas da espécie.



FIGURA 27. Fenofases reprodutivas de *H. dulcis*: A - Fruto verde; B - Fruto maduro

Ligustrum lucidum

Fenologia vegetativa

O monitoramento dos indivíduos de *L. lucidum* quanto à fenofase de queda foliar refletiu o comportamento da espécie em apresentar folhar velhas durante todo o período de estudo, mais evidente nos anos 02 e 03. A espécie produz uma grande quantidade de folhas (informação visual) que, durante o monitoramento, alteraram sua coloração gradativamente e, como indício da renovação foliar, a presença de manchas pretas indicava que as folhas pertenciam ao ciclo vegetativo anterior e que brevemente cairiam. A época de maior intensidade desta fenofase ocorreu de julho a agosto (Figura 28).

A emissão de folhas jovens também foi constante, entretanto, não tão intensa quanto a queda foliar. Essa fenofase no ano 01 concentrou-se em setembro; no ano 02 entre setembro e janeiro, sendo outubro o mês onde todos os indivíduos apresentavam folhas novas. No ano 03 a brotação foi mais contínua, quando foram visualizadas folhas novas em todos os meses de observação, sendo em agosto e setembro os meses de maior concentração da fenofase.

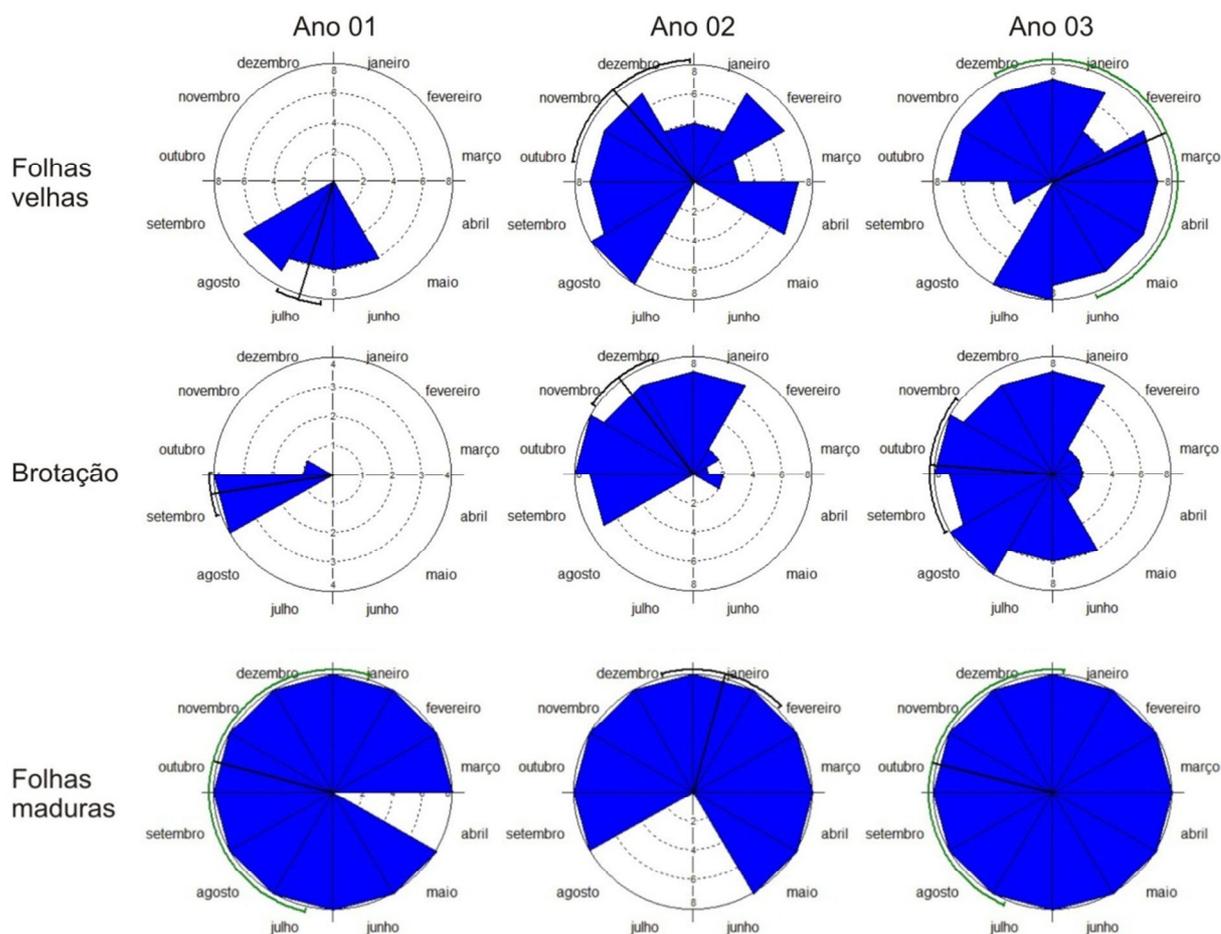


FIGURA 28. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Ligustrum lucidum* nas fenofases vegetativas em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

A renovação foliar, aqui entendida como a troca de folhas velhas por folhas novas, fundamental para a sequência do ciclo vegetativo da espécie ocorrer de forma simultânea. Para YAMADA (2000), as plantas emergem suas folhas continuamente, deixando que seu desenvolvimento ocorra de forma sequencial, sem uma periodicidade marcada como uma estratégia de garantir seu sucesso quanto à ciclagem de nutrientes, além de garantir a área fotossintética da planta.

A espécie, assim com *S. commersoniana*, *B. salicifolius*, *A. edulis*, *S. terebinthifolius*, nunca se mostrou desprovida de folhas. Comportamento diferente de *Hovenia dulcis*, a outra espécie alóctone foco deste estudo e que apresenta um comportamento decíduo (Figura 28).

Quando observados os valores de correlação obtidos para as fenofases vegetativas dentro dos anos observa-se valores positivos significativos para a fenofase de folhas maduras com as temperaturas mínima ($r_s = 0,47$ $p < 0,05$), média ($r_s = 0,51$ $p < 0,05$), máxima ($r_s = 0,53$ $p < 0,05$) e o fotoperíodo ($r_s = 0,47$ $p < 0,05$). Para as fenofases correlacionadas dentro de cada ano com as variáveis, observa-se

no ano 01 haver correlação positiva significativa relacionando folhas velhas com temperatura mínima ($rs= 0,53$ $p < 0,05$), temperatura média ($rs= 0,45$ $p < 0,05$) e temperatura máxima, além de uma correlação expressiva desta fenofase com a precipitação ($rs= 0,67$ $p < 0,05$); o oposto é verificado na fenofase de folhas velhas, onde as correlações são negativas e significativas com todas as variáveis analisadas.

No ano 02, com a variável fotoperíodo, as correlações foram significativas nas fenofases de brotação ($rs= 0,56$ $p < 0,05$), folhas maduras ($rs= 0,52$ $p < 0,05$) e folhas velhas ($rs= 0,50$ $p < 0,05$). Já no ano 03 ocorreu correlação positiva significativa apenas com as temperaturas média ($rs= 0,53$ $p < 0,05$) e máxima ($rs= 0,62$ $p < 0,05$).

De maneira geral uma planta como *L. lucidum* que apresenta um comportamento fenológico de espécie perenifólia, mantém suas folhas de um ciclo para o outro com vistas a garantir condições para realizar a fotossíntese sob qualquer condição ambiental.

Fenologia reprodutiva

Em *Ligustrum lucidum* a segunda espécie alóctone do estudo, a presença de botões florais foi visualizada em outubro nos anos 01 e 02 e em novembro no ano 03; divergência entre os anos foram relacionadas ao tempo de duração desta fenofase: no ano 01 durou dois meses - outubro e novembro, seguido do surgimento da antese; no ano 02 a presença de botões florais iniciou em outubro e, no mês de novembro, todos os indivíduos manifestavam essa fenofase, que se estendeu até dezembro.

A antese foi registrada neste ano em dezembro e janeiro, seguida de um registro em alguns indivíduos no mês de agosto, o que pode ser indício de que a fenofase iniciou antecipadamente. Em novembro, como o observado nos anos anteriores, é o máximo da fenofase, onde todos os indivíduos a expressavam. O surgimento da antese foi observado em outubro, estendendo-se até janeiro (Figura 29).

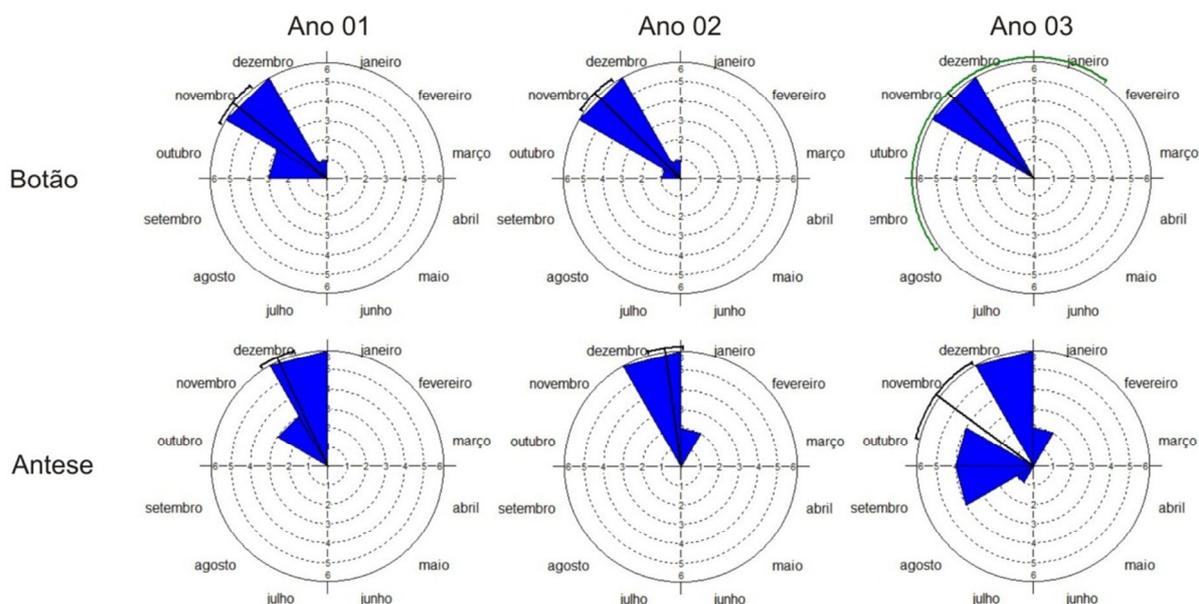


FIGURA 29. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Ligustrum lucidum* nas fenofases de floração em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

Nesta espécie os valores de correlação obtidos evidenciaram foram positiva significativa da fenofase de antese com o fotoperíodo ($r_s = 0,50$ $p < 0,05$) quando analisado os três anos em conjunto. Como já observado por Garcia (2006) como sendo o fotoperíodo o principal fator regulador das fenofases de floração e frutificação.

Em cada ano observado individualmente a antese se correlacionou com temperatura média ($r_s = 0,44$ $p < 0,05$) e máxima ($r_s = 0,52$ $p < 0,05$) no ano 01, e com a precipitação ($r_s = 0,74$ $p < 0,05$) no ano 02. No ano 03 não foi registrado correlação significativa com as fenofases que compõem a floração.

A espécie passa grande parte do seu ciclo com frutos. A presença de frutos verdes é visualizada a partir de dezembro, seguindo até março, sendo que os frutos maduros, aqueles com a coloração lilás e prontos para dispersão, são vistos de abril a agosto dentro do ano 01 e avançando sobre setembro e outubro do ano 02. Dentro do ano 02 não foi observada a presença de frutos verdes, em decorrência de falha de observação, na dificuldade em distinguir quando o fruto se encontra imaturo. O que se observa no ano 02 é a presença de frutos maduros entre janeiro e maio

O ano 03 a presença de frutos verdes foi observada entre outubro e maio, sendo janeiro e fevereiro o máximo de produção. A presença de frutos maduros foi observada de janeiro a agosto, apontando um período de frutificação longo, o que de

certa forma garante o sucesso reprodutivo da espécie e também de sua dispersão (Figura 30).

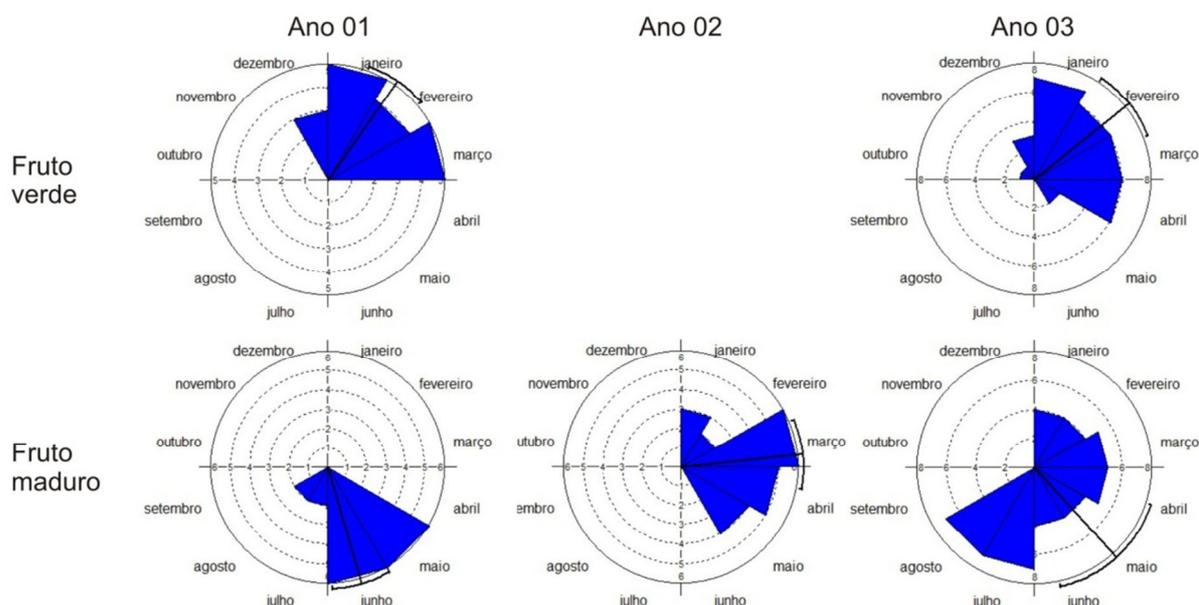


FIGURA 30. Histogramas circulares da frequência mensal dos indivíduos de *Ligustrum lucidum* nas fenofases de frutificação em Floresta Ombrófila Mista Aluvial - Araucária, PR.

Hoyos *et al.* (2010), ao estudarem a invasão de *Ligustrum lucidum* em uma floresta nativa em Córdoba na Argentina, verificaram que a produção frutos foi registrada nos meses frios, enquanto as espécies nativas frutificavam nos meses quentes.

Essas diferenças fenológicas entre espécies exóticas e nativas podem contribuir para o sucesso de plantas invasoras, como citado anteriormente o fato da espécie passar grande parte com frutos, coloca a em vantagem quanto comparada a nativas e sugerem que plantas exóticas possuam características únicas que proporcionam vantagens competitivas (Cadotte; Lovette e Doust, 2002).

Consultando as correlações obtidas para as fenofases de frutificação dentro dos anos, verificou-se a existência de correlação positiva significativa com a presença de frutos verdes com todas as variáveis exceto a precipitação. Para os frutos maduros a correlação foi negativa significativa apenas com precipitação ($r_s = -0,44$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($r_s = -0,45$ $p < 0,05$). Apesar dos frutos maduros, serem consequência do amadurecimento dos frutos verdes, o que regula e intensifica os processos de maturação são os fatores ambientais, por isso, justifica-

se, por exemplo, frutos verdes não ter correlação com a precipitação e frutos maduros ter.

As variações relacionadas dentro de cada ano para as fenofases reprodutivas da espécie apresentam valores de correlação positivos e significativos para todas as variáveis observadas com a produção de frutos verdes, sendo de ($rs=0,70$ $p < 0,05$) com temperatura mínima, ($rs= 0,64$ $p < 0,05$) com a média, ($rs= 0,55$ $p < 0,05$) com a máxima, com a precipitação ($rs= 0,49$ $p < 0,05$) e com o fotoperíodo ($rs= 0,73$). No ano dois não se registrou correlação significativa para esta fenofase. Já no ano 03 as correlações também foram positivas e significativas com todas as variáveis, excluindo a precipitação, expressas pelos valores de ($rs= 0,92$ $p < 0,05$) com a temperatura mínima, ($rs= 0,88$ $p < 0,05$) com a média, ($rs= 0,83$ $p < 0,05$) com a máxima e ($rs= 0,78$ $p < 0,05$) com o fotoperíodo.

Esses valores encontrados para a temperatura mínima podem esclarecer a aptidão da espécie em ambientes onde o frio é uma característica do ambiente, como é a região deste estudo, ressaltando a afinidade da mesma para a produção de frutos verdes em baixas temperaturas. Para a fenofase de frutos maduros apenas foi registrado correlação negativa significativa com todas as variáveis no ano 01.

Os valores de correlações encontrados para a espécie expressam uma boa afinidade da mesma com variáveis ambientais e por sua vez podem ser sinônimo de uma ampla plasticidade fenotípica. De acordo com Richards *et al.* (2006), a plasticidade fenotípica de uma espécie invasora desempenha um papel importante para o sucesso vegetativo e reprodutivo, essa plasticidade permite que a planta responda aos estímulos ambientais locais permitindo que possam expressar os fenótipos que garantam que elas se desenvolvam em uma gama de ambientes.

A conclusão do ciclo de vida de uma planta é determinada pelo sucesso reprodutivo e é influenciada por fatores ecológicos e reprodutivos, que por sua vez garantem seu estabelecimento e desenvolvimento (BAZZAZ *et al.*, 2000). Na figura 31 é possível observar as fenofases reprodutivas da espécie.



FIGURA 31. Fenofases reprodutivas de *Ligustrum lucidum*: A - botão floral; B - antese; C - fruto verde; D - fruto maduro.

ANÁLISE DE AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO PARA AS ESPÉCIES ESTUDADAS

A partir do agrupamento (Figura 33), foi possível verificar que as espécies têm fenologias distintas, pois as espécies amostradas formaram grupos praticamente homogêneos. O surgimento de grupos dentro da mesma espécie pode ser regulado por variações de fatores ambientais como temperatura, precipitação e fotoperíodo, ou ainda, por causas não investigadas nessa pesquisa como, polinizadores, dispersores e até mesmo regulada pelo tempo de cada fenofase.

De forma geral os indivíduos mais representativos desta comunidade expressam suas fenofases respondendo às pressões seletivas impostas pelos meios biótico e abiótico, de forma a garantir a manutenção da comunidade.

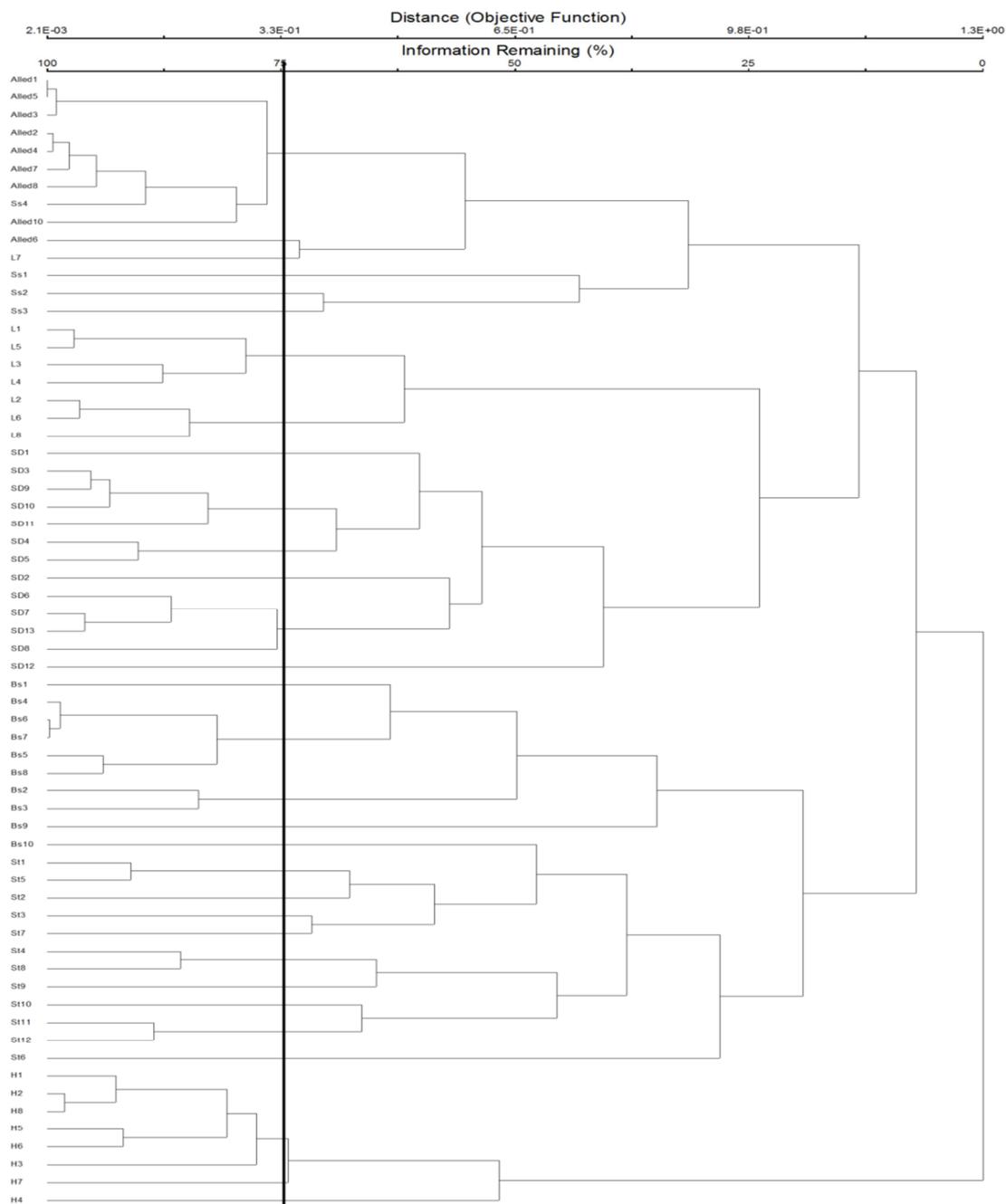


FIGURA 33. Análise de agrupamento hierárquico de quatro espécies arbóreas nativas *Sebastiania commersoniana*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Schinus terebinthifolius* e *Allophylus edulis* e duas exóticas invasoras *Hovenia dulcis* e *Ligustrum lucidum*.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÃO

Com base no acompanhamento fenológico das espécies arbóreas mais representativas de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial ao longo de 33 meses, conclui-se que:

- As seis espécies monitoradas manifestaram suas fenofases em períodos coincidentes, seja para o período de queda foliar, seja para a produção de folhas novas. Quanto à reprodução, evidenciou-se a presença de espécies anuais (*Sebastiania commersoniana*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Hovenia dulcis*, *Ligustrum lucidum*) e supra-anuais (*Schinus terebinthifolius* e *Allophylus edulis*), o que garante dentro da comunidade a disponibilidade de alimento para polinizadores e dispersores.
- Todas as espécies monitoradas, exceto *Hovenia dulcis*, apresentaram um comportamento vegetativo característico de espécies perenifólias.
- Os dois picos reprodutivos de *Sebastiania commersoniana* de dossel podem ser entendidos como uma estratégia típica de espécie pioneira oportunista. Ainda, a diferença quanto à existência de apenas um período de reprodução para *Sebastiania commersoniana* de sub-bosque pode estar associada a uma questão estrutural da floresta, ou seja, a posição em que se encontram os indivíduos (dossel ou sub-bosque), e que é relacionada aos fatores endógenos atuando sobre o sucesso reprodutivo da espécie.
- O tempo de duração de cada fenofase variou para todas as espécies estudadas, estando a sua duração relacionada às variações ambientais no que diz respeito à temperatura e à precipitação. Mesmo assim observou-se uma sazonalidade quanto à época de cada fenofase.
- Ao analisar as correlações obtidas, conclui-se que para o estudo das fenofases vegetativas e reprodutivas dos indivíduos arbóreos monitorados as variáveis que melhor se correlacionaram foram a temperatura e o fotoperíodo. A precipitação foi a variável que menos se correlacionou.
- As informações obtidas neste estudo poderão subsidiar ações de recomposição de ambientes similares degradados, para o que se recomenda a continuidade do monitoramento das espécies estudadas a fim de consolidar o entendimento do seu comportamento fenológico.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J.C.; ALMEIDA, R.A. FERNANDES, N.P. Fenologia de espécies florestais tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v 9, p.63 - 97. 1979.
- ARAGÓN, R.; GROOM, M. Invasion by *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) in NW Argentina: early stage characteristics in different habitat types. **Revista. Biologia. Tropical.**, v. 51, n. 1, p. 59 - 70, 2003.
- ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; BUDKE, J. C.; GESING, J. P. A.; EISINGER, S. M. Fenologia de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha em Santa Maria, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 43 - 51, 2009.
- AZEVEDO, C. P. M. F.; FERREIRA, P. C.; PASIN, L. A. A. P. Fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi em área de recuperação ambiental. In: **Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**, IX, 2011, Universidade do Vale do Paraíba. Anais... São José dos Campos, 2011.
- BARBIERI, G. Testes de potencial de dano e de especificidade com *Calophya terebinthifolii* Burckhardt & Basset, 2000 (*Hemiptera: Psyllidae*) para o controle biológico da aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) no estado da Flórida – EUA. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau-SC, 2004.
- BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G. **Árvores de São Mateus do Sul e região**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. 356 p.
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial, em Araucária, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 37 - 50, 2004.
- BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**. v.25, p.269 - 275, 2002.
- BENCKE, C. S. C. **Estudo da fenologia de espécies arbóreas em uma floresta semidecídua no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS**. 65 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvios e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**. Curitiba, v.16/17: p.153 - 197. 1965.
- BLUM, C. T.; BORGÓ, M.; SAMPAIO, A. C. F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 3, n. 2, p.78 - 97, jun. 2008.

BORCHERT, R. Phenology and control of flowering in tropical trees. **Biotropica**, v. 15, p. 81 - 89, 1983.

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

BORCHERT, R.; RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica**, v. 34, p. 27 - 39, 2002.

BOYLE, A.W.; BRONSTEIN, J.L. Phenology of tropical understory trees: patterns and correlates. **Revista de Biología Tropical**. v. 60, p.1415 - 1430, 2012.

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**. vol.13, n.2, pp. 223 - 229, 2011.

CADOTTE, M. W.; MURRAY, B. R.; DOUST, J. L. Ecological patterns and biological invasions: using regional species inventories in macroecology. **Biological Invasions**, v.8, n. 4, p. 809 - 821, 2006.

CARMO, M.R.B.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da Bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná, Brasil. In **Matas Ciliares: conservação e recuperação** (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho eds.) Edusp, São Paulo, p. 125 - 141. 2000.

CARPANEZZI, A.A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamento de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) na Região Metropolitana de Curitiba, PR.** Rio Claro, 1997, 177p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003, v. 1.

CESÁRIO, L. F.; GAGLIANONE, M. C. Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. **Acta Bot. Bras.**, v. 22, p. 828 - 833, 2008.

CESÁRIO, L. F.; GAGLIANONE, M. C. Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. **Acta. Bot. Bras.**, v. 22, n. 3, p. 828 - 833, 2008.

CLELAND, E.; CHUINE, I.; MENZEL, A.; MOONEY, H.; SCHWARTZ, M. Shifting plant phenology in response to global change. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 22, n. 7, p. 357 - 365, 2007.

COSMO, N. L. **Ecologia do lenho de 19 espécies nativas do estado do Paraná**. 55 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

DENARDI, L; MARCHIORI, J. N. C. Anatomia do lenho de murta - *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 267 - 274, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO – DNOS. **Rio Barigüi: canalização e regularização**. Curitiba, 1979.

DO, F. C.; GOUDIABY, V. A.; GIMENEZ, O.; DIAGNE, A. L.; DIOUF, M.; ROCHETEAU, A.; AKPO, L. E. Environmental influence on canopy phenology in the dry tropics. **Forest Ecology and Management**, v. 215, p. 319 - 328, 2005.

DUDLEY, S.A. Plasticity and the functional ecology of plants. In: DE WITT, T.J.; SCHEINER, S.M. (Eds.). **Phenotypic Plasticity: Functional and Conceptual Approaches**. Oxford: Oxford University Press, p. 151 - 172, 2004.

EAMUS, D.; PRIOR, L. Ecophysiology of trees of seasonally dry tropics: Comparisons among phenologies. **Advances in Ecological Research**, Netherlands, v. 32, p. 113 - 197, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Características Físicas, Químicas e Anatômicas da Madeira de *Hovenia dulcis***. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001. 4 p. Comunicado Técnico 66.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2006. 306p.

FAKHRI, A.; BAZZAZ, F. A.; ACKERLY, D. D.; REEKIE, E. G. Reproductive Allocation in Plants. In: FENNER, M. Seeds: **The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. 2nd ed. New York: CABI Publishing, 2000. p. 1 - 30.

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.

FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W. & MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia** 59(2): p.305 - 317, 1999.

FERRERA, T. S. **Fenologia de espécies arbóreas nativas no jardim botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS**. 105 p. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

FERREAS, A. E.; TORRES, C.; GALETTO, L. Fruit removal of an invasive exotic species (*Ligustrum lucidum*) in a fragmented landscape. **Journal of Arid Environments**, v. 72, p. 1573 - 1580, 2008.

FOSTER BROWN, I. NEPSTAD, D.C.; PIRES, I.O.; LUZ, L.M.; ALEXANDRE, A.S. Carbon storage and land-use in extractive reserves, Acre, Brazil. In: **Environmental Conservation**, New York, 1992, v. 19, n. 4, p. 307 - 315, 1992.

FRANKIE. G. A.; BAKER, H.; OPLER, P. A. Comparative Phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, London, v. 62, n. 3, p. 881 - 913, 1974.

FRANKS, S. J.; WEIS, A. E. A change in climate causes rapid evolution of multiple life-history traits and their interactions in an annual plant. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 21, p. 1321 - 1334, 2007.

FORREST.J.; MILLER-RUSHING, A. J. Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. **The Royal Society**. v, 365, 2010.

FOSTER, R.B. Heterogeneity and disturbance in tropical vegetation. In: M.E. Soulé and B.A. Wilcox (eds.). **Conservation biology – an evolutionary ecology perspective**. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts. 1980. 5: 75-92.

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, **Turrialba**, v.25, n.1, 1975.

FUNPAR - **Fundação da Universidade Federal do Paraná para o Desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Cultura. Diagnóstico e monitoramento da cobertura vegetal da área de influência direta e indireta do vazamento de óleo da refinaria Presidente Getúlio Vargas - REPAR, Araucária / PR: Fase I - Diagnóstico**. UFPR, Curitiba, 2001, 82 p.

FLEIG, M. Anacardiaceae. Flora Ilustrada do Rio Grande do Sul. **Boletim do Instituto de Biociências**, v.18.72 pp. 1987.

GARNER,W. W.; ALLARD H. A. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. **Journal of Agricultural Research**. v18, p. 553 - 606, 1920.

GEORGIA EXOTIC PEST PLANT COUNCIL – GAEPPC. Controlling Exotic Plants in Your Forest. USA: **USDA Forest Service**. Disponível em: <www.gaeppc.org> Acesso em: 11/2012.

GLOVER, B. J. **Understanding Flowers and Flowering**: An Integrated Approach. Oxford: Oxford University Press, 2007.

GODOY, O.; CASTRO-DÍEZ, P.; VALLADARES, F.; COSTA-TENORIO, M. Different flowering phenology of alien invasive species in Spain: evidence for the use of an empty temporal niche? **Plant Biology**, Netherlands, v. 11, p. 803 - 811, 2009.

GODOY, O.; RICHARDSON, D. M.; VALLADARES, F.; CASTRO-DÍEZ, F. Flowering phenology of invasive alien plant species compared with native species in three Mediterranean-type ecosystems. **Annals of Botany**, v. 103, p. 485 - 494, 2009.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; GORDON, A. F. **The Ecology of Plants**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates Inc. Publishers, 2006.

HAGGERTY, B. P.; MAZER, S. J. **The Phenology Handbook**: a guide to phenological monitoring for students, teachers, families, and nature enthusiasts. Santa Barbara: University of California, 2008. 40 p.

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

HOYOS, L. E.; GAVIER-PIZARRO, G.; KUEMMERLE, T.; BUCHER, E.; RADELOFF, V.; TECCO, P. Invasion of glossy privet (*Ligustrum lucidum*) and native forest loss in the Sierras Chicas of Córdoba, Argentina. **Biological Invasions**, v. 12, p. 3261–3275, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. 92p. (Manuais Técnicos em Geociências, n.1).

INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL. Espécies Exóticas Invasoras: Fichas Técnicas. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Hovenia_dulcis.htm> Acesso em: 23/11/2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva: IPCC, 2007. 104 p.

JORDAN, C. F. Productivity of tropical rain forest ecosystems and the implications for their use as future wood and energy sources. In: GOLLEY, F. B. (Ed.). **Tropical rain forest ecosystem – structure and function**. California: University of California, p. 117 - 136, 1983.

KANIESKI, M.R. **CRESCIMENTO DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES FLORESTAIS DE UMA ÁREA DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL EM ARAUCÁRIA, PR**. No prelo.

KOLLER, G. L.; ALEXANDER III, J. H. The raisin tree - its use, hardiness and size. **Arnoldia**, v. 39, p. 7 - 15, 1979.

KOVACH. 2004. **Oriana for Windows**. Wales, Kovach Computing Services.

KOZLOWSKI, T. T. & PALLARDY S.G. **Growth Control in Wood Plants**. Academic Press, San Diego, 1997. 640 p.

KUDO, G.; IDA, T. Y.; TANI, T. Linkages between phenology, pollination, photosynthesis and reproduction in deciduous forest understory plants. **Ecology**, v. 89, n. 2, p. 321 - 331, 2008.

LANDRUM, L. R. *Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhinium* and *Luma* (Myrtaceae). **Flora Neotropica**, New York, v. 45, p. 1-179. 1986.

LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. 4^a ed. New York: Springer-Verlag, 2003. 506 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 532p.

LAKE J.C.;LEISHMAN M.R. Invasion success of exotics in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. **Biological Conservation**. v.117, p.215 - 226. 2004.

LENZA, E.; KLINK, C. A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, p. 627-683, 2006.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 67 - 89, 2004.

LIANG, L., SCHWARTZ, M. D., FEI, S. Validating satellite phenology through intensive ground observation and landscape scaling in a mixed seasonal forest. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, p. 143 - 157, 2011.

LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **Journal of Ecology**, London, v. 70, n. 3, p. 791 - 806, 1982.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, p. 375 - 391, 2009.

LIM, P. O.; HYU, J. K.; NAM, H. G. Leaf Senescence. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, p. 115 - 36, 2006.

MAACK R. **Geografia Física do Estado do Paraná**.BRDE/ IBPT/ UFPR, Editora Max Roesner, Curitiba, 350 p., 1968.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: Ed. Olympio, 1981.

MCCUNE, B.; GRACE J. B. **Analysis of Ecological Communities**. MJM, 2002, Oregon USA. 300p.

MARQUES, M. C. M.; ROPER, J. J.; SALVALAGGIO, A. P. B. Phenological patterns among plant life forms in a Subtropical Forest in Southern Brazil. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 173, p. 203 - 213, 2004.

MARTIN-GAJARDO, I.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 299 - 309, 2003.

MELO A.L. **Revisão de *Sebastiania* Spreng. Sensu stricto (Euphorbiaceae Hippomaneae)**. Tese de Doutorado – Universidade Federal Rural de Pernambuco Recife, 2006.

MENZEL, A. Europe. In: SCHWARTZ, M. D. (Ed.). **Phenology: an Integrative Environmental Science**. Kluwer Ac. Pub., 2003. p. 45 - 56.

MIKICH, S. B.; MENEZES, S. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 15, n. 1, p. 89 - 113, 2001.

MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; JOLY, C. A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semi-decídua na Serra do Japí, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85 - 98, 1989.

MORELLATO, L.P.C. *et al.* 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.

ODUM, H. T. **Systems Ecology: An Introduction**. New York: Wiley, 1983. 644 p.

PEREIRA, T. S.; COSTA, M. L. M. N.; MORAES, L. F. D.; LUCHIARI, C. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 329-339, 2008.

POORTER, H. Interspecific variation in relative growth rate: On ecological causes and physiological consequences. In: In: LAMBERS, H.; CAMBRIDGE, M. L.; KONINGS, H.; PONS, T. L. (Eds.). **Causes and Consequences of Variation in Growth and Productivity in Higher Plants**. Dordrecht: SPB Academic Publishing, p. 45-68. 1989

POORTER, L. 2005. Resource capture and use by tropical forest tree seedlings and their consequences for competition. In D. F. R. P. Burslem, M. A. Pinard, and S. E. Hartley (Eds.). **Biotic interactions in the tropics: Their role in the maintenance of species diversity**, pp. 35 - 64, CUP, Cambridge, UK.

POST, E.; PEDERSEN, C.; WILMERS, C. C.; FORCHHAMMER, M. C. Warming, plant phenology and the spatial dimension of trophic mismatch for large herbivores. **Proc. Biol. Sci.**, London, v. 275, n. 1646, p. 2005-2013, 2008.

PRIMACK, R. B. Patterns of flowering phenology in communities, populations, individuals and single flowers. In: WHITE, J. (Ed.). **Population Structure of Vegetation**. Dordrecht: Junk, p. 571 - 593, 1985.

REITZ, R. Sapindáceas. In: **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1980. 156p.

REITZ, R. Euforbiáceas. In **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 1988.

REITZ, R., Klein, R. M., Reis, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Sudesul, 1988. 525p.

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

RAUEN, M. J.; FASOLO, P. J.; POTTER, R. O.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P.; HOCHMULLER, D. P.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G. Levantamento semidetalhado dos solos de várzea da bacia do rio Iguaçu. In: HENKLAIN, J. C. (Coord.). **Potencial de uso agrícola das áreas de várzea do estado do Paraná: bacias hidrográficas dos rios das Cinzas e Laranjinha, Iapó, Iguaçu, Piquiri, Pirapó, Tibagi e litoral**. Londrina: IAPAR, 1990. v. 2.

REICH, P. B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, London, v. 72, p. 61 - 74, 1984.

RIESEMBERG, A. **A instalação humana no Vale do Iguaçu**. União da Vitória-PR, 1989. Do autor

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24. 2002.

RUBIM, P. Sazonalidade e dieta frugívora do saí-andorinha *Tersina viridis* (Illiger, 1911) em reflorestamento da mata ciliar do Rio Mogi Guaçu, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropical**, v. 9, n. 3, p. 111 - 115, 2009.

RUBIM, P.; NASCIMENTO, H. E. M.; MORELLATO, L. P. C. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 24, n. 3, p. 756-764, 2010.

SALAMUNI, E. **Tectônica da bacia sedimentar de Curitiba (PR)**. 211 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

SANTOS, F. R. C. **Fenologia de espécies arbóreas do dossel e sub-dossel em um fragmento de Mata Atlântica semi-decídua em Caratinga, Minas Gerais, Brasil**. 100 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. Life forms and phenology. In: BOULIERE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier, p. 79 - 108, 1983.

SCHAIK, C. P. Phenological changes in a Sumatran rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 2, p. 327 - 347, 1986.

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

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J.; KLEIN, R. M. Euphorbiaceae. In: REITZ, R. (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: HBR, 1988. p. 1-408.

SOLA, A. J.; EHRLÉN, J. Vegetative phenology constrains the onset of flowering in the perennial herb *Lathyrus vernus*. **Journal of Ecology**, London, v. 95, n. 1, p. 208-216, 2007.

SOUSA, S. G. A. **Produção e decomposição de serapilheira de uma floresta ombrófila mista aluvial, Rio Barigui, Araucária, PR**. 127 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2006.

TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 13 - 26, 2000.

TROPPEMAIR, H. Perfil fitoecológico do Estado do Paraná. **Bol. Geogr. UEM**, v. 8, n. 1, p. 67 - 80, 1990.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed. Berlim: Springer-Verlag, 1982.

WALTER, H. **Ecology of tropical and subtropical vegetation**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1971.

WHITMORE, T. C. Tropical Rain Forest dynamics and its implications for management. In: GOMESPOMPA, A.; WHITMORE, T. C.; HADLEY, M. **Rainforest regeneration and management**. Paris, UNESCO and The Parthenon Publishing Group, p. 67 - 89. 1990.

YAMADA, T.; OKUDA, T.; ABDULLAH, M.; AWANG, M.; FURUKAWA, A. The leaf development process and its significance for reducing self-shading of a tropical pioneer tree species. **Oecologia** v. 125, p. 476 - 482. 2000.

ZIGER, A. A.; TOMAZONI, T. A.; BUDKE, J. C. Fenologia de espécies zoocóricas em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista no norte do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, IX, 2009. **Anais...** São Lourenço-MG, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE 1. Coeficientes de correlação de *Spearman* (rs) entre temperaturas mínima, média e máxima mensais, precipitação total mensal, fotoperíodo e as fenofases, entre os anos estudados (valores significativos ao nível de 5% de probabilidade: $p < 0,05$).*

	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)
<i>Sebastiania commersoniana</i>					
Brotação	-	-	-	-	-
Folha madura	0,61	0,59	0,47	-	0,55
Folha velha	-	-	-	-0,44	-
Botão	-	-	-	-	-
Antese	-	-	0,42	-	0,43
Fruto verde	-	-	-	-	-
Fruto maduro	-	-	-	-	-
<i>Sebastiania commersoniana</i> (sub-bosque)					
Brotação	-	-	-	-	-
Folha madura	0,46	0,45	-	-	0,45
Folha velha	-0,63	-0,57	-0,48	-0,51	-0,63
Botão	-	-	-	-	-
Antese	-	-	-	-	-
Fruto verde	-	-	-	-	-
Fruto maduro	-	-	-	-	-
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>					
Brotação	-	-	-	-	-
Folha madura	0,41	-	-	-	-
Folha velha	-	-	-	-	-
Botão	-	-	-	-	-
Antese	-	-	-	-	0,48
Fruto verde	0,47	0,48	0,48	-	0,53
Fruto maduro	-	-	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>					
Brotação	-	-	-	-	-
Folha madura	0,59	0,53	0,43	-	0,54
Folha velha	-0,59	-0,55	-0,45	-0,47	-0,57
Botão	-	-	-	-	-
Antese	-	-	-	-	0,40
Fruto verde	-	-	-	-	-
Fruto maduro	-	-	-	-	-
<i>Allopylus edulis</i>					
Brotação	-0,47	-0,44	-	-	-0,51
Folha madura	0,59	0,59	0,56	-	0,56
Folha velha	-0,62	-0,61	-0,55	-0,50	-0,64
Botão	-0,40	-	-	-	-
Antese	-	-	-	-	-
Fruto verde	-	-	-	-	-
Fruto maduro	-	-	-	-	-

continua

	conclusão				
	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)
<i>Hovenia dulcis</i>					
Brotação	-0,52	-0,47	-	-	-0,45
Folha madura	0,83	0,78	0,73	0,47	0,78
Folha velha	-	-	-	-	-
Botão	-	-	-	-	-
Antese	-	-	-	-	-
Fruto verde	0,51	0,56	0,60	-	0,64
Fruto maduro	-	-	-	-	-
<i>Ligustrum lucidum</i>					
Brotação	-	-	-	-	-
Folha madura	0,47	0,51	0,53	-	0,47
Folha velha	-	-	-	-	-
Botão	-	-	-	-	-
Antese	-	-	-	-	0,50
Fruto verde	0,49	0,50	0,49	-	0,47
Fruto maduro	-	-	-	-0,44	-0,45

* Os valores omitidos não são significativos.

APÊNDICE 2. Coeficientes de correlação de *Spearman* (rs) entre temperaturas mínima, média e máxima mensais, precipitação total mensal, fotoperíodo e as fenofases, entre os anos para cada ano (valores significativos ao nível de 5% de probabilidade: $p < 0,05$).*

	ANO 01					ANO 02					ANO 03				
	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)
<i>Sebastiania commersoniana</i>															
Brotação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Folha madura	0,50	-	-	0,50	-	0,53	0,52	0,52	-	0,52	0,77	0,73	0,67	-	-
Folha velha	-	-	-	-	-	-0,72	-0,76	-0,74	-0,66	-0,86	-0,56	-	-	-0,60	-0,56
Botão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antese	0,85	0,82	0,80	0,48	0,84	-	-	-	0,72	-	-	-	-	-	-
Fruto verde	-	-	-	0,44	-	-	-	-	-	-	0,44	-	-	-	0,59
Fruto maduro	-	-	-	-	-	0,69	0,67	0,61	0,62	0,78	-	-	-	-	-
<i>Sebastiania commersoniana</i> (sub-bosque)															
Brotação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Folha madura	0,50	-	-	0,50	-	0,53	0,52	0,52	-	0,52	-	0,45	0,45	-	-
Folha velha	-0,60	-0,64	-0,43	-	-0,55	-0,67	-0,75	-0,75	-0,57	-0,90	-0,52	-	-	-	-
Botão	-0,50	-	-	-0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,56	-
Antese	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fruto verde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fruto maduro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,48	-0,48	0,48	-
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>															
Brotação	-	-	-	-	-	-0,44	-0,45	-0,53	-	-0,42	-	-	-	-	-
Folha madura	0,47	-	-	-	-	0,68	0,67	0,68	-	0,68	-	-	-	-	-
Folha velha	-	-	-	-0,54	-	-0,55	-0,55	-0,42	-	-0,58	-0,62	-0,51	-0,46	-	-0,51
Botão	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antese	-	-	-	-	-	0,51	0,60	0,65	0,57	0,72	-	-	-	-	0,58

continua

continuação

	ANO 01					ANO 02					ANO 03				
	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)
Fruto verde	0,80	0,79	0,81	0,41	0,83	-	-	-	-	-	0,49	0,43	0,43	-	0,63
Fruto maduro	-	-	-	-	-	0,76	0,80	0,69	0,43	0,79	0,49	0,46	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>															
Brotação	-0,41	-	-	-	-0,48	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	-
Folha madura	0,78	0,77	0,50	0,61	0,75	0,58	0,57	0,68	-	0,59	0,46	-	-	-	-
Folha velha	-0,50	-	-	-0,50	-	-0,75	-0,75	-0,70	-0,43	-0,87	-0,67	-0,55	-0,53	-0,56	-0,67
Botão	-	0,46	0,53	-	0,43	-0,54	-0,59	-0,59	-	-	-	-	-	-0,43	-
Antese	-	-	-	-	-	0,46	0,56	0,63	0,52	0,72	-	-	-	-	-
Fruto verde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fruto maduro	-	-	-	-	-	0,45	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Allopylus edulis</i>															
Brotação	-0,60	-0,53	-	-	-0,62	-	-	-	-	-0,42	-0,56	-0,56	-0,51	-	-0,54
Folha madura	0,84	0,83	0,64	0,74	0,84	0,59	0,62	0,62	-	0,47	-	-	-	-	-
Folha velha	-0,66	-0,67	-0,54	-0,58	-0,53	-0,65	-0,70	-0,62	-0,51	-0,82	-0,60	-0,52	-0,55	-0,44	-0,69
Botão	-0,50	-	-	-0,50	-	-	-	-	-	-	-0,44	-	-	-0,53	-
Antese	-	-	-	-	-	-0,53	-0,52	-0,52	-	-0,52	-	-	-	-0,46	-
Fruto verde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fruto maduro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,51	-0,59	-0,53	-	-0,40
<i>Hovenia dulcis</i>															
Brotação	-0,52	-0,47	-	-	-0,45	-0,41	-	-	-	-	-0,56	-0,53	-0,45	-	-
Folha madura	0,83	0,78	0,73	0,47	0,78	0,89	0,88	0,88	-	0,83	0,73	0,64	0,65	0,47	0,69
Folha velha	-	-	-	-0,58	-0,51	-	-0,41	-0,49	-0,65	-0,64	-	-	-	-0,69	-0,48
Botão	-	-	-	-	-	-0,49	-0,43	-	-	-	-	-	-	-	-

continua

conclusão

	ANO 01					ANO 02					ANO 03				
	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)	T mín. (°C)	T média (°C)	T máx. (°C)	Prec. (mm)	Fotop. (h)
Antese	-	-	-	-	-	-0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53
Fruto verde	0,51	0,56	0,60	-	0,64	-	-	-	0,41	0,41	0,76	0,76	0,78	-	0,90
Fruto maduro	-	-	-	-	-	0,71	0,64	0,56	-	0,49	-	-	-	-	-
<i>Ligustrum lucidum</i>															
Brotação	-0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	-	-	-	-	-
Folha madura	0,54	0,46	0,43	0,67	-	0,53	0,52	0,52	-	0,52	-	0,53	0,62	-	0,46
Folha velha	-0,67	-0,66	-0,50	-0,61	-0,51	-	-	-	-	0,50	-	-	-	-	-
Botão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antese	-	0,45	0,52	-	-	-	-	-	0,75	-	-	-	-	-	0,70
Fruto verde	0,71	0,64	0,55	0,49	0,73	-	-	-	-	-	0,93	0,89	0,84	-	0,78
Fruto maduro	-0,80	-0,83	-0,77	-0,76	-0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,56

APÊNDICE 3. Resultados da análise circular para as fenofases das espécies estudadas no Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR.

<i>Sebastiania commersoniana</i>						
	Botão	Antese	Fruto verde	Fruto maduro	Brotação	Queda Foliar
Ano 01						
Ângulo médio (μ)	250,63°	31,81°	304,01°	59,21°	232,37°	124,50°
Data Média	setembro	fevereiro	novembro	fevereiro	agosto	maio
Desvio Padrão Circular	75,40°	25,21°	59,59°	98,02°	71,91°	109,51°
Comprimento do vetor(r)	0,42	0,91	0,58	0,23	0,46	0,16
Ano 02						
Ângulo médio (μ)	239,28°	357,37°	315,0°	358,69°	286,51°	240,0°
Data Média	agosto	dezembro	novembro	dezembro	outubro	agosto
Desvio Padrão Circular	91,42°	36,97°	-	64,97°	77,72°	128,33°
Comprimento do vetor(r)	0,28	0,81	1,0	-	0,40	0,08
Ano 03						
Ângulo médio (μ)	270,0°	271,11°	280,18°	88,27°	270,80°	180,30°
Data Média	setembro	outubro	outubro	março	outubro	julho
Desvio Padrão Circular	78,61°	67,57°	71,10°	77,72°	92,38°	119,28°
Comprimento do vetor(r)	0,39	0,50	0,46	0,40	0,27	0,12
<i>Sebastiania commersoniana</i> sub-bosque						
	Botão	Antese	Fruto verde	Fruto maduro	Brotação	Queda Foliar
Ano 01						
Ângulo médio (μ)	255,0°	-	288,44°	352,13°	240,0°	195,0°
Data Média	setembro	-	outubro	dezembro	agosto	julho
Desvio Padrão Circular	59,43°	-	66,01°	44,33°	96,20°	41,17°
Comprimento do vetor(r)	0,58	-	0,52	0,74	0,24	0,77
Ano 02						
Ângulo médio (μ)	255,0°	-	315,0°	350,77°	53,26°	124,52°
Data Média	setembro	-	novembro	dezembro	fevereiro	abril
Desvio Padrão Circular	49,27°	-	-	42,32°	120,66°	101,57°
Comprimento do vetor(r)	0,69	-	1,0	0,76	0,11	0,21
Ano 03						
Ângulo médio (μ)	252,63°	225,0°	315,0°	15,0°	146,57°	176,20°
Data Média	setembro	agosto	novembro	janeiro	maio	junho
Desvio Padrão Circular	36,32°	-	84,49°	-	118,15°	68,82°
Comprimento do vetor(r)	0,82	1,0	0,34	1,0	0,12	0,49
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>						
	Botão	Antese	Fruto verde	Fruto maduro	Brotação	Queda Foliar
Ano 01						
Ângulo médio (μ)	277,91°	315,0°	7,40°	55,89°	259,17°	225,0°
Data Média	outubro	novembro	janeiro	fevereiro	setembro	agosto
Desvio Padrão Circular	19,13°	-	29,27°	51,37°	5,86°	-
Comprimento do vetor(r)	0,95	1,0	0,88	0,67	1,00	1,0
Ano 02						
Ângulo médio (μ)	291,59°	349,33°	315,0°	22,37°	285,0°	242,02°

Continua

continuação

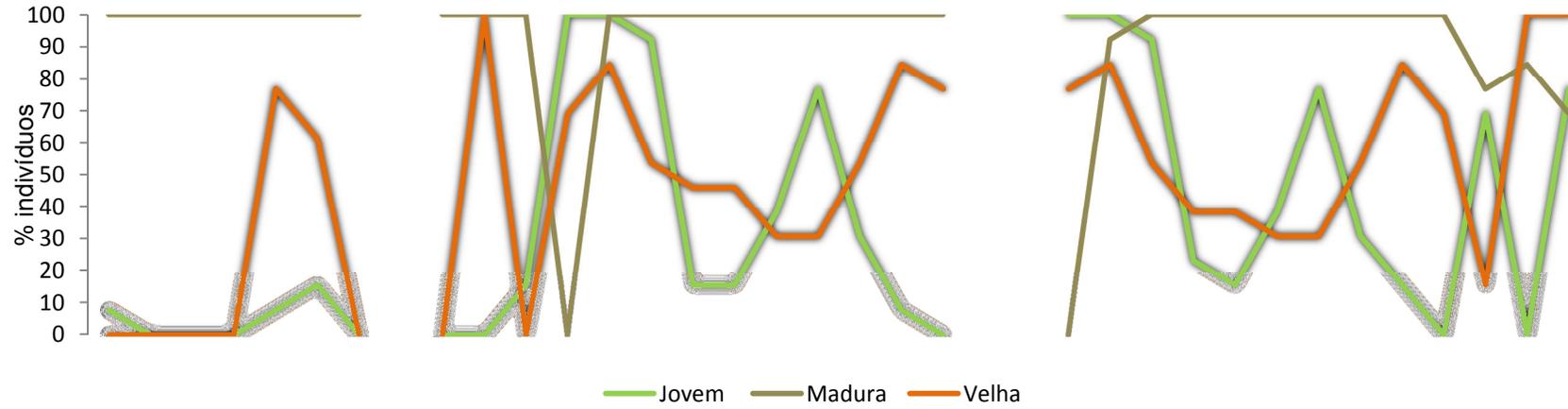
	Botão	Antese	Fruto verde	Fruto maduro	Brotação	Queda Foliar
Data Média	outubro	dezembro	novembro	janeiro	outubro	setembro
Desvio Padrão Circular	17,47°	17,15°	-	46,74°	69,50°	15,25°
Comprimento do vetor(r)	0,96	0,96	1,0	0,72	0,48	0,97
Ano 03						
Ângulo médio (μ)	315,0°	317,56°	9,24°	90,54°	225,50°	244,88°
Data Média	novembro	novembro	janeiro	abril	agosto	setembro
Desvio Padrão Circular	-	32,41°	42,32°	43,67°	67,75°	47,0°
Comprimento do vetor(r)	1,0	0,85	0,76	0,75	0,50	0,71
<i>Schinus terebinthifolius</i>						
	Botão	Antese	Fruto verde	Fruto maduro	Brotação	Queda Foliar
Ano 01						
Ângulo médio (μ)	328,61°	339,40°	18,07°	48,90°	236,01°	225,0°
Data Média	novembro	dezembro	janeiro	fevereiro	agosto	agosto
Desvio Padrão Circular	12,268°	19,79°	92,177°	87,731°	106,761°	-
Comprimento do vetor(r)	0,977	0,942	0,274	0,31	0,176	1
Ano 02						
Ângulo médio (μ)	285,0°	339,40°	315,0°	53,79°	11,52°	242,19°
Data Média	outubro	dezembro	novembro	fevereiro	janeiro	setembro
Desvio Padrão Circular	-	19,79°	-	48,74°	102,25°	12,15°
Comprimento do vetor(r)	1,0	0,94	1,0	0,70	0,20	0,98
Ano 03						
Ângulo médio (μ)	315,0°	338,79°	34,11°	78,90°	112,49°	231,02°
Data Média	novembro	dezembro	janeiro	março	abril	agosto
Desvio Padrão Circular	-	20,89°	54,78°	56,09°	118,47°	22,15°
Comprimento do vetor(r)	1,0	0,94	0,63	0,62	0,12	0,93
<i>Allophylus edulis</i>						
	Botão	Antese	Fruto verde	Fruto maduro	Brotação	Queda Foliar
Ano 01						
Ângulo médio (μ)	225,0°	271,71°	271,71°	315,0°	208,30°	184,11°
Data Média	agosto	outubro	outubro	novembro	julho	julho
Desvio Padrão Circular	-	12,23°	12,23°	-	12,23°	27,38°
Comprimento do vetor(r)	1,0	0,98	0,98	1,0	0,98	0,89
Ano 02						
Ângulo médio (μ)	225,0°	-	-	-	215,94°	138,38°
Data Média	agosto	-	-	-	agosto	maio
Desvio Padrão Circular	-	-	-	-	71,54°	43,88°
Comprimento do vetor(r)	1,0	-	-	-	0,46	0,75
Ano 03						
Ângulo médio (μ)	225,0°	225,0°	302,89°	165,0°	191,29°	165,0°
Data Média	agosto	agosto	novembro	junho	julho	junho
Desvio Padrão Circular	-	-	55,71°	-	47,17°	40,74°
Comprimento do vetor(r)	1,0	1,0	0,62	1,0	0,71	0,78

continua

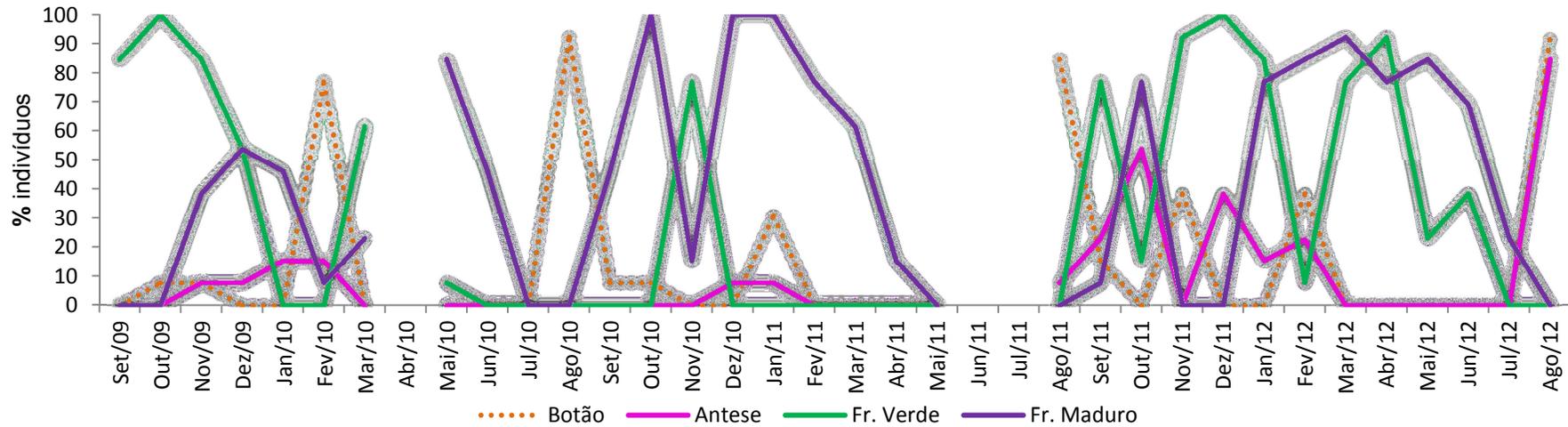
conclusão

<i>Ligustrum lucidum</i>						
	Botão	Antese	Fruto verde	Fruto maduro	Brotação	Queda Foliar
Ano 01						
Ângulo médio (μ)	308,97°	335,10°	34,60°	163,90°	260,87°	196,66°
Data Média	novembro	dezembro	fevereiro	junho	setembro	julho
Desvio Padrão Circular	15,81°	11,24°	31,88°	28,88°	8,29°	23,52°
Comprimento do vetor	0,96	0,98	0,86	0,88	0,99	0,92
Ano 02						
Ângulo médio (μ)	315,0°	352,37°	-	83,65°	322,74°	318,96°
Data Média	novembro	dezembro	-	março	novembro	novembro
Desvio Padrão Circular	12,19°	9,70°	-	38,69°	56,36°	92,51°
Comprimento do vetor	0,98	0,99	-	0,80	0,62	0,27
Ano 03						
Ângulo médio (μ)	315,0°	306,55°	50,99°	-	274,61°	65,75°
Data Média	novembro	novembro	fevereiro	-	outubro	março
Desvio Padrão Circular	-	48,26°	50,74°	-	89,93°	122,82°
Comprimento do vetor	1,0	0,70	0,68	-	0,29	0,10
<i>Hovenia dulcis</i>						
	Botão	Antese	Fruto verde	Fruto maduro	Brotação	Queda Foliar
Ano 01						
Ângulo médio (μ)	285,0°	12,59°	12,59°	145,09°	192,80°	-
Data Média	outubro	janeiro	janeiro	maio	julho	-
Desvio Padrão Circular	21,54°	28,92°	28,92°	50,87°	29,40°	-
Comprimento do vetor(r)	0,93	0,88	0,88	0,67	0,88	-
Ano 02						
Ângulo médio (μ)	290,98°	270,0°	345,0°	51,41°	238,82°	92,51°
Data Média	outubro	setembro	dezembr	fevereiro	agosto	abril
Desvio Padrão Circular	35,16°	46,91°	-	49,70°	12,29°	15,83°
Comprimento do vetor(r)	0,83	0,72	1,0	0,69	0,98	0,96
Ano 03						
Ângulo médio (μ)	255,0°	326,19°	3,77°	80,45°	213,90°	121,21
Data Média	setembro	novembro	janeiro	março	agosto	maio
Desvio Padrão Circular	-	36,81°	50,49°	58,12°	41,49°	67,76°
Comprimento do vetor(r)	1,0	0,81	0,68	0,60	0,77	0,50

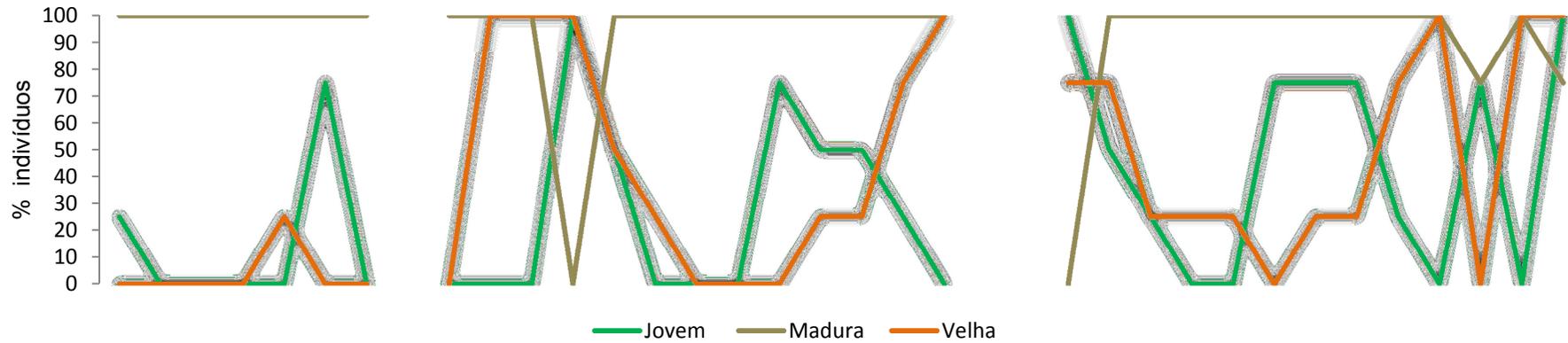
APÊNDICE 4. Comportamento fenológico vegetativo de *Sebastiania commersoniana* ao longo de 33 meses.



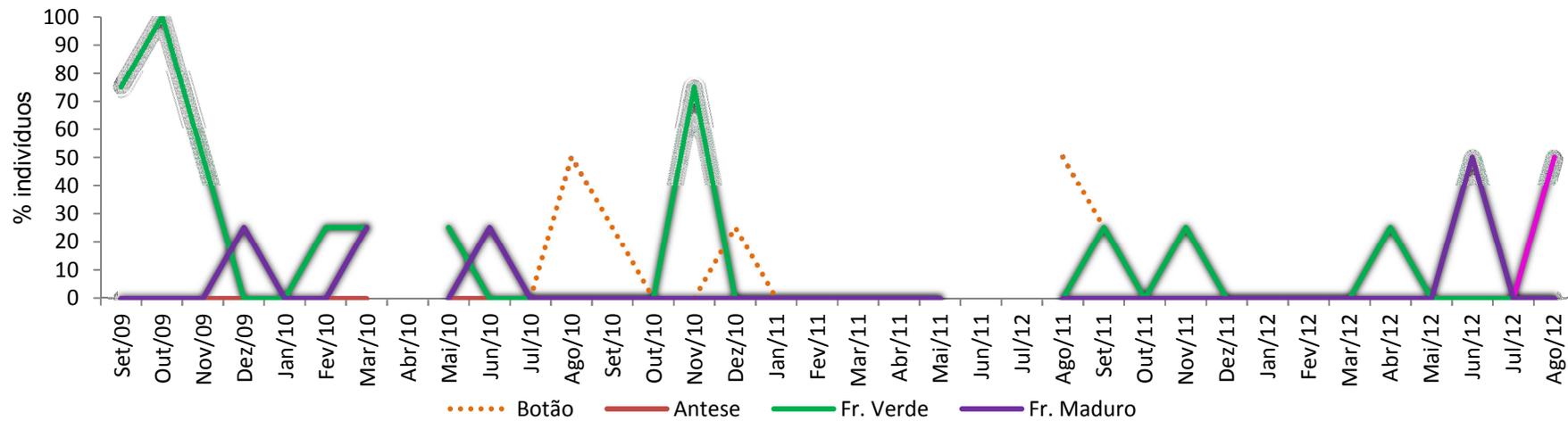
APENDICE 5. Comportamento fenológico reprodutivo de *Sebastiania commersoniana* ao longo de 33 meses.



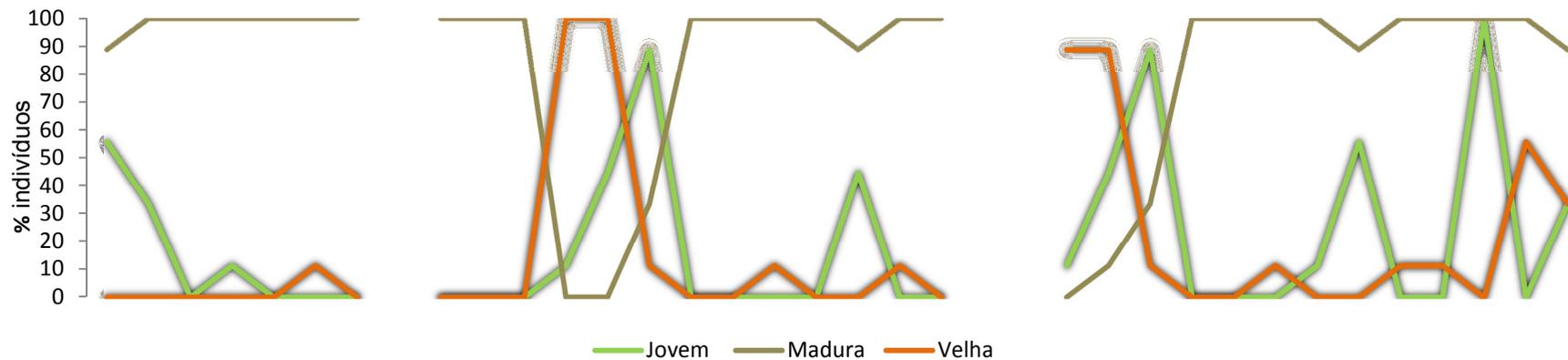
APENDICE 6. Comportamento vegetativo de *Sebastiania commersoniana* (sub-bosque) ao longo de 33 meses.



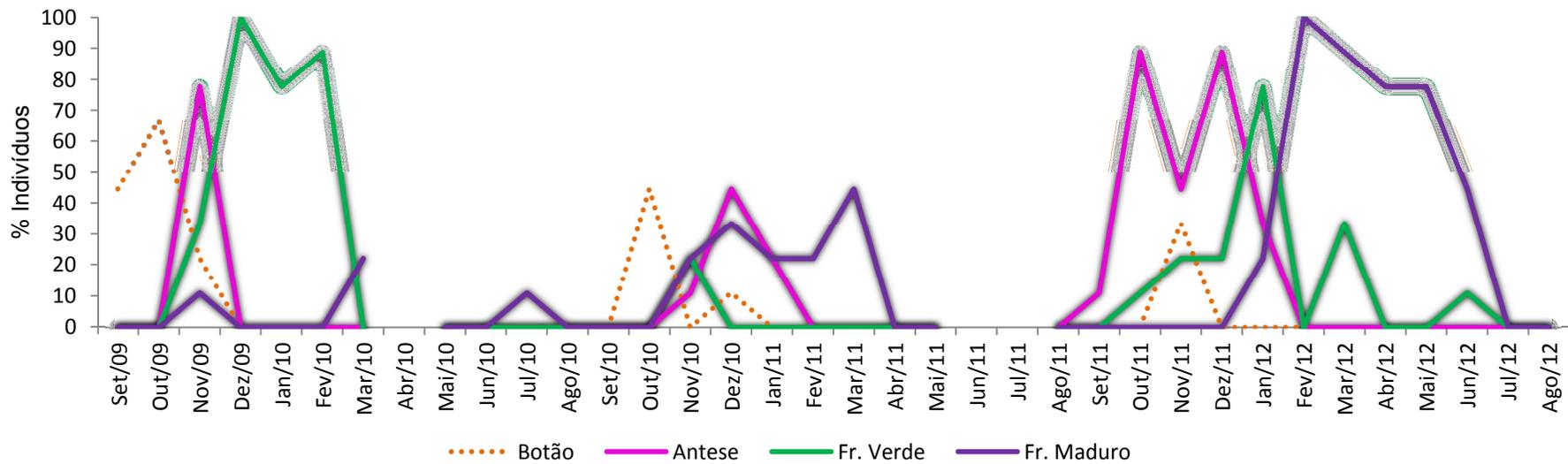
APENDICE 7. Comportamento reprodutivo de *Sebastiania commersoniana* (sub-bosque) ao longo de 33 meses.



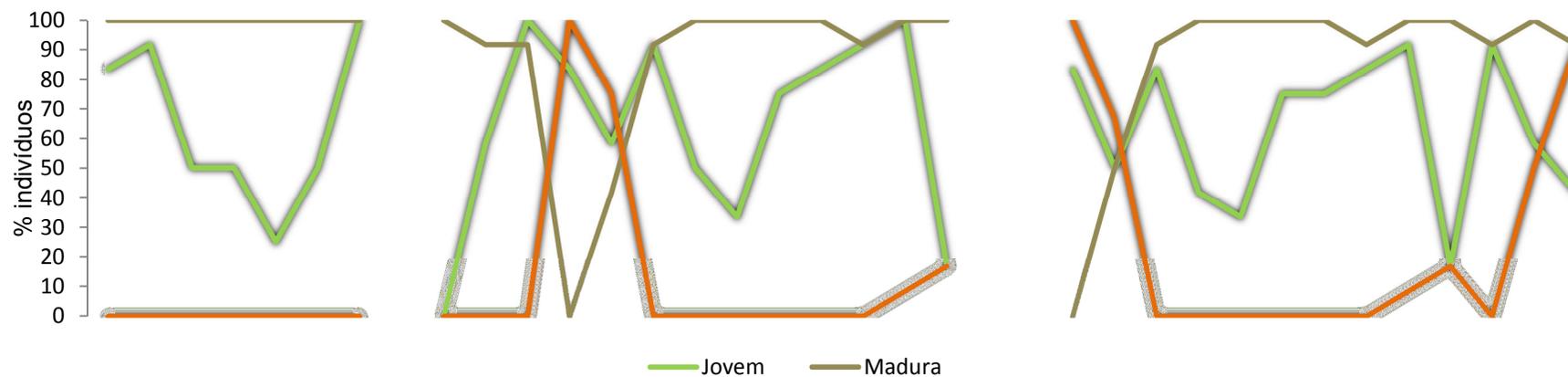
APENDICE 8. Comportamento vegetativo de *Blepharocalyx salicifolius* ao longo de 33 meses.



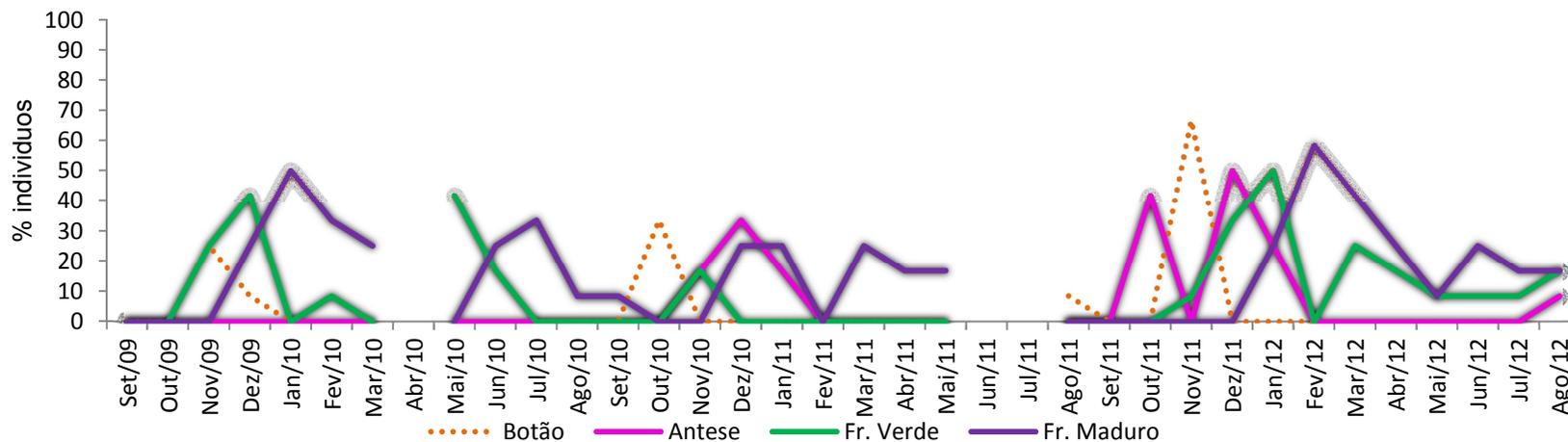
APENDICE 9. Comportamento vegetativo de *Blepharocalyx salicifolius* ao longo de 33 meses.



APENDICE 10. Comportamento vegetativo de *Schinus terebinthifolius* ao longo de 33 meses.



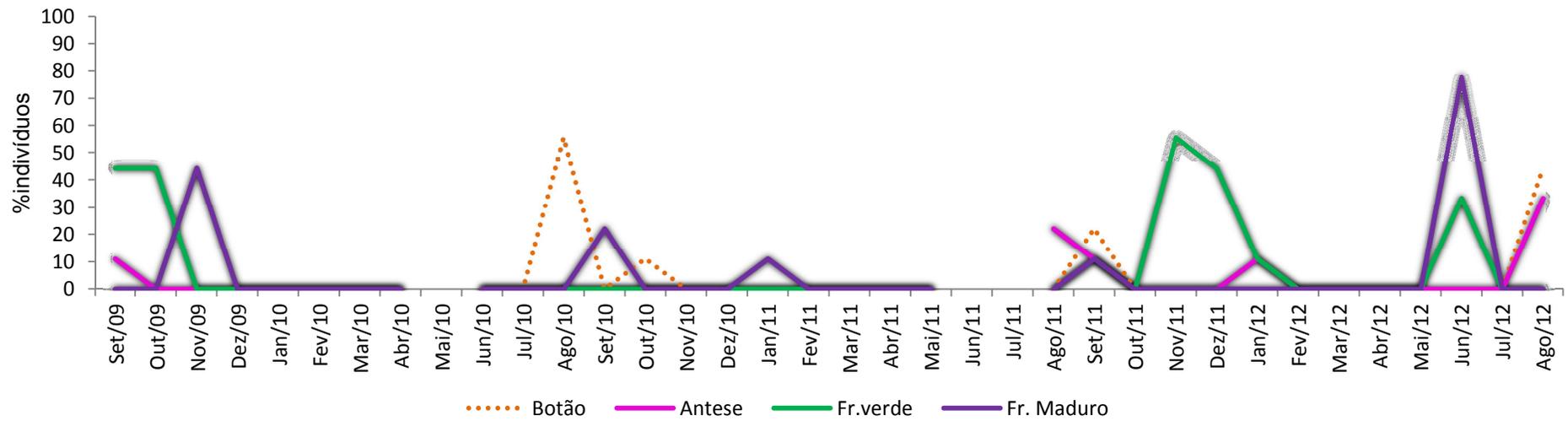
APENDICE 11. Comportamento reprodutivo de *Schinus terebinthifolius* ao longo de 33 meses.



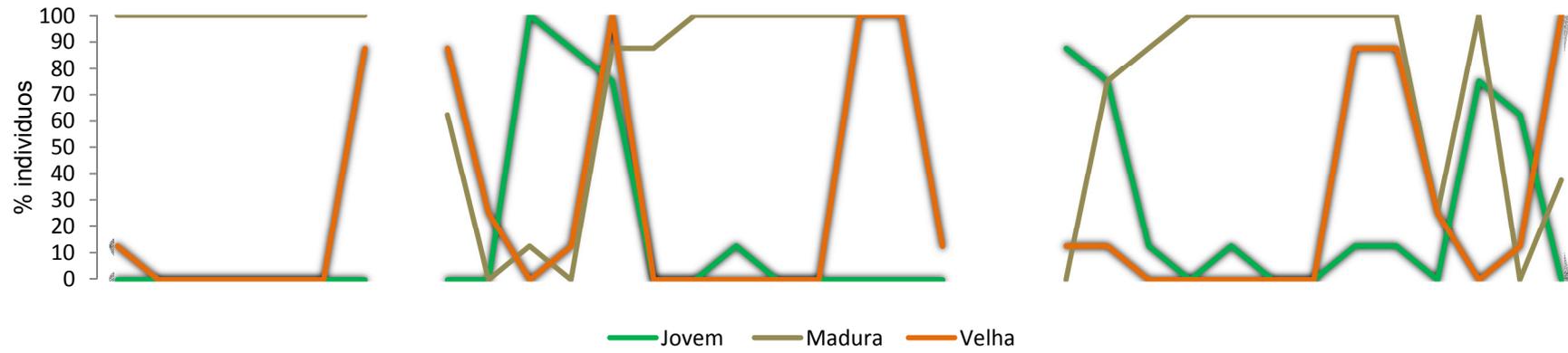
APENDICE 12. Comportamento vegetativo de *Allophylus edulis* ao longo de 33 meses.



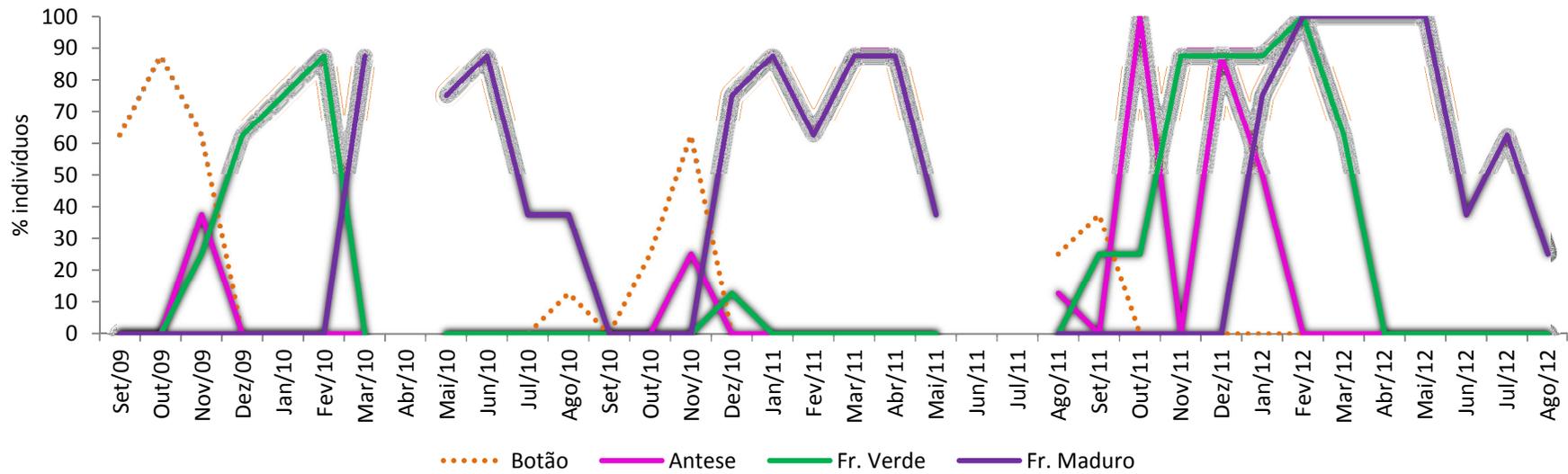
APENDICE 13. Comportamento vegetativo de *Allophylus edulis* ao longo de 33 meses.



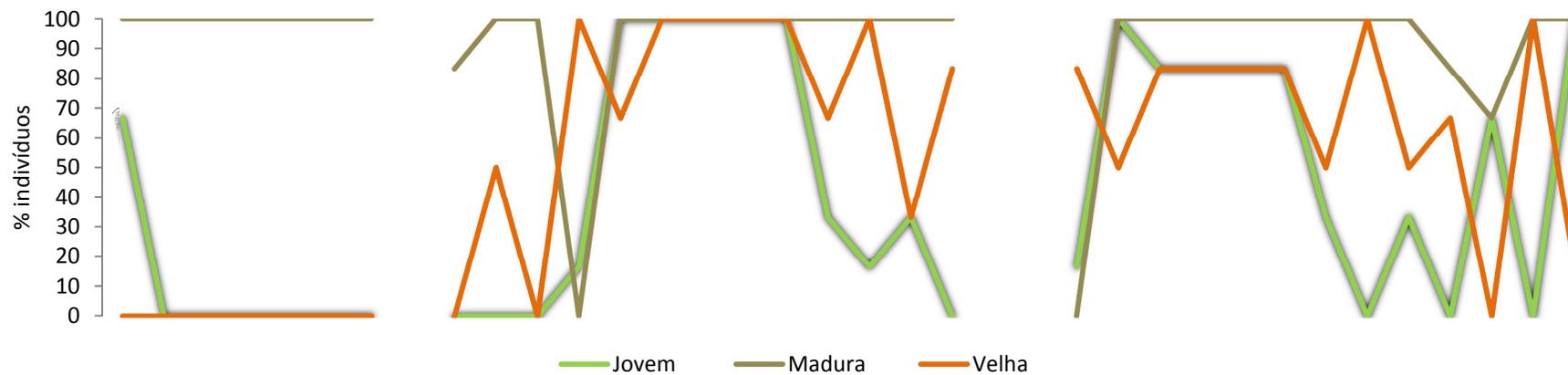
APENDICE 14. Comportamento vegetativo de *Hovenia dulcis* ao longo de 33 meses.



APENDICE 15. Comportamento reprodutivo de *Hovenia dulcis* ao longo de 33 meses.



APENDICE 16. Comportamento vegetativo de *Ligustrum lucidum* ao longo de 33 meses.



APENDICE 17. Comportamento reprodutivo de *Ligustrum lucidum* ao longo de 33 meses.

