



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCELO BOSCO PINTO

**FENOLOGIA, ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DUAS
POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvum* Marchal (ARALIACEAE) NO PARANÁ**

**CURITIBA
2016**

MARCELO BOSCO PINTO

FENOLOGIA, ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DUAS
POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvum* Marchal (ARALIACEAE) NO PARANÁ

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

Orientador: Dr. Christopher Thomas Blum
Coorientador: Me. Santiago José Elías Velazco

CURITIBA
2016

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

Pinto, Marcelo Bosco

Fenologia, estrutura e distribuição espacial de duas populações de *Oreopanax fulvum* Marchal (*araliaceae*) no Paraná / Marcelo Bosco Pinto. – Curitiba, 2016.
79 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Christopher Thomas Blum

Coorientador: Santiago José Elías Velazco

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 28/03/2016.

Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Fenologia vegetal - Paraná. 2. Florestas - Paraná. 3. Mata Atlântica - Paraná. 4. Pinheiro-do-paraná. 5. Teses. I. Blum, Christopher Thomas. II. Velazco, Santiago José Elías. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.181.8(816.2)

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA FLORESTAL

No dia vinte e oito de Março de dois mil e dezesseis às 14:00 horas, na sala Sala 03 da Pós, Avenida Lothário Meissner, 632, do Setor de CIÊNCIAS AGRÁRIAS da Universidade Federal do Paraná, foram instalados os trabalhos de arguição do mestrando **MARCELO BOSCO PINTO** para a Defesa Pública de sua Dissertação intitulada: "**FENOLOGIA, ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DUAS POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvum* MARCHAL (ARALIACEAE) NO PARANÁ**". A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Professores Doutores: CHRISTOPHER THOMAS BLUM (UFPR), MARCIA CRISTINA MENDES MARQUES (UFPR), ROBSON LOUIZ CAPRETZ (FGB). Dando início à sessão, a presidência passou a palavra ao discente, para que o mesmo expusesse seu trabalho aos presentes. Em seguida, a presidência passou a palavra a cada um dos Examinadores, para suas respectivas arguições. O aluno respondeu a cada um dos arguidores. A presidência retomou a palavra para suas considerações finais e, depois, solicitou que os presentes e o mestrando deixassem a sala. A Banca Examinadora, então, reuniu-se sigilosamente e, após a discussão de suas avaliações, decidiu-se pela APROVAÇÃO do aluno. O mestrando foi convidado a ingressar novamente na sala, bem como os demais assistentes, após o que a presidência fez a leitura do Parecer da Banca Examinadora, outorgando-lhe o Grau de **Mestre em ENGENHARIA FLORESTAL**. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, CHRISTOPHER THOMAS BLUM, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

Curitiba, 28 de Março de 2016.



Prof CHRISTOPHER THOMAS BLUM (UFPR)
(Presidente da Banca Examinadora)



Prof MARCIA CRISTINA MENDES MARQUES (UFPR)



Prof ROBSON LOUIZ CAPRETZ (FGB)



AGRADECIMENTOS

Sociedade Chauá, por confiar na proposta e apoio à pesquisa em prol da conservação de espécies raras e ameaçadas de extinção da Floresta com Araucária.

FFI – Flora e Fauna Internacional, que por meio do seu Programa “Global Trees Capaign” deu suporte financeiro para as fases de campo.

SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental, por me incentivar e me liberar para cumprimento dos créditos.

UFPR e todos os seus professores e funcionários que me oportunizaram gratuitamente os estudos em pós-graduação.

CAPES, pelo incentivo a pesquisa científica.

SIMEPAR, IAPAR e INMET, que forneceram os dados meteorológicos.

Aos amigos que de forma voluntária me ajudaram em campo: Caleb de Lima Ribeiro, Tiago Grespan, Patrícia Denkewicz, Pablo Melo Hoffmann, Jeniffer Grabias, Jocasta Lerner, Santiago José Elías Velazco, Natália Bedrij, Elivelton Marcos Gurski, Isabel Homczinski, Ollyver Rech Bizarro e Vitor Hugo.

Aos orientadores, Christopher Thomas Blum e Santiago José Elías Velazco, pela paciência e pelo excelente trabalho realizado.

Yoshiko Saito Kuniyoshi, Franklin Galvão, Carlos Vellozo Roderjan, Alessandro Camargo Angelo, Christopher Thomas Blum, Nilce Nazareno da Fonte e Leonor Patrícia Cerdeira Morelato, por dividirem suas experiências e ensinamentos.

Jaçanan Eloisa de Freitas Milani, que sempre estava disposta a ajudar, principalmente no tema fenologia.

A Jeniffer Grabias e sua família, que me ajudaram nesta conquista, muito grato pelo apoio, amizade e carinho.

A Mainha, Arlene Ramos de Magalhães, que a todo momento me confortava e incentivava a atingir o objetivo proposto, com qualidade.

Aos amigos Guilherme Zaniolo Karam e Liz Buck Silva, que me fizeram entender a necessidade em prosseguir com os estudos, marcando este momento como um divisor de águas.

Aos irmãos de coração e alma, Pablo Melo Hoffmann e Marília Borgo, anjos que gentilmente estenderam suas mãos, me apoiando em todos os momentos, gratidão eterna por sempre estarem presentes em minha vida.

Aos membros da banca, Márcia Cristina Mender Marques e Robson Louiz Capretz, pelas contribuições para aprimorar esse trabalho.

Em especial ao Pablo Melo Hoffmann que me ajudou a tornar real a ideia do mestrado.

Aos que, das mais diferentes formas, contribuíram com esse trabalho, agradeço de coração.

Aos meus pais e minha família, que incondicionalmente sempre me trouxeram educação e priorizaram meus estudos.

À Natureza e seu criador!

RESUMO

O alto grau de degradação da Floresta com Araucária faz com que muitas espécies características dessa tipologia florestal estejam ameaçadas de extinção. *Oreopanax fulvum* Marchal é uma delas, categorizada como rara no Paraná e vulnerável no Rio Grande do Sul. Visando subsidiar práticas de conservação desta espécie, este estudo buscou caracterizar e comparar o comportamento fenológico, a estrutura demográfica e a distribuição espacial de duas populações de *O. fulvum* em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista no Paraná, situados nos municípios de Fernandes Pinheiro (área A, 25°32'49"S e 50°28'37"W) e Curitiba (área B, 25°26'53"S e 49°14'25"W). Em cada área foi implantado um bloco amostral de 1 ha (100 x 100 m), dividido em 100 subparcelas de 10 x 10 m. Para a análise dos parâmetros fenológicos foram monitorados mensalmente 19 indivíduos em cada área, durante 24 meses. Para quantificação das fenofases vegetativas (broto, folha adulta e senescência foliar) adotou-se o critério de Fournier e, para as reprodutivas (botão, antese, fruto imaturo e maduro) utilizou-se método baseado na relação percentual entre o número de panículas e o número de ramos em cada árvore. A sazonalidade das fenofases foi avaliada por meio de estatísticas circulares baseadas no índice de atividade. Foram calculadas as correlações de Spearman entre as fenofases e as variáveis meteorológicas mensais (temperaturas mínima, média e máxima, precipitação e fotoperíodo). Para a caracterização estrutural, demográfica e de distribuição espacial das populações foram contabilizados todos os indivíduos da espécie, sendo considerados adultos aqueles com diâmetro a altura do peito (DAP) ≥ 10 cm e regenerantes aqueles com DAP inferior, incluindo plântulas. Foram registrados o DAP, diâmetro a altura do solo (DAS) e altura total, além de coordenadas (x, y) a partir do vértice. Para cada subparcela foram registradas declividade, luminosidade e estimativa da altura do dossel. A estrutura demográfica foi avaliada por meio de abundância e frequência, além da distribuição de indivíduos em classes de diâmetro e altura. Foram realizadas análises por meio da função *K* de Ripley para descrever os padrões espaciais da espécie e a relação espacial entre adultos e regenerantes. Foi avaliada a correlação entre a abundância de regenerantes com variáveis ambientais e estruturais. Como resultados da análise fenológica, verificou-se que a presença de brotos e folhas adultas ocorreu durante todo o ano, havendo diminuição de folhas adultas nos dois últimos meses do ano. A senescência foliar demonstrou sazonalidade, ocorrendo entre maio e dezembro. Todas as fenofases reprodutivas se caracterizaram como sazonais, sendo que o processo de floração (botões e antese) se dá entre janeiro e maio, e a frutificação de março a novembro, com frutos maduros a partir de setembro. As variáveis meteorológicas que mais influenciaram as fenofases vegetativas e reprodutivas foram temperatura média e fotoperíodo. As fenofases reprodutivas apresentaram maior correlação com as variáveis meteorológicas, exceto para precipitação, que também não se correlacionou com fenofases vegetativas. As populações de *O. fulvum* apresentaram comportamentos fenológicos próximos, havendo dissimilaridades nas fenofases reprodutivas. Quanto aos parâmetros estruturais e demográficos, registraram-se 183 indivíduos/ha na área A (93% deles regenerantes) e 1306 indivíduos/ha (99% regenerantes) na área B. Em relação às médias dos parâmetros estruturais, o DAP e altura dos indivíduos adultos foi de 23,9 cm e 11,3 m na área A e de 18,8 cm e 9,8 m na área B, respectivamente. O DAS e a altura dos

regenerantes na área A foi de 4,7 cm e 20,9 cm, e de 2,8 cm e 8,9 cm para a área B. Verificou-se que há um investimento da espécie no banco de plântulas, pois a grande maioria dos indivíduos registrados teve DAS de até 3,0 cm e altura abaixo de 1,0 m. Quanto à distribuição espacial, os regenerantes apresentaram padrão agregado, e os adultos, aleatório. As variáveis que influenciaram na abundância de regeneração da área A foram altura do dossel e distância euclidiana. A relação dos regenerantes com declividade apresentou comportamento oposto entre as duas áreas, indicando que outros possíveis fatores podem estar interferindo na quantidade de indivíduos da regeneração.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Mista. Estatística Circular. Função *K* de Ripley. Sazonalidade. Regeneração natural. Demografia.

ABSTRACT

The Araucaria Forest's current degradation level leads many of its characteristic species to some kind of threatened status. *Oreopanax fulvum* Marchal is one of them, considered rare in Parana and vulnerable in Rio Grande do Sul state red lists. In order to support conservation actions for the species, this research aimed to identify and compare phenological patterns and to evaluate demography, structure and spatial distribution of two *O. fulvum* populations in Araucaria Rainforest remnants, located in Fernandes Pinheiro (site A, 25°32'49 "S and 50°28'37" W) and Curitiba (site B, 25°26'53 "S and 49°14'25" W) municipalities, Paraná state, Southern Brazil. Data collection was performed in two 1 ha plots (100 x 100 m), divided in 100 subplots (10 x 10 m). Phenology monitoring was performed in 19 trees in each site over 24 months. Fournier criterion (interval scale with five categories of phenophases intensity) was applied to quantify vegetative phenophases (sprout, adult leaf and leaf senescence). Reproductive phases (flower bud, anthesis, immature and mature fruit) were quantified using the percentual ratio between the number of panicles and branches in each tree. Circular statistics based on activity index were applied to identify phenophases' seasonality. Spearman correlations were performed among phenophases and a monthly basis meteorological parameters (minimum, medium and maximum temperature, precipitation and photoperiod). Structure, demography and spatial distribution analysis required data from all sampled individuals, grouped by the following criteria: adults with diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm, and saplings with DBH < 10 cm (which included seedlings). Measurements included DBH, diameter at the ground level (DGL), total height, coordinates (x, y) from the plot vertex. Slope, luminosity and canopy height estimation were registered for each subplot. Demographic structure was evaluated using frequency and abundance, diameter and height classes' distribution. Ripley's K function analysis was performed to describe the spatial patterns of the species and the spatial relationship between adults and saplings. Additionally, we evaluated correlation among saplings' abundance and environmental and structural variables. Sprouts and mature leaves occurred in all months, and mature leaves decreased in November and December. Leaf senescence was seasonal, occurring from May to December. All reproductive phenophases were seasonal: flowering process (flower buds and anthesis) occurs from January to May; fruiting occurs from March to November, with mature fruits starting in September. Vegetative and reproductive phenophases were highly influenced by medium temperature and photoperiod. Reproductive phenophases showed correlation to all meteorological parameters, except by precipitation. This parameter also did not show correlation to vegetative phenophases. Although there are dissimilarities in reproductive phenological patterns, the evaluated populations of *O. fulvum* had similar phenological performances. There were 183 individuals/ha (93% saplings) in site A and 1306 individuals/ha (99% saplings) in site B. Structural parameters had the following means, respectively to sites A and B: DBH - 23.9 cm and 18.8 cm; DGL - 4.7 cm and 2.8 cm; adults' height - 11.3 m and 9.8 m; and saplings' height - 20.9 cm and 8.9 cm. *O. fulvum* seems to invest in seedlings bank, as majority of saplings had DGL up to 3.0 cm and height up to 1.0 m. Saplings presented aggregated spatial distribution, while adults had random distribution. Regeneration's abundance in site A seems to be influenced by canopy height and Euclidean distance. Correlation between saplings and slope was antagonist for the

two sites, indicating that other factors may be interfering with the amount of regeneration individuals.

Keywords: Araucaria Rainforest. Circular Statistics. Seasonal performance. Ripley's K function. Natural regeneration. Demography

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1. COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE DUAS POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvum* Marchal ARALIACEAE EM REMANESCENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ.

FIGURA 1	LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DOS INDIVÍDUOS DE <i>Oreopanax fulvum</i> (MATRIZES) MONITORADOS	16
FIGURA 2	FENOFASES VEGETATIVAS, BROTO (A), FOLHA ADULTA (B), FOLHA VELHA (C) E FENOFASES REPRODUTIVAS, BOTÃO (D), ANTESE (E), FRUTO IMATURO (F) E FRUTO MADURO (G)	17
FIGURA 3	FOTOPERÍODO, TEMPERATURAS MENSIS E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA REGISTRADAS DURANTE O PERÍODO TOTAL DE MONITORAMENTO FENOLÓGICO EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B)	19
FIGURA 4	COMPORTAMENTO FENOLÓGICO VEGETATIVO DE <i>Oreopanax fulvum</i> EM FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B) CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, AS BARRAS REPRESENTAM O PERCENTUAL DE INDIVÍDUOS COM A FENOFASES	22
FIGURA 5	INTENSIDADE DOS EVENTOS FENOLÓGICOS VEGETATIVOS DE <i>Oreopanax fulvum</i> , FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B)	24
FIGURA 6	COMPORTAMENTO FENOLÓGICO REPRODUTIVO DE <i>Oreopanax fulvum</i> EM FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B) CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, AS BARRAS REPRESENTAM O PERCENTUAL DE INDIVÍDUOS COM A FENOFASE	26
FIGURA 7	INTENSIDADE DOS EVENTOS FENOLÓGICOS REPRODUTIVOS DE <i>Oreopanax fulvum</i> , FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B)	28

CAPÍTULO 2. ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DUAS POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvum* Marchal ARALIACEAE EM REMANESCENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ.

FIGURA 1	LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO NOS MUNICÍPIOS DE FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B), ESTADO DO PARANÁ	48
FIGURA 2	DISTRIBUIÇÃO DE TODOS OS INDIVÍDUOS DE <i>Oreopanax fulvum</i> EM CLASSES DE DIÂMETRO À ALTURA DO SOLO (DAS) E DE ALTURA (H) EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B).	53
FIGURA 3	DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA (DAS) DOS INDIVÍDUOS DE <i>Oreopanax fulvum</i> EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B).....	54
FIGURA 4	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE INDIVÍDUOS ADULTOS E REGENERANTES DE <i>Oreopanax fulvum</i> EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B)	54
FIGURA 5	PADRÃO ESPACIAL DE <i>Oreopanax fulvum</i> EM FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B), PARANÁ.....	55
FIGURA 6	REPRESENTAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE REGENERANTES DE <i>Oreopanax fulvum</i> COMPARADA AOS PADRÕES DE VARIÁVEIS PREDITORAS PARA FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B).....	57

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1. COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE DUAS POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvum* Marchal ARALIACEAE, EM REMANESCENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ

TABELA 1	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE POSTOS DE SPEARMAN (ρ) ENTRE AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS DE FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B)	21
TABELA 2	RESULTADOS DO TESTE DE WATSON-WILLIAMS E WALLRAFF ENTRE AS FENOFASES DE <i>Oreopanax fulvum</i> DE FERNANDES PINHEIRO (A) E DE CURITIBA (B)	21
TABELA 3	RESULTADOS DA ESTATÍSTICA CIRCULAR PARA O GRAU DE SAZONALIDADE DA FENOLOGIA VEGETATIVA DE INDIVÍDUOS DE <i>Oreopanax fulvum</i> ENTRE JANEIRO/2014 E DEZEMBRO/2015 EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B). ONDE: r: COEFICIENTE DE CONCENTRAÇÃO, z: TESTE DE RAYLEIGH COM $p < 0,05$, p : TESTE DE UNIFORMIDADE DE RAYLEIGH	23
TABELA 4	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE POSTOS DE SPEARMAN (ρ) ENTRE TEMPERATURA MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA MENSAIS, PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL, FOTOPERÍODO E A INTENSIDADE DAS FENOFASES VEGETATIVAS DE <i>Oreopanax fulvum</i> , EM FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B)	25
TABELA 5	RESULTADOS DA ESTATÍSTICA CIRCULAR PARA O GRAU DE SAZONALIDADE DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE INDIVÍDUOS DE <i>Oreopanax fulvum</i> ENTRE JANEIRO/2014 E DEZEMBRO/2015 EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B), ONDE: r: COEFICIENTE DE CONCENTRAÇÃO, z: TESTE DE RAYLEIGH COM $p < 0,05$, p : TESTE DE UNIFORMIDADE DE RAYLEIGH	27

TABELA 6	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE POSTOS DE SPEARMAN (ρ) ENTRE TEMPERATURA MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA MENSAIS, PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL, FOTOPERÍODO E A INTENSIDADE DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE <i>Oreopanax fulvum</i> , EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B)	29
----------	---	----

CAPÍTULO 2. ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DUAS POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvum* Marchal ARALIACEAE, EM REMANESCENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ

TABELA 1	PARÂMETROS ESTRUTURAIS DE DUAS POPULAÇÕES DE <i>Oreopanax fulvum</i> EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B), PARANÁ.....	52
TABELA 2	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DA DECLIVIDADE, ALTURA DO DOSSEL, DISTÂNCIA EUCLIDIANA E LUMINOSIDADE, E CORRELAÇÕES DE SPEARMAN ENTRE ABUNDÂNCIA DE REGENERANTES E AS VARIÁVEIS PARA FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B), PARANÁ.....	56

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	iii
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL	XXX
DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE	XXX
CAPÍTULO 1. COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE DUAS POPULAÇÕES DE <i>Oreopanax fulvum</i> Marchal ARALICEAE, EM REMANESCENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ.....	11
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	15
ÁREAS DE ESTUDO.....	15
COLETA DE DADOS FENOLÓGICOS	16
DADOS METEOROLÓGICOS	18
ANÁLISE DOS DADOS	19
RESULTADOS	21
COMPARAÇÃO DOS PADRÕES FENOLÓGICOS E METEOROLÓGICOS ENTRE AS ÁREAS	21
FENOLOGIA VEGETATIVA	22
FENOLOGIA REPRODUTIVA	25
DISCUSSÃO	30
COMPARAÇÃO DOS PADRÕES FENOLÓGICOS E METEOROLÓGICOS ENTRE AS ÁREAS	30
FENOLOGIA VEGETATIVA	30
FENOLOGIA REPRODUTIVA	32

CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS	38

CAPÍTULO 2. ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DUAS POPULAÇÕES DE <i>Oreopanax fulvum</i> Marchal ARALIACEAE, EM REMANESCENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ.....	44
---	----

RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS	48
ÁREAS DE ESTUDO.....	48
COLETA DE DADOS	51
ANÁLISE DOS DADOS	50
RESULTADOS	52
DISCUSSÃO	58
CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS	65

INTRODUÇÃO GERAL

Nos planaltos da região Sul do Brasil, em disjunções na região sudeste e na Argentina está presente a Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Floresta com Araucária (RODERJAN et al., 2002; CASTELLA; BRITZ, 2004). Sua área de distribuição original nos três estados sulinos chegava a 175.000 km². No entanto, já na década de 1990, ela estava limitada a 20.000 km² (LEITE; KLEIN, 1990). Em 2004 mapeamentos davam conta de que, no Paraná, restava menos de 0,8 % de sua cobertura original em estágio avançado de sucessão (CASTELLA; BRITZ, 2004).

Os ciclos econômicos madeireiros e o desmatamento foram dois dos principais vetores de fragmentação e de diminuição da área de Floresta Ombrófila Mista, comprometendo a manutenção das populações vegetais que a compõem e, em alguns casos, as colocando em risco de extinção (MEDEIROS; SAVI; BRITO, 2005). *Oreopanax fulvum* Marchal se enquadra nesta situação, motivo pelo qual esta Araliaceae está presente em listas regionais de espécies ameaçadas de extinção, categorizada como rara no Paraná (PARANÁ, 1995) e vulnerável no Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2015), não havendo informações para Santa Catarina. A degradação e/ou a perda dos habitats são as principais ameaças à conservação das espécies de Araliaceae no Brasil (MARTINELLI; MORAES, 2013).

Oreopanax fulvum é endêmica da Mata Atlântica no Brasil, com distribuição natural abrangendo as regiões Sul e Sudeste (FIASCHI, 2015). A espécie é considerada secundária tardia a clímax (GRINGS; BRACK, 2009; ARAUJO et al., 2010; LORENZI, 2012). Ocupa preferencialmente o interior de florestas em bom estado de conservação, em solos ricos em matéria orgânica e água, caracterizando-se como árvore de 6 a 12 m de altura, com tronco ereto, cilíndrico e copa arredondada, suas folhas são cartáceas, discolores, glabras na face superior e branco tomentosas na face inferior, com 15 a 30 cm, são alternas, espiraladas, simples, de formato trilobado, raramente pentalobado. Os pecíolos possuem entre 15 e 40 cm de comprimento. As inflorescências se apresentam em capítulos dispostos em panículas terminais amplas, de coloração creme. Os frutos são bagas drupáceas globosas, glabras, com polpa carnosa, de cor roxa quando madura, contendo de 1 a 4 sementes que reúnem frutos muito apreciados por pássaros (LORENZI, 2012; PINTO et al., 2016).

Ações que promovam a conservação de populações de plantas dependem essencialmente do entendimento do comportamento de reprodução e manutenção da espécie no meio. A fenologia é uma das ciências que contribui para isso: ela busca identificar a ocorrência dos eventos biológicos recorrentes nas espécies, e sua relação com os fatores e recursos ambientais (LIETH, 1974; MORELLATO et al, 1989, 1990).

A fenologia das espécies vegetais procura revelar os padrões de relação entre os ciclos vegetativo e reprodutivo com os fatores ambientais anuais e as variações genéticas intraespecíficas (WAY, 2003; VÍLCHEZ; CHAZDON; REDONDO, 2004) como forma adaptativa de associar o ciclo de vida e sucesso reprodutivo à disponibilidade de recursos no tempo e espaço, evitando a competição intra ou interespecífica e proporcionando o uso de recursos de forma mais eficiente (OLIVEIRA, 2008).

São poucas as abordagens fenológicas em Floresta Ombrófila Mista (SOUZA; HATTEMER, 2003; MUNHOZ et al, 2014; LIEBSCH, MIKICH, 2009, HOFFMANN et al. 2015), cenário se repete em relação à Araliaceae (CAMACHO; OROZCO, 1998; OCHOA-GAONA; HERNÁNDEZ; JONG, 2008), sendo que não há registros para *O. fulvus*. De um modo geral, as pesquisas sobre fenologia de espécies nativas ainda são muito escassas, o que representa uma grande limitação para iniciativas de restauração (BROADHURST et al., 2008).

Os estudos demográficos geram informações sobre os diferentes estágios do ciclo de vida de uma espécie, buscando esclarecer os seus padrões de mortalidade, ingresso, crescimento e reprodução (YAHARA e OYAMA, 1993). Também podem revelar os fenômenos dependentes da abundância de plantas, como mortalidade, a interação com patógenos, competição e sucessão, dentro da dinâmica da comunidade vegetal (GILBERT, 2002).

O padrão de comunidades vegetais reflete-se pelo arranjo espacial de indivíduos que pertencem à determinada espécie ou população em uma área ou habitat específico (SILVA et al., 2009). O conhecimento sobre a estrutura espacial populacional torna-se essencial no estabelecimento de estratégias adequadas de amostragem de populações naturais (BITTENCOURT, 2007), conseguindo-se, assim, maximizar o entendimento sobre a diversidade genética da população ou da espécie (EPPERSON, 1989).

O modo como os indivíduos de uma espécie estão distribuídos no espaço demonstra seus comportamentos e habilidades em colonizar ambientes propícios ao seu desenvolvimento, podendo apresentar uma distribuição agregada, aleatória ou regular (BAROT; GIGNOUX; MENAUT, 1999). Uma população pode apresentar sempre o mesmo padrão espacial como resposta à sua adaptação morfológica ou nutricional (SÜHS; BUDKE, 2011), ou mostrar-se dependente do habitat (LIMA-RIBEIRO; PRADO, 2007), variando o padrão de acordo com os recursos e fatores disponíveis.

Este trabalho foi organizado em dois capítulos, sendo o objetivo do primeiro analisar o comportamento fenológico de duas populações de *O. fulvus* em dois remanescentes em diferentes matrizes de paisagem (rural e urbana) no Paraná, visando subsidiar ações de conservação da espécie com informações sobre sua autoecologia. Apresenta-se sua estruturação de forma a responder as seguintes questões: i) Há distinção no comportamento fenológico das duas populações? ii) A fenologia está relacionada com as variáveis meteorológicas? iii) Quais variáveis meteorológicas estão mais relacionadas às fenofases e quais podem ser consideradas como gatilhos na indução das fenofases?

O Capítulo II teve como objetivo avaliar a estrutura demográfica e a distribuição espacial de duas populações de *Oreopanax fulvus*, de forma a responder as seguintes questões: i) Existe diferença nos parâmetros estruturais entre as duas populações? ii) Há variação na distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro e altura? iii) Há padrões de distribuição espacial da espécie diferenciados entre as áreas? iv) As variáveis ambientais (declividade, luminosidade, distância euclidiana, altura do dossel) influenciam na abundância da espécie e em sua distribuição espacial?

CAPÍTULO 1

COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE DUAS POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvum* Marchal ARALIACEAE, EM REMANESCENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ

RESUMO

Oreopanax fulvum Marchal é uma espécie endêmica do bioma Mata Atlântica, categorizada como rara no Paraná e vulnerável no Rio Grande do Sul. Diante deste contexto, é essencial a compreensão de sua autoecologia para subsidiar ações de conservação. O objetivo do estudo foi caracterizar e comparar o comportamento fenológico de duas populações de *O. Fulvum*, uma localizada em remanescente de Floresta Ombrófila Mista situado em uma matriz de paisagem rural, no município de Fernandes Pinheiro (área A, 25°32'49"S e 50°28'37"W), e outra em um fragmento dessa mesma formação em meio urbano, na cidade de Curitiba (área B, 25°26'53"S e 49°14'25"W). Durante 24 meses foram monitorados mensalmente 19 indivíduos em cada área. Para quantificação das fenofases vegetativas (broto, folha adulta e senescência foliar) adotou-se o critério de Fournier (escala intervalar com cinco categorias de intensidade) e, para as reprodutivas (botão, antese, fruto imaturo e maduro) utilizou-se método baseado na relação percentual entre o número de panículas e o número de ramos em cada árvore. A sazonalidade das fenofases foi avaliada por meio de estatísticas circulares baseadas no índice de atividade. Foram calculadas as correlações de Spearman entre as fenofases e as variáveis meteorológicas mensais (temperaturas mínima, média e máxima, precipitação e fotoperíodo). A presença de brotos e folhas adultas ocorreu durante todo o ano, havendo diminuição de folhas adultas entre novembro e dezembro. A senescência foliar demonstrou sazonalidade, ocorrendo entre os meses de maio a dezembro. Todas as fenofases reprodutivas se caracterizaram como sazonais, sendo que a floração (botões e antese) se dá entre janeiro e maio, e a frutificação de março a novembro, com frutos maduros a partir de setembro. As variáveis meteorológicas que mais se relacionaram com as fenofases vegetativas e reprodutivas foram temperatura média e fotoperíodo, sendo que podem exercer influência nos gatilhos e na duração dessas fenofases. As fenofases reprodutivas apresentaram maior correlação com as variáveis meteorológicas, exceto para precipitação, que também não se correlacionou com fenofases vegetativas. As populações de *O. fulvum* apresentaram comportamentos fenológicos próximos, havendo dissimilaridades nas fenofases reprodutivas.

Palavras-chave: Fenologia. Estatística Circular. Sazonalidade. Variáveis Meteorológicas.

ABSTRACT

Oreopanax fulvum Marchal is an endemic species from Brazilian Atlantic Forest biome, classified as rare in Paraná and vulnerable in Rio Grande do Sul states. This adverse situation requires urgent conservation actions that must be subsidized by the understanding of its autoecology. This research aimed to identify the phenological patterns of *O. fulvum* populations from two Araucaria Forest remnants in Paraná, located in Fernandes Pinheiro (site A, 25°32'49"S - 50°28'37"W) and Curitiba (site B, 25°26'53"S - 49°14'25"W) municipalities. Phenology monitoring was performed in 19 trees in each site over 24 months. Fournier criterion (an interval scale with five categories of phenophases intensity) was applied to quantify vegetative phenophases (sprout, adult leaf and leaf senescence). Reproductive phases (flower bud, anthesis, immature and mature fruit) were quantified using the percentual ratio between the number of panicles and branches in each tree. Circular statistics based on activity index was applied to identify phenophases' seasonality. Spearman correlations were performed among phenophases and a monthly basis meteorological parameters (minimum, medium and maximum temperature, precipitation and photoperiod). Sprouts and mature leaves presence were registered in all months, with a decrease of adult leaves in November and December. Leaf senescence was seasonal, occurring from May to December. All reproductive phenophases were seasonal: the flowering process (bud flower and anthesis) occurs from January to May; fruiting occurs from March to November, with mature fruits starting in September. Vegetative and reproductive phenophases were highly influenced by average temperature and photoperiod. Reproductive phenophases showed correlation to all meteorological parameters, except by precipitation. This parameter also did not show correlation to vegetative phenophases. Although there are dissimilarities in reproductive phenological patterns, populations of *O. fulvum* studied in this research had similar phenological performances.

Keywords: Phenology. Circular Statistics. Seasonal performance. Meteorological parameters.

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista compreende as formações florestais típicas dos planaltos da região Sul do Brasil, com disjunções na região sudeste e em países vizinhos (RODERJAN et al., 2002; CASTELLA; BRITZ, 2004). A área de distribuição original da Floresta Ombrófila Mista na região sul cobria cerca de 175.000 km². No entanto, por volta da década de 1990, já se encontrava reduzida a 20.000 km² (LEITE; KLEIN, 1990). No Paraná restava, em 2004, no estágio avançado de sucessão, menos de 0,8% de sua cobertura original (CASTELLA; BRITZ, 2004).

A grande fragmentação e a diminuição da área de abrangência da Floresta Ombrófila Mista afetam a manutenção das populações vegetais que a compõem e, em alguns casos, as colocam em risco de extinção (MEDEIROS; SAVI; BRITO, 2005). *Oreopanax fulvum* Marchal se enquadra nesta situação, motivo pelo qual esta Araliaceae está presente em listas regionais de espécies ameaçadas de extinção, categorizada como rara no Paraná (PARANÁ, 1995) e vulnerável no Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2015), não havendo informações para Santa Catarina. A degradação ou perda dos habitats são as principais ameaças à conservação das espécies de Araliaceae no Brasil (MARTINELLI; MORAES, 2013).

Oreopanax fulvum é endêmica da Mata Atlântica no Brasil, com distribuição natural abrangendo as regiões Sul e Sudeste (FIASCHI, 2015). A espécie pode ser secundária tardia, ocupa preferencialmente o interior de florestas em bom estado de conservação, em solos ricos em matéria orgânica e água, caracterizando-se como árvore de 6 a 12 m de altura, com infrutescências compostas formadas por capítulos dispostos em panículas terminais amplas, que reúnem frutos muito apreciados por pássaros (LORENZI, 2012).

Ações que promovam a conservação de populações de plantas dependem essencialmente do entendimento do comportamento de reprodução e manutenção da espécie no meio. A fenologia é uma das ciências que contribui para isso. Ela busca identificar a ocorrência dos eventos biológicos recorrentes nas espécies, e sua relação com os fatores e recursos ambientais (LIETH, 1974; MORELLATO et al, 1989, 1990).

A fenologia das espécies vegetais procura revelar os padrões de relação entre os ciclos vegetativos e reprodutivos com os fatores ambientais anuais e as variações genéticas intraespecíficas (WAY, 2003; VÍLCHEZ; CHAZDON; REDONDO, 2004) como forma adaptativa de associar o ciclo de vida e sucesso reprodutivo à disponibilidade de recursos no tempo e espaço, evitando a competição intra ou interespecífica e proporcionando o uso de recursos de forma mais eficiente (OLIVEIRA, 2008).

São poucas as abordagens fenológicas em Floresta Ombrófila Mista (SOUZA; HATTEMER, 2003; LIEBSCH, MIKICH, 2009, HOFFMANN et al., 2015), cenário se repete em relação à Araliaceae (CAMACHO; OROZCO, 1998; OCHOA-GAONA; HERNÁNDEZ; JONG, 2008), sendo que não há registros para *O. fulvus*. De um modo geral, as pesquisas sobre fenologia de espécies nativas ainda são muito limitadas, o que representa uma grande limitação para iniciativas de restauração (BROADHURST et al., 2008).

Desse modo, o objetivo desse estudo foi analisar o comportamento fenológico de duas populações de *O. fulvus* em dois remanescentes em diferentes matrizes de paisagem (rural e urbana) no Paraná, visando subsidiar ações de conservação da espécie com informações sobre sua autoecologia. Diante deste cenário, o estudo foi estruturado de forma a responder as seguintes questões: i) Há distinção no comportamento fenológico das duas populações? ii) A fenologia está relacionada com as variáveis meteorológicas? iii) Quais variáveis meteorológicas estão mais relacionadas às fenofases e quais podem ser consideradas como gatilhos na indução das fenofases?

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi conduzido em dois remanescentes de Floresta Ombrófila Mista em estágio médio a avançado de sucessão, no Estado do Paraná, com distância de cerca de 130 km entre as áreas (FIGURA 1).

O remanescente A, com 101 ha, situa-se na localidade de Angaí, município de Fernandes Pinheiro (25°32'49"S e 50°28'37"W) a aproximadamente 900 m de altitude. O clima da região é do tipo Cfb, subtropical úmido mesotérmico, conforme a classificação de Köppen (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007; MAACK, 2012). Situado no Segundo Planalto Paranaense, a geologia predominante é a Formação Rio Bonito, com relevo suave-ondulado a ondulado. O solo ocorrente é do tipo Cambissolo Háplico distrófico típico, (FERNANDES PINHEIRO, 2006; MINEROPAR, 2006). O remanescente já foi utilizado para pastoreio, extração de erva mate, e está sob constante ameaça de caça; encontra-se em uma matriz de paisagem rural, cercado por trechos com agricultura intensiva e outros fragmentos florestais próximos.

O remanescente B, com cerca de 19 ha, situa-se no Campus III da Universidade Federal do Paraná, município de Curitiba (25°26'53"S e 49°14'25"W), a aproximadamente 920 m de altitude. O clima da região é do tipo Cfb, subtropical úmido mesotérmico, conforme a classificação de Köppen (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007; MAACK, 2012). Esta área localiza-se no Primeiro Planalto Paranaense, sendo a geologia caracterizada pela Formação Guabirotuba. O solo é do tipo Cambissolo Húmico distrófico com textura argilosa (MINEROPAR, 2006; MELLEK, 2015). O fragmento está situado em meio a uma matriz de paisagem urbana, com apenas três outras áreas florestais próximas (Capão do Tigre, no Jardim Botânico de Curitiba, e os Capões de Biológicas e de Educação Física, no Campus II da UFPR), isolado destas por estrutura viária. Sua localização em área urbana implicou em forte interferência em sua estrutura.

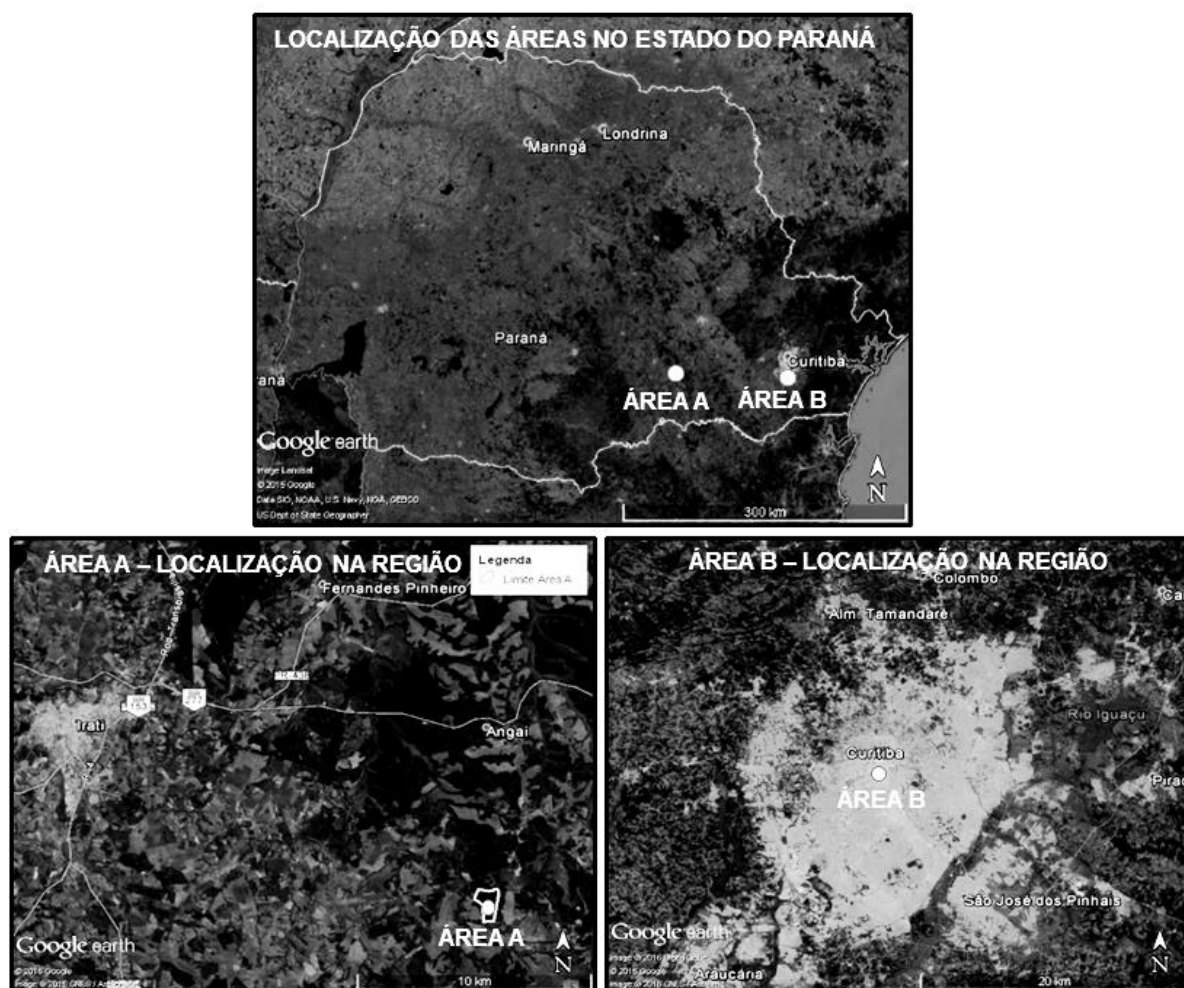


FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DOS INDIVÍDUOS DE *Oreopanax fulvum* (MATRIZES) MONITORADOS. FONTE: AUTOR (2016).

COLETA DE DADOS FENOLÓGICOS

Para a seleção e marcação dos indivíduos monitorados foi utilizado o método de trilhas (D'EÇA-NEVES; MORELLATO, 2004), efetuando-se o georreferenciamento de cada árvore selecionada. Para a seleção dos indivíduos foram considerados os seguintes critérios: indivíduos adultos, saudáveis, de porte similar (DAP de 10,9 a 29,3 cm) (CHAPMAN, 1989; MORELLATO et al., 2000), situados no estrato vertical intermediário (sem insolação direta), em ambiente topográfico semelhante.

Foram mensalmente monitorados 19 indivíduos em cada área, em conformidade com o valor mínimo recomendado por Morellato et al., (2010). O monitoramento fenológico foi realizado durante 24 meses, entre janeiro de 2014 e

dezembro de 2015, sempre na primeira quinzena de cada mês, com o auxílio de binóculos.

A avaliação fenológica foi dividida em fenologia vegetativa e reprodutiva (REGO; LAVORANTI, 2007; KANIESKI et al., 2013; MILANI et al., 2013; BAUER et al., 2014). As fenofases vegetativas avaliadas foram: broto, folha adulta e senescência foliar (FIGURA 2). Para avaliação de intensidade destas fenofases, adotou-se o método semiquantitativo de Fournier (1974) por meio da utilização de uma escala intervalar das intensidades das fenofases com cinco categorias, sendo: 0 - ausência da fenofase; 1 - intensidade entre 1-25%; 2 - entre 26-50%; 3 - entre 51-75%; e 4 - entre 76-100%. O valor obtido foi dividido pelo valor máximo possível (número de indivíduos da espécie multiplicado por quatro) e multiplicado por 100 para ser expressado em valor percentual.

As fenofases reprodutivas avaliadas foram: botões florais, flores em antese, frutos imaturos e frutos maduros. Para a avaliação da intensidade destas fenofases foi utilizado o método quantitativo baseado na relação percentual entre o número de panículas e o número de ramos, adaptado de Mazza, Santos e Mazza (2011), considerando que em cada ramo pode formar-se apenas uma panícula terminal.

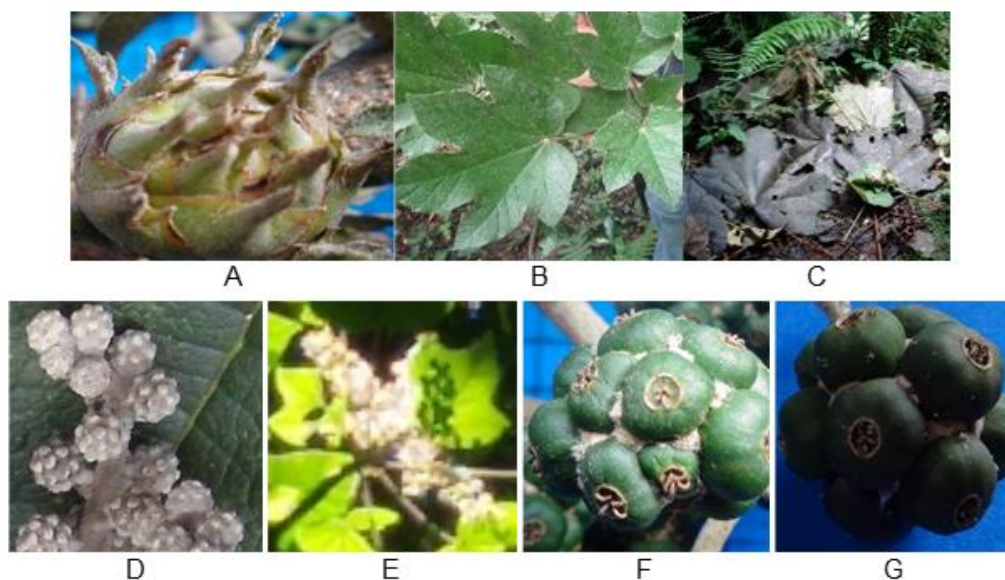


FIGURA 2 – FENOFASES VEGETATIVAS, BROTO (A), FOLHA ADULTA (B), FOLHA VELHA (SENESCÊNCIA FOLIAR) (C) E FENOFASES REPRODUTIVAS, BOTÃO (D), ANTESE (E), FRUTO IMATURO (F) e FRUTO MADURO (G). FONTE: AUTOR (2016).

DADOS METEOROLÓGICOS

Foram utilizadas as médias mensais, geradas ao final de cada mês, que coincidiram com o mês de realização das coletas. Os dados meteorológicos de cada área foram obtidos junto ao Instituto Agrônomo do Paraná – Estação Fernandes Pinheiro (IAPAR), Sistema Meteorológico do Paraná – Estação Curitiba (SIMEPAR) e ao Instituto Nacional de Meteorologia – Estação Irati e Curitiba (INMET). As variáveis meteorológicas utilizadas para as correlações com as fenofases foram: temperatura média mensal, médias das temperaturas mínimas e máximas mensais (°C), precipitação acumulada mensal (mm) (FIGURA 3).

FOTOPERÍODO

Para o cálculo do fotoperíodo, foi utilizada a seguinte fórmula (SOARES; BATISTA, 2004):

$$D = \frac{2\{\text{arc. cons}[-\text{tg}(\varphi) * \text{tg}(\delta)] + 0,83^\circ\}}{15}$$

D = fotoperíodo em horas e décimos de hora

φ = latitude do lugar

δ = declinação do sol (dado fixo)

Os dados de fotoperíodo para ambas as áreas são apresentados na FIGURA 3.

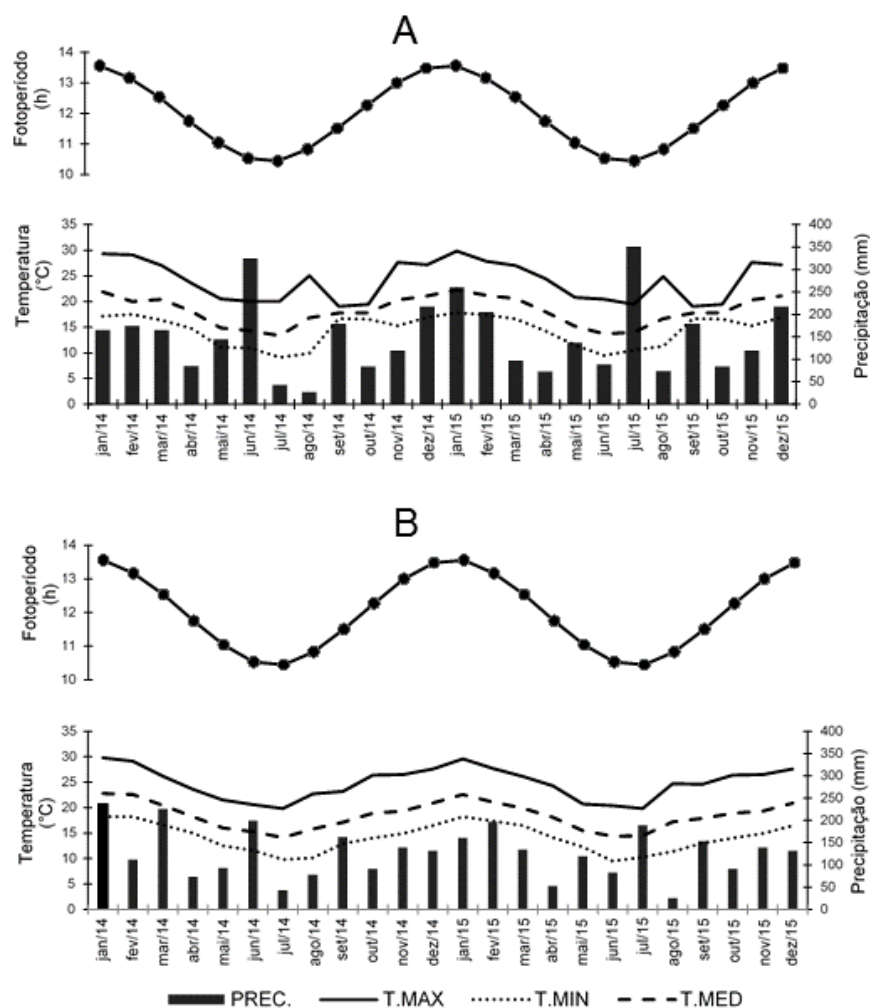


FIGURA 3 – FOTOPERÍODO, TEMPERATURAS MENSAIS E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA REGISTRADAS DURANTE O PERÍODO TOTAL DE MONITORAMENTO FENOLÓGICO EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B). FONTE: IAPAR (2015); SIMEPAR (2015); INMET (2015).

ANÁLISE DOS DADOS

A fim de verificar a ocorrência dos períodos das fenofases, sua concentração, sazonalidade e duração, foram utilizadas análises estatísticas circulares por meio do software ORIANA 3 (KOVACH, 2004), utilizando-se o índice de atividade proposto por Benke e Morellato (2002), que considera a presença ou ausência das fenofases nos indivíduos monitorados. Para esta análise, os meses são convertidos em ângulos de 0° - 360° , onde cada mês é representado por um intervalo de 30° , sendo atribuído o valor de 15° para o início do mês de janeiro (MORELLATO et al., 2000).

Foram calculados ângulo médio, desvio padrão angular e comprimento do vetor médio (r). A significância do ângulo médio foi avaliada por meio do teste de Rayleigh (z) (ZAR, 1999). As fenofases que apresentaram ângulo médio significativo ($p < 0,05$), o que denota sazonalidade, foram convertidas em data média de ocorrência de cada fenofase (MORELLATO et al., 2000). As fenofases foram representadas por histogramas circulares obtidos das análises.

A partir dos dados de intensidade foram elaborados dendrofenogramas com a representação cronológica do comportamento fenológico quantitativo segundo o proposto por Fournier (1976).

Para testar a relação entre variáveis meteorológicas do período com as fenofases observadas, foram realizadas correlações de Spearman (P) com os dados de presença e ausência das fenofases, utilizando o pacote estatístico PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Estas correlações também foram feitas entre os dados meteorológicos das duas áreas de estudo, para testar proximidade climática entre os remanescentes.

Para comparar os padrões fenológicos das duas populações estudadas (MORELLATO et al., 2000; MORELLATO; ALBERTI; HUDSON, 2010), foram relacionados os ângulos médios de cada fenofase por meio do teste de Watson-Williams (F) (ZAR, 1999) e o teste de Wallraff (WALLRAFF, 1979), ambas no ambiente R version 3.0.3 (R CORE TEAM, 2014).

RESULTADOS

COMPARAÇÃO DOS PADRÕES FENOLÓGICOS E METEOROLÓGICOS ENTRE AS ÁREAS

Os resultados da correlação de Spearman mostram que as áreas apresentam condições meteorológicas similares, com menor correlação para temperatura máxima e maior para fotoperíodo (TABELA 1).

O teste de Watson-Williams demonstrou que as áreas possuem diferenças significativas entre o comportamento das fenofases botão, antese e senescência foliar, sendo que a diferença entre as duas áreas para antese e senescência foliar foi também confirmada pelo teste de Wallraff (TABELA 2). A partir desses resultados, foi necessário realizar análises independentes das duas áreas de estudo.

TABELA 1 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN (*P*) ENTRE AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS DE FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B).

T. mín. (°C)	T. méd. (°C)	T. máx. (°C)	Precipitação (mm)	Fotoperíodo (h)
0,900*	0,960*	0,754*	0,796*	1,000*

* valores significativos ao nível de 95% de confiança.

FONTE: AUTOR (2016).

TABELA 2 – RESULTADOS DO TESTE DE WATSON-WILLIAMS E WALLRAFF ENTRE AS FENOFASES DE *Oreopanax fulvum* DE FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B).

Fenofase	Média Área A	Média Área B	Teste de Watson-Williams	Teste de Wallraff
Broto	153,7 ^o	108,5 ^o	0,155 (ns)	0,346 (ns)
Folha adulta	173,8 ^o	156,3 ^o	0,148 (ns)	0,633 (ns)
Senescência foliar	267,0 ^o	270,1 ^o	0,677*	15,357*
Botão	67,5 ^o	59,0 ^o	0,390*	0,078
Antese	103,7 ^o	97,1 ^o	0,672*	27,248*
Fruto imaturo	154,3 ^o	201,2 ^o	0,122 (ns)	0,163 (ns)
Fruto maduro	293,3 ^o	294,5 ^o	0,114 (ns)	0,956 (ns)

ns: não significativo; * valores significativos ao nível de 95% de confiança.

FONTE: AUTOR (2016).

FENOLOGIA VEGETATIVA

Conforme as observações, a emissão de brotos esteve presente em todos os meses, com diminuição de ocorrência em alguns indivíduos entre novembro e dezembro para a área A e, mais acentuada entre setembro e dezembro para a área B. As folhas adultas estiveram presentes na maioria dos indivíduos durante todos os meses na área A, enquanto que na área B houve diminuição de indivíduos com esta fenofase entre novembro e dezembro. A senescência foliar ocorreu na maioria dos indivíduos entre setembro e novembro, sendo que na área A esta fenofase ainda se manifesta em dezembro para grande parte das árvores (FIGURA 4).

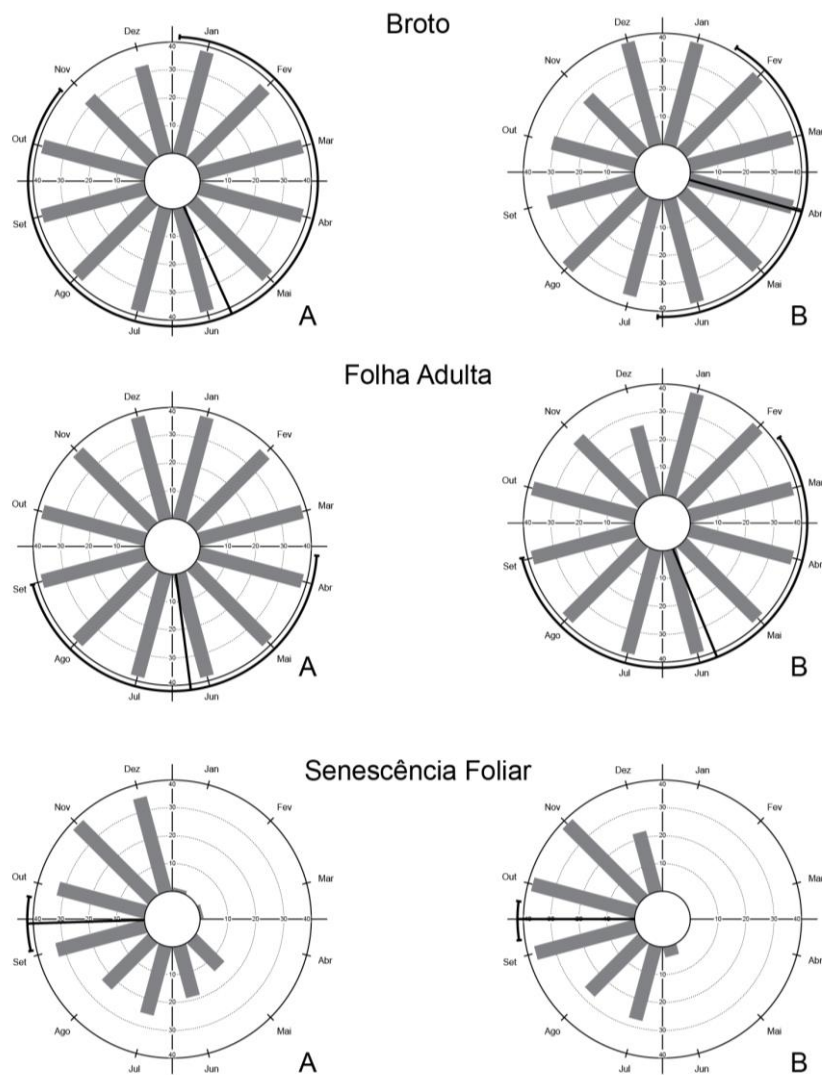


FIGURA 4 – COMPORTAMENTO FENÓLOGICO VEGETATIVO DE *Oreopanax fulvum* EM FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B) CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, AS BARRAS REPRESENTAM O NÚMERO DE INDIVÍDUOS COM A FENOFASE. FONTE: AUTOR (2016).

Os resultados da estatística circular mostram que apenas a fenofase senescência foliar apresentou sazonalidade em ambas as áreas, apresentando datas médias muito próximas entre si (TABELA 3).

TABELA 3 – RESULTADOS DA ESTATÍSTICA CIRCULAR PARA O GRAU DE SAZONALIDADE DA FENOLOGIA VEGETATIVA DE INDIVÍDUOS DE *Oreopanax fulvum* ENTRE JANEIRO/2014 E DEZEMBRO/2015 EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B). ONDE: r : COEFICIENTE DE CONCENTRAÇÃO, Z : TESTE DE RAYLEIGH COM $p < 0,05$, p : TESTE DE UNIFORMIDADE DE RAYLEIGH.

Fenofases	Número de observações	Ângulo médio	Desvio padrão circular	Data média	Comprimento médio do vetor r	Rayleigh (Z)	Teste de uniformidade Rayleigh (p)	
Área A	Broto	444	153,72°	155,76°		0,025	0,27	ns
	Folha adulta	453	173,79°	185,33°		0,005	0,01	ns
	Senescência foliar	218	267,00°	68,34°	24/set	0,491	52,55	< 0,05
Área B	Broto	430	106,32°	139,73°		0,051	1,12	ns
	Folha adulta	439	156,29°	146,49°		0,038	0,64	ns
	Senescência foliar	194	270,14°	50,37°	27/set	0,679	89,56	< 0,05

ns: não significativo

FONTE: AUTOR (2016).

A intensidade de indivíduos em brotação seguiu o mesmo comportamento nas duas áreas, a área A apresentou uma redução do evento em comparação à área B no segundo ano, sendo que a área B manteve comportamento semelhante ao observado no ano anterior. Para folha adulta percebeu-se uma diminuição a partir de novembro de 2014, sendo mais evidente em dezembro para as duas áreas, ocorrendo com um mês de antecipação para este fato no ano seguinte. Quanto à senescência foliar, houve maior intensidade para a área A em agosto de 2014 e para a área B em novembro de 2015 (FIGURA 5).

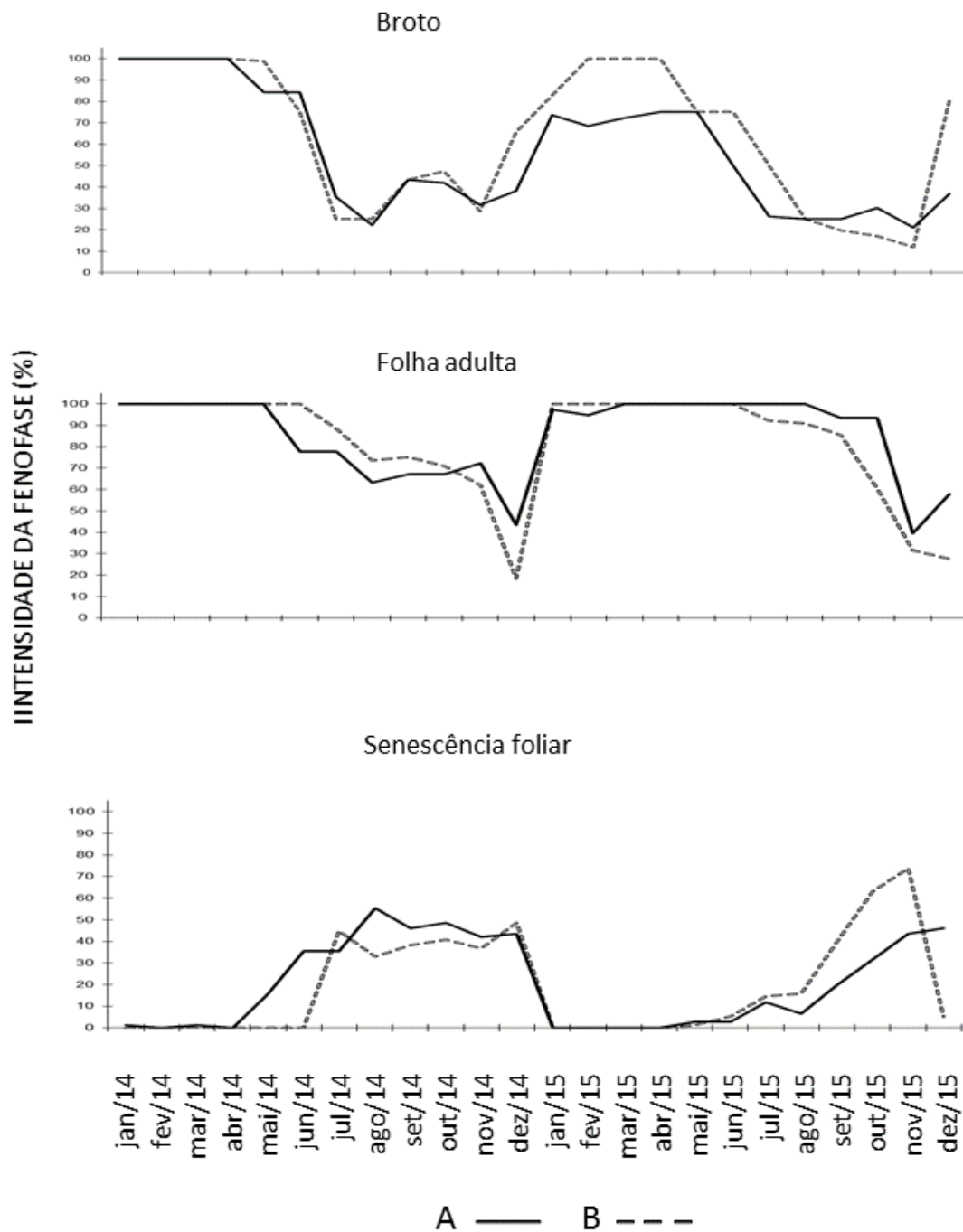


FIGURA 5 – INTENSIDADE DOS EVENTOS FENOLÓGICOS VEGETATIVOS DE *Oreopanax fulvum*, FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B). FONTE: AUTOR (2016).

Para a área B houve correlação negativa significativa entre a fenofase folha adulta e fotoperíodo, ou seja, com o aumento desta variável meteorológica a quantidade de folhas adultas é menor. Para a área A, a emissão de brotos mostrou uma relação negativa tanto com a temperatura média como com o fotoperíodo. Além

disso, a temperatura média também se correlacionou negativamente com folhas adultas. Dessa forma, denota-se uma diminuição destas fenofases conforme o aumento das respectivas variáveis meteorológicas (TABELA 4).

TABELA 4 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN (*P*) ENTRE TEMPERATURA MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA MENSAIS, PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL, FOTOPERÍODO E A PRESENÇA E AUSÊNCIA DAS FENOFASES VEGETATIVAS DE *Oreopanax fulvum*, EM FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B).

Fenofases	T. mín. (°C)		T. méd. (°C)		T. máx. (°C)		Precipitação (mm)		Fotoperíodo (h)	
	Área		Área		Área		Área		Área	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Broto	-0,38	-0,09	-0,50*	-0,03	-0,38	0,06	-0,36	-0,34	-0,52*	-0,07
Folha adulta	-0,37	-0,36	-0,41*	-0,40	-0,26	-0,30	-0,37	-0,32	-0,38	-0,46*
Senescência foliar	-	-0,28	-0,22	-0,20	-0,35	-0,16	0,05	-0,00	-0,19	-0,14

* valores significativos ao nível de 95% de confiança.

FONTE: AUTOR (2016).

FENOLOGIA REPRODUTIVA

O surgimento dos botões florais ocorreu desde janeiro até maio nas duas áreas, totalizando cinco meses para esta fenofase, tendo um número mais expressivo de indivíduos na área A em comparação com a área B. A antese ocorreu nos meses de março e abril, sendo menos evidente em março e mais concentrada em abril. Essa situação foi registrada em ambas as áreas. De forma geral, frutos imaturos surgiram no mês de março, estendendo-se até novembro. Para a área A, a produção foi iniciada e finalizada anteriormente à área B. A ocorrência de frutos maduros deu-se de setembro a novembro para ambas as áreas, sendo mais concentrada em outubro na área A, e em novembro na área B (FIGURA 6).

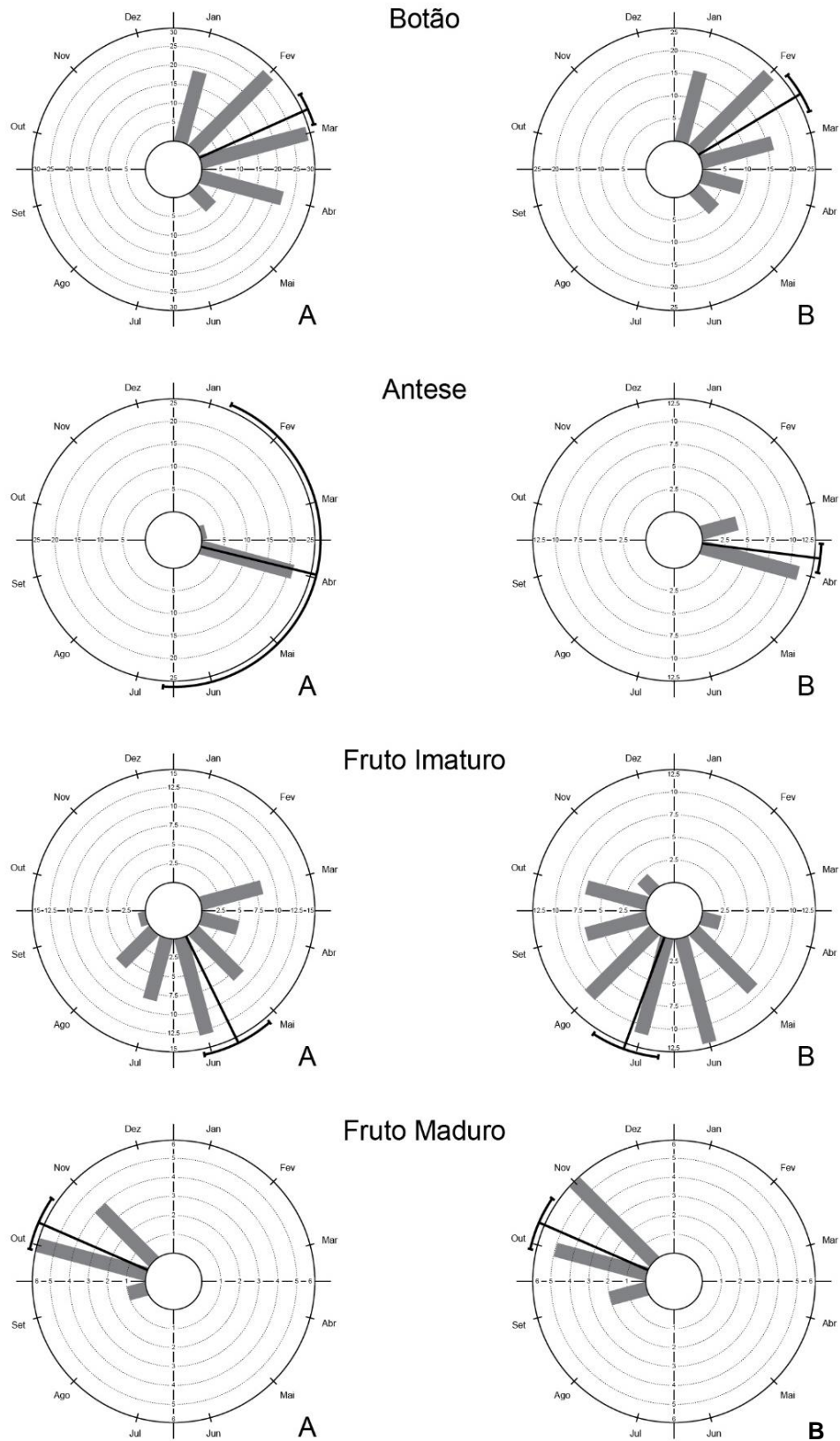


FIGURA 6 - COMPORTAMENTO FENOLÓGICO REPRODUTIVO DE *Oreopanax fulvum* EM FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B) CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, AS BARRAS REPRESENTAM O NÚMEROS DE INDIVÍDUOS COM A FENOFASE. FONTE: AUTOR (2016).

Os resultados das análises de estatística circular apontaram que todas as fenofases reprodutivas são sazonais para as duas áreas. Tanto antese quanto fruto maduro apresentaram os comprimentos médios do vetor que indicaram datas médias muito próximas entre as áreas (TABELA 5).

TABELA 5 – RESULTADOS DA ESTATÍSTICA CIRCULAR PARA O GRAU DE SAZONALIDADE DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE INDIVÍDUOS DE *Oreopanax fulvum* ENTRE JANEIRO/2014 E DEZEMBRO/2015 EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B). Onde: r: COEFICIENTE DE CONCENTRAÇÃO, Z: TESTE DE RAYLEIGH COM $p < 0,05$, p: TESTE DE UNIFORMIDADE DE RAYLEIGH.

	Fenofases	Nº de observ.	Ângulo médio	Desvio padrão circular	Data média	Comprimento médio do vetor r	Rayleigh (Z)	Teste de uniformidade Rayleigh (p)
Área A	Botão	104	65,46°	34,25°	06/mar	0,84	72,65	< 0,05
	Antese	22	103,70°	-	14/abr	1,00	22,00	< 0,05
	Fruto imaturo	49	154,27°	50,34°	03/jun	0,68	22,65	< 0,05
	Fruto maduro	11	293,26°	16,40°	20/out	0,96	10,13	< 0,05
Área B	Botão	70	59,03°	35,83°	28/fev	0,82	47,34	< 0,05
	Antese	15	97,13°	10,07°	07/abr	0,98	14,54	< 0,05
	Fruto imaturo	60	201,16°	55,24°	20/jul	0,63	23,68	< 0,05
	Fruto maduro	13	294,52°	19,97°	21/out	0,94	11,51	< 0,05

FONTE: AUTOR (2016).

O surgimento de botões apresentou comportamento semelhante para as duas áreas, com picos entre fevereiro e março. A maior intensidade se deu para a área B. Para a antese, os indivíduos das duas áreas também apresentaram comportamento similar, com picos em meados de abril, e maior intensidade na área A. Em relação aos frutos imaturos, a área B se destacou nos dois anos. As maiores intensidades ocorreram em meados de julho de 2014 e em maio de 2015. A presença de frutos maduros ocorreu na mesma época e com igual intensidade no ano de 2014 em ambas as áreas. No ano seguinte, esta fenofase teve seu auge em outubro na área A e no mês posterior com maior intensidade na área B (FIGURA 7).

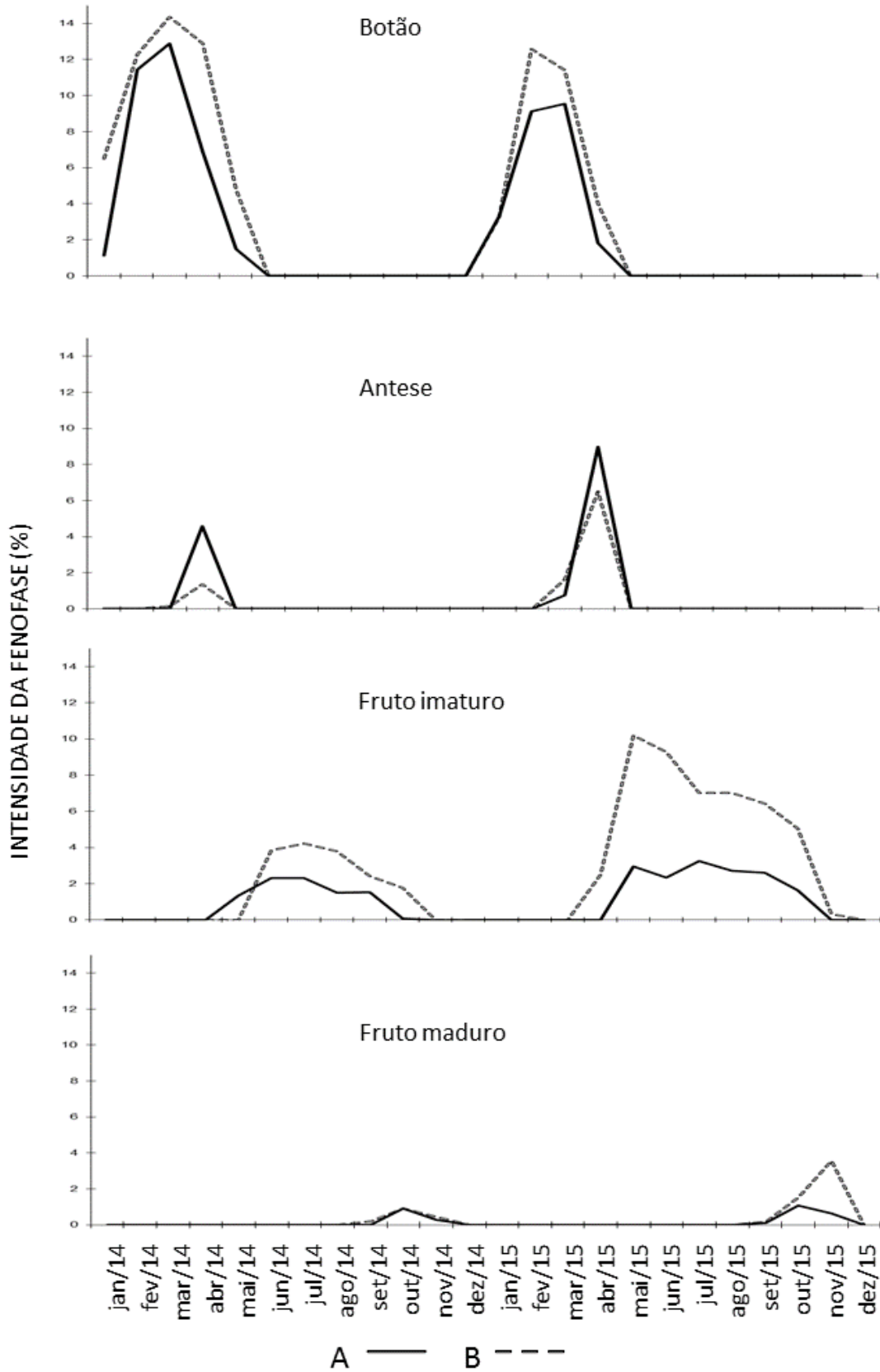


FIGURA 7 – INTENSIDADE DOS EVENTOS FENOLÓGICOS REPRODUTIVOS DE *Oreopanax fulvum*, FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B). FONTE: AUTOR (2016).

Não houve correlação entre as fenofases reprodutivas e a precipitação. Antese e fruto maduro não se correlacionaram com nenhuma das variáveis meteorológicas em ambas as áreas. O surgimento de botões se correlacionou positivamente nas áreas A e B com a temperatura média, máxima e fotoperíodo, sendo que na área B ainda houve correlação com a temperatura mínima. A presença de frutos imaturos para as duas áreas se correlacionou negativamente com as variáveis temperatura e fotoperíodo, o que sinaliza uma diminuição desta fenofase com a proximidade do verão. A fenofase mais influenciada por variáveis meteorológicas foi fruto imaturo, também atingindo correlações maiores (TABELA 6).

TABELA 6 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN (*P*) ENTRE TEMPERATURA MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA MENSAL, PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL, FOTOPERÍODO E A PRESENÇA E AUSÊNCIA DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE *Oreopanax fulvum*, EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B).

Fenofases	T. mín. (°C)		T. méd. (°C)		T. máx. (°C)		Precipitação (mm)		Fotoperíodo (h)	
	Área A	Área B	Área A	Área B	Área A	Área B	Área A	Área B	Área A	Área B
Botão	0,39	0,58*	0,49*	0,54*	0,51*	0,50*	0,07	0,12	0,45*	0,48*
Antese	-0,06	0,17	0,12	0,11	-0,02	0,02	-	-	0,01	0,06
Fruto imaturo	-0,87*	-0,82*	-0,66*	-0,84*	-0,45*	-0,76*	-	-	-0,72*	-0,82*
Fruto maduro	0,08	0,05	0,06	0,04	-0,18	0,03	0,14	0,31	0,14	0,11

* valores significativos ao nível de 95% de confiança.

FONTE: AUTOR (2016).

DISCUSSÃO

COMPARAÇÃO DOS PADRÕES FENOLÓGICOS E METEOROLÓGICOS ENTRE AS ÁREAS

As correlações entre as variáveis meteorológicas e as áreas de estudo confirmam que a distância entre as áreas não chega a determinar diferenças climáticas consideráveis. A máxima correlação positiva com fotoperíodo confirma que sítios próximos realmente sofrem pouquíssimas alterações desta variável (SOARES; BATISTA, 2004).

Estes resultados endossam condições meteorológicas similares para ambas as áreas, o que também é favorecido pelas suas altitudes muito próximas.

As diferenças significativas entre algumas das fenofases nas duas áreas indicam que são populações de *O. fulvus* diferentes. São inúmeros os parâmetros que podem influenciar essa condição: variação genética, diferenças entre micro habitats, competição entre polinizadores e dispersores, nutrição, disponibilidade de água e demais fatores ambientais, assim como os meteorológicos (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; LARCHER, 2006; DANNER et al., 2010; FELIPPI et al., 2012).

FENOLOGIA VEGETATIVA

A produção de brotos e de folhas adultas em *O. fulvus* foi constante na maioria dos indivíduos nas áreas estudadas, não apontando sazonalidade para as duas populações. Para *Ocotea porosa* (REGO; LAVORANTI, 2007) e *Schinus terebinthifolius* (MILANI et al., 2013), espécies comuns na Floresta Ombrófila Mista, foi igualmente observado que a emissão de novas folhas ocorreu de forma regular na maioria dos indivíduos durante todo o período de observação, também não apresentando sazonalidade. Com este comportamento, pode-se afirmar que *O. fulvus* é perene (KANIESKI et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015). As espécies

perenes possuem uma baixa capacidade fotossintética, o que garante folhas mais longevas (WRIGHT et al., 2006).

O número de indivíduos com folhas adultas foi menor entre os meses de novembro e dezembro na área B, coincidindo com o final do período de frutificação e de forma similar à condição verificada para *O. porosa* (REGO; LAVORANTI, 2007). Apesar disso, essa diminuição de presença de folhas adultas ocorre em um curto período, pois em seguida a planta investe em renovação foliar. Tanto a diminuição da produção de folhas como o investimento para renovação foliar estão associados a fatores externos (ambientais – sazonalidade climática, por exemplo) e internos (genéticos) para que haja um crescimento e desenvolvimento ideal da planta (LARCHER, 2006). Sendo assim, considera-se que possivelmente para a área A, as condições ambientais e genéticas foram favoráveis à manutenção de folhas adultas durante todo o período observado.

Foi verificada sazonalidade para senescência foliar, a mesma condição identificada por Marques et al (2004) para várias espécies da Floresta Ombrófila Mista em Curitiba, Paraná. Durante o monitoramento fenológico de *S. terebinthifolius*, em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, foi observada sazonalidade de queda foliar, que ocorreu por três meses durante o inverno (MILANI et al., 2013). Na Cordilheira de Talamanca, Costa Rica, a queda foliar de *Schefflera rodriguesiana* ocorreu de maneira contínua e sem trocas repentinas no decorrer do ano (CAMACHO; OROZCO, 1998), provavelmente devido ao fato de ser condicionada por um clima tropical de montanha do tipo Af, de acordo com Köppen (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007). Diferenças no comportamento fenológico de espécies de um mesmo ecossistema podem estar associadas aos fatores genéticos de cada espécie, assim como a diferenças de micro habitats (FELIPPI et al., 2012).

Para as fenofases broto e folha adulta, as variáveis meteorológicas temperatura média e fotoperíodo induziram negativamente estes eventos. Em regiões tropicais, pequenas alterações no fotoperíodo no decorrer do ano causam efeito sobre os processos de desenvolvimento das plantas, pois essas respondem a estímulos fotoperiódicos extremamente fracos (LARCHER, 2006). Além disso, estímulos ambientais relacionados às variações de temperatura estão diretamente ligados ao desenvolvimento de uma espécie (KANIESKI et al., 2013).

A senescência foliar não se correlacionou com nenhuma variável meteorológica, assim como observado para *Dendropanax arboreus* em floresta

tropical no México (OCHOA-GAONA; HERNÁNDEZ; JONG, 2008), que apresenta clima tipo Am, conforme a classificação de Köppen (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007). Estudo realizado com diferentes espécies e formas de vida na Floresta Ombrófila Mista demonstrou correlação de senescência foliar de árvores com fotoperíodo e temperatura (MARQUES et al., 2004), combinadas à precipitação. Ao contrário disso, para espécies ocorrentes no Cerrado, a queda foliar se correlacionou negativamente com a precipitação. Isso se deve pela influência de forte estresse hídrico neste tipo de área (PIRANI; SANCHEZ; PEDRONI, 2009).

O fato de *O. fulvus* não ter apresentado correlação com a precipitação em suas fenofases vegetativas indica que a dependência desta variável meteorológica é menor, tendo em vista a continuidade das fenofases e a ocorrência de chuvas regulares durante todo o ano (SEGHERI; FLORET; PONTANIER, 1995). Situação também relatada em outros estudos mostra que as mudanças foliares são progressivamente mais independentes das variáveis meteorológicas a medida em que as árvores estão localizadas em microambientes com maior suprimento de água no solo, assim protegendo a planta do estresse hídrico (BORCHERT, 1999), como é o caso do *O. fulvus* (LORENZI, 2012; HIGUCHI et al., 2014).

FENOLOGIA REPRODUTIVA

A partir das observações de *O. fulvus* foi constatado que a formação de botões foi sazonal, o mesmo verificado para *Maytenus ilicifolia* (MAZZA et al., 2011) e *Drimys brasiliensis* (MARIOT et al., 2014) na Floresta Ombrófila Mista. Além disso, estudos de espécies típicas do mesmo ecossistema revelaram que a maior concentração desta fenofase ocorreu no final do inverno e início da primavera (PIRES et al., 2014; LIEBSCH; MIKICH, 2009), diferentemente da espécie do presente estudo.

A antese é caracterizada como sazonal e apresenta o período mais curto de ocorrência, além de ter um número de observações menor quando comparada às fenofases botão e fruto imaturo, fato que pode ser explicado pela dificuldade de observação da antese no presente trabalho. Isto pode estar vinculado ao curto período de duração da floração aliado ao intervalo mensal das observações

(PEREIRA et al., 2008). Além disso, pode ter ocorrido aborto de botões durante esta fenofase (REGO et al., 2006; PEREIRA et al., 2008).

Ao mesmo tempo, a observação da antese foi facilitada por meio da visualização de polinizadores (borboletas e abelhas) próximos às inflorescências, assim como também verificado por outros autores (FENNER, 1998; REGO et al., 2006). O período ideal para o florescimento deve estar sincronizado com condições favoráveis à polinização, sendo compatível com a ação dos polinizadores (LARCHER, 2006).

Várias espécies podem apresentar muita variação interanual na quantidade de flores produzidas, de modo que, em certos anos, a produção de flores pode ser tão baixa que, na prática, aquela espécie que floresceu discretamente acaba não sendo efetiva em sua contribuição com recursos para a comunidade (PIRANI; SANCHEZ; PEDRONI, 2009). Também, no período de floração as mesmas se mostram sensíveis à ação dos ventos e aves, desprendendo-se facilmente das inflorescências. Portanto, a duração de cada flor acaba sendo curta durante este período (BETANIN, 2008), o que pode ter ocorrido no caso de *O. fulvus*.

Em Floresta Ombrófila Mista, a floração das diferentes formas de vida, embora ocorra distribuída ao longo do ano, tende a concentrar-se entre setembro e outubro, e a frutificação é sequencial à floração, ainda que possa ser encontrada ao longo do ano também (Marques et al., 2004).

Em *S. rodriguesiana* foi observado um padrão de floração (botões e flores maduras) bem mais longo, de forma contínua e sincrônica, com média produção, durante 11 meses em cada um dos quatro anos de observação (CAMACHO; OROZCO, 1998). Para *D. arboreus*, em floresta tropical no México, o período de floração também é mais longo, ocorrendo por aproximadamente nove meses, com pausas para esta fenofase durante este período (OCHOA-GAONA; HERNÁNDEZ; JONG, 2008).

A heterogeneidade de floração entre espécies da mesma família é semelhante ao que ocorre dentro de uma mesma espécie, indicando variabilidade genética, a qual normalmente é encontrada entre plantas propagadas sexualmente (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; DANNER et al., 2010).

Diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho onde a época de antese foi verificada entre os meses de março e abril, a maioria das espécies da Floresta Ombrófila Mista apresentam a maior concentração desta fenofase desde o mês de

setembro até novembro (REGO; LAVORANTI, 2007; LIEBSCH; MIKICH, 2009; DANNER et al., 2010; MAZZA; SANTOS; MAZZA, 2011; FELIPPI et al., 2013; KANIESKI et al., 2013; MILANI et al., 2013; BAUER et al., 2014; PIRES et al., 2014).

No entanto, a época de antese de *Schefflera arboricola*, espécie de Araceae exótica cultivada em meliponário na região do Cerrado (MENEZES et al., 2007), coincidiu com a de *O. fulvus*. *Cordia trichotoma* também foi similar a essas espécies, sendo a maior concentração desta fenofase durante o outono, época de menor precipitação (FELIPPI et al., 2012). Essa época, segundo os autores, é interessante para a planta pois não prejudica a floração e não ocasiona aborto de flores (REGO et al., 2006), pois a maior ocorrência de chuvas pode prejudicar posteriormente a produção de frutos. Também o fato da antese ocorrer em meses mais quentes pode ser vista como uma estratégia vantajosa para a planta, visto que em períodos mais frios ocorre menor disponibilidade de polinizadores e mais danos às estruturas florais (LARCHER, 2006). Uma característica das florestas tropicais, que pode ser compartilhada parcialmente com a Floresta Ombrófila Mista, por ser subtropical, é a ausência de uma estação distinta de floração, ou seja, sempre há árvores com flores, embora o tempo de floração possa diferir entre as espécies ou mesmo de ramo para ramo em uma mesma árvore (LARCHER, 2006).

Fruto imaturo foi a fenofase reprodutiva que perdurou por mais tempo, além de ser considerada sazonal, provavelmente indicando um alto investimento para alocação de recursos. De maneira geral, para várias espécies também características da Floresta Ombrófila Mista, o período de frutos (não classificados em maduros ou imaturos) perdura por cerca de dois a quatro meses (REGO; LAVORANTI, 2007; LIEBSCH; MIKICH, 2009; MAZZA; SANTOS; MAZZA, 2011; MILANI et al., 2013; BAUER et al., 2014; PIRES et al., 2014), de forma distinta ao observado em *O. fulvus*, em que frutos imaturos foram observados por aproximadamente sete meses.

Assim como para todas as outras fenofases reprodutivas, a maturação de frutos também foi sazonal, mas com curta duração. A fenologia reprodutiva de *O. fulvus* perdurou de janeiro a novembro.

Diferentemente da espécie estudada, a frutificação em *S. rodriguesiana* foi contínua durante todos os meses de observação nos indivíduos, havendo inclusive alta produtividade. Além disso, a frutificação foi mais evidente durante a estação chuvosa local (CAMACHO; OROZCO, 1998). Para indivíduos de *D. arboreus*, esta

fenofase perdurou por cerca de nove meses, com intervalos, não havendo correlação significativa com a precipitação, apesar de a presença de frutos ter sido verificada de forma mais intensa em época de menor ocorrência de chuvas (OCHOA-GAONA; HERNÁNDEZ; JONG, 2008).

A diferença da duração deste evento entre espécies da mesma família, mas em diferentes locais (LARCHER, 2006; FELIPPI et al., 2012), pode revelar que essa fenofase, quando constante, apresenta independência de fatores abióticos (PIRANI; SANCHEZ; PEDRONI, 2009). Os autores ainda comentam que os ciclos fenológicos podem ser ajustados pela competição entre polinizadores e também dispersores de sementes que dependem dos recursos oferecidos pelas plantas. Além disso, o início e duração das fenofases de um ano para o outro também são influenciados pela nutrição, disponibilidade de água, temperatura e fotoperíodo aliados à regulação dos mecanismos endógenos. O ótimo desempenho de uma planta só poderá ser alcançado se os diversos processos envolvidos no metabolismo e no desenvolvimento estiverem em harmonia (LARCHER, 2006).

De forma geral, poucos indivíduos apresentaram frutos maduros em ambas as áreas, e as intensidades desta fenofase foram muito baixas. Estes fatos podem ser explicados pela baixa permanência dos frutos maduros na árvore, tendo em vista a grande procura dos mesmos pela fauna local, conforme a suas necessidades específicas (GLOVER, 2007; LORENZI, 2012). Para *Erythrina falcata*, também nativa da Floresta Ombrófila Mista, a relação de flores para fruto é muito baixa, cerca de 1% (ETCHEVERRY; ALEMÁN, 2005; NEVES et al., 2006), ocorrendo semelhante situação para *O. fulvus*, que também tem uma baixa ocorrência de frutos maduros quando relacionada à fenofase botão, onde intensidades de 9-14% de botões reduziram para 2-10% de frutos imaturos e, posteriormente, apenas de 1-4% para frutos maduros, considerando as duas populações em 2014 e 2015.

A época de maturação de frutos de *O. fulvus* coincidiu com a de algumas outras espécies da Floresta Ombrófila Mista: *Campomanesia xanthocarpa*, *Eugenia involucrata*, *E. pyriformis*, *E. uniflora* (DANNER et al., 2010) e *Drimys brasiliensis* (MARIOT et al., 2014).

Apesar de verificada a ocorrência de frutos maduros de outras espécies em outros meses do ano (REGO; LAVORANTI, 2007; LIEBSCH; MIKICH, 2009; MAZZA; SANTOS; MAZZA, 2011; FELIPPI et al., 2012; KANIESKI et al., 2013; BAUER et al., 2014), existe uma sazonalidade reprodutiva na Floresta Ombrófila Mista (LIEBSCH;

MIKICH, 2009). Segundo os autores, isso se deve à observação de uma queda acentuada na disponibilidade de frutos maduros, onde apenas cerca de 10% das espécies por eles observadas apresentaram esta fenofase, durante os meses de junho a novembro.

Dessa forma, nota-se a importância de haver várias espécies frutificando durante diferentes épocas do ano, a fim de suprir as necessidades da fauna por recursos alimentares. Essa condição deve ser considerada uma vez que pode haver poucos indivíduos de uma espécie em período de frutificação ou até mesmo pouca quantidade de frutos (MARIOT et al., 2004), situação igualmente observada neste trabalho.

Para as fenofases reprodutivas, exceto antese e fruto imaturo, as variáveis meteorológicas, exceto precipitação, estiveram significativamente correlacionadas a todas as fenofases. Para *Maytenus ilicifolia*, em Floresta Ombrófila Mista, a formação de botões florais apresentou correlação significativa positiva também com a temperatura máxima e com o comprimento do dia (MAZZA et al., 2011). Para *D. brasiliensis* foi perceptível a correlação do evento apenas com a temperatura média (MARIOT et al., 2014).

Diferentemente das espécies citadas, típicas da mesma tipologia florestal, não foi encontrada correlação entre a fenofase botão floral com qualquer uma das variáveis meteorológicas estudadas para as dezenas de espécies monitoradas em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista no Paraná (LIEBSCH; MIKICH, 2009). As observações dos autores corroboram com o presente estudo apenas com o fato de não haver correlação com a precipitação.

O fotoperíodo e a temperatura são as variáveis meteorológicas que mais influenciam no florescimento (LARCHER, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009), informação confirmada nesse trabalho, em que essas duas variáveis interferiram positivamente no surgimento de botões. A floração de diversas espécies arbóreas em uma floresta tropical no México, dentre elas *D. arboreus*, não teve relação significativa na maioria das espécies com a precipitação, apesar de ter sido observado que na época de menor pluviosidade a floração tenha sido mais intensa (OCHOA-GAONA; HERNÁNDEZ; JONG, 2008).

Para algumas espécies ocorrentes na mesma formação vegetacional que *O. fulvus*, autores encontraram correlação positiva entre a fenofase fruto imaturo com o comprimento do dia, sendo até mesmo considerada a variável meteorológica mais

importante no acontecimento deste evento (LIEBSCH; MIKICH, 2009; BAUER et al., 2014), o que não foi constatado no caso de *O. fulvus*, pois a correlação foi significativa, porém, negativa.

CONCLUSÕES

Conforme os resultados encontrados nesse estudo, as populações de *O. fulvus* apresentaram comportamentos fenológicos próximos, havendo, no entanto, dissemelhanças sutis nas fenofases reprodutivas.

Os gatilhos das fenofases vegetativas de *O. fulvus* e sua duração podem ser influenciados pela temperatura média e pelo fotoperíodo. Já as fenofases reprodutivas (início e duração) podem ser influenciadas pelas temperaturas mínima, média e máxima, e fotoperíodo.

A ocorrência das fenofases broto e folha adulta está relacionada à temperatura média e ao fotoperíodo a que as plantas estão sujeitas. Já as temperaturas mínima, média e máxima e o fotoperíodo são indutores do desenvolvimento de botões e frutos imaturos.

Os dados coligidos indicam que todas as fenofases reprodutivas são sazonais, ao contrário das vegetativas, onde somente a senescência foliar apresentou essa característica. Com essa informação, foi constatado que *Oreopanax fulvus* é uma espécie perenifólia.

Há um decréscimo na intensidade das estruturas reprodutivas ao longo de seu desenvolvimento – um grande número de botões resultando em poucos frutos maduros, o que denota que a planta requer grande investimento em estruturas reprodutivas que geram poucos diásporos viáveis.

REFERÊNCIAS

BAUER, D.; MÜLLER, A.; GOETZ, M. N. B.; SCHMITT, J. L. Fenologia de *Ocotea pulchella*, *Myrcia brasiliensis* e *Psidium cattleianum*, em Floresta Semidecídua do Sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 657 - 668, 2014.

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**, São Paulo, v. 25, p. 269 - 275, 2002.

BETANIN, L. Fenologia, frutificação e propagação por estaquia da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.). 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Setor de Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2008.

BORCHERT, R. Climate periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. **Iawa Journal**, Leida, v. 20, n. 3, p. 239-247, 1999.

BROADHURST, L. M., LOWE, A., COATES, D. J., CUNNINGHAM, S. A., MCDONALD, M., VESK, P. A.; YATES, C. Seed supply for broadscale restoration: maximizing evolutionary potential. **Evolutionary Applications**, Malden, v. 1, p. 587-597, 2008.

BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 361-369, 2002.

CAMACHO, M.; OROZCO, L. Patrones fenológicos de doce especies arbóreas del bosque montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. **Revista Biología Tropical**, San José, v. 46, n. 3, 1998.

CASTELLA, P. R.; BRITZ, R. M. **A Floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – PROBIO, 2004, 233p.

CHAPMAN, C. A. Primate seed dispersal: The fate of dispersed seeds. **Biotropica**, Gainesville, v. 21, n. 2, 148-154, 1989.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; SASSO, S. A. Z.; SACHET, M. R.; AMBRÓSIO, R. Fenologia da floração e frutificação de mirtáceas nativas da Floresta com Araucária. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 291-295, 2010.

D'EÇA-NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2004.

ETCHEVERRY, A. V.; ALEMÁN, C. E. T. Reproductive biology of *Erythrina falcata* (Fabaceae: Papilionoideae). **Biotropica**, Boston, v. 37, n. 1, p. 54-63, 2005.

FELIPPI, M.; MAFFRA, C. R. B.; CANTARELLI, E. B.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 631-641, 2012.

FELIPPI, M.; LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; CARON, B. Fenologia e morfologia de *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 345-353, 2013.

FENNER, M. The phenology of growth and reproduction in plant. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematic**, Gustav Fischer Verlag, v. 1, n. 1, p. 78-91, 1998.

FERNANDES PINHEIRO. **Plano diretor de uso e ocupação do solo municipal de Fernandes Pinheiro**. Fernandes Pinheiro: Prefeitura Municipal, Larocca Associados e SEDU – Paranacidade, 2006.

FIASCHI, P. Araliaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB52>>. 30 Set. 2015.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.

FOURNIER, L. A. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. **Turrialba**, v. 26, n. 1, p. 96-97. 1976.

GLOVER, B. J. **Understanding flowers and flowering**. New York: Oxford, 2007. 239p.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, 9pp, 2001.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; AGUIAR, M. D.; MAFFRA, A. L.; NEGRINI, M.; ZECH, D. F. Partição espacial de espécies arbóreas em função da drenagem do solo em um fragmento de Floresta com Araucária no Sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 421-429, 2014.

HOFFMANN, P. M.; BLUM, C. T.; VELAZCO, S. J. E.; GILL, D. J. C.; BORGIO, M. Identifying target species and seed sources for the restoration of threatened trees in southern Brazil. **Oryx**, Cambridge, v. 49, n. 3, p. 425-430, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET, **Dados Históricos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 09/10/2015.

KANIESKI, M. R.; LONGHI-SANTOS, T.; MILANI, J. E. F.; MIRANDA, B. P.; GALVÃO, F.; BOTOSSO, P. C.; RODERJAN, C. V. Crescimento diamétrico de *Blepharocalyx salicifolius* em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Paraná. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 2, p.197-206, 2013.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 550p.

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

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, n. 2, p.375-391, 2009.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: **Phenology and seasonality modelling (H. LIETH, ed.)**. Berlim: Springer, p.3-19. 1974.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. v. 1, 6 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2012. 368p.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526p.

MARIOT, A.; MANTOVANI, A.; BITTENCOURT, R.; REIS, M. S. Aspectos da biologia reprodutiva de *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae) em Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 877-888, 2014.

MARQUES, M.C.M.; ROPER, J.; SALVALLAGIO, A.P.B. **Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil** **Plant Ecology**, Netherlands, v. 173, p. 203-213, 2004

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson. 2013. 1100p.

MAZZA, M. C. M.; SANTOS, J. E.; MAZZA, C. A. S. Fenologia reprodutiva de *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae) na Floresta Nacional de Irati, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 565-574, 2011.

MEDEIROS, J. D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A. Seleção de áreas para criação de unidade de conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 33-50, 2005.

MELLEK, J. E. **Análise hidrológica e aplicação do método de curva número em bacia vertente sob cobertura florestal**. 191 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MENEZES, C.; SILVA, C. I.; SINGER, R. B.; KERR, W. E. Competição entre abelhas durante forrageamento em *Schefflera arboricola* (Hayata) Merr. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, S. 1, p. 63-69, 2007.

MILANI, J. E. F.; RODERJAN, C. V.; KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Fenologia vegetativa e reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial – Araucária (PR). **Revista Estudos de Biologia**, Curitiba, v. 35, n. 85, p. 135-142, 2013.

MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. **Atlas Geomorfológico do Paraná**. Escala 1:250.000. Curitiba: Mineropar/ UFPR, 2006. 63 p.

MORELATTO, 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 semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98. 1989.

MORELATTO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v.50, p. 163-173

MORELLATO, L.P.C.; TALORA D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE C.C.; ROMERA, E.C.; ZIPPARRO, V.B. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Gainesville, v. 32, n. 4b, p. 811–823, 2000.

MORELLATO, L.P.C.; ALBERTI, L.F.; HUDSON, I.L. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: HUDSON, I. L.; KEATLEY, M. R. **Phenological Research**: methods for environmental and climate change analysis. Springer Netherlands: Berlin, 2010. p. 357–371. 521p.

MORELLATO, L. P. C.; CAMARGO, M. G. G.; NEVES, F. F. E.; LUIZE, B. G.; MANTOVANI, A.; HUDSON, I. L. The Influence of sampling method, sample size, and frequency of observations on plant phenological patterns and interpretation in Tropical Forest Trees. In: HUDSON, I. L.; KEATLEY, M. R. **Phenological Research**: methods for environmental and climate change analysis. Springer Netherlands: Berlin, 2010. p. 99-121, 521 p.

NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.

OCHOA-GAONA, S.; HERNÁNDEZ, I. P.; JONG, B. H. J. Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. **Revista Biología Tropical**, San José, v. 56, n. 2, p. 657-673, 2008.

OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado**:

ecologia e flora – volume 1. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2008. p. 273-290.

OLIVEIRA, C. C.; ZANDEVALLI, R. B.; LIMA, A. L. A.; RODAL, M. J. N. Functional groups of woody species in semi-arid regions at low latitudes. **Austral Ecology**, Malden, v. 40, p. 40-49, 2015.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná.** Curitiba: SEMA: GTZ, 1995. 139 p.

PEEL, C. M.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, Munich, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.

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**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 329-339, 2008.

PINTO, M. B.; GRABIAS, J.; HOFFMANN, P. M.; VELAZCO, S. J. E.; BLUM, C. T. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Oreopanax fulvum* Marchal. **Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.11, n.2, 2016.

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

PIRES, E. Z.; STEDILLE, L. I. B.; MACHADO, S.; MANTOVANI, A.; BORTOLUZZI, R. L. C. Biologia reprodutiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Altomontana. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 13, n. 2, p.171-180, 2014.

R CORE TEAM. **The R Project for Statistical Computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 01/09/2014.

REGO, G. M.; LAVORANTI, O. J. Atividades fenológicas de imbuia (*Ocotea porosa* (Nees et Martius ex Nees) em áreas de Floresta Ombrófila Mista, no Estado do Paraná. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. **Fenologia Ferramenta para Conservação, Melhoramento e Manejo de Recursos Vegetais Arbóreos Dados eletrônicos.** Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

REGO, G. M.; LAVORANTI, O. J.; ASSUMPÇÃO NETO, A. **Monitoramento dos estádios fenológicos reprodutivos da cerejeira-do-mato.** Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006, n. 171, p. 1-5. Comunicado Técnico.

- REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. **Fenologia Ferramenta para Conservação, Melhoramento e Manejo de Recursos Vegetais Arbóreos Dados eletrônicos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.
- RIO GRANDE DO SUL, Fundação Zoobotânica. **Lista Final das Espécies da Flora Ameaçadas**. Decreto Estadual n 42.099, publicado em 01.01.2003. <http://www.fzb.rs.gov.br/downloads/flora_ameacada.pdf>. 28 Mai. 2015.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente** v. 24, p. 78-118, 2002.
- SEGHIERI, J.; FLORET, C. H.; PONTANIER, R. Plant phenology in relation to water availability: herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. **Journal of Tropical Ecology**, Washington, v. 11, p. 237-254, 1995.
- SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba: Editor, 2004. 195p.
- SOUZA, V.A; HATTEMER, H.H **Fenologia reprodutiva da *Araucaria angustifolia* no Brasil**. Bol. Pesq. Fl., n. 47, p. 19-32. 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- VÍLCHEZ, B.; CHAZDON, R.; REDONDO, A. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. **Kurú: Revista Forestal**, Cartago,v. 1, n. 2, p. 1-10, 2004.
- WALLRAFF, H. G. Goal-oriented and compass-oriented movements of displaced homing pigeons after confinement in differentially shielded aviaries. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Bonn, v .5, 201-225, 1979.
- WAY, M. J. Collecting seed from non-domesticated plants for long-term conservation. In: SMITH, R. D.; DICKIE, J. B.; LININGTON, S. H.;PRITCHARD, H. W.;PROBERT, R. J. **Seed Conservation: Turning Science Into Practice**, The Royal Botanic Kew Gardens: London, p.163-201, 2003.
- WRIGHT, I. J.; LEISHMAN, M. R.; READ, C.; WESTOBY, M. Gradients of light availability and leaf traits with leaf age and canopy position in 28 Australian shrubs and trees. **Functional Plant Biology**, Clayton South,v. 33, p. 407–419, 2006.
- ZAR, H.J. **Biostatistical analysis**, New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663p.

CAPÍTULO 2

ESTRUTURA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DUAS POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvum* Marchal ARALIACEAE, EM REMANESCENTES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ

RESUMO

Com a degradação da Floresta com Araucária, muitas espécies desse ecossistema estão ameaçadas de extinção. É o caso de *Oreopanax fulvum* Marchal, Araliaceae, categorizada como rara no Paraná e vulnerável no Rio Grande do Sul. Visando subsidiar práticas de conservação desta espécie, este estudo buscou verificar se há diferença nos parâmetros estruturais e na distribuição dos indivíduos em classes diamétricas, se há padrão diferenciado de distribuição espacial e se as variáveis ambientais influenciam na abundância e distribuição espacial entre duas populações de *O. fulvum* em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista no Paraná, situados nos municípios de Fernandes Pinheiro (área A, 25°32'49"S e 50°28'37"W) e Curitiba (área B, 25°26'53"S e 49°14'25"W). Em cada área foi implantado um bloco amostral de 1 ha (100 x 100 m), dividido em 100 subparcelas de 10 x 10 m, onde foram contabilizados todos os indivíduos da espécie, sendo considerados adultos aqueles com diâmetro a altura do peito (DAP) \geq 10 cm e regenerantes aqueles com DAP inferior, incluindo plântulas. Foram registrados o DAP, diâmetro a altura do solo (DAS) e altura total, além de coordenadas (x, y) a partir do vértice. Para cada subparcela foram registradas declividade, luminosidade e estimativa da altura do dossel. A estrutura demográfica foi avaliada por meio de abundância e frequência, além da distribuição de indivíduos em classes de diâmetro e altura. Foram realizadas análises por meio da função *K* de Ripley para descrever os padrões espaciais da espécie e a relação espacial entre adultos e regenerantes. Foi avaliada a correlação entre a abundância de regenerantes com variáveis ambientais e estruturais. Foram Registrados 183 indivíduos/ha na área A (12 adultos e 171 regenerantes). Na área B, a abundância foi de 1306 indivíduos/ha (10 adultos e 1296 regenerantes). As médias de DAP e altura dos indivíduos adultos foram de 23,9 (\pm 10,6) cm e 11,3 (\pm 9,0) m na área A e de 18,8 (\pm 6,5) cm e 9,8 (\pm 8,5) m na área B, respectivamente. As médias de DAS e de altura dos regenerantes na área A foram de 4,7 (\pm 2,1) cm e 20,9 (\pm 4,1) cm, e de 2,8 (\pm 1,8) cm e 8,9 (\pm 4,1) cm para a área B. Verificou-se que há um investimento da espécie no banco de plântulas, pois a grande maioria dos indivíduos registrados teve DAS de até 3,0 cm e altura abaixo de 1,0 m. Quanto à distribuição espacial, os regenerantes apresentaram padrão agregado, e os adultos, aleatório. As variáveis que influenciaram na abundância de regeneração da área A foram altura do dossel e distância euclidiana, o mesmo não ocorrendo para a área B. A relação dos regenerantes com declividade apresentou comportamento oposto entre as duas áreas, indicando que outros possíveis fatores podem estar interferindo na quantidade de indivíduos da regeneração.

Palavras-chave: Floresta com Araucária. Função K de Ripley. Regeneração natural. Demografia

ABSTRACT

Araucaria Forest's degradation is responsible for the actual threat status of many of species, as *Oreopanax fulvum* Marchal, considered rare in Parana and vulnerable in Rio Grande do Sul state red lists. In order to support conservation practices for *O. fulvum*, this study aimed to evaluate the demographic structure and spatial distribution of populations in two Araucaria Rainforest remnants in Paraná, located in Fernandes Pinheiro (site A, 25°32'49 "S and 50°28'37" W) and Curitiba (site B, 25°26'53 "S and 49°14'25" W) municipalities. Data collection occurred in two 1 ha plots (100 x 100 m), divided into 100 subplots (10 x 10 m). All individuals of *O. fulvum* were registered: adults with diameter at breast height - DBH \geq 10 cm, and saplings with DBH < 10 cm, including seedlings. Measurements included DBH, diameter at the ground level (DGL), total height and coordinates (x, y) from the vertex. Slope, luminosity and canopy height estimation were registered for each subplot. Demographic structure was evaluated using frequency, abundance, diameter and height classes' distribution. Ripley's K function analysis was performed to describe the spatial patterns of the species and the spatial relationship between adults and saplings. Additionally, we performed correlations analysis between saplings' abundance and environmental and structural variables. In site A, there were 183 individuals/ha (12 adults and 171 saplings), while in site B, 1306 individuals/ha (10 adults and 1296 saplings). Structural parameters had the following averages, respectively to site A and B: DBH - 23.9 (\pm 10.6) cm and 18.8 (\pm 6.5) cm; DGL - 4.7 (\pm 2.1) cm and 2.8 (\pm 1.8) cm; adults' height - 11.3 (\pm 9.0) m and 9.8 (\pm 8.5) m; and saplings' height - 20.9 (\pm 4.1) cm and 8.9 (\pm 4.1) cm. There is an investment of the species in seedlings bank, as the majority of saplings had DGL up to 3.0 cm and height up to 1.0 m. Saplings presented aggregated spatial distribution, while adults had random distribution. Regeneration's abundance in site A was influenced by canopy height and Euclidean distance. Correlation between saplings and slope was antagonist for the two evaluated sites, indicating that other factors may be interfering in the amount of regenerating individuals.

Key words: Araucaria Rainforest. Ripley's K function. Natural regeneration. Demography

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista, também denominada Floresta com Araucária, caracteriza-se pela mistura de floras de diferentes origens, a tropical afro-brasileira e a temperada austro-brasileira (IBGE, 2012). Ela abrange formações florestais típicas dos planaltos da região Sul do Brasil, com disjunções na região sudeste e em países vizinhos (RODERJAN et al., 2002; CASTELLA; BRITTEZ, 2004). A área de distribuição original da Floresta Ombrófila Mista na região sul cobria cerca 175.000 km². No entanto, por volta da década de 1990, esta já se encontrava resumida a 20.000 km² (LEITE; KLEIN, 1990). No Paraná, na década de 2000, restava menos de 0,8% de sua cobertura original em estágio avançado de sucessão (CASTELLA; BRITTEZ, 2004).

A grande fragmentação e diminuição da área de abrangência da Floresta Ombrófila Mista afetam a manutenção das populações vegetais que a compõem e, em alguns casos, as colocam em risco de extinção (MEDEIROS; SAVI; BRITO, 2005). A perda e a fragmentação das florestas ocasionam a significativa modificação das paisagens naturais, levando-as à condição de fragmentos alocados em matrizes não florestais (CORLETT, 2000; TABARELLI et al., 2004). A perda de habitat e outros fatores de degradação afetam as chances de perpetuidade de populações de árvores do dossel e emergentes em paisagens fragmentadas. O efeito negativo gerado a partir da perda de habitat durante o processo de fragmentação é a redução drástica do tamanho das populações de espécies raras (Bierregaard et al., 2001).

Oreopanax fulvum Marchal (Araliaceae) se enquadra nesta situação, motivo pelo qual está presente em listas regionais de espécies ameaçadas de extinção, categorizada como rara no Paraná (PARANÁ, 1995) e vulnerável no Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2015), não havendo informações para o estado de Santa Catarina. Trata-se de uma espécie endêmica da Floresta Atlântica no Brasil, com distribuição natural abrangendo as regiões Sul e Sudeste (FIASCHI, 2015); ocupa preferencialmente o interior de florestas em bom estado de conservação, com solos ricos em matéria orgânica e água, caracterizando-se como árvore de 6 a 12 m de altura, que produz frutos muito apreciados por pássaros (LORENZI, 2012). É considerada secundária tardia a clímax (GRINGS; BRACK, 2009; ARAUJO et al., 2010).

A compreensão da autoecologia de uma espécie vegetal permite gerar subsídios para a elaboração de estratégias de conservação ao nível da população, suprimindo informações acerca da distribuição espacial, as associações intra e interespecíficas e o seu ciclo de vida (FONSECA, 2012). Com essas informações, é possível identificar os meios de manutenção e recuperação dos seus indivíduos, aplicando-as a projetos de restauração da vegetação.

Os estudos demográficos geram informações sobre os diferentes estágios do ciclo de vida de uma espécie, buscando esclarecer os seus padrões de mortalidade, ingresso, crescimento e reprodução (YAHARA; OYAMA, 1993). Também podem revelar os fenômenos dependentes da abundância de plantas, como mortalidade, interação com patógenos, competição e sucessão, dentro da dinâmica da comunidade vegetal (GILBERT, 2002).

O padrão de comunidades vegetais reflete-se pelo arranjo espacial de indivíduos que pertencem à determinada espécie ou população em uma área ou habitat específico (SILVA et al., 2009). O conhecimento sobre a estrutura espacial populacional torna-se essencial no estabelecimento de estratégias adequadas de amostragem de populações naturais (BITTENCOURT, 2007), conseguindo-se, assim, maximizar o entendimento sobre a diversidade genética da população ou da espécie (EPPERSON, 1989).

O modo como os indivíduos de uma espécie estão distribuídos no espaço demonstra seus comportamentos e habilidades em colonizar ambientes propícios ao seu desenvolvimento, podendo apresentar uma distribuição agregada, aleatória ou regular (BAROT; GIGNOUX; MENAUT, 1999). Uma população pode apresentar sempre o mesmo padrão espacial como resposta à sua adaptação morfológica ou nutricional (SÜHS; BUDKE, 2011), ou mostrar-se dependente do habitat (LIMA-RIBEIRO; PRADO, 2007), variando o padrão de acordo com os recursos e fatores disponíveis.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a estrutura demográfica e a distribuição espacial de duas populações de *Oreopanax fulvum*, de forma a responder as seguintes questões: i) Existe diferença nos parâmetros estruturais entre as duas populações? ii) Há variação na distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro e altura? iii) Há padrões de distribuição espacial da espécie diferenciados entre as áreas? iv) As variáveis ambientais (declividade, luminosidade,

distância euclidiana, altura do dossel) influenciam na abundância da espécie e em sua distribuição espacial?

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi conduzido em dois remanescentes de Floresta Ombrófila Mista no estágio médio a avançado de sucessão, com distância de cerca de 130 km entre as áreas (FIGURA 1).

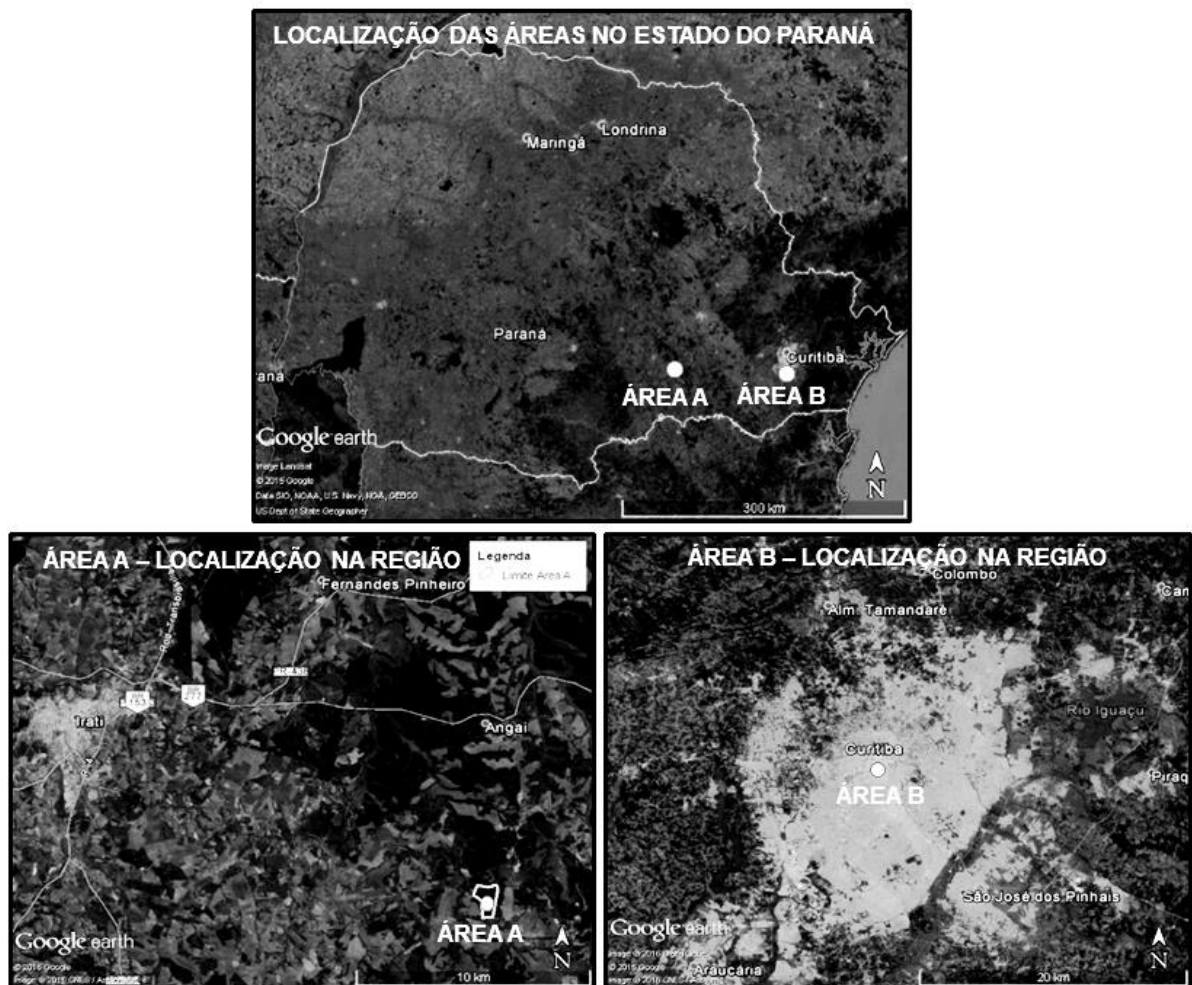


FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO NOS MUNICÍPIOS DE FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B), ESTADO DO PARANÁ. FONTE: AUTOR (2016).

O remanescente A, com 101 ha, situa-se na localidade de Angai, município de Fernandes Pinheiro ($25^{\circ}32'49''\text{S}$ e $50^{\circ}28'37''\text{W}$), a aproximadamente 900 m de altitude, cercado por uma matriz de paisagem de produção agrícola, com outros remanescentes florestais nativos circunvizinhos. O clima da região é do tipo Cfb, conforme a classificação de Köppen (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007;

MAACK, 2012). Situado no Segundo Planalto Paranaense, a geologia predominante é a Formação Rio Bonito, com relevo suave-ondulado a ondulado. O solo ocorrente é o Cambissolo Háptico distrófico típico (FERNANDES PINHEIRO, 2006; MINEROPAR, 2006; EMBRAPA, 2013).

O remanescente B, com cerca de 19 ha, situa-se no Campus III da Universidade Federal do Paraná, município de Curitiba (25°26'53"S e 49°14'25"W), a aproximadamente 920 m de altitude, em meio a uma matriz urbana, com outros remanescentes de tamanho reduzido em suas proximidades, mas isolados por estrutura viária. O clima da região é do tipo Cfb, conforme a classificação de Köppen (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007; MAACK, 2012). Esta área localiza-se no Primeiro Planalto paranaense, sendo a geologia caracterizada pela Formação Guabirotuba. O solo é do tipo Cambissolo Húmico distrófico com textura argilosa (MINEROPAR, 2006; MELLEK, 2015).

COLETA DE DADOS

Em cada remanescente florestal foi instalado um bloco amostral de 1 ha (100 x 100 m), contendo 100 subparcelas contíguas de 100 m² (10 x 10 m) (CANALEZ; CORTE; SANQUETTA, 2006; WATZLAWICK et al., 2011), de forma a viabilizar a localização e mensuração dos indivíduos adultos e regenerantes. Os critérios para a seleção dos locais de instalação dos blocos amostrais foram: estágio sucessional das comunidades florestais, homogeneidade topográfica e de solo, ocorrência confirmada da espécie e distanciamento da bordadura (FONTOURA; GANADE, LAROCCA, 2006; DALMASO et al., 2012).

Para cada subparcela foram coletados dados de altura estimada do dossel, declividade (com auxílio de clinômetro), e luminosidade (por meio de luxímetro). Para luminosidade foram coletadas três leituras de cada subparcela e calculada a média, sendo então calculado o percentual de retenção de luz em relação à leitura realizada em áreas abertas adjacentes aos remanescentes estudados (MAZUCHOWSKI; SILVA; MACCARI JUNIOR, 2007; BOEGER; GARCIA; SOFFIATTI, 2009).

Em cada subparcela foram contabilizados todos os indivíduos da espécie, sendo considerados adultos aqueles com diâmetro a altura do peito (DAP) ≥ 10 cm e como regenerantes aqueles com DAP inferior a esse critério, incluindo plântulas (CANALEZ; CORTE, SANQUETTA, 2006; WATZLAWICK et al., 2011; DALMASO et al., 2012). Para os adultos foram registrados DAP (sendo medido perímetro com auxílio de fita métrica, e a medida posteriormente convertida em diâmetro), diâmetro a altura do solo (DAS), e estimada a altura total (H); para os regenerantes foram obtidas medidas de DAS (por meio de paquímetro digital) e H (usando-se régua milimetrada de 1,5 m), desde a base até o meristema apical. Cada indivíduo foi mapeado com coordenadas (x, y) a partir do vértice da subparcela (RIPLEY, 1977; CAPRETZ et al., 2012; MACHADO et al., 2012), com auxílio de trena e régua.

ANÁLISE DOS DADOS

Para comparação entre as duas áreas de estudo, foram calculados frequência e abundância, assim como médias de diâmetros e altura. A estrutura de tamanho das populações foi estabelecida por meio de gráficos de distribuição de frequências em classes diamétricas e de altura.

As médias das variáveis estruturais de adultos e regenerantes entre as áreas foram comparadas por meio de contraste de HSD (*Honestly Significant Difference*) Tukey a 95% de confiança, com base em modelos OLS (*Ordinary Least Square*) ou GLM (*Generalized Linear Models*) com distribuição de Poisson. Em tais modelos foram garantidos a homogeneidade e normalidade dos resíduos, sendo consideradas as subparcelas como unidades amostrais. Os p-valores foram ajustados por meio do método *single-step*.

Para a análise espacial foram utilizadas todas as coordenadas dos indivíduos adultos e regenerantes separadamente, por meio da função *K* de Ripley (RIPLEY, 1977; FORTIN; DALE, 2005). Foi testada a completa aleatoriedade espacial (CAE) por meio da função univariada, para averiguar a possibilidade de o padrão de distribuição espacial ser agregado, aleatório ou regular. A relação espacial entre adultos e regenerantes foi avaliada com a função *K* de Ripley bivariada, sendo testada a completa independência espacial (CIE). A CAE e a CIE foram testadas por

meio de envelopes de confiança construídos por 999 simulações de Montecarlo, (DIXON, 2001; SILVA et al., 2009) com correção isotrópica do efeito de borda.

A distância euclidiana (LEGENDRE; LEGENDRE, 2012) até as árvores adultas foi calculada desde o centroide de cada subparcela até cada um dos indivíduos adultos, onde o valor final atribuído a cada subparcela foi aquele com o menor valor de distância euclidiana.

Correlações de Spearman foram utilizadas para análise da relação da abundância de regenerantes com as variáveis preditoras: declividade, altura do dossel, luminosidade e distância euclidiana até as árvores adultas.

As análises espaciais e de distribuição foram realizadas no ambiente R 3.2.2 (R CORE TEAM, 2014), com auxílio dos pacotes *multcomp*, *spatstat*, *Hmisc* e *flexclust*.

RESULTADOS

A partir das mensurações realizadas, foram registrados 183 indivíduos de *O. fulvus* na área A, e 1306 indivíduos na área B (TABELA 1).

TABELA 1 – PARÂMETROS ESTRUTURAIS DE DUAS POPULAÇÕES DE *Oreopanax fulvus* EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B), PARANÁ.

Parâmetro	Categoria	Área A	Área B
Abundância (ind/ha)	Adulto	12	10
	Regenerante	171	1296
Proporção da abundância (%)	Adulto	6,56	0,77
	Regenerante	93,44	99,23
Média de indivíduos/subparcela (100m ²)	Adulto	0,12 ± 0,38 a	0,12 ± 0,36 a
	Regenerante	1,71 ± 2,99 a	12,96 ± 19,42 b
Frequência de indivíduos nas subparcelas (%)	Adulto	10	9
	Regenerante	55	96
DAP (cm) Adulto	Mínimo	14,01	10,66
	Média	23,95 ± 10,63 a	18,83 ± 6,46 a
	Máximo	46,47	31,51
DAS (cm) Adulto	Mínimo	19,10	14,26
	Média	26,2 ± 19,58 a	24,68 ± 18,72 a
	Máximo	61,75	40,43
DAS (cm) Regenerante	Mínimo	0,35	0,07
	Média	4,69 ± 2,07 a	2,83 ± 1,80 b
	Máximo	18,24	9,61
H (m) Adulto	Mínimo	7,00	8,20
	Média	11,26 ± 9,00 a	9,81 ± 8,50 a
	Máximo	22,00	12,00
H (cm) Regenerante	Mínimo	1,90	0,81
	Média	20,91 ± 4,11 a	8,87 ± 4,09 b
	Máximo	216,00	750,00

Médias com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de HDS Tukey ao nível de 95% de confiança ($P < 0,05$), entre as áreas dentro de uma mesma categoria. FONTE: AUTOR (2016).

Não houve diferença significativa na abundância por hectare dos indivíduos adultos entre as duas áreas. A mesma situação não ocorreu com os regenerantes, sendo que foi registrado um número 7,6 vezes maior na área B do que na área A.

Em ambos os locais, o número de regenerantes foi superior ao de adultos. É importante destacar que, apesar de o número de adultos ser baixo em ambas as amostras, para a área B, eles representaram menos de 1% dos indivíduos presentes.

Analisando toda a população de *O. fulvus* em cada área, a espécie esteve presente em 56% das subparcelas na área A e em 97% na área B. A frequência de indivíduos adultos nas subparcelas foi semelhante em ambas as áreas, como pode ser observado na Tabela 1. Para regenerantes, a área B teve uma frequência muito superior, sendo encontrada em 41 subparcelas a mais do que na área A.

As médias de DAS, DAP e H de adultos na área A foram superiores às verificadas na área B; o mesmo ocorreu para a classe de regenerantes com as variáveis DAS e H.

A distribuição diamétrica de DAS de toda a população indicou que 92% dos indivíduos da área A e 99% da área B encontram-se na classe de 0,0 a 3,0 cm (FIGURAS 2 e 3). Para a variável altura, 81% dos indivíduos da área A e 98% da área B apresentaram altura de até 1 m. Além disso, foi possível observar inexistência de indivíduos ou muito baixa representatividade destes em algumas classes de tamanho (FIGURA 3).

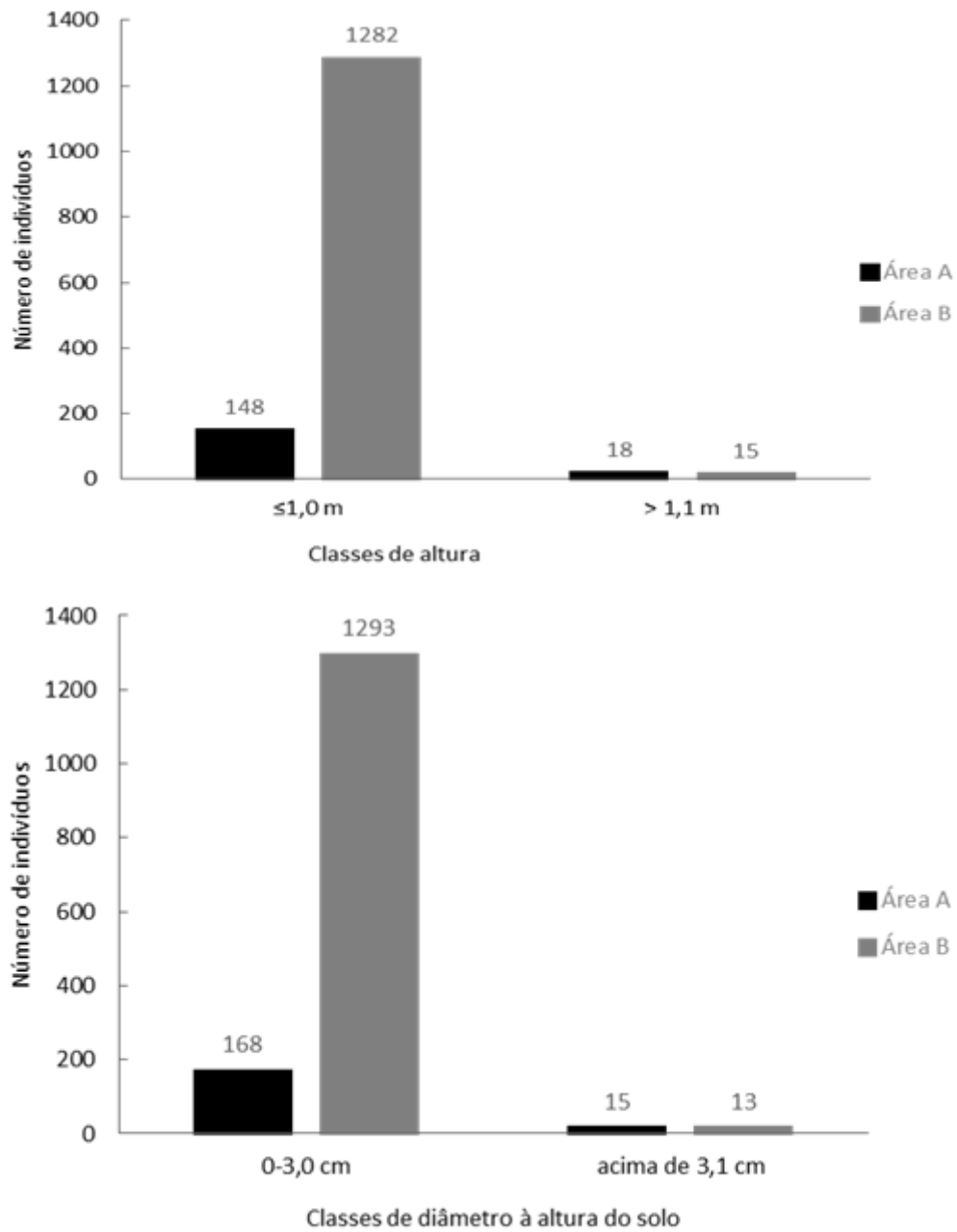


FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DOS INDIVÍDUOS DE *Oreopanax fulvum* EM CLASSES DE DIÂMETRO À ALTURA DO SOLO (DAS) E DE ALTURA (H) EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B). FONTE: AUTOR (2016).

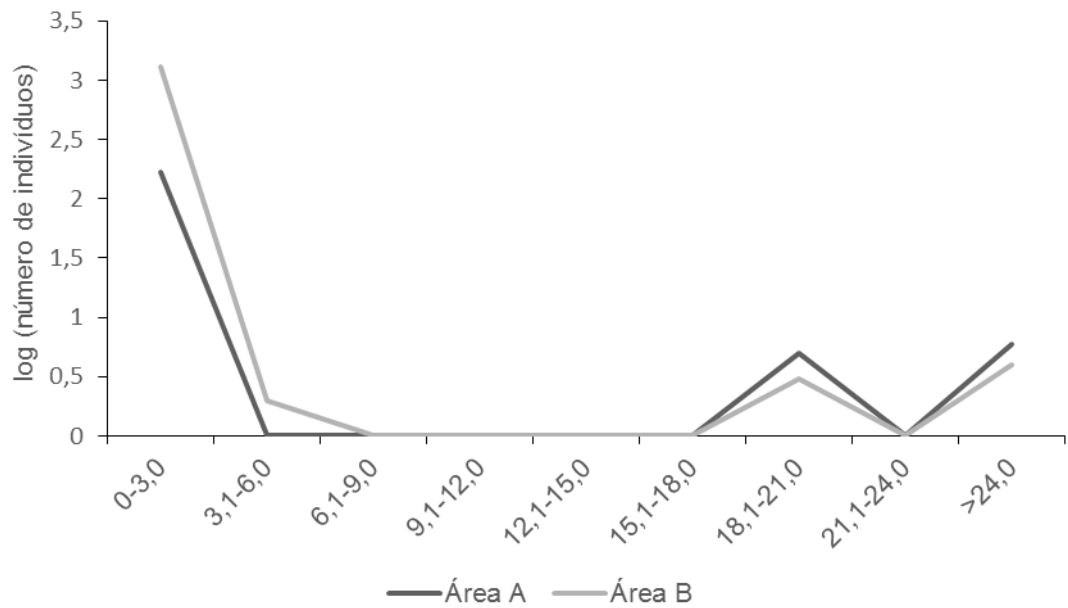


FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA (DAS) DOS INDIVÍDUOS DE *Oreopanax fulvus* EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B). FONTE: AUTOR (2016).

Como retratado na Tabela 1 e corroborado na Figura 4, nas duas áreas avaliadas o número de regenerantes de *O. fulvus* foi maior do que o de adultos. Quanto à distribuição espacial, os adultos apresentaram distribuição mais uniforme na área B, e os regenerantes foram melhor representados em número e distribuição espacial nas subparcelas da área B. Na área A ocorre maior número de parcelas sem ocorrência da espécie.

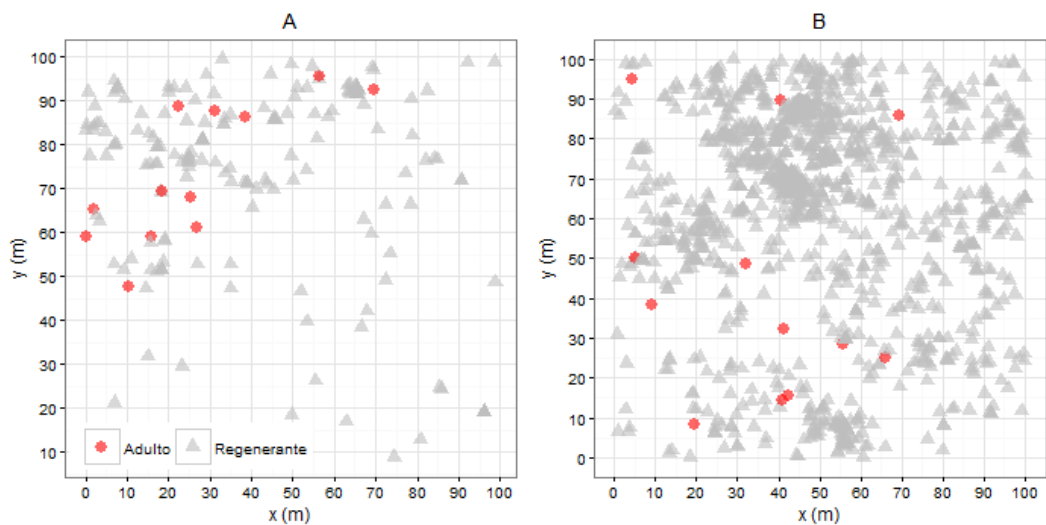


FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE INDIVÍDUOS ADULTOS E REGENERANTES DE *Oreopanax fulvus* EM FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B). FONTE: AUTOR (2016).

A distribuição espacial de indivíduos adultos na área A, a partir dos 12 m, apresenta uma tendência de agregação rejeitando-se o modelo de CAE até os 48 m (FIGURA 5). Dos 48 m em diante há uma propensão à aleatoriedade, confirmando a hipótese de CAE. Comportamento totalmente agregado foi constatado para os regenerantes. Quando combinados os indivíduos adultos com os regenerantes, notou-se que, desde o início, houve uma tendência à agregação dos regenerantes aos adultos, rejeitando assim a hipótese de CIE.

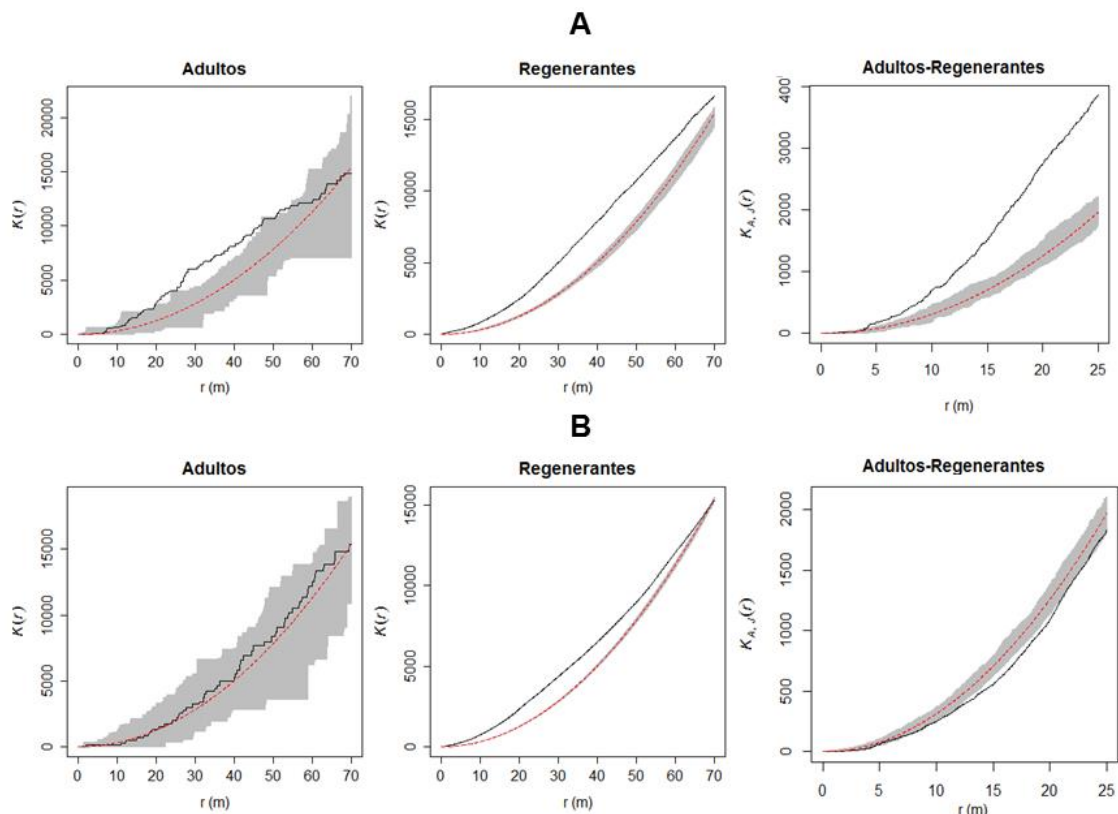


FIGURA 5 - PADRÃO ESPACIAL DE *Oreopanax fulvum* EM FERNANDES PINHEIRO (A) E EM CURITIBA (B), PARANÁ. A linha preta indica o padrão espacial e a linha vermelha representa a média da randomização dos dados. FONTE: AUTOR (2016).

Para a área B, todos os indivíduos adultos estão distribuídos de forma aleatória, confirmando a CAE, ao contrário dos indivíduos regenerantes, que apresentaram distribuição agregada (FIGURA 5). Quando comparados indivíduos adultos com regenerantes, de 0 a 10 m e, novamente de 21 a 25 m, confirmou-se a CIE. No entanto, para o intervalo de 10 a 21 m, houve uma uniformidade que contrariou a CIE.

A declividade e a altura do dossel são similares em ambas as áreas. A distância euclidiana difere cerca de 4m a mais para a área A. Quanto à incidência

luminosa no sub-bosque florestal, a área A representa 4,3% e a área B 3,0% de incidência luminosa média em relação às medições realizadas nas respectivas áreas abertas (TABELA 2), indicando que a área A tem luminosidade ligeiramente maior que B.

As variáveis que se correlacionaram significativamente com a abundância de regenerantes na área A foram a declividade e a altura do dossel, com correlação positiva, e a distância euclidiana, com correlação negativa (TABELA 2 e FIGURA 6). Na área B, a declividade apresentou correlação negativa. A luminosidade não se correlacionou com a abundância de regenerantes.

TABELA 2 - PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DA DECLIVIDADE, ALTURA DO DOSSEL, DISTÂNCIA EUCLIDIANA, LUMINOSIDADE, E CORRELAÇÕES DE SPEARMAN ENTRE ABUNDÂNCIA DE REGENERANTES E AS VARIÁVEIS PARA FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B), PARANÁ.

Variável	Área	Mínima	Mediana	Média	Máxima	Correlação de Spearman	p-valor
Declividade (%)	A	1,4	12,0	13,2 ± 6,1	27,1	0,314	0,001**
	B	2,1	10,3	12,4 ± 7,4	36,9	-0,252	0,011**
Altura do dossel (m)	A	5,0	12,0	11,9 ± 3,2	19,0	0,453	0,000**
	B	6,0	12,0	11,6 ± 1,8	15,0	-0,043	0,668
Distância euclidiana (m)	A	1,4	18,6	19,8	45,2	-0,431	0,000**
	B	0,5	14,8	15,5	40,1	0,083	0,411
Luminosidade* (%)	A	1,4	3,0	4,6 ± 3,9	16,2	-0,159	0,114
	B	1,2	2,9	3,0 ± 1,2	6,8	-0,160	0,111

* Percentual em relação à luminosidade em área aberta (na área A: 27,200 lx e na área B: 8,700 lx).

** valores significativos ao nível de 95% de confiança ($P < 0,05$). FONTE: AUTOR (2016).

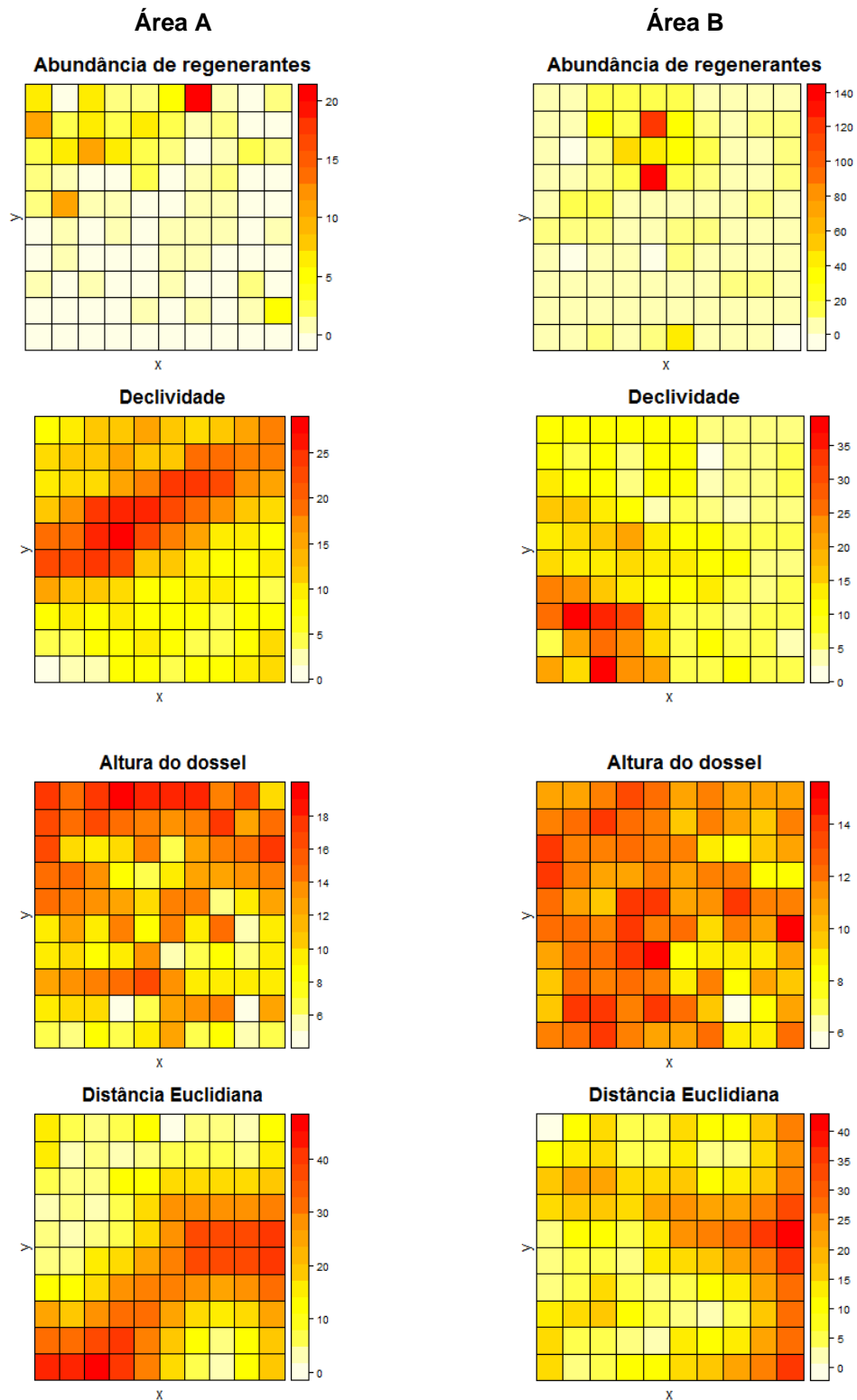


FIGURA 6 – REPRESENTAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE REGENERANTES DE *Oreopanax fulvum* COMPARADA AOS PADRÕES DE VARIÁVEIS PREDITORAS PARA FERNANDES PINHEIRO (A) E CURITIBA (B). FONTE: AUTOR (2016).

DISCUSSÃO

A abundância de indivíduos adultos de *O. fulvus* para as duas áreas, considerando premissas estatísticas, foi considerada igual, ficando entre 12 e dez indivíduos por hectare. Estes valores são coerentes com os encontrados em alguns estudos fitossociológicos realizados na Floresta Ombrófila Mista, para os quais foi registrada a ocorrência de cinco (RONDON NETO et al., 2002), nove (KLAUBERG et al., 2010), onze (VIBRANS et al., 2013), 14 (PIMENTEL et al., 2008) e até 20 indivíduos de *O. fulvus* por hectare (NASCIMENTO; MARANHO; HATSCHBACH, 2007) em remanescentes do sul do Brasil.

Para *Schefflera morototoni*, também representante de Araliaceae, foram encontrados apenas 29 indivíduos regenerantes em um hectare de Mata de Galeria Semidecídua na região do Distrito Federal (SILVA et al., 2004). O valor mais baixo de regenerantes dessa espécie em relação aos resultados encontrados no presente estudo é provavelmente devido ao fato de as espécies pertencerem a diferentes grupos sucessionais. Enquanto *S. morototoni* é considerada espécie pioneira (LIEGEL, 1990), *O. fulvus* é secundária tardia a clímax (GRINGS; BRACK, 2009; ARAUJO et al., 2010). As espécies pioneiras e secundárias iniciais tendem a investir em banco de sementes, enquanto as secundárias tardias e climácicas investem em banco de plântulas (PIÑA-RODRIGUES; COSTA; REIS, 1990).

Para *Ocotea porosa*, espécie climácica da Floresta com Araucária foi verificada a existência de quase 40 indivíduos, juvenis e adultos, em um hectare de floresta (CALDATO; LONGHI; FLOSS, 1999). Em outro trabalho no mesmo ecossistema, *Ocotea odorifera*, considerada secundária tardia a climácica (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990; CARVALHO, 1994), apresentou 1850 indivíduos por hectare sendo, em média, 142 indivíduos adultos (DALMASO et al., 2012), enquanto que no presente estudo, o número de adultos de *O. fulvus* não passou de 12. No entanto, verificou-se claramente a baixa ocorrência de indivíduos adultos da espécie estudada em relação às mencionadas. Para os valores de *O. odorifera*, os autores (DALMASO et al., 2012) sugerem que a espécie apresenta alta capacidade de regeneração. Essa condição não fica explícita no caso de *O. fulvus*, já que há um grande número de regenerantes de menor porte, sem haver, no entanto, reflexo direto disso nas próximas fases de desenvolvimento da população.

Essa significativa diferença na quantidade de indivíduos regenerantes de *O. fulvus* não só entre as áreas, como também em relação ao baixo número de adultos registrado indica alguma dificuldade na dinâmica demográfica da espécie (HIGUCHI, 2015).

A diferença de número de indivíduos de diferentes espécies em um mesmo estágio sucessional e ecossistema pode estar associada à densidade característica de cada espécie. Caso ocorra uma diminuição da densidade de plantas, esta pode ser interpretada como um sinal de regulação da abundância populacional por meio de mortalidade e densidade dependente (BAROT; GIGNOUX; MENAUT, 1999; STOLL; BERGIUS, 2005). Além disso, a plasticidade fenotípica também pode afetar todos os níveis de organização ecológica por meio de efeitos nas interações diretas e indiretas entre espécies, na estrutura das comunidades e nos parâmetros demográficos das espécies (MINER et al., 2005).

Estudos indicam que o sub-bosque é um ambiente de transição importante, que serve como um filtro ecológico das espécies que farão parte do dossel, ou seja, um ambiente que determina de maneira seletiva quais indivíduos e espécies poderão sobreviver nas suas condições, promovendo a regeneração natural de todos os estratos da floresta, auxiliando na recuperação de perturbações naturais ou antrópicas (GEORGE; BAZZAZ, 1999, HARMS; POWERS, MONTGOMERY, 2004; GOMES-WESTPHALEN; LINS-E-SILVA; ARAÚJO, 2012). Tal condição poderia ser um dos motivos das variações encontradas nas duas áreas, aspecto que precisa ser averiguado em futuras abordagens.

Mesmo sendo uma área urbana com grande perturbação (RONDON NETO et al., 2002), onde pode ocorrer a fuga de polinizadores e de dispersores que influenciam na distribuição da espécie (MACHADO et al., 2010), a área B apresentou uma quantidade expressiva de indivíduos regenerantes.

A frequência absoluta de adultos de *O. fulvus* foi similar entre as áreas, apresentando o valor de 9 e 10%, ao contrário dos regenerantes, que apresentaram uma diferença considerável, registrando 55% para uma área e 96% para a outra. Resultados semelhantes foram observados por outros autores para a mesma espécie, sendo que a frequência absoluta de indivíduos adultos variou de seis (KLAUBERG et al., 2010) a 20% (NASCIMENTO et al., 2007) em outros remanescentes de Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil.

Para todos os parâmetros estruturais avaliados (DAS, DAP e H), os indivíduos adultos e regenerantes de *O. fulvus* da área A apresentaram os maiores valores, quando comparados com a área B. Não foram encontrados estudos abordando DAS para que pudesse ser feita comparação. No Inventário Florestal de Santa Catarina (VIBRANS et al., 2013), para os indivíduos adultos de *O. fulvus* foi encontrado um valor médio de DAP de 22,27 ($\pm 11,65$) cm, próximo aos encontrados nas áreas do presente estudo. Este mesmo inventário apontou uma altura média total de 8,7 m para os indivíduos adultos, também semelhante às verificadas neste trabalho.

Grande parte dos indivíduos amostrados foi abrangida pela classe diamétrica de 0 – 3,0 cm, sendo que a classe de altura com maior número de indivíduos também foi a menor ($\leq 1,0$ m). Isso reflete as condições verificadas no estudo, onde há notória ocorrência dos indivíduos regenerantes de pequeno porte. Da mesma forma, em estudo realizado com *Dendropanax cuneatus* em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras, Minas Gerais, também houve predomínio de indivíduos de menor diâmetro (regenerantes) de maneira abundante, o que para os autores pode estar vinculado à característica pioneira da espécie, associada a um regime de perturbações relativamente intenso e contínuo (MACHADO et al., 2010). Pelas indicações dos autores, perturbação do ambiente similar ao que foi encontrado em Minas Gerais possivelmente ocorreu na área B, como observado por Rondon Neto et al. (2002), onde houve maior número de indivíduos regenerantes.

Indivíduos adultos de *O. fulvus* apresentaram classe diamétrica mais significativa de 15 cm em Floresta Ombrófila Mista no Estado de Santa Catarina (VIBRANS et al., 2013). Da mesma forma, *D. cuneatus* e *S. morotoni*, duas representantes de Araliaceae, apresentaram maior concentração de indivíduos na classe diamétrica de até 15 cm, em remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São Paulo (DONADIO; PAULA; GALBIATTI, 2009). Os valores encontrados para os indivíduos adultos nas áreas do presente estudo foram superiores aos trabalhos citados.

Estudos envolvendo Lauraceae em área de Floresta com Araucária em São João do Triunfo, no Paraná (CANALEZ; CORTE; SANQUETTA, 2006), demonstraram que *Ocotea porosa* e *Ocotea puberula*, espécies com poucos indivíduos nas menores classes de diâmetro, apresentaram uma descontinuidade de regeneração. Os resultados da análise das populações de *O. fulvus* não corroboram

essa condição, uma vez que há um grande número de regenerantes ante a poucos indivíduos em classes diamétricas intermediárias ou superiores. Esclarecimentos sobre o comportamento de *O. fulvus*, considerando essa abordagem, dependem de pesquisas de dinâmica populacional, para detectar que fatores ecológicos podem estar interferindo no recrutamento de indivíduos em classes de maior porte.

A distribuição de diâmetros e o processo de regeneração natural constituem características importantes do estoque de plantas do componente jovem de uma floresta (SILVA et al., 2004). A partir disso, deve-se levar em consideração que não é o fato de uma espécie apresentar maior abundância de indivíduos nas classes de diâmetros menores que garantirá sua manutenção na comunidade, mas sim a capacidade de competir dentro de seu nicho ecológico (SCHAAF et al., 2006).

A distribuição espacial de *O. fulvus* em ambas as áreas mostrou número mais elevado de indivíduos regenerantes em relação a adultos. Os adultos exibiram uma tendência tanto à agregação como à aleatoriedade na área A, enquanto os regenerantes se mostraram totalmente agregados. No entanto, para a área B, todos os indivíduos adultos de *O. fulvus* apresentaram padrão aleatório, enquanto os regenerantes apontaram distribuição agregada.

Padrões de distribuição agregada, como os observados no presente estudo, são mais comuns do que os aleatórios em espécies de florestas tropicais, principalmente pelo grande número de regenerantes encontrados no sub-bosque (HUBBELL, 1979). Grande agregação de indivíduos arbóreos formando manchas na vegetação foi observada em remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, Rio Grande do Sul. Essa distribuição reflete uma abundância da vegetação intermediária (848 indivíduos adultos por hectare) e comprova que a floresta se encontra em fase de renovação após ter sofrido uma exploração seletiva (NASCIMENTO; LONGHI; BRENA, 2001). Isso também pode ser verificado em espécies de Floresta com Araucária no Paraná (CANALEZ; CORTE; SANQUETTA, 2006), onde as condições microclimáticas, a fonte de sementes e o potencial de dispersão por diferentes vetores podem ser alguns dos motivos que levam à distribuição agregada. No entanto, estudos realizados em Floresta Ombrófila Mista em Curitiba, com três espécies, mostraram que todas apresentam individualmente comportamento agregado, mas, quando analisado o fragmento do qual faziam parte, este apresentou padrão aleatório (MACHADO et al., 2012).

Indivíduos adultos de *Curitiba prismatica* e de *Eugenia pyriformis* amostrados em Sistema Faxinal de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Paraná apresentaram-se fortemente agregados (WATZLAWICK et al., 2011). Porém, a última espécie se mostrou com baixa abundância, e a alta agregação deve-se ao fato de todos os indivíduos estarem presentes na mesma parcela. As condições de uso e manejo do sub-bosque dos faxinais, com utilização econômica de espécies da flora, ou então uso para forrageamento, podem causar grandes alterações nas populações desses locais. Assim, além das condições ambientais verificadas durante a execução de estudos de análise populacional, também são importantes dados históricos de uso ou intervenção na área de estudo, biologia reprodutiva das espécies, características do sítio, tais como o tipo de solo, a topografia do terreno e a ocorrência de clareiras (NASCIMENTO; LONGHI; BRENA, 2001) e condições da matriz da paisagem, para que o maior número de variáveis que potencialmente interferem nas populações e comunidades vegetais possa ser considerado.

Adicionalmente, a maioria das espécies raras, como é o caso de *O. Fulvus* (PARANÁ, 1995), apresentam padrão de distribuição agregado, o que poderia sugerir que, ao menos no local de ocorrência natural, elas se reproduzem com sucesso. Essa tendência à agregação interfere na abundância de indivíduos, que é menor em uma área mais extensa (RONDON NETO et al., 2002; NASCIMENTO; MARANHO; HATSCHBACH, 2007; KLAUBERG et al., 2010). Caso a distribuição dessas espécies ocorresse de maneira aleatória ou uniforme, a distância entre os indivíduos mais próximos seria maior e conseqüentemente a densidade diminuiria (HUBBELL, 1979).

A partir disso, a agregação pode ser vista de maneira vantajosa para *O. fulvus*, tendo em vista que o processo de estabelecimento desses indivíduos passa por uma seleção onde somente alguns chegarão na fase adulta, como também apontado por Dalmaso et al. (2012) para *O. odorifera*.

Considerando-se todas essas premissas, o comportamento da população de *O. fulvus* poderia ser testado, enquanto componente de comunidades de Floresta Ombrófila Mista, na perspectiva de avaliar variáveis adicionais que possam estar interferindo no alto investimento em regenerantes e na baixa abundância de adultos.

Para os regenerantes da área A, a altura do dossel foi um fator que apresentou correlação significativa com sua abundância, ou seja, quanto maior a altura do dossel, mais indivíduos regenerantes. Isso pode ter relação com a

condição e conservação do remanescente florestal, onde um dossel mais alto normalmente está associado a uma floresta em estágio mais avançado, com condições mais propícias ao desenvolvimento de plântulas de espécies secundárias tardias ou climáticas, como é o caso de *O. Fulvus* (GRINGS; BRACK, 2009; ARAUJO et al., 2010; LORENZI, 2012). Já a correlação significativa negativa entre os regenerantes e a distância euclidiana da área A, demonstra as condições verificadas em campo, com menos indivíduos regenerantes. Coincidentemente, nessa área foi identificada a maior distância euclidiana da amostra (18,6 m ante 14,8 m encontrado na área B). Isso pode indicar uma certa dependência de regeneração nas proximidades dos adultos, ou seja, quanto maior for a proximidade aos adultos, mais regenerantes existirão.

As populações de espécies arbóreas são muitas vezes estruturadas em famílias, formando subpopulações em formato de manchas. A causa é a dispersão de sementes próximas à árvore matriz (naturalmente ou por seus dispersores – PEREIRA; MANTOVANI, 2001; ANTONINI; NUNES-FREITAS, 2004) e a sobreposição de gerações, advinda do longo ciclo de vida dessas espécies, aumentando a probabilidade de estabelecimento de descendentes próximos a esta (SEBBENN, 2006).

Assim, tal condição poderia interferir na regeneração de *O. fulvus*, sendo necessário averiguar se a barocoria poderia, eventualmente, estar sendo mais eficiente que a zoocoria nas condições encontradas ou se elas mantêm um equilíbrio natural em relação à presença de dispersores.

A ausência de correlação com luminosidade, assim como as fracas correlações entre a abundância de regenerantes e a declividade, positiva na área A e negativa para a área B, indicam que deve haver fatores desconhecidos atuando na estruturação espacial desta espécie.

CONCLUSÕES

A abundância de indivíduos das duas populações de *O. fulvus* foi diferente, sendo maior na área B. Isso se deve à disparidade no número de regenerantes, uma vez que o número de adultos em ambas as áreas foi baixo, com valores estatisticamente similares.

Houve diferença quanto ao diâmetro e altura médios das populações, sendo que a da área A deteve os maiores valores para ambas as variáveis, o que pode ser um indicativo de uma população mais antiga. Quando considerados somente os indivíduos adultos, altura e diâmetro não mostraram diferença significativa entre as áreas, o mesmo não ocorrendo com essas duas variáveis analisadas para os regenerantes.

Verificou-se uma variação abrupta na distribuição das classes de diâmetro e altura das duas populações analisadas, onde há um grande número de regenerantes com pequeno porte e poucos indivíduos em diâmetros e alturas intermediários ou maiores. A concentração de indivíduos de pequeno porte indica que a espécie está investindo em banco de plântulas, situação mais evidente na área B, no entanto, é notável a existência de lacunas nas classes intermediárias, demonstrando interrupções no processo de reposição da população. Estudos de dinâmica populacional podem trazer respostas sobre os motivos desse comportamento de *O. fulvus*.

A distribuição espacial de *O. fulvus* para regenerantes é totalmente agregada. Os adultos apresentam padrão predominantemente aleatório. Pesquisas complementares sobre sua biologia reprodutiva, relações bióticas e abióticas, e condições da matriz da paisagem poderão reforçar a melhor compreensão da distribuição espacial da espécie.

Apenas na área A a abundância de regenerantes mostrou-se influenciada pela altura do dossel e a distância euclidiana entre regenerantes e adultos. A relação dos regenerantes com declividade apresentou comportamento antagônico entre as duas áreas, indicando que outros fatores estão interferindo na quantidade de indivíduos da regeneração.

REFERÊNCIAS

ANTONINI, R. D.; NUNES-FREITAS, A. F. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Miconia prasina* D.C. (Melastomataceae) em duas áreas de Floresta Atlântica na Ilha Grande, RJ, Sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 671-676, 2004.

ARAUJO, M. M.; CHAMI, L.; LONGHI, S. J.; AVILA, A. L.; BRENA, D. A. Análise de agrupamento em remanescente de floresta ombrófila mista. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 1-18, 2010.

BOEGER, M. R.; GARCIA, S. F. P.; SOFFIATTI, P. Arquitetura foliar de *Impatiens walleriana* Hook. f. (Balsaminaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 29-34, 2009.

BAROT, S.; GIGNOUX, J.; MENAUT, J-C. Demography of a Savanna Palm Tree: Predictions from Comprehensive Spatial Pattern Analyses. **Ecology**, Ithaca, v. 80, n. 6, p. 1987-2005, 1999.

BIERREGAARD, JR. R. O.; GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; MESQUITA, R. Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest. **Yale University Press**, New Haven, 2001.

BITTENCOURT, R. **Caracterização da estrutura genética interna e aspectos da auto-ecologia de uma população natural de imbuia (*Ocotea porosa* - Lauraceae)**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Setor de Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CALDATO, S. L.; LONGHI, S. J.; FLOSS, P. A. Estrutura populacional de *Ocotea porosa* (Lauraceae) em uma Floresta Ombrófila Mista, em Caçador (SC). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 89-101, 1999.

CANALEZ, G. G.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R. Dinâmica da estrutura da comunidade de lauráceas no período 1995-2004 em uma Floresta de Araucária no Sul do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 357-367, 2006.

CAPRETZ, R. L.; BATISTA, J. L. F.; SOTOMAYOR, J. F. M.; CUNHA, C. R.; NICOLETTI, M. F.; RODRIGUES, R. R. Padrão espacial de quatro formações florestais do Estado de São Paulo, através da Função K de Ripley. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, p. 551-565, 2012.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa CNPF; Brasília: SPI, 1994. 639p.

CASTELLA, P. R.; BRITZ, R. M. **A Floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – PROBIO, 2004, 233p.

CORLETT, R.T. Environmental heterogeneity and species survival in degraded tropical landscapes. In: HUTCHINGS, M. J.; JOHN, E. A.; Stewart, A. J. A. **The ecological consequences of environmental heterogeneity**. British Ecological Society, Londres, p. 333-355, 2000.

DALMASO, C. A.; INOUE, M. T.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; MARCELINO, V. R.; POTTKER, G. S. Análise dos padrões espaciais de *Ocotea odorifera* (vell.) rohwer na floresta nacional de Irati (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v. 8, Ed. Especial, p. 559-570, 2012.

DIXON, P. M. **Ripley's K function**. Iowa: Iowa State University, 2001. 16p.

DONADIO, N. M. M.; PAULA, R. C.; GALBIATTI, J. A. Estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal localizado em Taquaritinga, Estado de São Paulo, Brasil. **Científica**, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p. 77-88, 2009.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14p. (IF. Série Registros, 4).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 353 p.

EPPERSON, B. K. Spatial patterns of genetic variation within plant populations. In: BROWN, A. H. D.; CLEGG, M. T.; KAHLER, A. L.; WEIR, B. S. **Plant population genetics, breeding, and genetic resources**. Sinauer: Sunderland, p. 229–253, 1989.

FERNANDES PINHEIRO. **Plano diretor de uso e ocupação do solo municipal de Fernandes Pinheiro**. Fernandes Pinheiro: Prefeitura Municipal, Larocca Associados e SEDU – Paranacidade, 2006.

FIASCHI, P. Araliaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB52>>. 30 Set. 2015.

FONSECA, D. C. **Autoecologia de *Baccharis platypoda* DC. (Asteraceae): distribuição espacial, fenologia e herbivoria**. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

FONTOURA, S. B.; GANADE, G.; LARocca, J. Changes in plant community diversity and composition across an edge between Araucaria forest and pasture in South Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 79-91, 2006.

FORTIN, M. J.; DALE, M. **Spatial analysis: a guide for ecologists**. Cambridge University Press: New York, 2005. 365 p.

GEORGE, L. O.; BAZZAZ, F. A. The fern understory as an ecological filter: emergence and establishment of canopy-tree seedlings. **Ecology**, Ithaca, v. 80, p. 833-845, 1999.

GILBERT, G. S. Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. **Annual Review Phytopathol**, Palo Alto, v. 40, p. 13-43, 2002.

GOMES-WESTPHALEN, J. S.; LINS-E-SILVA, A. C. B.; ARAÚJO, F. S. Who is who in the understory: the contribution of resident and transitory groups of species to plant richness in forest assemblages. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 60, n. 3, p. 1025-1040, 2012.

GRINGS, M.; BRACK, P. Árvores na vegetação nativa de Nova Petrópolis, Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 64, n. 1, p. 5-22, 2009.

HARMS, K. E.; POWERS, J. S.; MONTGOMERY, R. A. Variation in small sapling density, understory cover, and resource availability in four Neotropical Forests. **Biotropica**, Gainesville, v. 36, p. 40-51, 2004.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; BUZZI, F. J.; NEGRINI, M.; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T.; SANTOS, K. F.; VEFAGO, M. B. Fatores determinantes da regeneração natural em um fragmento de floresta com araucária no planalto catarinense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 251-259, 2015.

HUBBELL, S. P. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science**, New York, v. 203, n. 4387, p. 1299-1309, 1979.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências. N. 1. 2. Ed. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil, 2012. 271p.

KLAUBERG, C.; PALUDO, G. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 35-47, 2010.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. F. Numerical ecology. v. 24, 3. Ed. **Elsevier**, Amsterdam, The Netherlands, 2012. 989p.

LIEGEL, L. H. *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne. & Planch. In: BURNS, R. M.; HONKALA, B. H. Silvics of North America. V. 2. Hardwoods. **Agriculture Handbook**, n. 654. Washington: Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 288-293. 1711p.

LIMA-RIBEIRO, M.S.; PRADO, E.C. Distribuição espacial de uma população de *Vernonia aurea* Mart. ex DC. (Asteraceae) em um fragmento de cerradão no município de Caiapônia, GO, Brasil. **Bioscience Journal** v.23, p 81-89.2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. V. 1, 6. Ed. Nova Odessa: Plantarum, 2012, 368p.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526p.

MACHADO, E. L. M.; GONZAGA, A. P. D.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; HIGUCHI, P.; SANTOS, R. M.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Flutuações temporais nos padrões de distribuição diamétrica da comunidade arbóreo-arbustivo e de 15 populações em um fragmento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.4, p.723-732, 2010.

MACHADO, S. A.; SANTOS, A. A. P.; ZAMIN, N. T.; NASCIMENTO, R. G. M. Distribuição espacial de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1013-1019, 2012.

MAZUCHOWSKI, J. Z.; SILVA, E. T.; MACCARI JUNIOR, A. Efeito da luminosidade e da adição de nitrogênio no crescimento de plantas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 619-627, 2007.

MEDEIROS, J. D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A. Seleção de áreas para criação de unidade de conservação na Floresta Ombrófila Mista. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 3, p. 33-50, 2005.

MELLEK, J. E. **Análise hidrológica e aplicação do método de curva número em bacia vertente sob cobertura florestal**. 191 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MINER B. G., SULTAN S. E., MORGAN, S. G., PADILLA D. K., RELYEA R. A. Ecological consequences of phenotypic plasticity. **Trends in Ecology and Evolution**, Maryland Heights, v. 20, n. 12, p. 685-692, 2005.

MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. **Atlas Geomorfológico do Paraná**. Escala 1:250.000. Curitiba: Mineropar/ UFPR, 2006. 63 p.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.105-119, 2001.

NASCIMENTO, D. S.; MARANHO, L. T.; HATSCHBACH, G. Fitossociologia da vegetação fanerogâmica do Jardim Botânico Municipal de Curitiba, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl. 2, p. 240-242, 2007.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA: GTZ, 1995. 139 p.

PEEL, C. M.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the K" oppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, Munich, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.

PEREIRA, T.S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naud. na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, n.3, p.335-348, 2001.

PIMENTEL, A.; PUTTON, V.; WATZLAWICK, L. F.; VALÉRIO, A. F.; SAUERESSIG, D. Fitossociologia do sub-bosque do Parque Ambiental Rubens Dallegre, Irati, PR. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, 2008.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; COSTA, L. G. S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: 6º Congresso Florestal Brasileiro (v. 3, Campos do Jordão, 1990). **Anais**. Campos do Jordão, 1990, p. 676-684.

R CORE TEAM. **The R Project for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 01/09/2014.

RIO GRANDE DO SUL, Fundação Zoobotânica. Lista Final das Espécies da Flora Ameaçadas. **Decreto Estadual n 42.099, publicado em 01.01.2003**. <http://www.fzb.rs.gov.br/downloads/flora_ameacada.pdf>. 28 Mai. 2015.

RIPLEY, B. D. Modelling spatial patterns. **Journal of the Royal Statistic Society**, London, v. 39, n. 2, p. 172-212, 1977.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente** v. 24, p. 78-118, 2002.

RONDON NETO, R. M.; KOZERA, C.; ANDRADE, R. R.; CECY, A. T.; HUMMES, A. P.; FRITZSONS, E.; CALDEIRA, M. V. W.; MACIEL, M. N. M.; SOUZA, M. K. F. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, PR – Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 3-16, 2002.

SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO FILHO, A.; GALVÃO, F.; SANQUETTA, C. R. Alteração na estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista no período entre 1979 e 2000. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 283-295, 2006.

SEBBENN, A. M. **Sistemas de reprodução em espécies tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais**. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. Pomar de sementes de espécies florestais nativas. Curitiba: FUPEF, 2006, p. 93-138. 264p.

SILVA, J. A.; LEITE, E. J.; SILVEIRA, M.; NASSIF, A. A.; REZENDE, S. J. M. Caracterização florística, fitossociológica e regeneração natural do sub-bosque da Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 121-132, 2004.

SILVA, K. E.; MARTINS, S. V.; SANTOS, N. T.; RIBEIRO, C. A. A. S. **Padrões espaciais de espécies arbóreas tropicais**. In: MARTINS, S. V. (Ed.). *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*. Viçosa: UFV, 2009. p. 216-244.

STOLL, P.; BERGIUS, E. Patterns and process: competition causes regular spacing of individuals within plant populations. **Journal of Ecology**, London, v. 93, n. 2, p. 395-403, 2005.

SÜHS, R.B.; BUDKE, J.C. Spatial distribution, association patterns and richness of tree species in a seasonal forest from the Serra Geral formation, Southern Brazil. **Acta Botanica Brasílica**, v.25, n.3. p. 605-617. 2011.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, v.13, p. 1419-1425, 2004.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A, L.; LINGNER, D. V. **Inventário florístico florestal de Santa Catarina**. Blumenau: Edifurb, 2013. 440p.

YAHARA, T.; OYAMA, K. Effects of virus infection on demographic traits of an agamosperous population of *Eupatorium chinense* (Asteraceae). **Oecologia**, v. 96, n. 3, p. 310-315, 1993.

WATZLAWICK, L. F.; ALBUQUERQUE, J. M.; REDIN, C. G.; LONGHI, R. V.; LONGHI, S. J. Estrutura, diversidade e distribuição espacial da vegetação arbórea na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, Rebouças (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v. 7, n. 3 p. 415 – 427, 2011.