

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCar**

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO**

**ALINE CHRISTINA DE OLIVEIRA**

**FENOLOGIA DE FRUTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS ORNITOCÓRICAS  
EM NÍVEL DE POPULAÇÃO E DE COMUNIDADE NA FLORESTA ATLÂNTICA  
DO SUDESTE DO BRASIL**

**ARARAS**

**2021**

**ALINE CHRISTINA DE OLIVEIRA**

**FENOLOGIA DE FRUTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS ORNITOCÓRICAS  
EM NÍVEL DE POPULAÇÃO E DE COMUNIDADE NA FLORESTA ATLÂNTICA  
DO SUDESTE DO BRASIL**

Monografia apresentada no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos para a obtenção do título de Licenciada.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valéria Forni Martins  
Coorientação: M<sup>a</sup>. Kelly Fernandes de Oliveira  
Ribeiro

**ARARAS**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

À equipe do Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (USP), por instalar os coletores de sementes e auxiliar na coleta e processamento do material;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio na coleta de material como parte do Projeto Temático “Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, estado de São Paulo, Brasil” (processo número 03/12595-7), dentro do Instituto Virtual da Biodiversidade;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida à Valéria Forni Martins (processo número 142295/2006-0), responsável pela coleta do material;

À COTEC/IF 44.924/2006 e IBAMA 12170-1 por autorizarem a coleta do material. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida à M<sup>a</sup>. Marisol Rios Suarez, responsável por identificar as espécies presentes na chuva de sementes, juntamente com o Prof. Jorge Tamashiro;

Aos meus amigos da UFSCar, em especial Ana Prestes, Bruna Machado, Bruno Amorim, Débora dos Santos, Grasielle Félix, Jéssyca Barros, Júlio Moita, Lucas Correa, Melanie Silva, Raul Daibello, Rômulo da Silva e Stefon Dugolin, pelos conhecimentos compartilhados, momentos de divertimento e suporte;

Aos professores, amigos do Zoológico Municipal de Americana, amigos da Biotrans Ambiental e ao Alysson Lopes Cordeiro que contribuíram para que este trabalho fosse desenvolvido;

À minha família, especialmente meus pais e irmão, Arlene Christina Barbosa de Oliveira, Jaime Ramiro de Oliveira e Jaime Ramiro de Oliveira Jr., por sempre me apoiarem;

À M<sup>a</sup>. Kelly Fernandes de Oliveira Ribeiro, por suas importantes sugestões e ajuda nas análises dos dados;

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valéria Forni Martins, por sua dedicação, paciência e apoio durante todo o período em que estive sob sua orientação;

À Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pela infraestrutura e ensino.

**RESUMO:** A manutenção da comunidade de aves frugívoras em uma região depende fortemente da disponibilidade de diásporos ornitocóricos. Em florestas tropicais com fraca estacionalidade climática, a riqueza de espécies frutificando é comumente assazonal devido à fraca pressão de seleção exercida pelo clima. Porém, as diferentes espécies ornitocóricas podem frutificar de forma assazonal durante o ano ou sazonal e assincronicamente. Assim, é importante avaliar os padrões fenológicos de frutificação tanto em nível da comunidade como no nível das populações para um melhor entendimento da disponibilidade de diásporos às aves frugívoras. O objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que a oferta de diásporos ornitocóricos é constante em uma Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do sudeste do Brasil quando considerado o nível da comunidade, mas não o nível de populações. Para isso, usamos dados da chuva de sementes coletada ao longo de dois anos em duas parcelas não-contíguas de 1 ha cada e estatística circular. A chuva de sementes de espécies arbóreas ornitocóricas foi composta majoritariamente por espécies autóctones nos dois anos de coleta. A riqueza de espécies foi constante ao longo de um mesmo ano e entre anos, ao contrário da abundância, que variou tanto ao longo de um mesmo ano como entre anos. Já a composição variou ao longo de um mesmo ano e foi similar entre anos. As oito espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes apresentaram frutificação de longa duração, sazonal e, em geral, assincrônica. Por último, a maioria das espécies não frutificou no mesmo período nos dois anos de coleta da chuva de sementes. Nossos resultados mostram que o padrão assazonal da riqueza é composto pelos padrões sazonais não sobrepostos das diferentes espécies que compõem a comunidade. Assim, há oferta de diásporos por um número constante de espécies o ano todo, mas a composição das espécies frutificando e a abundância de diásporos produzidos se alteram ao longo do tempo. Este estudo mostra a importância de se avaliar individualmente o padrão fenológico das espécies que compõem uma comunidade, visto que o padrão das espécies pode não ser coincidente com o da comunidade como um todo.

**Palavras-chave:** análises circulares, chuva de sementes, fenologia reprodutiva, Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, sazonalidade, variação temporal.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
ÁREA DE ESTUDO .....	10
CHUVA DE SEMENTES.....	11
ANÁLISE DOS DADOS .....	12
<b>RESULTADOS</b> .....	14
RESULTADOS GERAIS DA CHUVA DE SEMENTES.....	14
RIQUEZA, COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DA CHUVA DE SEMENTES DE ESPÉCIES ARBÓREAS ORNITOCÓRICAS .....	15
SAZONALIDADE DE FRUTIFICAÇÃO .....	15
SINCRONIA DE FRUTIFICAÇÃO.....	23
PADRÕES FENOLÓGICOS ENTRE ANOS.....	24
<b>DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	28
<b>APÊNDICE 1</b> .....	34
<b>APÊNDICE 2.</b> .....	37

## INTRODUÇÃO

A dispersão de sementes é um processo ecológico importante para a colonização de novas áreas, a redução dos efeitos da mortalidade dependente de densidade e de distância da planta parental, e a ocupação de microambientes favoráveis ao estabelecimento e ao crescimento de um novo indivíduo vegetal (HOWE & SMALLWOOD, 1982; CLARK et al., 2004). A dispersão é realizada por diferentes agentes (*e.g.* vento, animais e água), sendo os animais os principais dispersores em florestas tropicais (HOWE & SMALLWOOD, 1982; CLARK et al., 2001). A maioria das espécies arbóreas dispersas por vertebrados nessas florestas possui frutos e sementes com características morfológicas (*e.g.* tamanho e cor) atrativas às aves (*i.e.* diásporos ornitocóricos; ALMEIDA-NETO et al., 2008; MARTINS et al., 2014). Na Floresta Atlântica do sudeste do Brasil, aproximadamente 80% das espécies arbóreas apresentam diásporos ornitocóricos (MARTINS et al., 2014).

A frutificação desempenha um papel fundamental no controle da abundância e da diversidade de frugívoros em muitas comunidades tropicais (FENNER, 1998). Assim, a manutenção da comunidade de aves frugívoras em uma região depende fortemente da disponibilidade de diásporos ornitocóricos (WRIGHT et al., 1999). Os diásporos disponíveis em uma área podem ser provenientes das espécies vegetais que compõem a comunidade local (autóctones) ou de espécies de outras áreas (alóctones; FRANKIE et al., 1974; MARTÍNEZ-RAMOS & SOTO-CASTRO, 1993). Como a maior parte dos eventos de dispersão em florestas tropicais é local (NATHAN & MULLER-LANDAU, 2000), normalmente os diásporos disponíveis em uma dada área são majoritariamente de espécies autóctones (LEVINE & MURRELL, 2003), evidenciando que a comunidade vegetal local fornece recursos suficientes para a manutenção da comunidade de frugívoros (SUAREZ, 2015).

No entanto, a disponibilidade de diásporos pode variar ao longo do tempo, já que eventos biológicos recorrentes como a floração e a frutificação são influenciados principalmente pelo clima e pelas interações das plantas com outras espécies, como polinizadores e dispersores de sementes (TALORA & MORELLATO, 2000; HAGGERTY & MAZER, 2008; MORELLATO et al., 2016). Dessa forma, a fenologia reprodutiva é de extrema importância para a compreensão dos padrões temporais da oferta de diásporos aos frugívoros (STAGGEMEIER & MORELLATO, 2011).

As restrições e as forças seletivas que influenciam os padrões fenológicos variam de acordo com o nível ecológico estudado (FENNER, 1998). No nível de população, as interações mutualísticas tendem a selecionar padrões fenológicos sincrônicos entre indivíduos da mesma espécie de planta, pois a sincronia intraespecífica (*i.e.* sazonalidade) aumenta a fecundação e a dispersão das sementes (HAGGERTY & MAZER, 2008). No nível da comunidade, a interação das plantas com polinizadores e dispersores normalmente leva à seleção de padrões fenológicos assincrônicos entre espécies, diminuindo a competição interespecífica por parceiros mutualistas (AIDE, 1988; VAN SCHAİK et al. 1993). A assincronia de frutificação em uma comunidade possibilita que a oferta de diásporos de diferentes espécies seja constante aos frugívoros ao longo de todo o ano (TALORA & MORELLATO 2000; FRANÇA et al., 2009).

A influência do clima nos padrões fenológicos varia de acordo com o quão definidas são as estações do ano em uma região (*i.e.* estacionalidade climática, HILTY, 1980; WRIGHT & VAN SCHAİK, 1994; MORELLATO et al., 2000; ANDERSON et al., 2005). Por exemplo, em uma floresta tropical estacional no Brasil, a maioria das espécies ornitocóricas apresenta sazonalidade de frutificação e produz frutos principalmente na estação úmida (ATHIÉ & DIAS, 2012), o que favorece a germinação das sementes e o estabelecimento dos novos indivíduos (JANZEN, 1967; GARWOOD, 1983; FOSTER, 1985; VAN SCHAİK et al., 1993; BENDIX et al., 2006). Assim, a estacionalidade climática resulta em sincronia de frutificação entre as espécies da comunidade e em diásporos disponíveis aos frugívoros apenas em alguns meses do ano (ENGEL & MARTINS, 2005; MORELLATO et al., 2013). Por outro lado, florestas com fraca estacionalidade climática, como a Floresta Atlântica do sudeste do Brasil, apresentam padrão assazonal de frutificação ao longo do ano pela comunidade devido à fraca pressão de seleção exercida pelo clima relativamente constante (HILTY, 1980; FENNER, 1998; MORELLATO et al., 2000; TALORA & MORELLATO, 2000). Assim, a comunidade pode apresentar um padrão de frutificação aleatório (STAGGEMEIER et al., 2010), composto por espécies com frutificação assazonal, resultando em oferta dos diásporos das mesmas espécies durante o ano todo (*e.g.* ALMEIDA & ALVES, 2000), e por espécies com frutificação sazonal e assincrônica, resultando em oferta dos diásporos de diferentes espécies ao longo de todo o ano (*e.g.* STAGGEMEIER et al., 2015). Além disso, pode ocorrer variação na abundância de



diásporos ornitocóricos ao longo do ano, tanto no caso da frutificação assazonal ou sazonal e assincrônica.

Entre diferentes anos, a mesma espécie pode apresentar variação em sua fenologia, principalmente de floração e frutificação, devido a diferenças climáticas anuais (ENGEL & MARTINS, 2005). Consequentemente, a disponibilidade de diásporos ornitocóricos de uma dada espécie pode variar entre anos (WRIGHT et al., 1999). Porém, não necessariamente essa variação se refletirá em diferenças na disponibilidade total de diásporos às aves frugívoras entre anos, já que uma menor abundância de diásporos de uma espécie pode ser compensada pela maior abundância de diásporos de outra espécie (STAGGEMEIER et al., 2017). Assim, é importante avaliar os padrões fenológicos de frutificação tanto em nível da comunidade como no nível das populações para um melhor entendimento da disponibilidade de diásporos às aves frugívoras.

O objetivo deste estudo é testar a hipótese de que a oferta de diásporos ornitocóricos é constante em uma Floresta Atlântica do sudeste do Brasil quando considerado o nível da comunidade, mas não o nível de populações. Para isso, utilizamos dados de chuva de sementes coletada em duas parcelas com composição florística e estrutura da comunidade arbórea semelhantes (JOLY et al., 2012). Considerando-se o nível de comunidade de espécies arbóreas ornitocóricas, perguntamos: (1) os diásporos disponíveis nas duas parcelas são majoritariamente de espécies autóctones em diferentes anos? (2) Existe variação ao longo de um mesmo ano e entre anos da riqueza, da composição e da abundância de diásporos? Considerando-se individualmente as diferentes espécies arbóreas ornitocóricas, perguntamos: (3) há sazonalidade na abundância de diásporos em um mesmo ano? (4) A frutificação é assincrônica entre espécies em um mesmo ano? (5) Os padrões fenológicos variam entre anos? Esperamos que os diásporos sejam majoritariamente de espécies autóctones nas duas parcelas em diferentes anos, que não exista variação temporal da riqueza, mas possivelmente da composição e da abundância de diásporos. Também esperamos que a abundância de diásporos das diferentes espécies da comunidade seja sazonal e com pico assincrônico, possivelmente apresentando variação entre anos. Dessa forma, a oferta total de alimento às aves frugívoras seria constante, mas com variação nos padrões de frutificação das espécies ao longo do ano e entre anos, de acordo com os requerimentos fisiológicos para a frutificação e as interações com parceiros mutualistas de cada espécie.

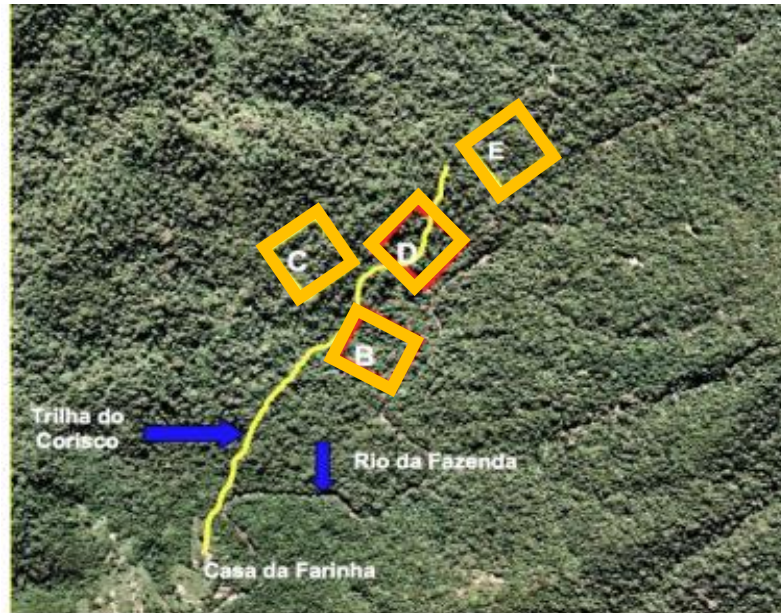
## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A Floresta Atlântica ao longo da costa do Brasil é um dos *hotspots* para a conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000). Sua maior porção contínua preservada inclui o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM; 23°34' - 23°17' S e 45°02' - 45°11' O), que recobre a Serra do Mar no estado de São Paulo (JOLY et al., 2012). A área de estudo está localizada no Núcleo Picinguaba, um dos núcleos administrativos do PESM, em Ubatuba, litoral norte de São Paulo. Com dimensão de 47 mil ha, o núcleo engloba um gradiente altitudinal que vai desde o nível do mar até 1.200 m, favorecendo a existência de vários ecossistemas (MORELLATO et al., 2000; ALVES et al., 2010).

A porção de menor altitude (5 a 100 m) é recoberta pela Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (FODTB; VELOSO et al., 1991), que ocorre em solo recentemente formado pela erosão da Serra do Mar. O solo é do tipo cambissolo háplico distrófico, argiloso, ácido (pH 3,5 a 3,7), com alta diluição de nutrientes e alta saturação de alumínio (MARTINS et al., 2015). Leitões secos de riachos criam áreas mais arenosas (CAMPOS et al., 2011), a topografia é irregular e há muitos matacões rochosos (JOLY et al., 2012).

Os dados utilizados no presente estudo foram coletados entre 2007 e 2009 em duas parcelas permanentes não-contíguas de 1 ha cada (parcela B: 23°20' S e 44°50' O; parcela E: 23°20' S e 44°49' O) instaladas na FODTB do Núcleo Picinguaba (Figura 1). A distância entre os centros das duas parcelas é de aproximadamente 657 m (ROSA et al., 2019). Cada parcela foi subdividida em 100 subparcelas de 10 m x 10 m. A variação na elevação, a abertura do dossel e a cobertura do solo por matacões rochosos não diferem entre as parcelas, mas a parcela B apresenta maior declividade do que a parcela E (ROSA, 2018). Um inventário florestal mostrou que a composição florística e a estrutura da comunidade arbórea são muito semelhantes nas parcelas: a parcela B possui 1.183 indivíduos, pertencentes a 137 espécies e a parcela E possui 1.240 indivíduos vivos pertencentes a 142 espécies; apenas aproximadamente 54 espécies em B e 48 espécies em E diferem entre as duas parcelas (JOLY et al., 2012).



**Figura 1:** Parcelas de 1 ha cada instaladas na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do Núcleo Picinguaba (B-E), Parque Estadual da Serra do Mar, litoral norte do estado de São Paulo. As parcelas localizam-se próximas à margem do Rio da Fazenda e da Trilha do Corisco, cerca de 1 km além da Casa da Farinha. O curso da trilha do Corisco não está representado integralmente. Figura adaptada de Joly & Martinelli (2006).

O clima na região de Ubatuba, segundo a classificação de Köppen, é Af - tropical úmido (KÖPPEN e GEIGER, 1928; ROLIM et al., 2007). A região não apresenta estação seca e, de acordo com os levantamentos realizados no período de 1961-1990, possui uma temperatura média anual de 22 °C e precipitação média anual de 210 mm (EMBRAPA, 2009). Mesmo nos meses mais secos, junho a agosto, a precipitação média mensal nunca é inferior a 80 mm (EMBRAPA, 2009; JOLY et al., 2012). A umidade relativa do ar permanece sempre acima de 85% e o comprimento do dia varia de 13,47 h em dezembro a 10,55 h em junho (TALORA & MORELLATO, 2000).

## CHUVA DE SEMENTES

Uma forma de se avaliar a disponibilidade de diásporos em uma comunidade é por meio da coleta da chuva de sementes (*i.e.* comunidade de diásporos recém-dispersos no ambiente; HARDESTY & PARKER, 2002; MARTÍNEZ-RAMOS & SOTO-CASTRO, 1993). Neste estudo, usamos dados da chuva de sementes coletada nas parcelas B e E para responder nossas perguntas. A chuva de sementes foi coletada entre maio de 2007 e abril de 2009 usando-se coletores de sementes posicionados o mais próximo possível do centro de 30 subparcelas selecionadas aleatoriamente dentro de cada parcela. Os coletores de sementes consistiam de uma malha com abertura de 1 mm presa a uma moldura redonda com raio de 30 cm, suspensa a aproximadamente 50 cm acima do solo (MARTINS, 2011)

para evitar predação dos diásporos por pequenos mamíferos (VINHA, 2015; Figura 2). O conteúdo dos coletores foi retirado mensalmente e seco dentro de sacos de papel em estufa a 58°C por 48 h (MARTINS, 2011). Todos os diásporos (frutos e sementes) foram quantificados por coletor e por mês, identificados até o menor nível taxonômico possível e classificados quanto à síndrome de dispersão segundo Martins et al. (2014).



**Figura 2:** Coletor de sementes fixado no interior da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, litoral norte do estado de São Paulo.

## ANÁLISE DOS DADOS

Para as análises no nível de comunidade, incluímos todas as espécies arbóreas ornitocóricas encontradas na chuva de sementes. Para as análises no nível de população, selecionamos as espécies arbóreas ornitocóricas com 50 ou mais diásporos em cada ano de coleta da chuva de sementes, somando-se as duas parcelas (*i.e.* espécies mais abundantes na chuva de sementes). A exceção foi *Mollinedia schottiana* (Monimiaceae) que no ano 1, apresentou 49 diásporos na chuva de sementes. O ano 1 foi definido como abril de 2007 a março de 2008 e o ano 2, abril de 2008 a março de 2009. Todas as análises foram realizadas para as duas parcelas conjuntamente em cada ano de coleta da chuva de sementes, com exceção da avaliação de espécies autóctones e alóctones, a qual foi feita separadamente para cada parcela em cada ano devido à pequena diferença na composição de espécies entre parcelas.

Para determinarmos se os diásporos pertenciam a espécies alóctones ou autóctones (pergunta 1), comparamos a composição da chuva de sementes com a

do inventário florestal realizado por Joly et al. (2012) nas parcelas B e E. Adicionalmente, comparamos a proporção de espécies autóctones entre anos e entre parcelas com um teste de qui-quadrado. Para verificarmos se a riqueza e a abundância de diásporos diferiam entre anos (pergunta 2), também realizamos testes de qui-quadrado (ZAR, 2010). Comparamos a composição da chuva de sementes entre anos (pergunta 2) com o índice de similaridade de Jaccard (SJ; MUELLER-DOMBOIS & ELLEMBER, 1974). Valores de  $SJ \geq 0,5$  indicam alta similaridade (KENT & COKER, 1992).

Para as análises dos padrões fenológicos de frutificação em nível de comunidade e de população para as espécies mais abundantes na chuva de sementes, usamos dados mensais de riqueza, composição e abundância de diásporos. Utilizamos estatística circular (HERRERA, 1988; MORELLATO et al., 2010), que permite realizar inferências sobre a frequência de eventos fenológicos em intervalos de medida em escala circular (*i.e.* dias, meses ou anos). Para possibilitar sua interpretação, a escala circular precisa ser transformada em ângulo  $a$  pela fórmula  $a = 360/K$ , onde  $K$  representa o número de intervalos de medida (*i.e.*  $K = 12$  para observações mensais em um ano). Os resultados são representados em histogramas circulares, nos quais o comprimento das barras indica a frequência relativa do evento fenológico em uma determinada data ou ângulo (MORELLATO et al., 2000; ZAR, 2010).

Para verificar se há sazonalidade na riqueza e na abundância de diásporos da comunidade (pergunta 2), e se há sazonalidade na abundância de diásporos de cada uma das espécies mais abundantes na chuva de sementes (pergunta 3), realizamos o teste de Rayleigh ( $Z$ ) para distribuição circular (MORELLATO et al. 1989; ZAR, 2010). Para casos em que  $Z$  foi significativo, avaliamos se a frutificação das espécies mais abundantes na chuva de sementes era assíncrona (pergunta 4) com testes de Watson-Williams ( $F$ ), que determina se há diferença nos ângulos médios de abundância de diásporos de cada par de espécie no mesmo ano (MORELLATO et al. 2000; ZAR, 2010).

Para verificar se os padrões fenológicos das espécies mais abundantes na chuva de sementes variavam entre os dois anos de coleta (pergunta 5), determinamos se o ângulo médio de abundância de diásporos de cada espécie diferia nos diferentes anos com testes de Watson-Williams (ZAR, 2010). A partir dos resultados das análises de sincronia de frutificação entre pares de espécies, também

determinamos se os casos de sincronia diferiam nos diferentes anos. Todas as análises foram realizadas no Ambiente Estatístico R (R CORE TEAM, 2018) com nível de significância de 5%. Os gráficos circulares foram feitos no software Oriana versão 4.01 (KOVACH COMPUTING SERVICES, 2011).

## RESULTADOS

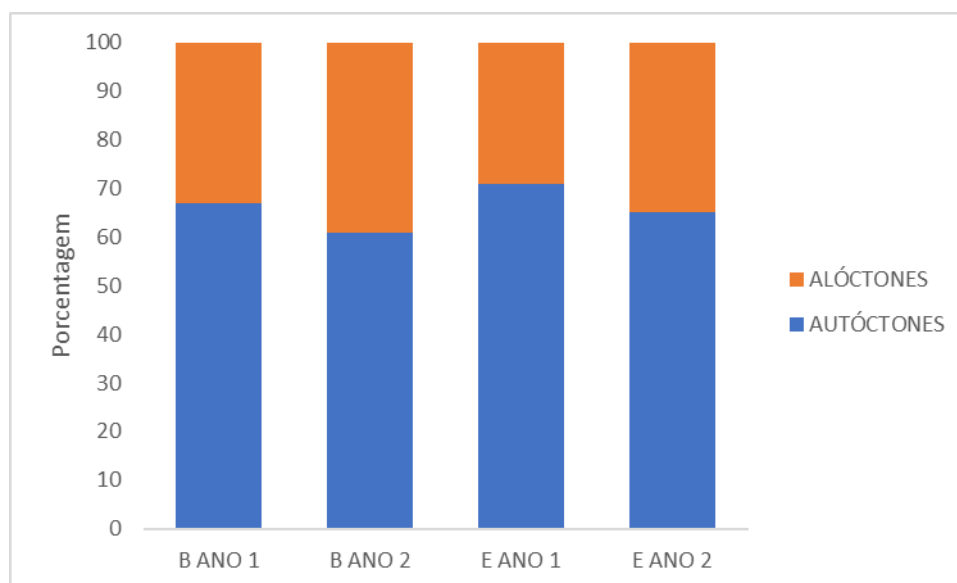
### RESULTADOS GERAIS DA CHUVA DE SEMENTES

Considerando-se os dois anos de coleta da chuva de sementes nas duas parcelas em conjunto, foram encontrados 6.411 diásporos. Desse total, não foi possível identificar 511 diásporos, correspondentes a 23 morfotipos. Dentre os diásporos identificados, encontramos 76 espécies pertencentes a 35 famílias, sendo *Arecaceae* e *Urticaceae* as mais abundantes (62% dos diásporos totais). Do total de diásporos coletados, 4.140 são provenientes de espécies ornitocóricas de diferentes formas de vida. Desses diásporos, não foi possível identificar 103, correspondentes a 12 morfotipos. Dentre os diásporos ornitocóricos identificados, encontramos 52 espécies pertencentes a 29 famílias, sendo *Arecaceae* e *Phyllanthaceae* as mais abundantes (64,1% dos diásporos ornitocóricos). Dentre os diásporos ornitocóricos, 1.623 são provenientes de espécies arbóreas, e pertencem a 26 espécies e 18 famílias. Essas 26 espécies foram as utilizadas neste estudo para a avaliação da frutificação no nível da comunidade. As famílias com espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes foram *Arecaceae*, *Euphorbiaceae* e *Phyllanthaceae* (25,2% dos diásporos de espécies arbóreas ornitocóricas) (Apêndice 1).

As espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes (~ 50 ou mais diásporos em cada ano nas duas parcelas em conjunto) e para as quais foram realizadas análises fenológicas em nível de população são: *Didymopanax calvum* (*Araliaceae*) (apenas no ano 2), *Euterpe edulis* (*Arecaceae*), *Faramea pinguabae* (*Rubiaceae*), *Hieronyma alchorneoides* (*Phyllanthaceae*), *Mollinedia schottiana* (*Monimiaceae*), *Pourouma guianensis* (*Urticaceae*) (apenas no ano 1), *Sapium glandulosum* (*Euphorbiaceae*) (apenas no ano 2) e *Sloanea guianensis* (*Elaeocarpaceae*) (Apêndice 2).

## RIQUEZA, COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DA CHUVA DE SEMENTES DE ESPÉCIES ARBÓREAS ORNITOCÓRICAS

A maioria das espécies arbóreas ornitocóricas na chuva de sementes foi autóctone e a proporção de espécies autóctones não diferiu entre anos e entre parcelas ( $\chi^2 = 0,013$ , g.l. = 1,  $p > 0,05$ ; Figura 4). A riqueza de espécies (autóctones e alóctones em conjunto) também não diferiu entre anos ( $\chi^2 = 0,14$ , g.l. = 1,  $p > 0,25$ ), sendo a riqueza média de 16,75 espécies/parcela/ano. Detectamos similaridade na composição entre anos (SJ = 0,8) e a abundância de diásporos foi maior no ano 1 (890 diásporos) do que no ano 2 (733 diásporos) ( $\chi^2 = 13,6$ , g.l. = 1,  $p \leq 0,05$ ).



**Figura 4.** Porcentagem de espécies arbóreas ornitocóricas autóctones e alóctones na chuva de sementes coletada ao longo de dois anos nas parcelas B e E instaladas na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do litoral norte do estado de São Paulo. O ano 1 compreende o período de Abril/2007 - Março/2008, enquanto o ano 2 corresponde ao período de Abril/2008 - Março/2009.

## SAZONALIDADE DE FRUTIFICAÇÃO

Para o nível de comunidade, não houve sazonalidade na riqueza de espécies arbóreas ornitocóricas nos dois anos de coleta da chuva de sementes ( $p > 0,05$ ; Tabela 1). Porém, houve sazonalidade na abundância ( $p \leq 0,05$ ; Tabela 1), que foi maior entre fevereiro e maio nos dois anos (Tabela 2). A Tabela 2 também mostra que a composição varia dentro de cada um dos anos de coleta da chuva de sementes. Os histogramas circulares de riqueza e de abundância de diásporos provenientes de espécies arbóreas ornitocóricas, separados por ano de coleta da chuva de sementes, são apresentados na Figura 5.

**Tabela 1.** Resultados das análises circulares testando a sazonalidade da riqueza e abundância de diásporos provenientes de espécies arbóreas ornitocóricas na chuva de sementes coletada ao longo de dois anos na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do litoral norte do estado de São Paulo. Valores de  $p \leq 0,05$  indicam sazonalidade. O ano 1 compreende o período de Abril/2007 - Março/2008, enquanto o ano 2 corresponde ao período de Abril/2008 - Março/2009.

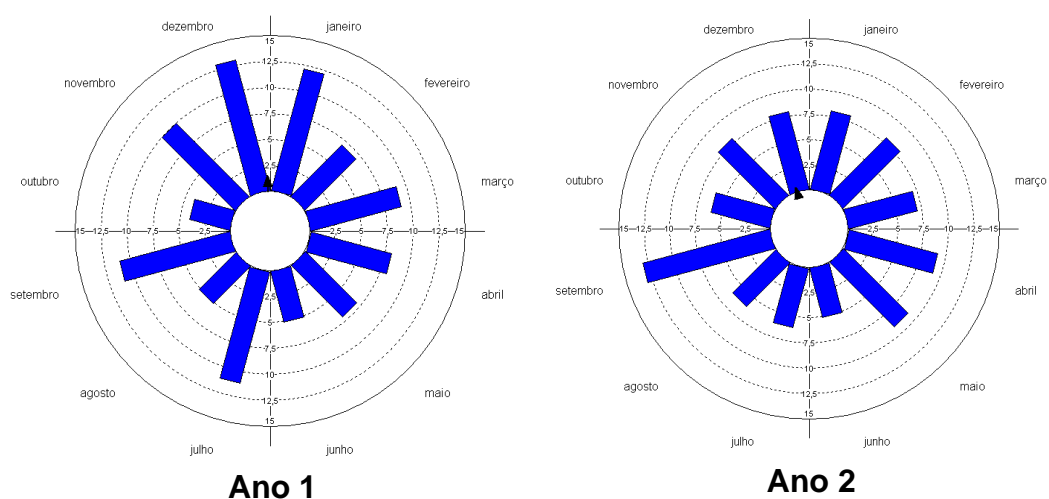
RIQUEZA		
ANO	Z	P
1	0,10	0,33
2	0,04	0,90
ABUNDÂNCIA		
ANO	Z	P
1	0,46	< 0,01
2	0,42	< 0,01



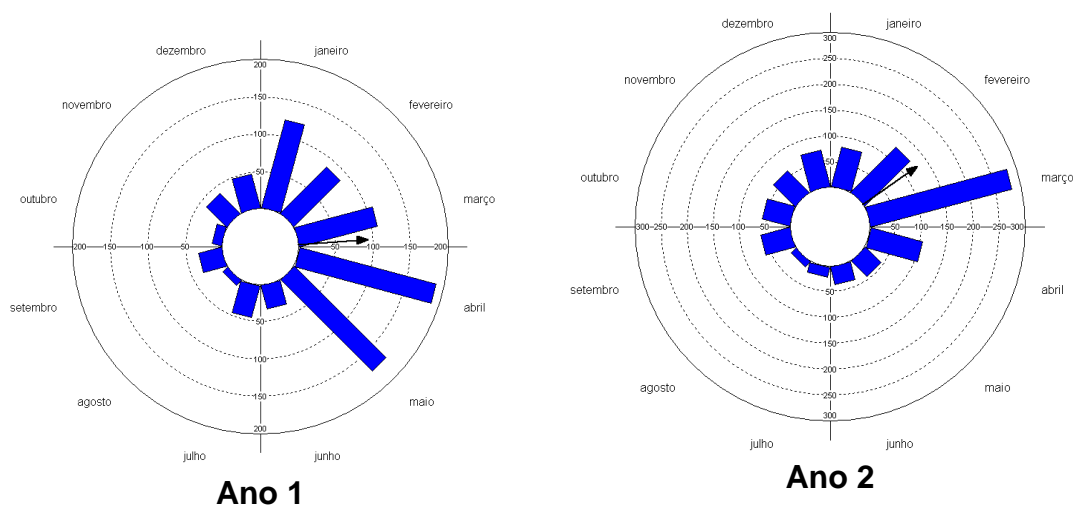




## RIQUEZA



## ABUNDÂNCIA



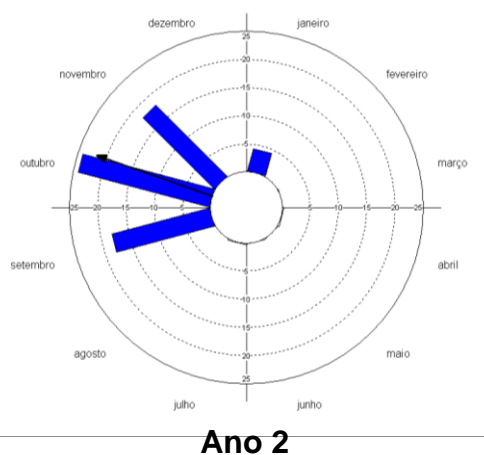
**Figura 5.** Histogramas circulares da riqueza e da abundância de diásporos provenientes de espécies arbóreas ornitocóricas na chuva de sementes coletada ao longo de dois anos na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do litoral norte do estado de São Paulo. O vetor linha indica o ângulo médio ou direção da variável. Os círculos concêntricos representam o aumento da frequência estudada. O ano 1 compreende o período de Abril/2007 - Março/2008, enquanto o ano 2 corresponde ao período de Abril/2008 - Março/2009.

No nível de população, as oito espécies mais abundantes também apresentaram sazonalidade na abundância de diásporos nos dois anos de coleta da chuva de sementes ( $p \leq 0,05$ ; Tabela 3). As oito espécies apresentaram longa duração do período de frutificação ( $\geq 5$  meses, Tabela 2) nos dois anos. Os histogramas circulares para as espécies, separadas por ano, são apresentados na Figura 6.

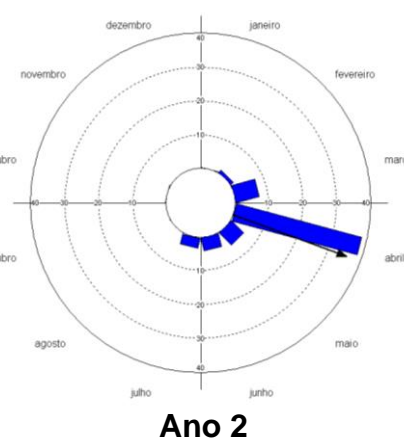
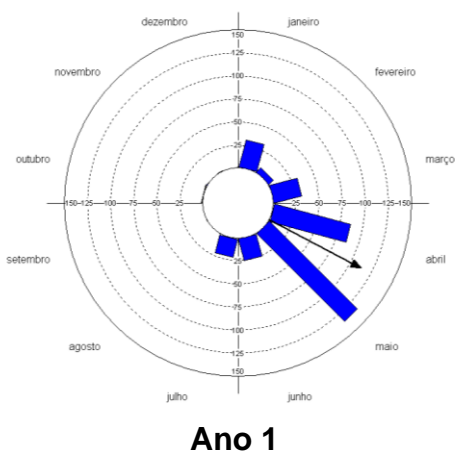
**Tabela 3.** Resultados das análises circulares testando a sazonalidade da abundância de diásporos das oito espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes coletada ao longo de dois anos na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do litoral norte do estado de São Paulo. Valores de  $p \leq 0,05$  indicam sazonalidade na frutificação da espécie. O ano 1 compreende o período de Abril/2007 - Março/2008, enquanto o ano 2 corresponde ao período de Abril/2008 - Março/2009.

ESPÉCIE	ANO	Z	P
<i>D. calvus</i>	2	0,86	< 0,01
<i>E. edulis</i>	1	0,74	< 0,01
<i>F. pinguabae</i>	1	0,62	< 0,01
<i>H. alchorneoides</i>	1	0,74	< 0,01
<i>M. schottiana</i>	1	0,76	< 0,01
<i>P. guianensis</i>	1	0,54	< 0,01
<i>S. guianensis</i>	1	0,44	< 0,01
<i>E. edulis</i>	2	0,88	< 0,01
<i>F. pinguabae</i>	2	0,45	< 0,01
<i>H. alchorneoides</i>	2	0,83	< 0,01
<i>M. schottiana</i>	2	0,62	< 0,01
<i>S. glandulosum</i>	2	0,93	< 0,01
<i>S. guianensis</i>	2	0,82	< 0,01

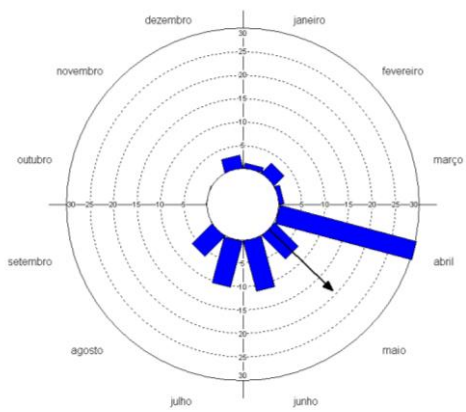
### *D. calvus*



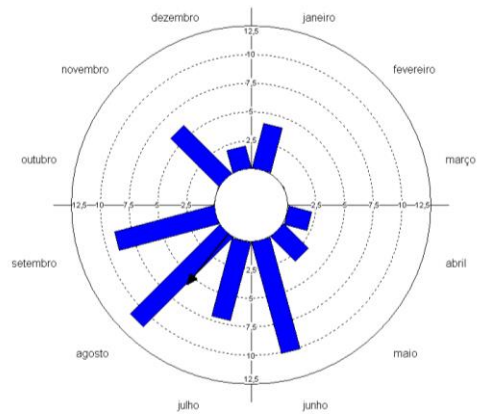
### *E. edulis*



### *F. pinguabae*

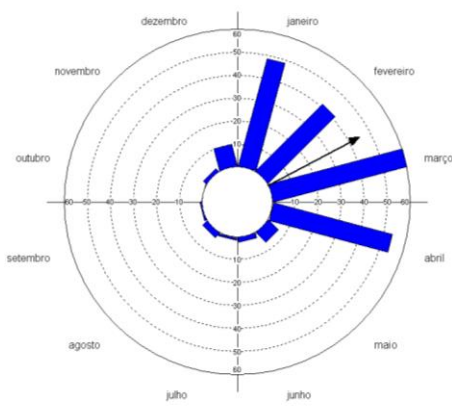


**Ano 1**

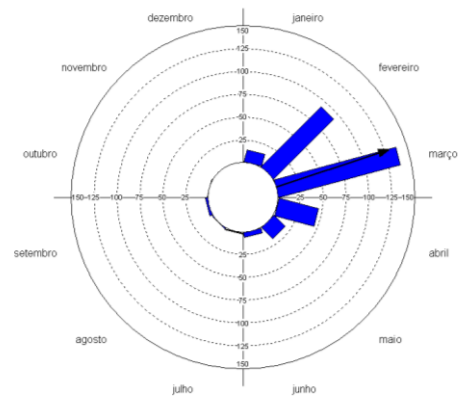


**Ano 2**

*H. alchorneoides*

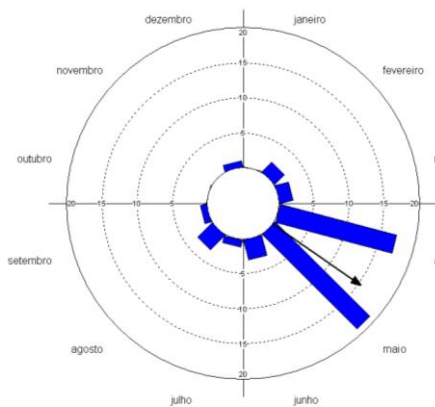


**Ano 1**

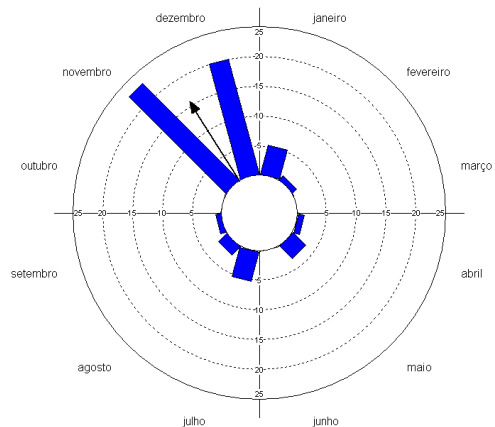


**Ano 2**

*M. schottiana*

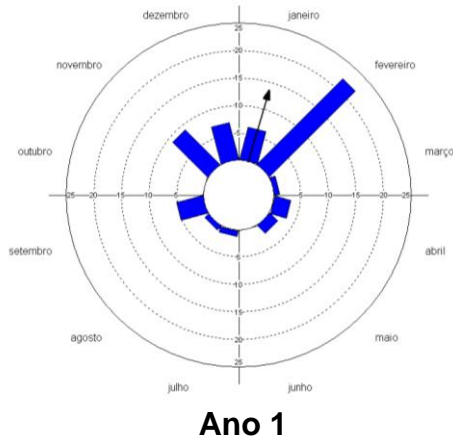


**Ano 1**

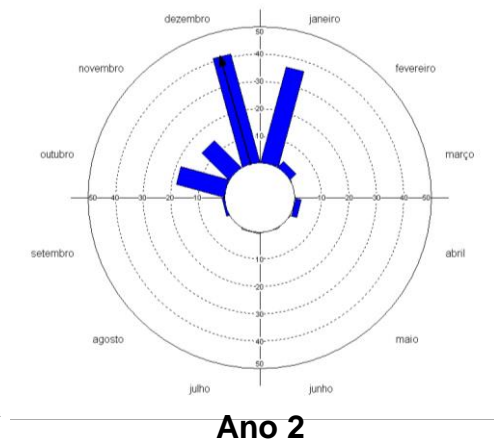
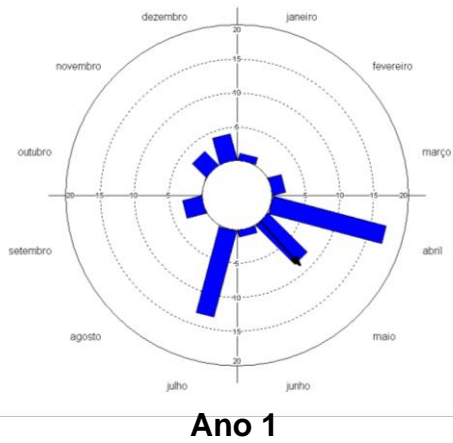


**Ano 2**

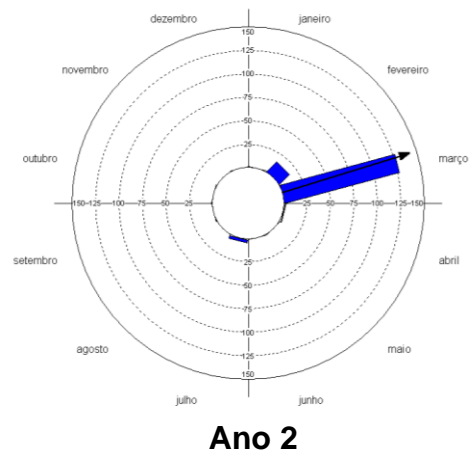
*P. guianensis*



*S. guianensis*



*S. glandulosum*



**Figura 6.** Histogramas circulares da abundância de diásporos das oito espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes coletada ao longo de dois anos na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do litoral norte do estado de São Paulo. O vetor linha indica o ângulo médio ou direção da variável. Os círculos concêntricos representam o aumento da abundância de diásporos. O ano 1 compreende o período de Abril/2007 - Março/2008, enquanto o ano 2 corresponde ao período de Abril/2008 - Março/2009.

## SINCRONIA DE FRUTIFICAÇÃO

No ano 1, testamos a sincronia de frutificação para 15 pares de espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes. Já no ano 2, testamos a sincronia para 21 pares. Para a maior parte das comparações, a frutificação foi assincrônica ( $p \leq 0,05$ ; Tabela 4). No ano 1, os pares de espécies constituídos por *E. edulis* e *M. schottiana*, *F. picinguabae* e *M. schottiana*, *F. picinguabae* e *S. guianensis*, e *M. schottiana* e *S. guianensis*, apresentaram sincronia na frutificação ( $p > 0,05$ ), com ângulo médio de abundância de diásporos entre abril e maio. Já no ano 2, houve sincronia apenas entre *H. alchorneoides* e *S. glandulosum* ( $p > 0,05$ ), que apresentaram maior produção de diásporos entre os meses de fevereiro e março (Tabela 4).

**Tabela 4.** Testes de Watson-Williams ( $F$ ) para abundância de diásporos das oito espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes coletada ao longo de dois anos na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do litoral norte do estado de São Paulo. As comparações foram feitas par a par dentro de um mesmo ano. São apresentados somente os graus de liberdade (g.l.) da espécie 2 na comparação. A média para cada espécie do par corresponde ao pico de frutificação, contado em número de meses a partir de março de cada ano. Valores de  $p \leq 0,05$  indicam assincronia na frutificação entre o par de espécies. O ano 1 compreende o período de Abril/2007 - Março/2008, enquanto o ano 2 corresponde ao período de Abril/2008 - Março/2009. Em negrito, os pares de espécies com frutificação sincrônica.

ESPÉCIES	ANO	$F$	g.l.	$p$	MÉDIA 1	MÉDIA 2
<i>E. edulis</i> (1) x <i>F. pinguabae</i> (2)	1	6,02	404	0,01	2,06	2,33
<i>E. edulis</i> (1) x <i>H. alchorneoides</i> (2)	1	215,02	559	< 0,01	2,06	1,08
<b><i>E. edulis</i> (1) x <i>M. schottiana</i> (2)</b>	1	1,10	381	0,30	2,06	2,18
<i>E. edulis</i> (1) x <i>P. guianensis</i> (2)	1	149,74	389	< 0,01	2,06	0,28
<i>E. edulis</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	1	5,11	384	< 0,02	2,06	2,41
<i>F. pinguabae</i> (1) x <i>H. alchorneoides</i> (2)	1	109,40	297	< 0,01	2,33	1,08
<b><i>F. pinguabae</i> (1) x <i>M. schottiana</i> (2)</b>	1	0,86	119	0,35	2,33	2,18
<i>F. pinguabae</i> (1) x <i>P. guianensis</i> (2)	1	129,00	127	< 0,01	2,33	0,28
<b><i>F. pinguabae</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)</b>	1	0,13	122	0,72	2,33	2,41
<i>H. alchorneoides</i> (1) x <i>M. schottiana</i> (2)	1	79,38	274	< 0,01	1,08	2,18
<i>H. alchorneoides</i> (1) x <i>P. guianensis</i> (2)	1	32,27	282	< 0,01	1,08	0,28
<i>H. alchorneoides</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	1	61,00	277	< 0,01	1,08	2,41
<i>M. schottiana</i> (1) x <i>P. guianensis</i> (2)	1	112,00	104	< 0,01	2,18	0,28
<b><i>M. schottiana</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)</b>	1	1,14	99	0,30	2,18	2,41
<i>P. guianensis</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	1	89,43	107	< 0,01	0,28	2,41
<i>E. edulis</i> (1) x <i>F. pinguabae</i> (2)	2	111,06	110	< 0,01	1,92	- 2,46
<i>E. edulis</i> (1) x <i>H. alchorneoides</i> (2)	2	66,82	373	< 0,01	1,92	1,25
<i>E. edulis</i> (1) x <i>M. schottiana</i> (2)	2	377,92	117	< 0,01	1,92	- 0,56
<i>E. edulis</i> (1) x <i>D. calvus</i> (2)	2	4942,10	120	< 0,01	1,92	- 1,24
<i>E. edulis</i> (1) x <i>S. glandulosum</i> (2)	2	104,67	203	< 0,01	1,92	1,27
<i>E. edulis</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	2	579,80	171	< 0,01	1,92	- 0,27
<i>F. pinguabae</i> (1) x <i>H. alchorneoides</i> (2)	2	243,60	369	< 0,01	- 2,46	1,25
<i>F. pinguabae</i> (1) x <i>M. schottiana</i> (2)	2	81,98	113	< 0,01	- 2,46	- 0,56
<i>F. pinguabae</i> (1) x <i>D. calvus</i> (2)	2	47,10	116	< 0,01	- 2,46	- 1,24
<i>F. pinguabae</i> (1) x <i>S. glandulosum</i> (2)	2	282,90	199	< 0,01	- 2,46	1,27
<i>F. pinguabae</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	2	160,18	167	< 0,01	- 2,46	- 0,27
<i>H. alchorneoides</i> (1) x <i>M. schottiana</i> (2)	2	261,28	376	< 0,01	1,25	- 0,56
<i>H. alchorneoides</i> (1) x <i>D. calvus</i> (2)	2	748,81	379	< 0,01	1,25	- 1,24
<b><i>H. alchorneoides</i> (1) x <i>S. glandulosum</i> (2)</b>	2	0,18	462	0,70	1,25	1,27
<i>H. alchorneoides</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	2	516,90	430	< 0,01	1,25	- 0,27
<i>M. schottiana</i> (1) x <i>D. calvus</i> (2)	2	23,67	123	< 0,01	- 0,56	- 1,24
<i>M. schottiana</i> (1) x <i>S. glandulosum</i> (2)	2	327,33	206	< 0,01	- 0,56	1,27
<i>M. schottiana</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	2	4,85	174	0,03	- 0,56	- 0,27
<i>D. calvus</i> (1) x <i>S. glandulosum</i> (2)	2	1465,50	209	< 0,01	- 1,24	1,27
<i>D. calvus</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	2	108,11	177	< 0,01	- 1,24	- 0,27
<i>S. glandulosum</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	2	649,36	260	< 0,01	1,27	- 0,27

## PADRÕES FENOLÓGICOS ENTRE ANOS

Das oito espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes, cinco foram encontradas nos dois anos de coleta. Entre os anos, houve



diferença no ângulo médio de abundância de diásporos para a maioria das cinco espécies ( $p \leq 0,05$ ). *Euterpe edulis* foi a única espécie que apresentou padrão sazonal similar entre anos (Tabela 5).

**Tabela 5.** Testes de Watson-Williams ( $F$ ) para abundância de diásporos de cinco espécies arbóreas ornitocóricas abundantes na chuva de sementes coletada ao longo de dois anos na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do litoral norte do estado de São Paulo. As comparações são para a mesma espécie entre anos. São apresentados somente os graus de liberdade (g.l.) da segunda posição (2) na comparação. A média 1 e 2 corresponde ao pico de frutificação da espécie no ano 1 e no ano 2, respectivamente, contado em número de meses a partir de março de cada ano. Valores de  $p \leq 0,05$  indicam assincronia na frutificação da espécie. O ano 1 compreende o período de Abril/2007 - Março/2008, enquanto o ano 2 corresponde ao período de Abril/2008 - Março/2009. Em negrito, os pares de espécies com frutificação sincrônica.

ESPÉCIES	$F$	g.l.	$P$	MÉDIA 1	MÉDIA 2
<b><i>E. edulis</i> (1) x <i>E. edulis</i> (2)</b>	<b>1,81</b>	<b>390</b>	<b>0,18</b>	<b>2,06</b>	<b>1,92</b>
<i>S. guianensis</i> (1) x <i>S. guianensis</i> (2)	190,68	165	< 0,01	2,41	- 0,27
<i>M. schottiana</i> (1) x <i>M. schottiana</i> (2)	433,48	108	< 0,01	2,18	- 0,56
<i>H. alchorneoides</i> (1) x <i>H. alchorneoides</i> (2)	7,73	542	0,01	1,08	1,25
<i>F. pinguabae</i> (1) x <i>F. pinguabae</i>	50,78	124	< 0,01	2,33	- 2,46

## DISCUSSÃO

Neste estudo, nós avaliamos a oferta de diásporos provenientes de espécies arbóreas ornitocóricas em uma Floresta Atlântica brasileira considerando o nível de comunidade e de populações. A chuva de sementes foi composta majoritariamente por espécies autóctones nos dois anos de coleta. A riqueza de espécies foi constante ao longo de um mesmo ano e entre anos, ao contrário da abundância, que variou tanto ao longo de um mesmo ano como entre anos. Já a composição variou ao longo de um mesmo ano e foi similar entre anos. As oito espécies mais abundantes apresentaram frutificação de longa duração, sazonal e, em geral, assincrônica. Por último, a maioria das espécies não frutificou no mesmo período nos dois anos de coleta da chuva de sementes. Nossos resultados mostram que o padrão de frutificação sazonal e assincrônico das espécies arbóreas ornitocóricas provém diásporos de um número similar de espécies da comunidade local ao longo de um mesmo ano, mas pertencentes a espécies diferentes e em abundância variável. Dessa forma, corroboramos nossa hipótese de que a oferta de alimento às aves frugívoras é constante no tempo na FODTB estudada quando considerado o nível da comunidade, mas não o nível de populações.

Em florestas tropicais, é esperado que a chuva de sementes seja constituída majoritariamente por espécies autóctones devido à dispersão local, como encontrado neste estudo, (NATHAN & MULLER-LANDAU, 2000; LEVINE & MURRELL, 2003). Além de manterem a comunidade de frugívoros (SUAREZ, 2015), os diásporos produzidos localmente representam o potencial de autorregeneração da comunidade vegetal, mantêm a diversidade florística heterogênea no espaço (MARTÍNEZ-RAMOS & SOTO-CASTRO, 1993) e podem ser a principal fonte de alimento para frugívoros de pequeno porte que se deslocam a curtas distâncias (DOWSETT-LEMAIRE, 1988). Já a presença de diásporos de espécies alóctones na chuva de sementes indica que novas espécies podem colonizar a comunidade vegetal local e que há fluxo gênico entre populações dentro da floresta (KAGEYAMA & GANDARA, 1998).

A riqueza e a composição de espécies arbóreas ornitocóricas na chuva de sementes semelhantes entre anos indicam que as mesmas espécies frutificaram durante os dois anos deste estudo. Porém, a produção de diásporos foi maior no primeiro ano, o que está correlacionado com a maior precipitação em 2007 - 2008 em relação ao período de 2008 - 2009 (SUAREZ, 2015). Além disso, a diferença na abundância de diásporos entre anos pode resultar de fatores endógenos das espécies arbóreas, como os genéticos e fisiológicos (BORCHERT, 1980). A variação interanual no clima e os fatores endógenos também podem explicar nossos resultados referentes à diferença nos padrões fenológicos de frutificação da mesma espécie entre anos (ENGEL & MARTINS, 2005).

Mesmo com a fraca estacionalidade climática na FODTB, a abundância total de diásporos provenientes de espécies arbóreas ornitocóricas aumenta no final da estação chuvosa, padrão que pode ser selecionado devido a maiores germinação das sementes e estabelecimento dos novos indivíduos em períodos mais úmidos (FOSTER, 1977; JANZEN, 1967; GARWOOD, 1983; FOSTER, 1985; FLEMING et al., 1987; VAN SCHAİK et al., 1993; BENDIX et al., 2006). Portanto, mesmo em florestas com fraca estacionalidade, a pluviosidade parece ser um importante fator influenciando padrões fenológicos, assim como já descrito em florestas com estações mais marcadas (ENGEL & MARTINS, 2005; ATHIÊ & DIAS, 2012; MORELLATO et al., 2013). Além disso, mudanças no comprimento do dia e na temperatura podem afetar as respostas fenológicas de algumas espécies (TALORA & MORELLATO, 2000; MORELLATO et al., 2000). No presente estudo,

adicionalmente mostramos que a composição de espécies arbóreas ornitocóricas frutificando também é sazonal na FODTB, o que pode decorrer tanto dos requerimentos fisiológicos para a frutificação como das interações com parceiros mutualistas de cada espécie (TALORA & MORELLATO, 2000; HAGGERTY & MAZER, 2008; MORELLATO et al., 2016).

Por outro lado, a riqueza de espécies arbóreas zoocóricas frutificando na comunidade é conhecidamente assazonal em florestas sem estações bem definidas (MORELLATO et al., 2000). A riqueza constante ao longo do tempo de espécies arbóreas ornitocóricas na chuva de sementes da FODTB pode resultar de frutificação assincrônica entre espécies, de frutificação assincrônica entre indivíduos de uma mesma espécie (VAN SCHAİK et al., 1993; GARCIA & STEFANO, 2003), ou da maturação tardia e em momentos diferentes dos frutos de espécies que florescem na estação mais úmida (STAGGEMEIER et al., 2010). Como as oito espécies arbóreas ornitocóricas mais abundantes na chuva de sementes têm frutificação sazonal e assincrônica, é provável que a riqueza assazonal resulte da frutificação consecutiva das diferentes espécies da comunidade, o que também se reflete na composição sazonal observada.

A sazonalidade da frutificação já é conhecida para espécies em florestas tropicais estacionais (JANZEN, 1967; WRIGHT & VAN SCHAİK, 1994; ANDERSON et al., 2005; ATHIÊ & DIAS, 2012). Nossos resultados de sazonalidade na FODTB reforçam que pequenas alterações climáticas ao longo do ano são suficientes para que ocorra seleção de padrões fenológicos. A sazonalidade de frutificação das espécies mais abundantes pode explicar a sazonalidade na abundância total de diásporos na comunidade, já que cada espécie produz quantidades diferentes de diásporos, de acordo com a produção por indivíduo e a abundância da espécie na área (PENHALBER & MANTOVANI, 1997; VAN SCHAİK et al., 1993).

A fenologia da frutificação é de importância central para a gestão da conservação em geral, uma vez que está diretamente ligada à disponibilidade de recursos para a fauna, especialmente em florestas tropicais que sustentam uma diversidade de espécies dependentes de frutos (FENNER, 1998, ALMEIDA & VIANI, 2021). Este estudo mostra a importância de se avaliar individualmente o padrão fenológico das espécies que compõem uma comunidade, visto que o mesmo pode não ser coincidente com o padrão da comunidade como um todo. A partir dos padrões específicos de fenologia reprodutiva, futuramente é possível determinar

quais fatores regulam esses padrões e suas variações, mesmo em regiões de baixa sazonalidade climática. Além disso, nossos resultados auxiliam na elaboração de projetos de reflorestamento (e.g. ALMEIDA & VIANI, 2021), manejo e conservação focados na atração e manutenção da fauna, utilizando-se inclusive de espécies que produzem menos diásporos, mas que frutificam em períodos de menor oferta de alimento aos frugívoros pelas espécies com diásporos mais abundantes. A utilização dessas espécies nos processos de regeneração natural é fundamental para manter e acrescentar interações entre as espécies, conservando a comunidade de animais dispersores nesses ecossistemas (LEVEY, 1988). Ainda são necessários estudos de longo prazo e com um maior número de espécies ornitocóricas, incluindo aquelas que apresentam menor abundância de diásporos na comunidade, para entendermos o quão gerais são os padrões encontrados neste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDE, T. M. **Herbivory as a selective agent on the timing of leaf production in a tropical understory community.** *Nature*, v. 336, p. 574–575, 1988.

ALMEIDA, C.; VIANI, R. A. G. **Non-continuous reproductive phenology of animal-dispersed species in young forest restoration plantings.** *Biotropica*, v. 53, n. 1, p. 266-275, 2021.

ALMEIDA, E. M.; ALVES, M. A. S. **Fenologia de *Psychotria nuda* e *P. brasiliensis* (Rubiaceae) em uma área de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil.** *Acta Botanica Brasilica*, 14:335-346, 2000.

ALMEIDA-NETO, M. et al. **Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broad-scale patterns and macroecological correlates.** *Global Ecology and Biogeography*, v. 17, n. 4, p. 503–513, 2008.

ALVES, L. F. et al. **Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevation gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil).** *Forest Ecol. Manag.*, v. 260, p. 679–691, 2010.

ANDERSON, D. P.; NORDHEIM, E. V.; MOERMOND, T. C.; BI, Z. B. G. BOESCH, C. **Factors influencing tree phenology in Tai National Park, Cote d'Ivoire.** *Biotropica* 37: 631-640, 2005.

ATHIÊ, S.; DIAS, M. M. **Frugivoria por aves em um mosaico de Floresta Estacional Semidecidual e reflorestamento misto em Rio Claro, São Paulo, Brasil.** *Acta Bot. Bras.* vol.26, n.1, p.84-93, 2012.

BENDIX, J.; HOMEIER, J.; CUEVA ORTIZ, E.; EMCK, P.; BRECKLE, S. W.; RICHTER, M.; BECK, E. **Seasonality of weather and tree phenology in a tropical evergreen mountain rain forest**. *International Journal of Biometeorology*, 50, 370–384, 2006.

BORCHERT, R. **Phenology and ecology of a tropical tree *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook**. *Ecology*, 61:1065-1074, 1980.

CAMPOS, M. C. R. et al. **Phytosociology and floristic composition of the arboreal component of the transition Lowland - Lower Montane Ombrophilous Dense Forest at Núcleo Picinguaba/Serra do Mar State Park, Ubatuba, southeastern Brazil**. *Biota Neotrop.*, v. 11, n. 2, p. 301–312, 2011.

CLARK, C. J.; POULSEN, J. R.; PARKER, V. T. **The Role of Arboreal Seed Dispersal Groups on the Seed Rain of a Lowland Tropical Forest**. *BIOTROPICA*, v. 33, n. 4, 2001.

CLARK, C. J. et al. **Fruiting trees as dispersal foci in a semi-deciduous tropical forest**. *Oecologia*, v. 139, p. 66–75, 2004.

DOWSETT-LEMAIRE, F. **Fruit choice and seed dissemination by birds and mammals in the evergreen forests of upland Malawi**. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)* 43:251-285, 1988.

EMBRAPA. **Banco de dados climáticos do Brasil**. 2009. Disponível em <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/>>. Acessado em 09 de Jun. 2020. EMBRAPA. 2009. Banco de dados climáticos do Brasil. <http://www.bdclima>.

ENGEL, V. L.; MARTINS, F. R. **Reproductive phenology of Atlantic forest tree species in Brazil: an eleven year study**. *Tropical Ecology*, v. 46, p. 1–16, 2005.

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

FLEMING, T. H.; BREITWISCH, R.; WHITESIDES. **Patterns of Tropical Vertebrate Frugivore Diversity**. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 18:91-109, 1987.

FRANÇA, L. F., et al. **Consumo de frutos e abundância de Tucano Toco (*Ramphastos toco*) em dois habitats do Pantanal Sul**. *Biota Neotrop.* 9(2): 125-130, 2009.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P.A. **Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica**. *Journal of Ecology* 62:881-913, 1974.

FOSTER, M. S. **Ecological and nutritional effects of food scarcity on a tropical frugivorous bird and its fruit source**. *Ecology* 58: 73 – 85, 1977.

FOSTER, R. B. **The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island**. In: Lieth Jr, E.G., Rand, A.S.; Windsor, D.M. (eds.). *The ecology of a tropical forest*:

seasonal rhythms and long-term changes. Smithsonian Institution Press: Washington, pp.151-172, 1985.

GARCIA, E. G.; STEFANO, J. F. **Fenología del árbol *Sideroxylon capiri* (Sapotaceae) en el Bosque Seco Tropical de Costa Rica.** Revista de Biología Tropical 53: 5-14, 2003.

GARWOOD, N.C. **Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: a community study.** Ecological Monographs 53:159-181, 1983.

HAGGERTY, B. P.; MAZER, S. J. **The Phenology Handbook - A guide to phenological monitoring for students, teachers, families, and nature enthusiasts.** University of California, 2008.

HARDESTY, B. D.; PARKER, V. T. **Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest.** Plant Ecology, v. 164, p. 49–64, 2002.

HERRERA, C. M. **The fruiting ecology of *Osyris quadripartita*-individual variation and evolutionary potential.** Ecology, v. 69, p. 233–249, 1988.

HILTY, S. L. **Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in pacific Colombia.** Biotropica 12:292-306, 1980.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. **Ecology of Seed Dispersal.** Annual Review of Ecology and Systematics, v. 13, p. 201–228, 1982.

JANZEN, D. I. **Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry-season in Central America.** Evolution, 21, 620-637, 1967.

JOLY, C. A. & MARTINELLI, L. A. (Coord.). **Primeiro relatório “Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar”.** Projeto Temático Biot/FAPESP 03/12595-7. 2006.

JOLY, C. A. et al. **Floristic and phytosociology in permanent plots of the Atlantic Rainforest along an altitudinal gradient in southeastern Brazil.** Biot Neotrop., v. 12, n. 1, p. 123–145, 2012.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. **Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas.** Série Técnica IPEF 12(32): 65-70, 1998.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description analyses.** Behaven Press, London. 363pp.1992.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

LEVEY, D. J. **Tropical wet forest treefall gaps and distribution of understory birds and plants.** Ecology 69: 1076-1089, 1988.

- LEVINE, J. M.; MURRELL, D. J. **The community-level consequences of seed dispersal patterns.** *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 549-574, 2003.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. **Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest.** *Vegetatio*, v. 107-108, n. 1, p. 299-318, 1993.
- MARTINS, S. C. et al. **Soil texture and chemical characteristics along an elevation range in the coastal Atlantic Forest of Southeast Brazil.** *Geoderma Regional*, v. 5, p. 106-116, 2015.
- MARTINS, V. F. **Padrão espacial de três espécies arbóreas ornitocóricas da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no litoral norte do estado de São Paulo.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2011.
- MARTINS, V. F.; CAZOTTO, L. P. D.; SANTOS, F. A. M. **Dispersal spectrum of four forest types along an altitudinal range of the Brazilian Atlantic Rainforest.** *Biota Neotropica*, v. 14, n. 1, p. 1-22, 2014.
- MORELLATO, L. P. C. et al. **Phenology of Atlantic Rain Forest trees: A comparative study.** *Biotropica*, n. 32, 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.** Pp. 357-371. In: Keatley, M. & Hudson, I.L. (eds.) *Phenological Research: Methods for Environmental and Climate Change Analysis*. New York, Springer, 2010.
- MORELLATO, L. P. C.; CAMARGO, M. G. G. GRESSLER, E. **A review of plant phenology in South and Central America.** In: SCHWARTZ, M. D. *Phenology: an integrative environmental science*. 2. ed. Springer, p. 91 - 113, 2013.
- MORELLATO, L. P. C. et al. **Linking plant phenology to conservation biology.** *Biological Conservation*, v. 195, p. 60-72, 2016.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** John Wiley, New York, 1974.
- MYERS, N. et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** *Nature*, v. 403, p. 853-858, 2000.
- NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, H. C. **Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment.** *Trends in Ecology & Evolution*, 15, 278-285, 2000.
- NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. **A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica.** *Biotropica*, v. 26, p. 141-159, 1994.
- ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. **Classificação**

**climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo.** *Bragantia* 66, 711-720, 2007.

ROSA, L. B. G. **Dinâmica populacional em diferentes escalas espaciais de duas espécies arbóreas da Floresta Atlântica.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 2018.

ROSA, L. B. G.; SAMPAIO, M. B.; MARTINS, V. F. **Local spatial variation in the population dynamics of two tree species in a region of Atlantic Rainforest, SE Brazil.** *Brazilian Journal of Botany*, V.42, 671-680, 2019.

STAGGEMEIER, V. G.; DINIZ-FILHO, J. A. S.; MORELLATO, L. P. C. **The shared influence of phylogeny and ecology on the reproductive patterns of Myrtaceae (*Myrtaceae*).** *Journal of Ecology* 98:1409-1421, 2010.

STAGGEMEIER, V. G.; MORELLATO, L. P. C. **Reproductive phenology of coastal plain Atlantic forest vegetation: comparisons from seashore to foothills.** *International Journal of Biometeorology* 55:843-854, 2011.

STAGGEMEIER, V. G. et al. **Clade-specific responses regulate phenological patterns in Neotropical Myrtaceae.** *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2015.

STAGGEMEIER, V. G.; CAZETTA, E.; MORELLATO, L. P. C. **Hyperdominance in fruit production in the Brazilian Atlantic rain forest: the functional role of plants in sustaining frugivores.** *Biotropica*, v. 49, n. 1, p. 71–82, 2017.

SUAREZ, M. R. **ESTRUTURA ESPACIAL E VARIAÇÃO TEMPORAL DA CHUVA DE SEMENTES ORNITOCÓRICAS EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DE TERRAS BAIXAS.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2015.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P. C. **Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil.** *Brazilian Journal of Botany*, v. 23, n. 1, p. 13–26, 2000.

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

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal.** IBGE. Rio de Janeiro. 1991.

VINHA, D. **Dinâmica da Regeneração Natural via Sementes em uma Floresta Montana no Parque Estadual da Serra do Mar.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2015.

WRIGHT, S. J.; VAN SCHAIK, C. P. **Light and the phenology of tropical trees.** *American Naturalist* 143: 192-199, 1994.



WRIGHT, S. J.; CARRASCO, C.; CALDERÓN, O.; PATON, S. **The El Niño Southern Oscillation variable fruit production, and famine in a tropical forest.** Ecology 80: 1632-1647, 1999.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey: 944p. 2010.

**APÊNDICE 1.** Espécies ornitocóricas encontradas na chuva de sementes coletada ao longo de dois anos em duas parcelas de 1 ha cada instaladas na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, litoral norte do estado de São Paulo. A tabela inclui a forma de vida e a síndrome de dispersão de cada espécie. NI = Não identificado. Não foram inclusos na tabela 23 morfotipos não identificados no estudo. O ano 1 compreende o período de Abril/2007 - Março/2008, enquanto o ano 2 corresponde ao período de Abril/2008 - Março/2009.

Família	Espécie	Ano 1	Ano 2	Forma de Vida	Síndrome
<b>ACANTHACEAE</b>	<i>Nelsonia</i> sp.	7	0	Herbácea	Autocoria
	<i>Annona neosericea</i> H.Rainer	11	0	Arbórea	Primatocoria
<b>ANNONACEAE</b>	<i>Guatteria gomeziana</i> A.ST.- Hil	1	1	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	6	7	Arbórea	Ornitocoria
<b>AQUIFOLIACEAE</b>	<i>Ilex</i> sp.	25	0	NI	Ornitocoria
<b>ARACEAE</b>	<i>Philodendron appendiculatum</i> Nadruz & Mayo	0	3	Herbácea	Ornitocoria
<b>ARALIACEAE</b>	<i>Didymopanax calvus</i> (Cham.) Decne. & Planch.	6	59	Arbórea	Ornitocoria
<b>ARECACEAE</b>	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	334	82	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Geonoma</i> sp.	993	809	Herbácea	Ornitocoria
<b>BORAGINACEAE</b>	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	26	11	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Cordia superba</i> Cham.	0	2	Arbórea	Ornitocoria
<b>CELASTRACEAE</b>	<i>Maytenus</i> sp.	44	4	NI	Ornitocoria
<b>CLUSIACEAE</b>	<i>Garcinia gardneriana</i> (Triana & Planch.) Zappi	0	12	Arbórea	Primatocoria
<b>COMMELINACEAE</b>	<i>Dichorisandra thyrsiflora</i> J.C.Mikan	6	6	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Davilla latifolia</i> Casar.	7	21	Trepadeira	Ornitocoria
<b>DILLENIACEAE</b>	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	6	6	Trepadeira	Ornitocoria
	<i>Davilla</i> sp. 1	0	4	NI	Ornitocoria
<b>ELAEOCARPACEAE</b>	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	52	54	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	0	9	Arbórea	Ornitocoria
<b>EUPHORBIACEAE</b>	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull. Arg.	26	16	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	12	137	Arbórea	Ornitocoria
	Euphorbiaceae sp. 1	6	7	NI	NI

## APÊNDICE 1. Continuação.

Família	Espécie	Ano 1	Ano 2	Forma de Vida	Síndrome
	<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	1	1	Arbórea	Ornitocoria
<b>FABACEAE</b>	<i>Piptadenia</i> sp.	5	2	NI	Anemocoria
	Fabaceae sp. 1	2	1	NI	NI
<b>LAURACEAE</b>	<i>Ocotea</i> sp.	2	14	NI	Ornitocoria
	Lauraceae sp. 1	1	0	NI	Ornitocoria
<b>MALPIGHIACEAE</b>	<i>Byrsonima</i> sp. 1	0	2	NI	Ornitocoria
<b>MALVACEAE</b>	Malvaceae sp. 1	0	6	NI	NI
<b>MELIACEAE</b>	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	9	9	Arbórea	Ornitocoria
<b>MENISPERMACEAE</b>	<i>Abuta selloana</i> Eichler	136	13	Trepadeira	Ornitocoria
<b>MONIMIACEAE</b>	<i>Mollinedia</i> sp.	49	50	NI	Ornitocoria
	<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	0	0	Arbórea	Ornitocoria
<b>MYRISTICACEAE</b>	<i>Virola bicuhyba</i> (Schott) Warb.	3	3	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Myrcia</i> sp.	15	83	NI	Ornitocoria
	<i>Myrcia</i> sp. 2	6	6	NI	Ornitocoria
	<i>Eugenia</i> sp. 1	1	0	NI	Ornitocoria
	<i>Eugenia</i> sp. 2	6	0	NI	Ornitocoria
	<i>Myrcia strigipes</i> Mart.	28	28	Arbórea	Ornitocoria
<b>MYRTACEAE</b>	Myrtaceae sp. 1	1	1	NI	NI
	Myrtaceae sp. 2	3	2	NI	NI
	Myrtaceae sp. 3	0	14	NI	NI
	Myrtaceae sp. 4	6	6	NI	NI
	<i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand	6	8	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg	1	0	Arbórea	Ornitocoria
<b>NYCTAGINACEAE</b>	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	18	12	Arbórea	Ornitocoria
<b>OLACACEAE</b>	<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	1	0	Arbórea	Ornitocoria
<b>PASSIFLORACEAE</b>	<i>Passiflora</i> sp.	18	13	Trepadeira	Quiropterocoria
<b>PERACEAE</b>	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Peopp. Ex Baill.	1	5	Arbórea	Ornitocoria
<b>PHYLLANTHACEAE</b>	<i>Hieronyma alchornoides</i> Allemão	227	211	Arbórea	Ornitocoria
<b>PRIMULACEAE</b>	<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	82	29	Arbustiva	Ornitocoria

## APÊNDICE 1. Continuação.

Família	Espécie	Ano 1	Ano 2	Forma de Vida	Síndrome
RUBIACEAE	<i>Faramea pinguabae</i>	70	52	Arbóreo – Arbustivo	Ornitocoria
	<i>Palicourea grandifolia</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Standl.	17	15	Arbustiva	Ornitocoria
	<i>Rudgea sessilis</i> (Vell.) Müll.Arg.	5	0	Arbustiva	Ornitocoria
	<i>Psychotria suterella</i> Mull.Arg.	2	0	Arbustiva	Ornitocoria
	<i>Psychotria</i> sp. 2	2	0	Arbustiva	Ornitocoria
	<i>Psychotria</i> sp. 3	3	9	Arbustiva	Ornitocoria
	Rubiaceae sp. 1	115	13	NI	NI
	Rubiaceae sp. 3	20	16	NI	NI
	Rubiaceae sp. 4	1	0	NI	NI
RUTACEAE	Rutaceae sp.	1	0	NI	NI
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. Et al.) Hieron. Ex Niederl	6	6	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	1	0	NI	Ornitocoria
	Cupania sp.	1	0	Arbórea	Ornitocoria
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	16	7	Arbórea	Ornitocoria
	Sapindaceae sp. 2	60	0	NI	NI
	Sapindaceae sp. 3	2	1	NI	NI
SAPOTACEAE	Sapotaceae sp. 1	3	0	NI	Primatocoria
SOLANACEAE	Solanaceae sp.	11	0	NI	NI
	Solanaceae sp. 1	5	0	NI	NI
	Solanaceae sp. 2	7	0	NI	NI
	<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch ex Benth.	6	0	Arbóreo – Arbustivo	Ornitocoria
URTICACEAE	<i>Cecropia glaziovii</i> Snehl.	850	62	Arbórea	Quiropterocoria
	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	369	91	Arbórea	Quiropterocoria
	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	57	14	Arbórea	Ornitocoria
VERBENACEAE	Verbenaceae sp.	0	4	NI	Ornitocoria

**APÊNDICE 2.** Abundância de diásporos por espécie arbórea ornitocórica na chuva de sementes coletada ao longo de dois anos (A- Abril/2007 - Março/2008; B- Abril/2008 – Março/2009) nas parcelas B e E de 1 ha cada instaladas na Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas do litoral norte do estado de São Paulo.

