

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

Leone Genz

**CHUVA DE SEMENTES E PREDACÃO E REMOÇÃO PÓS-
DISPERSÃO DE DIÁSPOROS DE ESPÉCIES ARBÓREAS
ANEMOCÓRICAS NA FLORESTA NACIONAL DE
CHAPECÓ, SANTA CATARINA**

Chapecó – SC, 2017.

UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

**CHUVA DE SEMENTES E PREDACÃO E REMOÇÃO PÓS-
DISPERSÃO DE DIÁSPOROS DE ESPÉCIES ARBÓREAS
ANEMOCÓRICAS NA FLORESTA NACIONAL DE
CHAPECÓ, SANTA CATARINA**

Leone Genz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Comunitária da Região de Chapecó, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dra. Camila Kissmann

Chapecó – SC, março, 2017.

Ficha catalográfica

Genz, Leone
G341c Chuva de sementes e predação e remoção pós-dispersão de
diásporos de espécies arbóreas anemocóricas na Floresta Nacional de
Chapecó, Santa Catarina / Leone Genz. 2017.
61 p. : il.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Camila Kissmann
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade
Comunitária da Região de Chapecó, 2017
Inclui bibliografias

1. Botânica. 2. Floresta Nacional de Chapecó, SC (Brasil).
3. Sementes - Dispersão. I. Kissmann, Camila. II. Título.

CDD 23 -- 581

Catálogo na fonte Bibliotecária Daniele Lopes CRB 14/989



UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ
Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ciências Ambientais

**CHUVA DE SEMENTES E PREDACÃO E REMOÇÃO PÓS-DISPERSÃO
DE DIÁSPOROS DE ESPÉCIES ARBÓREAS ANEMOCÓRICAS NA
FLORESTA NACIONAL DE CHAPECÓ, SANTA CATARINA**

Leone Genz

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do grau de
Mestre em Ciências Ambientais
sendo aprovado em sua forma final.

Prof.^a Camila Kissmann, Dra. em Ciências Biológicas
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Mayra Teruya Eichemberg, Dra. em Ciências Biológicas

Prof. Adriano Dias de Oliveira, Dr. em Botânica

Chapecó, 31 de março de 2017.

Disse-lhe Jesus: Eu sou a ressurreição e a vida;
quem crê em mim, ainda que esteja morto, viverá.
João 11:25

AGRADECIMENTOS

É difícil agradecer a todas as pessoas que de algum modo, nos momentos serenos e/ou apreensivos, fizeram parte da minha vida e àquelas que ainda fazem parte dela. Eu não posso deixar de agradecer primeiramente a Deus, sem o qual acredito que eu não estaria mais vivo, principalmente depois de ter sido desenganado pela medicina, quando me deram 20 minutos de vida devido a um câncer espalhado pelo meu corpo e por infecções generalizadas. Não tenho como não crer e agradecer a Deus pelo milagre.

Agradeço imensamente a meus pais Delmo e Vania Genz, pelos ensinamentos, amor incondicional, determinação e luta pela minha vida e minha formação. Vocês que muitas vezes nos últimos dois anos choraram e sofreram por conta de tudo que passei. Espero um dia retribuí-los. Vocês são exemplos a serem seguidos em todos os aspectos ao longo da vida.

Ao meu irmão Dariz Genz que por mais difícil que fossem as circunstâncias, sempre teve paciência e confiança e não mediu esforços para me ajudar quando mais precisei. Muitas vezes você largou tudo, trabalho, família e suas responsabilidades para estar ao meu lado.

À minha esposa Valquiria Giotto Genz, por me acompanhar à Floresta Nacional de Chapecó durante a realização dos experimentos e abrir mão dos sábados de descanso por dias de trabalho difícil. Você é um amor, amo você. Obrigado por ter me ajudado, você é parte desta conquista.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Camila Kissmann, pela paciência e confiança. Obrigado também pela super dedicação, competência, amizade e ensinamentos durante toda a realização desta pesquisa. Sem você eu não conseguiria ter chegado até aqui, principalmente devido a minhas condições físicas, psicológicas e intelectuais, por conta das circunstâncias que estava passando. Obrigado mesmo, você é muito especial. Que Deus lhe abençoe muito por tudo.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e à Unochapecó pelos ensinamentos e suporte. A técnica administrativa Luciana Lunelli, pela atenção em todos os momentos. Aos amigos e colegas de aula pelas conversas e toda ajuda prestada durante a realização do curso.

Ao Colegiado do curso que acatou meu pedido dando-me o direito de defender minha dissertação, mesmo tendo o prazo vencido, e terminar assim esse sonho, não só profissional, mas também pessoal depois de tudo que passei nos últimos anos.

Agradeço também à Flona e ao ICMBio pela autorização para conduzirmos as pesquisas. Muito obrigado a todos de coração. Que Deus abençoe-os muitíssimo.

RESUMO

GENZ, Leone. Chuva de sementes e predação e remoção pós-dispersão de diásporos de espécies arbóreas anemocóricas na Floresta Nacional de Chapecó, SC. Dissertação (Mestrado). Universidade Comunitária da Região de Chapecó, 2017. 53 p.

A dispersão de diásporos é um processo fundamental para o estabelecimento das populações de plantas e manutenção da dinâmica natural das florestas, porém a predação e remoção pós-dispersão de diásporos atuam como filtro sobre a sombra de sementes. Este estudo foi realizado na Floresta Nacional de Chapecó com o objetivo de caracterizar a distribuição espacial de diásporos de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. e *Jacaranda micrantha* Cham. em função da distância da planta mãe e da direção cardeal, e investigar como os processos de predação e remoção pós-dispersão dos diásporos de *A. leiocarpa* e *P. dubium* são influenciados pela proximidade da planta mãe. Para o estudo da chuva de sementes foram instalados para cada espécie 60 coletores de 1m², construídos com madeira e tela de nylon com malha de 1mm. Os coletores foram posicionados em linha a 1, 10 e 20m da planta mãe, nas quatro direções cardiais, sendo consideradas cinco plantas adultas de cada espécie. Os coletores foram visitados semanalmente durante o período de dispersão de cada espécie e foi calculada a densidade absoluta dos diásporos. O experimento foi realizado em esquema fatorial 3 (distâncias da planta mãe) x 4 (pontos cardiais). Os dados foram analisados por Two-Way Anova seguido pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Para o estudo sobre predação e remoção pós-dispersão dos diásporos foram considerados cinco indivíduos adultos por espécie e sob cada indivíduo foram instaladas duas estações de observação (compostas por 50 diásporos), uma a um metro da planta mãe e outra a 20 metros. As estações foram visitadas semanalmente, sendo registrado o número de diásporos presentes em um raio de cinco metros ao redor de cada estação de observação. Os diásporos registrados nas observações foram classificados em: (i) intactos, (ii) germinados, (iii) predados, (iv) fungados e (v) removidos. Os dados de cada categoria de dano, sob e distante da copa da planta mãe foram comparados pelo teste t de Student ($p > 0,05$). A distância influenciou a densidade de diásporos dispersos nas três espécies, sendo a maior densidade observada próximo a planta mãe. Não houve predominância da dispersão de diásporos em nenhuma direção cardeal e não foi observada interação entre os fatores distância e direção cardeal na densidade de diásporos para nenhuma das três espécies ($p > 0,05$). A distância da planta mãe também influenciou a predação dos

diásporos de *A. leiocarpa* e *P. dubium*. Maior quantidade de diásporos intactos e germinadas foi observada a 20 m do que sob a planta parental, sendo o inverso observado para a predação e remoção dos diásporos de ambas espécies.

Palavras chaves: síndrome de dispersão; escape da planta mãe; hipótese de Janzen-Connell.

ABSTRACT

GENZ, Leone. Seed rain and predation and post-dispersion removal of anemocoric tree species in the Chapecó National Forest, SC. Dissertation (Master Degree). Universidade Comunitária da Região de Chapecó, 2017. 53p.

The dispersal of diaspores is a fundamental process for establishing plant populations and maintaining the natural dynamics of forests, but the post-dispersion predation and the removal of diaspores act as filters on the seed shade. This study was carried out in the Chapecó National Forest with the objective of characterizing the spatial distribution of *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. and *Jacaranda micrantha* Cham. diaspores in function of the distance of the parent plant and the cardinal direction and to investigate how the processes of predation and removal of the diaspores of *A. leiocarpa* and *P. dubium* are influenced by the proximity of the parent plant. For the study of seed rain, 60 collectors of 1m² were built for each species, constructed with wood and nylon mesh with 1mm mesh. The collectors were positioned in line at 1, 10 and 20m of the parent plant, in the four cardinal directions, being considered five adult plants of each species. The collectors were visited weekly during the dispersal period of each species and the absolute density of the diaspores was calculated. The experiment was performed in factorial scheme 3 (distances from the parent plant) x 4 (cardinal points). Data were analyzed by Two-Way Anova followed by the Tukey test ($p > 0.05$). For study of post-dispersion predation and removal of diaspora, five adult individuals were considered per species and two observation stations (composed of 50 diaspores) were installed under each individual, one to one meter of the parent plant and another at 20 meters. The stations were visited weekly, and the number of diaspores present within a radius of five meters around each observation station was recorded. The diaspores recorded in the observations were classified as: (i) intact, (ii) germinated, (iii) predated, (iv) sniffed and (v) removed. The data of each damage category, under and away from the canopy of the parent were compared by the Student's t test ($P > 0.05$). The distance influenced the density of dispersed diaspores for the three species, being the highest density observed near of the parent plant. There was no predominance of diaspores dispersion in any cardinal direction and no interaction between the distance and direction factors in the density of diaspores was observed for any of the three species ($p > 0.05$). The distance of the parent plant also influenced the predation of *A. leiocarpa* and *P. dubium* diaspores. Greater amount

of intact and germinated diaspores was observed at 20 m than under the parent plant, being the opposite observed for diaspores predation and removal in both species.

Key words: dispersal syndrome; escape from parent plant; Janzen-Connell hypothesis.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Map of Brazil showing Floresta Nacional de Chapecó and the study area, Santa Catarina State, southern Brazil..... 28

Figura 2. Total monthly rainfall (mm) and maximum wind speed (km/h) in the municipality of Chapecó during the study period. Chapecó, Santa Catarina, 2015. The columns represent accumulated monthly precipitation (mm) and the points indicate the average values of the maximum wind speed. The bars indicate standard deviation..... 29

Figura 3. Total diaspore density of *Apuleia leiocarpa* (full circles), *Peltophorum dubium* (empty circles), and *Jacaranda micrantha* (full triangles) collected in 2014/2015 during the months of dispersion of the species in Floresta Nacional de Chapecó. Chapecó, Santa Catarina State, Southern Brazil, 2015..... 30

Figura 4. Density (number of diaspores/m²) and standard deviation of diaspores of *Apuleia leiocarpa* (A and B), *Peltophorum dubium* (C and D), and *Jacaranda micrantha* (E and F) as a function of distance from the mother plant (A, C, and E) and the cardinal directions (B, D, and F) in Floresta Nacional de Chapecó. The absence of letters indicates the lack of significant difference and distinct letters show significant differences between means by Tukey's test ($P > 0.05$). Chapecó, Santa Catarina State, Southern Brazil, 2015..... 31

CAPÍTULO 2

Figura 1. Localização da Floresta Nacional de Chapecó: glebas 1, 2 e 3 51

Figura 2. Porcentagem de diásporos de *Apuleia leiocarpa* e *Peltophorum dubium* intactos, germinados, predados, fungados e removidos aos 90 dias após a instalação do experimento, nas estações experimentais instaladas sob a copa (1 m do tronco da planta mãe) e distante da copa (20 m) da planta mãe, na FloNa de Chapecó (SC). Letras distintas indicam diferença entre as médias pelo teste t de Student ($p > 0.05$) (Linhas verticais = desvio padrão)..... 52

Figura 3. Porcentagem de diásporos de *Apuleia leiocarpa* (A e C) e *Peltophorum dubium* (B e D) registrados nas diferentes categorias de classificação ao longo de 90 dias após a instalação das estações experimentais ($n=5$; Linhas verticais = desvio padrão)..... 53

Figura 4. Germinação em laboratório de frutos e sementes de *Apuleia* ($n=5$) e *Peltophorum dubium* ($n=4$). A ausência de letras indica ausência de diferença significativa pelo teste t de Student ($p > 0.05$). (Linhas verticais = desvio padrão)..... 54

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Values of the F distribution and P calculated by analysis of variance (two-way ANOVA) for the diaspore densities of *Apuleia leiocarpa*, *Peltophorum dubium*, and *Jacaranda micrantha* by the dispersion direction and distance from the mother plant in the Chapecó National Forest. Chapecó, Santa Catarina State, Southern Brazil, 2015..... 26

Tabela 2: Mean length and width and standard deviation of the diaspores of *Apuleia leiocarpa*, *Peltophorum dubium*, and *Jacaranda micrantha* collected in the Chapecó National Forest during the 2014/2015 dispersion period. Total diaspores by species = 100. Chapecó, Santa Catarina State, Southern Brazil, 2015..... 27

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	1
2. INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2.1. A Mata Atlântica e as formações vegetacionais do Oeste de Santa Catarina.....	2
2.2. Dinâmica da regeneração natural via diásporos em ambientes naturais.....	3
2.3. Espécies estudadas.....	5
2.3.1. <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	5
2.3.2. <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	6
2.3.3. <i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	6
3. OBJETIVOS.....	8
3.1 Objetivo geral.....	8
3.2 Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO 1 - SPATIAL DISTRIBUTION OF DIASPORES OF ANEMOCORIC TREE SPECIES IN FORESTS IS MORE INFLUENCED BY THE DISTANCE FROM THE MOTHER PLANT THAN THE CARDINAL DIRECTION.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCTION.....	10
MATERIAL AND METHODS.....	13
RESULTS.....	15
DISCUSSION.....	17
REFERENCES.....	18
CAPÍTULO 2 - PREDACÃO E REMOÇÃO PÓS-DISPERSÃO DE DIÁSPOROS DE <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr. E <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	22
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
RESULTADOS.....	38
DISCUSSÃO.....	39
CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS.....	44
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

1. APRESENTAÇÃO

Além de abrigar e alimentar mais de 60% da biodiversidade do planeta, as florestas nativas possuem importante função ecológica na proteção do solo e das bacias hidrográficas (CESAR, 2003; BRADSHAW et al., 2007), o que justifica a preocupação mundial com a preservação destes ecossistemas. Apesar sua importância como ecossistemas e da elevada biodiversidade nelas encontradas (THOMAS, 1999), as florestas tem sido alvo de exploração desde de o início da civilização (CABRAL; CESCO, 2008) ocasionando problemas como, a diminuição e/ou perda da diversidade genética (GARDNER et al., 2009), alteração dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos (TUNDISI; TUNDISI, 2010) e de mudanças climáticas (UNFCC, 2008).

No Brasil, a Mata Atlântica, detentora de elevada biodiversidade e endemismo de espécies (MYERS et al., 2000), teve a sua área de cobertura original reduzida para menos de 8% em meio século (COLOMBO; JOLY, 2010). Cerca de metade dos remanescentes da Mata Atlântica encontra-se protegida em Unidades de Conservação (COLOMBO; JOLY, 2010), porém Ribeiro et al. (2009) alertam que mais de 80% dos fragmentos remanescentes deste Bioma possuem área inferior a 50 hectares, o que tem consequências na distribuição da vegetação devido à formação do efeito de borda.

A Região Oeste de Santa Catarina, que se encontra inserida no Bioma Mata Atlântica, possui formações de Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Floresta Estacional Decidual (FED), das quais restam no Estado em torno de 12% e 18% apenas da área de cobertura original, respectivamente (SEVEGNANI; SCHROEDER, 2013). Logo, esta região encontra-se dentre as áreas potenciais para projetos de restauração (MELO et al., 2013). Visando proteger os remanescentes de Mata Atlântica existentes na região foram criadas cinco unidades de conservação: o Parque Estadual Fritz Plaumann; o Parque Estadual das Araucárias; o Parque Nacional das Araucárias; a Floresta Nacional de Chapecó e a Estação Ecológica da Mata Preta (MARTINS; MARENZI; LIMA, 2015). Dentre estas unidades de conservação destaca-se a Floresta Nacional de Chapecó – FloNa de Chapecó, que foi escolhida para a realização deste estudo por ser a segunda maior Floresta Nacional do Estado e por possuir áreas de contato (ecótonos) entre a FOM e a FED, o que a torna uma área prioritária para conservação no sul do Brasil (ICMBIO, 2013).

Embora se encontrem protegidas por lei, a conservação destas áreas e das interações ecológicas depende do conhecimento da ecologia das espécies. Neste sentido, estudos sobre o processo de regeneração natural das espécies, os quais incluem a chuva de sementes, banco de

sementes do solo, brotações e banco de plântulas são importantes para o entendimento da dinâmica populacional e regeneração natural dos remanescentes florestais (NAPPO; FONTES; OLIVEIRA-FILHO, 2000). Assim, estudos que visam contribuir para o melhor entendimento sobre a estrutura, a dinâmica e a ecologia das espécies que compõem os remanescentes florestais tornam-se essenciais e urgentes para a conservação da biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais. O conhecimento sobre a biologia reprodutiva das espécies nativas é essencial para subsidiar a seleção das espécies utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas, independentemente se estas áreas pertencem à Unidades de Conservação (UCs) ou não. Por fim, considerando que no Estado de Santa Catarina os remanescentes florestais com maior área se encontram em UCs, os dados levantados nestas pesquisas poderão ser utilizados na revisão dos planos de manejo das mesmas.

Esta dissertação está organizada em dois capítulos, redigidos em formato de artigos científicos. O capítulo I aborda a dispersão de diásporos de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. e *Jacaranda micrantha* Cham. na Floresta Nacional de Chapecó em função da distância da planta mãe e da direção cardinal. O capítulo II aborda a predação e remoção pós-dispersão de diásporos de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. na Floresta Nacional de Chapecó.

2. INTRODUÇÃO GERAL

2.1.A Mata Atlântica e as formações vegetacionais do Oeste de Santa Catarina

O Domínio da Mata Atlântica é considerado, em termos de biodiversidade, um dos ecossistemas mais ricos do planeta e o Brasil detentor de um dos maiores patrimônios florestais do mundo (CAPOBIANCO, 2001). Contudo, o desenvolvimento socioeconômico do Brasil se deu em conjunto com a degradação ambiental, o que acarretou e vem acarretando prejuízos irreparáveis aos recursos naturais. Por abranger total ou parcialmente 17 estados brasileiros e concentrar grandes cidades e núcleos industriais, a Mata Atlântica teve a sua área de vegetação natural reduzida drasticamente. Nos últimos 28 anos, o Brasil perdeu 1.850.896 hectares (ha) de mata, restando hoje apenas 16,4 milhões de hectares dos 130,9 milhões de km² originais (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014).

No Estado de Santa Catarina, que encontra-se inserido no Bioma da Mata Atlântica, podem ser encontradas cinco regiões fitoecológicas condicionadas por gradientes climáticos: a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Estacional Decidual, os

Campos de Altitude e as Formações Pioneiras Litorâneas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2005; UHLMANN et al., 2012). A região Oeste de Santa Catarina é dominada por dois tipos de formações florestais: a Floresta Estacional Decidual (FED) e a Floresta Ombrófila Mista (FOM) (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2005). A Floresta Estacional Decidual ocorre em regiões com sazonalidade climática marcada por estações seca e chuvosa bem definidas e pela deciduidade foliar das árvores emergentes na época seca, a qual coincide com o outono/inverno e atinge mais de 50% dos indivíduos que compõe o estrato dominante (IBGE, 2012). A Floresta Ombrófila Mista ocorre principalmente no Planalto Meridional devido à altitude e latitude, no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e no Paraná em terrenos acima de 500m de altitude. Nesse tipo de vegetação destaca-se o domínio da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze como espécie emergente (SANTA CATARINA, 1986; IBGE, 2012).

2.2. Dinâmica da regeneração natural via diásporos em ambientes naturais

O processo de reprodução sexuada nas espermatófitas envolve a produção e dispersão de estruturas específicas, denominadas diásporos ou unidades de dispersão, formadas pelo embrião e estruturas acessórias, podendo ser uma semente, um fruto, um bulbilho, entre outros (AQUILA, 2004). Evolutivamente, os diásporos desenvolveram adaptações estruturais que facilitam a sua dispersão por agentes bióticos ou abióticos, sendo possível reconhecer diferentes síndromes de dispersão entre as espécies vegetais (VAN DER PIJL, 1982; HOWE; SMALLWOOD, 1982). As principais síndromes de dispersão são: autocoria (dispersão realizada pela própria planta), barocoria (causada pela gravidade), anemocoria (realizada pelo vento) e zoocoria (mediada por animais) (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007; VAN DER PIJL, 1982).

Em condições naturais, o estabelecimento de populações e comunidades vegetais em um habitat é influenciado pelo fluxo de diásporos, ou seja, pela dinâmica de entrada e saída destes no solo. Uma das principais vias de entrada de diásporos no solo é a chuva de sementes, definida como o conjunto de propágulos que chega ao solo através da dispersão das espécies presentes no próprio local ou em áreas afastadas (VAN DER PIJL, 1982), sendo fundamental tanto para o estabelecimento de uma população em um determinado habitat, como para a manutenção da dinâmica e da capacidade de regeneração natural da área, contribuindo para a formação de bancos de sementes (reserva de sementes viáveis existentes no solo) e de plântulas (vegetação em desenvolvimento no sub-bosque das florestas)

(HARPER, 1977; QUINTELA, 1996; ALMEIDA-CORTEZ, 2004; ARAÚJO et al., 2004; CHAMI et al., 2011).

O banco de sementes constitui uma importante reserva da variabilidade genética das comunidades vegetais (ALMEIDA-CORTEZ, 2004) e desempenham papel fundamental na dinâmica das comunidades vegetais, pois juntamente com estruturas vegetativas, asseguram a manutenção e o retorno das espécies em cada estação favorável (HARPER, 1977). Assim, a densidade e composição de espécies e a reserva genética de uma determinada área são influenciadas pelo balanço entre a entrada e a saída de sementes do banco de sementes do solo (ALMEIDA-CORTEZ, 2004).

As sementes que são dispersas abaixo ou próximas à sua fonte são denominadas como sementes locais, e contribuem com a auto regeneração e manutenção da composição florística da área (MARTINEZ-RAMOS; SOTO-CASTRO, 1993). Já a dispersão espacial das sementes em uma determinada área a partir da planta mãe é denominada “sombra de sementes” e é influenciada por características morfológicas da planta (como a altura e o tamanho da copa), dos diásporos e dos agentes dispersores primários e secundários, além da pressão da predação (VAN DER PIJL, 1982; JANZEN, 1971, 1980).

Em conjunto, os processos de germinação, mortalidade das sementes (representada pela perda de viabilidade) e remoção de sementes por dispersão constituem as principais vias de saída das sementes do solo. A mortalidade das sementes pode ser ocasionada por vários fatores, dentre eles, pela predação, considerada um fator chave nesse processo. Algumas espécies vegetais podem ter quase 100% das sementes produzidas em uma estação predadas por insetos e vertebrados (FRANCISCO; LUNARDI; GALETTI, 2002; ZHANG et al., 1997).

A anemocoria é uma das adaptações evolutivas das plantas para que suas sementes alcancem uma maior área de dispersão (JANZEN 1980, AUGSPURGER, 1986), escapando da intensa atividade de predadores nas proximidades da planta mãe e da competição intraespecífica por recursos (JANZEN 1970,1980; HUBBELL, 1980). Apesar das adaptações para dispersão (VAN DER PIJL, 1982), independente da síndrome de dispersão, muitos diásporos acabam caindo embaixo ou próximo da planta mãe, onde a mortalidade das sementes é elevada, uma vez que os predadores concentram suas atividades onde os recursos são mais comuns e abundantes, logo, observa-se menor predação pós-dispersão de sementes e maior recrutamento (hipótese de Janzen/Connell) (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971) e sobrevivência de plântulas em áreas mais afastada da planta mãe (hipótese de escape) (HOWE; SMALLWOOD, 1982).

Vários estudos comprovaram a veracidade da hipótese de escape e recrutamento, tais como os de Wenny (2000), Wright e Duber (2001), Fragoso, Silvius e Correa (2003), Jones, Peterson e Haines (2003), Pimentel e Tabarelli (2004), Honek, Martinkova e Zaska (2005), Norghauer et al. (2006) e Swamy e Terborgh (2010). Comita et al. (2014) ao realizarem uma meta-análise de 63 artigos envolvendo 108 espécies e 44 famílias referentes a hipótese de Janzen-Connell encontraram um apoio significativo ($Z=3,481$, $P=0,0005$) para as previsões dependentes da densidade e distância. Segundo os autores a probabilidade de sobrevivência foi significativamente reduzida para indivíduos localizados perto de plantas coespecíficas.

Por outro lado, vários autores tem discordado total ou parcialmente da hipótese de recrutamento (BLATE; PEART; LEIGHTON, 1998; VON ALLMEN; MORELLATO; PIZO, 2004; ZIPARRO; MORELLATO, 2005; SALM, 2006; BARTIMACHI et al., 2008). Hyatt *et al.* (2003) realizaram uma meta análise de 40 trabalhos que testaram a hipótese de Janzen-Connell envolvendo 35 famílias em cinco continentes e não encontraram apoio significativo para o modelo, embora haja alguma sugestão de que as plântulas possam se beneficiar do aumento da distância.

2.3.Espécies Estudadas

2.3.1. *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.

Popularmente conhecida como grápia, garapa ou amarelão, a espécie *A. leiocarpa* (Fabaceae) possui ampla distribuição geográfica no território brasileiro, estendendo-se desde o nordeste até o Rio Grande do Sul, nas florestas do Alto Uruguai e da Depressão Central, (RIZZINI, 1978; SOBRAL et al. 2013). A espécie possui grande importância ecológica por ser uma espécie pioneira, comum em áreas em processo de regeneração natural (RIZZINI, 1978) e, possui importância ornamental e econômica, sendo muito explorada devido à utilidade de sua madeira. Também é uma espécie importante no grupo de árvores emergentes de Florestas Estacionais Deciduais (REITZ; KLEIN; REIS, 1988; IBGE, 2012).

A grápia é uma espécie caducifólia e os indivíduos adultos atingem entre 25 a 35 metros de altura (LORENZI, 2002). O fruto é simples, seco e indeiscente, do tipo legume samaróide oblonga ou ovado-oblonga, de coloração castanho-claro, geralmente com uma semente por fruto, sendo estas elípticas e aplainadas, com tegumento glabro e espesso, de coloração variando de castanho-esverdeado a castanho-escuro, com aproximadamente 4 a 8

mm de comprimento e 2 mm de espessura (CARVALHO, 2003; FELIPPI et al., 2012; RIZZINI, 1978).

No Rio Grande do Sul os frutos amadurecem nos meses de novembro a abril, e de dezembro a janeiro, no Paraná (CARVALHO, 2003). A germinação pode levar aproximadamente 45 a 60 dias. (RIZZINI, 1978). No Oeste de Santa Catarina a coleta de sementes pode ser feita entre os meses de novembro e abril (SIMIONI; BELOTTI, 2009).

2.3.2. *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Peltophorum (Fabaceae) é uma espécie secundária inicial, mas com característica de pioneira (CARVALHO, 2003; MARCHIORI, 1997). Popularmente chamada de canafístula, trata-se de uma espécie comum em formações secundárias, mas com poucos indivíduos, geralmente de grande porte, ocupando o estrato dominante do dossel em floresta primária. A espécie desempenha papel pioneiro nas áreas abertas e é frequentemente encontrada nas Florestas Estacionais Deciduais (CARVALHO, 2003) sendo uma das espécies mais importantes como emergentes (REITZ; KLEIN; REIS, 1988; IBGE, 2012).

As árvores de *P. dubium* são caducifólias e podem atingir excepcionalmente 40 m de altura (CARVALHO, 2003). O fruto é do tipo legume samaróide com 4 a 9,5 cm de comprimento e 1 a 2,5 cm de largura, de contorno longitudinal lanceolado ou elíptico, com ápice agudo e base estreitada. A superfície é castanho-avermelhado a marrom, puberulenta, com nervuras predominantemente no sentido longitudinal, apresentando de uma a quatro sementes no sentido longitudinal. As sementes apresentam aproximadamente 1 cm de comprimento e 4 mm de largura, com contorno longitudinal ovado e transversal, elíptico; superfície lisa, brilhante, amarelo-esverdeada e testa membranácea (RIZZINI, 1978; CARVALHO, 2003).

A maturação dos frutos ocorre de abril a outubro, no Rio Grande do Sul; de abril a agosto, no Paraná; de junho a agosto, em Santa Catarina. No Oeste de Santa Catarina a coleta de sementes pode ser feita entre os meses de abril a agosto (SIMIONI; BELOTTI, 2009).

2.3.3. *Jacaranda micrantha* Cham.

Jacaranda micrantha (Bignoniaceae), popularmente conhecida como carobão ou caroba, é uma espécie classificada como pioneira a secundária inicial, frequente em vegetação secundária, capoeiras, capoeirões, orlas da mata e em terrenos abandonados. Ocorre com frequência na Floresta Estacional Decidual e em menor frequência na Floresta Ombrófila

Mista (CARVALHO, 2003) e apresenta desenvolvimento rápido (REITZ; KLEIN; REIS, 1988).

A espécie é caducifólia, com fruto tipo cápsula orbicular de bordas onduladas, deiscente, de cor verde quando imatura a marrom quando madura, com até 7 cm de comprimento e 6 cm de largura. As sementes são leves, achatadas e arredondada, palidamente amareladas, com asa esbranquiçada, com até 1,2 cm de comprimento e 2 cm de largura (RIZZINI, 1978; CARVALHO, 2003; LORENZI, 2002).

A maturação dos frutos ocorre de junho a setembro, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. No Oeste de Santa Catarina a coleta de sementes pode ser feita entre os meses de junho a setembro (SIMIONI; BELOTTI, 2009).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Caracterizar a chuva de sementes das espécies arbóreas anemocóricas *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. e *Jacaranda micrantha* Cham. em função da distância da planta mãe e da direção cardinal e avaliar a predação pós-dispersão e remoção dos diásporos de *A. leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. e *P. dubium* (Spreng.) Taub.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar a densidade de diásporos destas espécies na chuva de sementes no período de frutificação.
- Verificar a relação entre a distância da planta mãe e a dispersão de diásporos.
- Averiguar se há predomínio da dispersão de diásporos em alguma direção cardinal.
- Investigar se a predação pós-dispersão e a remoção dos diásporos são afetadas pela proximidade da planta mãe.
- Investigar se a sobrevivência dos diásporos é maior em áreas mais distantes da planta mãe.

CAPÍTULO 1

SPATIAL DISTRIBUTION OF DIASPORES OF ANEMOCORIC TREE SPECIES IN FORESTS IS MORE INFLUENCED BY THE DISTANCE FROM THE MOTHER PLANT THAN THE CARDINAL DIRECTION¹

¹ Este capítulo encontra-se redigido em formato de artigo científico nas normas da revista Austral Ecology.

Spatial distribution of diaspores of anemocoric tree species in forests is more influenced by the distance from the mother plant than the cardinal direction

ABSTRACT

Dispersal of diaspores is a fundamental process for establishing plant populations and maintaining the natural dynamics of forests. This study was carried out in Floresta Nacional de Chapecó with the aim of characterizing the spatial distribution of *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., and *Jacaranda micrantha* Cham as a function of the distance from the mother plant and the cardinal direction. Sixty 1-m² wooden collectors with 1-mm-mesh nylon screens were constructed for each species. The collectors were positioned in a line at 1, 10, and 20 m from the mother plant, in the four cardinal directions (North, South, East, West); five adult plants of each species were used. The collectors were inspected weekly during the dispersion period of each species and the absolute density of the diaspores was calculated. The experiment was performed in factorial scheme 3 (distances from the mother plant) × 4 (cardinal points). The data were analyzed using a two-way ANOVA, followed by the Tukey's test (P = 0.05). The highest dispersion densities were associated with proximity to the plant, corroborating the hypothesis of Janzen/Connell. Cardinal directions did not affect diaspore dispersion and there was no relationship between distance and direction in the density of diaspores for any of the three species.

Key words: Atlantic Forest; biodiversity conservation; dispersion syndrome; mixed ombrophilous forest; seasonal deciduous forest

INTRODUCTION

Forest dynamics, as well as the establishment of new plant populations and communities under natural conditions, are influenced by the relationship between inputs and outputs of diaspores to the soil. The diaspores comprise diverse plant dispersal units, which can be fruits, seeds, or others,

depending on the species, and their entry into the soil occurs through “seed rain”, defined as the set of diaspores deposited on the soil by plants in the immediate vicinity or in adjacent areas (Van der Pijl 1982). Diaspore dispersal influences the plant population genetic structure, and contributes to self-regeneration (when dispersed near their source) and/or to colonization of new areas (when dispersed to sites far from the source) (Almeida *et al.* 2008; Campos *et al.* 2009).

Most angiosperms develop diaspores with morphological adaptations in response to the selective evolutionary pressures imposed by dispersing agents, which lead to the establishment of patterns known as dispersion syndromes (Van der Pijl 1982). Diaspores can be dispersed through a variety of mechanisms, including biotic (animal or self-dispersion) and abiotic (wind or water) agents (Martins *et al.* 2014). Anemochoric species have diaspores of small size and mass, that are light enough for dispersal by wind, with morphological adaptations such as balloon-like or winged expansions that provide aerodynamic characteristics that retard the speed of fall and aid long-distance dispersal (Augspurger 1986; Martins *et al.* 2014). Factors such as wind direction and speed, the height of the mother plant and proximity to other plants can influence the dispersion of anemochorous diaspores, which may be carried over long distances or concentrated under the canopy of the mother plant (Tackenberg *et al.* 2003; Muller-Landau *et al.* 2008).

Wind dispersal prevails in dry and high-altitude regions such as open grasslands, savannas, deserts, and mountain peaks, and others areas with strong air currents and few animals (Roth 1987; Diogo *et al.* 2016). In tropical forests, most of the woody species produce fleshy fruits, making zoochory by vertebrates the predominant dispersal mechanism in such habitats (Tabarelli & Peres 2002). In the upper forest strata of these forests, however, there occur some anemochorous species (Morellato & Leitão Filho 1992; Saravy *et al.* 2003; Giehl *et al.* 2007) that reach great heights, which exposes their crowns to the winds that are almost nonexistent in the continuous canopy, allowing the long-distance propagation of diaspores (Horn *et al.* 2001). Wind dispersal tends to predominate in deciduous or semi-deciduous species (Negrini *et al.* 2012) and in seasonal forests, where leaf shedding at certain times of the year decreases the obstacles to wind dispersal (Leyser *et al.* 2009). There are

few studies on seed dispersal of anemocoric species in seasonal semi-deciduous forests or transitional areas between mixed ombrophilous and seasonal forests in the Atlantic Forest (Giehl 2007; Leyser *et al.* 2009).

Anemochorous species are also important for colonization after natural or anthropogenic disturbances (Schupp *et al.* 1989; Martini & Santos 2007). It has long been proposed that dispersion increases the probability for diaspores to be dispersed to disturbed areas, such as forest gaps (Augspurger 1983). However, in a comparative study between an intact area in the Atlantic Forest and another with gaps, Martini & Santos (2007) observed consistent levels of species richness and numbers of anemochorous diaspores, contrary to the expectations that they would be more abundant in the clearing than in the understory. Improved understanding of the spatial distribution of diaspores of native species is necessary for devising management strategies for these species and predicting the potential for recovery of areas following disturbances such as forest gaps.

The spatial distribution of dispersed diaspores around the mother plant is known as “seed shadow”, which is usually described as the relationship of density with the distance from the mother plant and the direction with respect to the latter (Willson & Traveset 2000). Despite the importance of the direction of dispersion for many ecological processes, most studies of diaspore dispersal focus only on the distance from the mother plant (Horn *et al.* 2001; Lopes *et al.* 2010; Thomson *et al.* 2011). In the present study, we analyzed the spatial distribution of anemochorous diaspores of *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., and *Jacaranda micrantha* Cham. and the relationship with the distance from the mother plant and cardinal directions. Specifically, we address the following questions: 1) Does the diaspore density of *Apuleia leiocarpa*, *Peltophorum dubium*, and *Jacaranda micrantha* in the seed rain decrease with the increase in distance from the mother plant? 2) Is there a predominant direction for the distribution of diaspores of these emerging species?

MATERIAL AND METHODS

Study species

Three native species with anemocoric dispersion that naturally occur in the seasonal deciduous forest were studied: *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., and *Jacaranda micrantha* Cham. *Apuleia leiocarpa* and *P. dubium*, popularly known as grápia and canafístula, respectively, are pioneer deciduous species, with ornamental and economic importance due to the qualities of their wood (Rizzini 1978; Carvalho 2003; Sobral *et al.* 2013). Both species belong to the Fabaceae family (Carvalho 2003; Felippi *et al.* 2012) and their dispersion units are the fruits, which are classified as samaroid legumes (Filardi *et al.* 2009). In the Santa Catarina state, the fructification period of *A. leiocarpa* occurs from November to April (Simioni & Belotti 2009) and that of *P. dubium* from June to August (Carvalho 2003; Simioni & Belotti 2009). *Jacaranda micrantha* (Bignoniaceae), known as caroba or carobão, is a pioneer deciduous species, with ornamental, medicinal and economical value (Carvalho 2003; Sobral *et al.* 2013). The diaspores of *J. micrantha* are the seeds, which are light, winged and flattened (Carvalho 2003) and the fructification period of this species in Santa Catarina occurs between June and September (Carvalho 2003; Simioni & Belotti 2009). The three species are found in the emergent storey of the seasonal deciduous forest of Floresta Nacional de Chapecó (FloNa Chapecó). The criteria for plant selection were: 1) adult trees, characterized by their reproductive activity; and 2) the isolation of the plant in the area, to avoid collecting seeds from other neighboring plants.

Study area

This study was conducted in FloNa Chapecó (Figure 1), in the municipalities of Guatambú and Chapecó in the western region of the state of Santa Catarina, southern Brazil (between 52°36'08"W and 52°44'28"W longitude and 27°10'26"S and 27°04'03"S latitude; and between 52°37'15"W and 52°47'44"W latitude; 27°11'59"S and 27°07'19"S longitude. (ICMBio, 2013). FloNa Chapecó covers

an area of 1.590,60 ha and is divided into three zones (called “*glebas*”), with Glebas I (1.287,54 ha) and III (0.433 ha) in the municipality of Guatambú, and Gleba II (302.62 ha) in the municipality of Chapecó (ICMBio, 2013). Our study was carried out in the Gleba I (Figure 1). The natural vegetation in FloNa Chapecó comprises mixed ombrophilous forest and seasonal deciduous forest (ICMBio, 2013), the latter characterized by the loss of the emergent trees’ foliage in autumn and winter (IBGE, 2012).

According to the Köpen classification, the climate in the region is Cfa, i.e., a mesothermal humid subtropical climate with hot summers, rains distributed throughout the year, and severe frost (Köppen 1948; Pandolfo 2002). The maximum temperature of the region is around 40 °C and the minimum temperature is possibly below 0 °C, with an average temperature between 17 °C and 20 °C (Pandolfo 2002). The average rainfall is approximately 1700 to 1900 mm, regularly distributed during the year, and the typical relative air humidity is 76 to 78% (Pandolfo 2002).

Data on monthly rainfall (mm) and maximum wind speed (km/h) during the study period (December 2014 to August 2015) were monitored by a weather station located at the Centro de Informações de Estudos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM, s/a), Chapecó municipality, 13 km distant from the study area. According to the management plan, the winds at FloNa Chapecó are predominantly from the northeast in winter and southeast in summer. Secondary winds blow from the north and southwest (ICMBio, 2013).

Data collection

The seed rain was evaluated separately for each species, according to the annual period of diaspores dispersal. For each species, five adult plants in the reproductive stage (the mother plants) were examined. The diaspores collectors were made of wood and nylon mesh (1 m²; nylon mesh of 1 mm) and were installed at 90 cm above the soil. For each plant, three collectors were positioned in line — 1 m from the stem and 10 m and 20 m from the end of the canopy — in each segment of the four

cardinal directions, so that 12 collectors were installed for each plant. The materials deposited in the collectors were collected weekly during the dispersal period and screened to remove other plant materials. The weekly record of the number of diaspores found in the collectors was used to calculate the diaspore density at different distances and cardinal directions. The experimental period extended from December 2014 to August 2015.

Data analysis

For each species, a two-way analysis of variance (ANOVA) was performed to test the effects of the distance factor (1, 10 and 20 m) and direction (North, South, East and West) on diaspore density. Twenty replicates (collectors) were used to evaluate the influence of distance from the mother plant and five replicates were used to evaluate the effect of direction. Tukey's test ($P = 0.05$) was used to compare the mean results.

RESULTS

The greatest accumulated precipitation during the study occurred in July 2015, followed by January and June of 2015; the highest average wind speed (47 km/h) in this period was recorded in January (Fig. 2).

Diaspore dispersal of *A. leiocarpa* began in December 2014 and peaked in January (64% of the dispersion), followed by a large decrease in February (Fig. 3A). Dispersal ended in April, when no diaspores were found in the collectors (Fig. 3A). A total of 2.553 diaspores were recorded over the 134 days of the dispersal period, with a density of 73 diaspores/m² at 1 m from the mother plant, 41 diaspores /m² at 10 m, and 13 diaspores/m² at 20 m.

The dispersal period of *P. dubium* lasted from January to August 2015, with a peak in March (21% of the dispersion), followed by a small decline the next month and then remaining constant until June. A second small dispersal peak was observed in July, before ending completely in August (Fig.

3B). A total of 3.364 diaspores were collected during 204 days. The densities were 128 diaspores/m² at 1 m from the mother plant, 31 diaspores/m² at 10 m, and 9 diaspores/m² at 20 m from the mother plant.

For *J. micrantha*, the dispersal period extended between April and August 2015 and peak dispersion (63%) was observed in May 2015. A sharp reduction in dispersal was observed in June and it ended completely in August (Fig. 3C). The dispersion period lasted for approximately 127 days and 4.748 diaspores were collected during this period, with densities of 126 diaspores/m² at 1 m, 75 diaspores/m² at 10 m, and 36 diaspores/m² at 20 m from the mother plant.

The peak dispersion of *A. leiocarpa* was observed on January, which coincided with high wind velocity and precipitation and may have contributed to greater synchronization in the abscission of diaspores (Figures 2 and 3). The dispersion period of *P. dubium* coincided with a reduction in the wind speed in the region and may have contributed to the longer diaspore dispersal period observed in this study (Fig. 2 and 3).

There was no interaction between the distance from the mother plant and cardinal directions with regard to diaspore density in any of the studied species ($P > 0.05$). When the factors were evaluated separately, we observed that the diaspore density of the three species was higher near the mother plant, decreasing with increasing distance from the plant (Fig. 4A, C, E). *Apuleia leiocarpa* and *J. micrantha* exhibited larger diaspore counts at 1 m compared to 10 m, which, in turn, was higher than the amount collected at 20 m ($P < 0.05$) (Fig. 4A, E). For *P. dubium*, the amount of diaspores dispersed at 10 m and 20 m were comparable, but lower than that collected at 1 m from the mother plant (Fig. 4C). Diaspore density was similar, regardless of direction ($P > 0.05$) (Table 1 and Fig. 4 B, D, F). The means varied between 40 ± 30.7 and 47.1 ± 28.6 for *A. leiocarpa*, 51.1 ± 92.5 and 62.6 ± 94.6 for *P. dubium*, and 74.2 ± 43.1 and 86.5 ± 42.3 for *J. micrantha*. *Peltophorum dubium* exhibited a great variation among individuals, which resulted in a larger standard deviation.

The length and width of diaspores differed among the species. *Peltophorum dubium* diaspores (fruits) exhibited the highest lengths, followed by *A. leiocarpa* and *J. micrantha*. On the other hand, *A. leiocarpa* diaspores (fruits) exhibited the highest width (Table 2).

DISCUSSION

The fructification period of *A. leiocarpa* in FloNa of Chapecó in 2014–2015 corroborated the observations by Simioni & Belotii (2009) and Felippi *et al.* (2012) in southern Brazil. However, such fruit dispersal periods do not coincide with the leaf-shedding period in the seasonal forests in western Santa Catarina state, between May and September in response to low temperatures and the shorter photoperiod (Gasper *et al.* 2015). The presence of leaves represents a physical barrier that alters the performance of the winds and hinders diaspore dispersion (Nathan & Katul 2005). The reproductive phenology of plant species in non-seasonal tropical forests is influenced both by intrinsic species characteristics and climatic factors (light, rainfall and temperature), which regulate the time and/or the duration of phenological events (Marques *et al.* 2004; Bergamaschi 2007; Bauer *et al.* 2014).

The fructification periods of *P. dubium* and *J. micrantha* (January to August and April to August, respectively) differed from those expected for species in the southern Brazil (Carvalho 2003; Simioni & Belotii 2009). According to these authors, fruiting of *P. dubium* is expected between April and August, and for *J. micrantha*, between June and September. Thus, both species began diaspore dispersal earlier than expected. Nevertheless, we observed that the dispersion occurred simultaneously among the individuals of each species (diaspores were found in all collectors during the dispersal period of each species).

Dispersion of *P. dubium* extended for a period longer than expected based on previous studies (Carvalho 2003; Simioni & Belotii *et al.* 2009). The dispersion timing as well as the months in which it occurs is associated with dispersion vector availability. In the case of anemochoric species, such as those studied here, the wind is the primary vector (Johnson 1988). The wind is responsible for causing both the separation of diaspores from the mother plant and the subsequent dispersal to distance locations (Greene 2005). Thus, the abscission of certain anemochorous diaspores may be conditioned by the occurrence of winds strong enough to cause such separation (Augspurger & Franson 1987; Deminiciis *et al.* 2009). *P. dubium* dispersion occurred simultaneously with the period of reduction of wind speed in the region and this may have contributed to the longer diaspore dispersal time observed

in this study. According to Durigan *et al.* (1997), *P. dubium* fruits are dispersed slowly by the wind and the ripe fruits remain in the tree for an extended time, as was observed in the present study. On the other hand, *A. leiocarpa* exhibited maximum dispersion in January, when higher wind speeds and precipitation contributed to the greater synchronization in diaspores abscission.

The adaptations of the anemochorous diaspores increase the probability of dispersal to areas distant from the mother plant (Augspurger 1986), and it was expected that the higher the distance from the mother plant, the higher the diaspore density. However, we observed that most diaspores were deposited under or near the canopy of the mother plant, in agreement with the Janzen hypothesis (Janzen 1970). The accumulation of diaspores near the mother plant, as observed for the three species studied here, is commonly observed for a variety of plant species, regardless of dispersion mechanism (Almeida-Cortez 2004), including autochthonous species (Willson 1993) and those with zoocoric dispersion (Jordano *et al.* 2006). Despite the morphological adaptations of the diaspores of anemochorous species, Lopes *et al.* (2010) also reported a decline in the density of anemochorous diaspores with distance from the mother plant.

Unlike *A. leiocarpa*, the fruiting periods of *P. dubium* and *J. micrantha* coincide with leaf-shedding in the seasonal forests in Santa Catarina. Although it could be expected that at least these species would exhibit greater dispersion of diaspores to sites distant from the mother plant, we did not observe such a trend, probably due to the characteristics of the studied area, which is an undisturbed mature forest that occurs in a transition zone between deciduous seasonal forest and mixed ombrophylous forest (ICMBio 2013), showing as a closed forest with densification of species belonging to these two forest formations. Indeed, the number of species that do not present leaf-shedding was higher in FloNa Chapecó than in other typical deciduous seasonal forests, which implies the presence of more physical barriers that make wind dispersion difficult. To facilitate the dispersion of diaspores far from the mother plant, the anemochorous species must reach a great height, emerging from the forest canopy, to gain exposure to the winds that are practically nonexistent in the continuous canopy (Horn *et al.* 2001). Thus, the highest density of diaspores observed near the mother plant for

the studied species in FloNa Chapecó is possibly related to: 1) proximity of arboreal individuals of other non-deciduous species, which form physical barriers that decrease the effectiveness of the dispersion vector (wind) (Fenner 1985); and 2) low tree height - although they are emerging species of seasonal forests (Lindenmaier & Budke 2006), height may not have been sufficient to place these species on the emergent storey of the forest. *Apuleia leiocarpa*, *P. dubium*, and *J. micrantha* individuals sampled in this study presented a mean height of 20.6 ± 1.5 , 23.6 ± 2.4 and 18.6 ± 1.9 (means \pm standard deviation) m, respectively; however, according to Lorenzi (2002) and Sobral *et al.* (2013), such species can reach heights between 35 and 40 m.

Apuleia leiocarpa and *P. dubium* fruits may also be dispersed by barochory as well as anemochory (Carvalho 2003). Barochoric dispersion of diaspores, through the action of gravity and precipitation at the time of dispersal (moisture retention increases diaspore weight), may be responsible for the greater number of diaspores at 1 m than at 10 m and 20 m from the mother plant. *Apuleia leiocarpa* and *J. micrantha* exhibited leptokurtic distribution of their diaspores while *P. dubium* exhibited a platykurtic distribution. The leptokurtic distribution indicates a higher concentration of seeds near the mother plant, consistent with the hypotheses of Janzen (1970) and Connel (1971). On the other hand, the platykurtic distribution of *P. dubium* indicates greater amplitude in the distribution of the data than the expected distribution (normal).

Wind availability, plant height, and the size and shape of the diaspores also affect anemochoric dispersion (Augspurger 1986; Greene & Johnson 1993). In the three species we studied, the dispersal units of *A. leiocarpa* and *P. dubium* are fruits classified as samaroid legumes (Filardi *et al.* 2009), which have projections of the pericarp to aid in the anemochoric dispersion. The dispersal units of *J. micrantha* are the seeds themselves, which have expansions of the tegument (called wings) to aid in dispersion.

Besides being larger, the diaspores of *P. dubium* and *A. leiocarpa* are heavier than those of *J. micrantha*, as seen in the mass of “seeds” reported by Lorenzi (2002). According to this author, *J. micrantha* seeds are lighter ($100.000 \text{ seeds kg}^{-1}$) than *A. leiocarpa* ($21.000 \text{ seeds kg}^{-1}$) and *P. dubium*

(20.800 seeds kg⁻¹) that are similar (Lorenzi 2002). Therefore, a larger percentage of *J. micrantha* diaspores would be expected compared with *A. leiocarpa* and *P. dubium* in areas distant from the mother plant. Instead, we found similar dispersal patterns for the three species. Thomson *et al.* (2011) posit that, although the dispersion is influenced by the mass of the seeds and/or diaspores, the height of the mother plant exerts a greater influence than the mass of the seeds and/or diaspores in dispersal distance. This may explain the absence of variation in dispersal distance of the diaspores in the three studied species.

Although it was not possible to record the prevailing wind direction *in situ* during the study period, we report no preferential distribution of the diaspores of any species in any cardinal direction, an observation that may also be related to the density of plants (i.e., a greater number of physical barriers against the action of the winds) in FloNa de Chapecó. Our results showed that, although *A. leiocarpa*, *P. dubium*, and *J. micrantha* have anemochorous dispersion, most of the diaspores were dispersed in the vicinity of the mother plant. The time spread of *P. dubium* was greater than that for *A. leiocarpa* and *J. micrantha*. All species exhibited a reduction in diaspore density with the increase in distance from the mother plant and dispersion similarly occurred in the four cardinal directions.

REFERENCES

- Almeida S. R., Watzlawick L. F., Myszka E. & Valerio, A. F. (2008) Florística e síndromes de dispersão de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em sistema faxinal. *Ambiência* **4**, 289- 297.
- Almeida-Cortez J. S. (2004) Dispersão e Banco de Sementes. In: Ferreira. A. G. & Borghetti. F. (Orgs.). *Germinação: Do básico ao aplicado*. pp. 225-236. Artmed, Porto Alegre.
- Augspurger C. K. (1983) Offspring recruitment around tropical trees: changes in cohort distance with time. *Oikos* **40**, 189-196.
- Augspurger C. K. (1986) Morphology and dispersal potential of wind-dispersed diaspores of Neotropical trees. *Am. J. Bot.* **73**, 353–363.

- Augspurger C. K. & Franson S. E. (1987) Wind dispersal of artificial fruits varying in mass, area and morphology. *Ecology* **68**, 27–42.
- Bauer D., Müller A., Goetz M. N. B. & Schmitt J. L. (2014) Fenologia de *Ocotea pulchella*, *Myrcia brasiliensis* e *Psidium cattleianum* em Floresta Semidecídua do Sul do Brasil. *Floresta* **44**, 657-668.
- Bergamaschi H. (2007) O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: Rego C. M., Negrelle R. R. B. & Morelato L. P. C. *Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos*. pp. 291-310. Embrapa Florestas, Colombo.
- Campos E. P., Vieira M. F., Silva A. F., Martins S. V., Carmo F. M. S., Moura V. M. & Ribeiro A. S. S. (2009) Chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa. MG. Brasil. *Acta Bot. Bras.* **23**, 451-458.
- Carvalho P. E. R. (2003) *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Embrapa, Brasília. 1035 p.
- Connell, J. H. (1971) On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: Den Boer, P. & Gradwell, G. (eds.). *Dynamics of populations* Wageningen, Center for Agricultural Publishing and Documentation. p. 298-313.
- Deminicis B. B., Vieira H. D. & Araújo S. A. C. (2009) Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. *Arch. Zoot.* **58**, 35-58.
- Diogo I. J. S., Martins F. R., Verola C. F. & Costa, I. R. (2016) Variation in plant-animal interactions along an elevational gradient of moist forest in a semiarid area of Brazil. *Acta Bot. Bras.* **30**(1), 27-34.
- Durigan G., Figliolia M. B. & Kawabata M. (1997) *Sementes e mudas de árvores tropicais*. Páginas e Letras, São Paulo. 65p.
- Epagri / Ciram - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. Obtido via solicitação de informações. Disponível em: <Disponível em:

http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=226>.

- Felippi M., Maffra C. R. B. & Cantarelli E. B. (2012). Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. *Ci. Flor.* **22**, 477-491.
- Fenner. M. (1985) *Seed ecology*. Chapman and Hall, London. 151p.
- Filardi F. L. R., Garcia. F. C. P. & Okano. R. M. C. (2009) Caesalpinioideae (Leguminosae) lenhosas na Estação Ambiental de Volta Grande. Minas Gerais. Brasil. *Rev. Árvore* **33**, 1071-1084.
- Gasper A. L., Eisenlohr. P. V. & Salino. A. (2015) Climate-related variables and geographic distance affect fern species composition across a vegetation gradient in a shrinking hotspot. *Plant Ecol. Div.* **8**, 25-35.
- Giehl E. L. H., Athayde E. A. & Budke J. C. (2007) Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. *Acta Bot. Bras.* **21**, 137-145.
- Greene D. F. (2005). The role of abscission in long-distance seed dispersal by the wind. *Ecology* **88**, 3105-3110.
- Greene D. F. & Johnson E. (1993) Seed mass and dispersal capacity in wind-dispersed diaspores. *Oikos* **67**, 69-74.
- Horn H. S., Nathan R. & Kaplan S. R. (2001) Long-distance dispersal of tree seeds by wind. *Ecol Res* **16**, 877-885.
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (2012). *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Departamento de Editoração e Gráfica do IBGE, Rio de Janeiro. 271p.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2013) Plano de manejo da Floresta Nacional de Chapecó: Resumo Executivo. Florianópolis: ICMBio. Disponível em: <http://www.ICMBio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/flona_chapeco_pm_res_exec.pdf >. Acesso em: 30 jun. 2014.

- Janzen D. H. (1970) Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. *Am. Nat.* **104**, 501-528.
- Johnson W. C. (1988) Estimating the dispersability of *Acer*, *Fraxinus* and *Tilia* in fragmented landscapes from patterns of seedling establishment. *Lands. Ecol.* **1**, 175-187.
- Jordano P. M., Galetti, M., Pizo, M.A. & Silva W. R. (2006) Ligando Frugivoria e Dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Duarte Rocha C. F., Bergallo, H. G. & Sluys, M. V. *Biologia da conservação: essências*. p. 411-436. Editorial Rima, São Paulo.
- Köppen W. *Climatologia: com um Estúdio de los Climas de la Terra*. Pánuco: Fondo de Cultura Economica. 1948. 478 p.
- Leyser. G., Viniski, M. & Donida, A. L. (2009) Espectro de dispersão em um fragmento de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional na região do Alto Uruguai Rio Grande do Sul. Brasil. *Pesq. Bot.* **60**, 355-366.
- Lindenmaier D. S. & Budke J. C. (2006) Florística. diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta Estacional na Bacia do Rio Jacuí. Sul do Brasil. *Pesq. Bot.* **57**: 193-216.
- Lopes S. F., Oliveira, A. P. & Neves S. B. (2010) Dispersão de sementes de uruvalheira (*Platypodium elegans* VOG.) (Fabaceae) em um cerradão. Uberlândia-MG. *Rev. Árvore* **34**, 807-813.
- Lorenzi H. (2002). *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 368p.
- Marques M. C. M., Roper. J. J. & Salvalaggio A. P. B. (2004) Phenological patterns among plant pife-forms in a Subtropical Forest in Southern Brazil. *Plant Ecol.* **173**, 203-213.
- Martini, A. M. Z. & Santos F. A. M. (2007) Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic forest of NE Brazil. *Plant Ecol.* **190**, 81-95.
- Martins V. F., Cazotto L. P. D. & Santos F. A. M. (2014) Dispersal spectrum of four forest types along an altitudinal range of the Brazilian Atlantic Rainforest. *Biota Neotrop.* 14(1).
- <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032014000313>

- Morellato L. P. C. & Leitão Filho H. F. (1992) Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: Morellato L. P. C. (Org.). *História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas. p. 112-140.
- Muller-Landau H. C., Wright S. J., Calderón O., Condit R. & Hubbell S. P. (2008) Interspecific variation in primary seed dispersal in a tropical forest. *J Ecol.* **96**, 653–667.
- Nathan R. & Katul G. G. (2005) Foliage shedding in deciduous forests lifts up long-distance seed dispersal by wind. *Proc Natl Acad Sci USA* **102**, 8251-8256.
- Negrini M., Aguiar M. D., Vieira C. T., Silva A. C. & Higuchi P. (2012) Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no Planalto Catarinense. *Rev. Árvore* **36**(5), 919-929.
- Pandolfo C., Braga H. J., Silva Jr. V. P., Massignam A. M., Pereira E. S., Thomé V. M. R. & Valci, F. V. (2002) Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, EPAGRI. Disponível em: <http://www.ciram.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=708:atlas-climatologico&catid=2>. Acesso em: 30 jun. 2014.
- Rizzini C. T. (1978) *Árvores e madeiras úteis do Brasil: Manual de dendrologia brasileira*. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher. 296 p.
- Roth I. 1987. Stratification of a tropical forest as seen in dispersal types. Dordrecht, Dr W. Junk Publishers.
- Saravy F. P., Freitas, P. J., Lage, M. A. & Sousa M. P. (2003). Síndrome de dispersão em estratos arbóreos em um fragmento de floresta ombrófila aberta e densa em Alta Floresta-MT. *Rev. Ciênc. Agroamb.* **2**, 1-12.
- Schupp E. W., Howe, H. F., Augspurger C. K. & Levey D. J. (1989) Arrival and survival in tropical treefall gaps. *Ecol* **70**(3), 562–564.
- Simioni K. & Belotti. A. (Org.) (2009) *Calendário para coleta e sementes florestais nativas: Bioma Mata Atlântica Região Sul*. Chapecó: Argos. 63p.

- Sobral M., Jarenkow J. A., Brack P., Irgang B., Larocca J. & Rodrigues R. S. (2013) *Flora Arbórea e Arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil*. São Carlos: Novo Ambiente. 357 p.
- Tabarelli.M. & Peres. C. A. (2002) Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic Forest: implications for Forest regeneration. *Biol Conserv* **106**(2), 165-176.
- Tackenberg O., Poschlod P. & Bonn S. (2003) Assessment of wind dispersal potential in plant species. *Ecol Monogr* **73**(2), 191-205.
- Thomson F. J., Moles A. T., Auld T. D. & Kingsford R. T. (2011) Seed dispersal distance is more strongly correlated with plant height than with seed mass. *J Ecol* **99**(6), 1299-1307.
- Willson M. F. (1993) Dispersal mode, seed shadows and colonization patterns. *Vegetatio* **107/108**, 261-280.
- Willson, M. F. & Traveset, A. (2000). The ecology of seed dispersal. In: Fenner, M. Seeds: the ecology of regeneration in plant communities. 2nd. Wallingford, UK: CABI Publishing. pp.85-110.
- Van Der Pijl L. (1982) *Principles of Dispersal in Higher Plants*. 3ed. New York: Springer-Verlag. 215 p.

Tables

Table 1. Values of the F distribution and P calculated by analysis of variance (two-way ANOVA) for the diaspore densities of *Apuleia leiocarpa*, *Peltophorum dubium*, and *Jacaranda micrantha* by the dispersion direction and distance from the mother plant in the Chapecó National Forest. Chapecó, Santa Catarina State, Southern Brazil, 2015.

Factor	F value	P value
<i>Apuleia leiocarpa</i>		
Direction	0.0437	0.988 ^{ns}
Distance	53.923	<0.001*
Direction vs. Distance	0.317	0.925 ^{ns}
<i>Peltophorum dubium</i>		
Direction	0.0020	1.000 ^{ns}
Distance	10.118	<0.001*
Direction vs. Distance	0.0027	1.000 ^{ns}
<i>Jacaranda micrantha</i>		
Direction	0.0304	0.992 ^{ns}
Distance	151.592	<0.001*
Direction vs. Distance	2.414	0.966 ^{ns}

^{ns}= not significant; *= significant by the F test at the 5% level of significance.

Table 2. Mean length and width and standard deviation of the diaspores of *Apuleia leiocarpa*.

Peltophorum dubium, and *Jacaranda micrantha* collected in the Chapecó National Forest during the 2014/2015 dispersion period. Total diaspores by species = 100. Chapecó, Santa Catarina State, Southern Brazil, 2015.

Species	Length (cm)	Width (cm)
<i>Apuleia leiocarpa</i>	4.0 ± 0.35 [§]	2.04 ± 0.32
<i>Peltophorum dubium</i>	7.3 ± 1.03	1.9 ± 0.26
<i>Jacaranda micrantha</i>	2.25 ± 0.19	1.5 ± 0.04

[§] = Mean ± standard deviation.

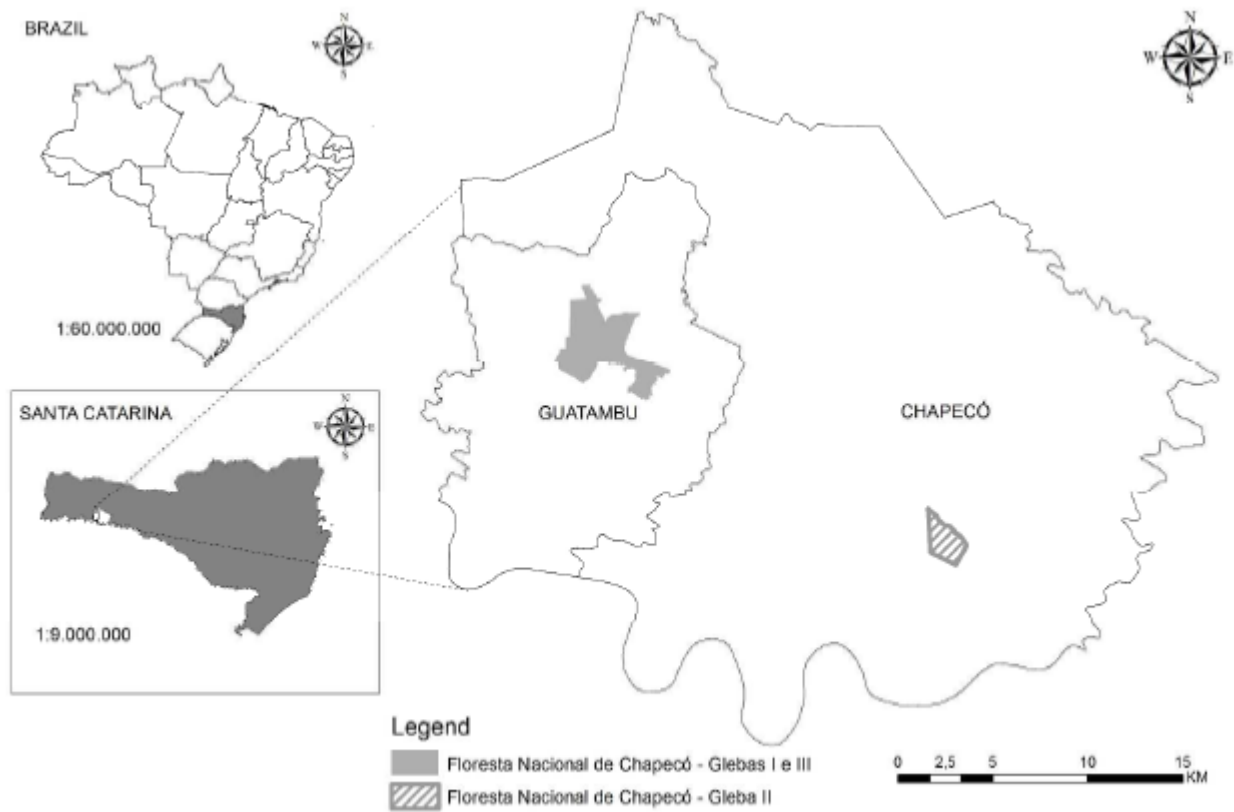
Figures

Fig. 1. Map of Brazil showing Floresta Nacional de Chapecó and the study area, Santa Catarina State, southern Brazil.

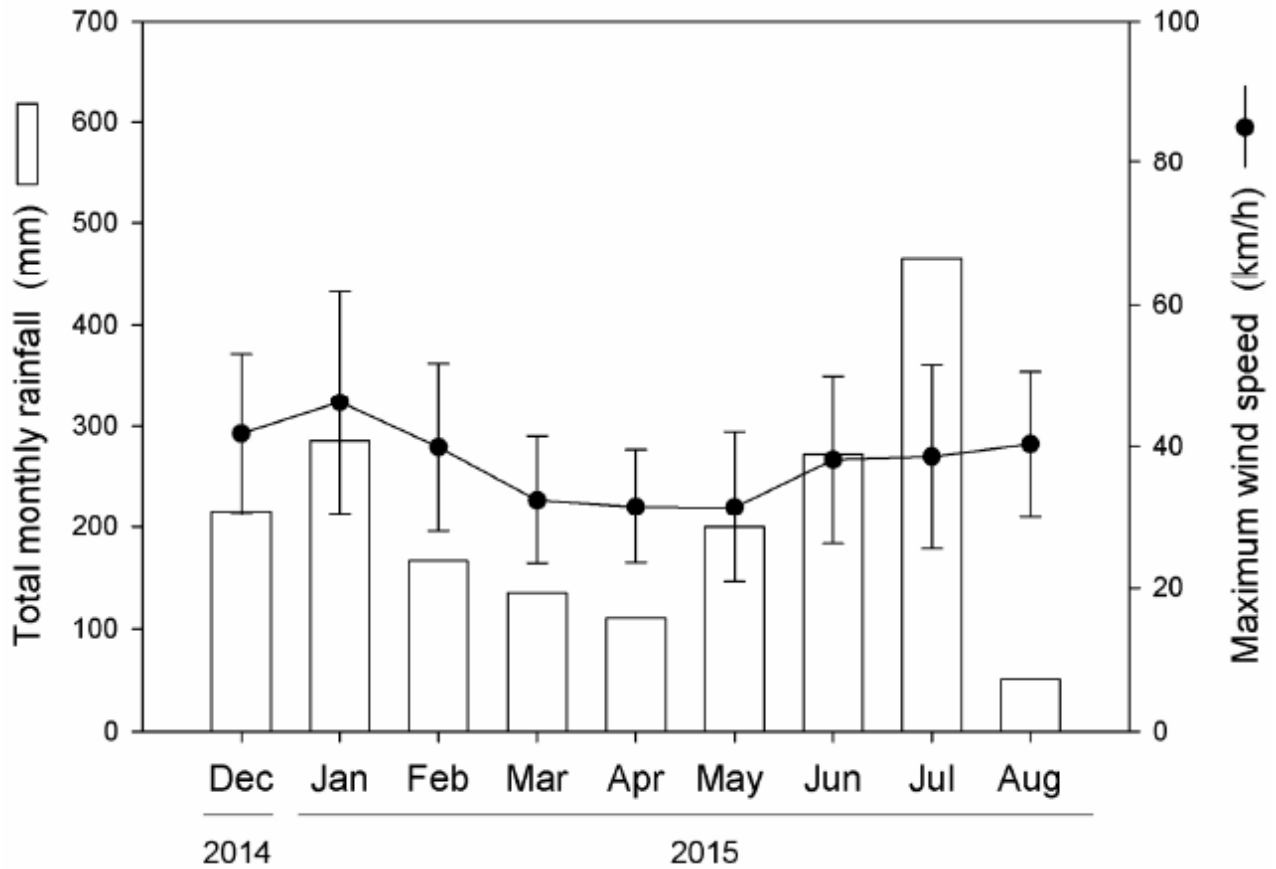


Fig. 2. Total monthly rainfall (mm) and maximum wind speed (km/h) in the municipality of Chapecó during the study period. Chapecó, Santa Catarina, 2015. The columns represent accumulated monthly precipitation (mm) and the points indicate the average values of the maximum wind speed. The bars indicate standard deviation.

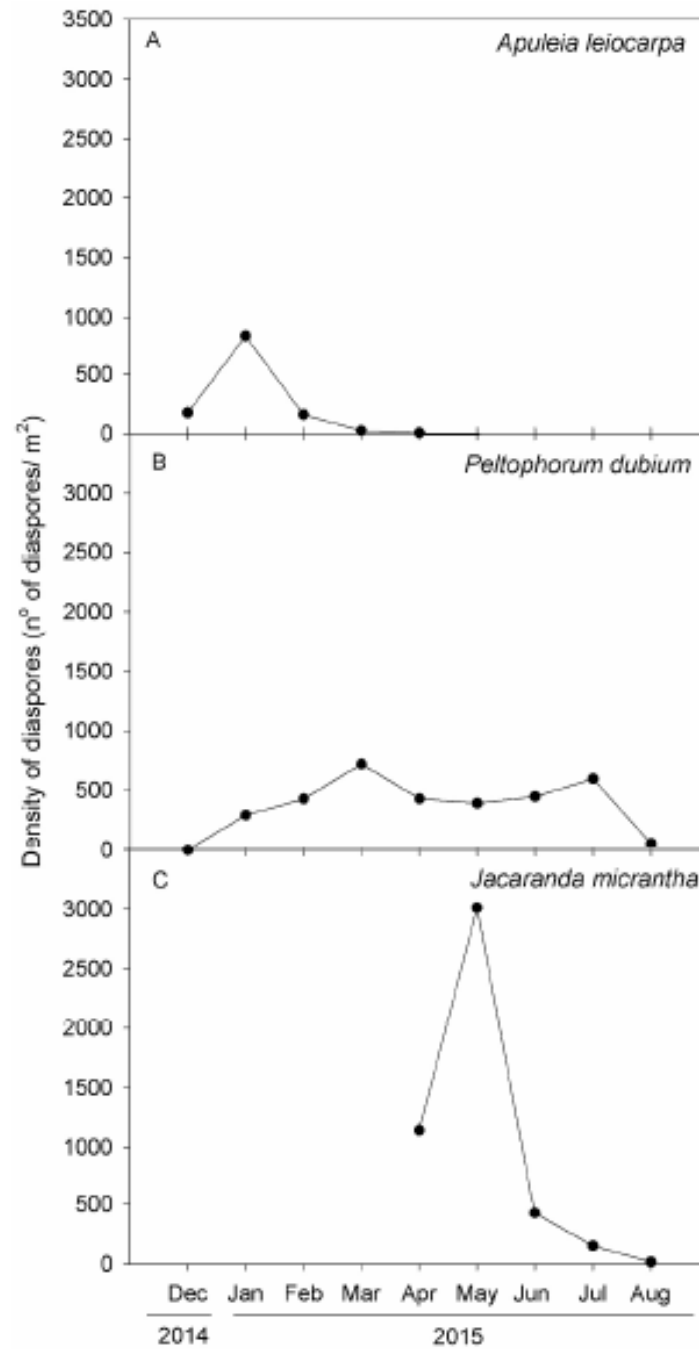


Fig. 3. Total diaspore density of *Apuleia leiocarpa* (full circles), *Peltophorum dubium* (empty circles), and *Jacaranda micrantha* (full triangles) collected in 2014/2015 during the months of dispersion of the species in Floresta Nacional de Chapecó. Chapecó, Santa Catarina State, Southern Brazil, 2015.

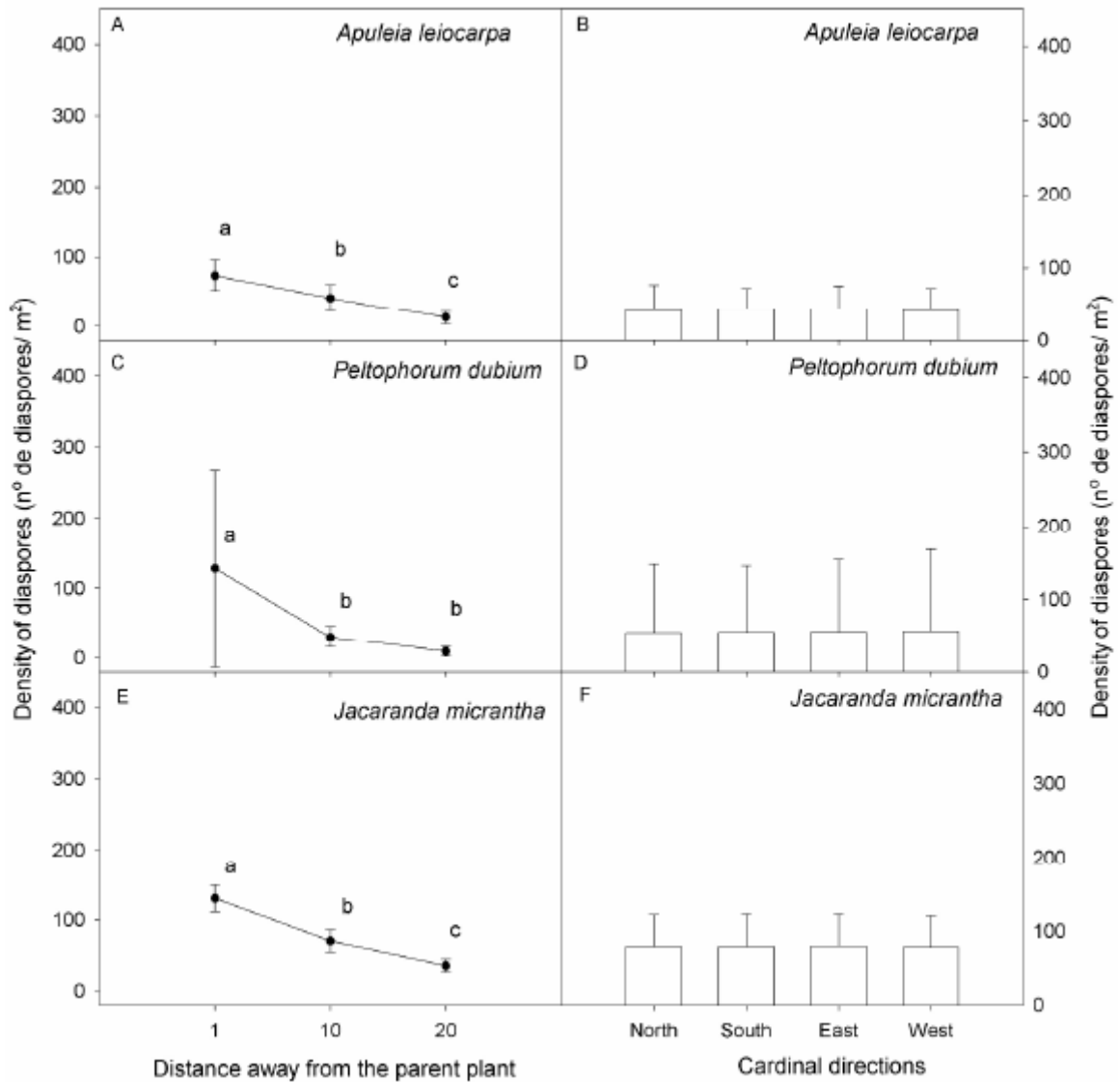


Fig. 4. Density (number of diaspores/m²) and standard deviation of diaspores of *Apuleia leiocarpa* (A and B), *Peltophorum dubium* (C and D), and *Jacaranda micrantha* (E and F) as a function of distance from the mother plant (A, C, and E) and the cardinal directions (B, D, and F) in Floresta Nacional de Chapecó. The absence of letters indicates the lack of significant difference and distinct letters show significant differences between means by Tukey's test ($P > 0.05$). Chapecó, Santa Catarina State, Southern Brazil, 2015.

CAPÍTULO 2

PREDAÇÃO E REMOÇÃO PÓS-DISPERSÃO DE DIÁSPOROS DE *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. E *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.¹

¹ Este capítulo encontra-se redigido em formato de artigo científico nas normas da revista Anais da Academia Brasileira de Ciências.

Predação e remoção pós-dispersão de diásporos de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Leone Genz¹ e Camila Kissmann^{2*}

RESUMO

Os processos de predação e remoção pós-dispersão atuam como filtro sobre a chuva de sementes uma vez que influenciam a densidade, a distribuição das sementes e o estabelecimento das plântulas. Este estudo foi realizado com o objetivo de investigar como a predação e remoção pós-dispersão dos diásporos de *Apuleia leiocarpa* e *Peltophorum dubium* são influenciadas pela proximidade da planta parental. Para cada espécie foram consideradas cinco plantas adultas e sob cada indivíduo foram instaladas duas estações experimentais (compostas por 50 diásporos), sendo uma a 1m da planta mãe e outra a 20m. As estações foram visitadas semanalmente, sendo registrado o número de diásporos presentes em um raio de cinco metros ao redor de cada estação. Os diásporos registrados nas observações foram classificadas em: (i) intactos, (ii) germinados, (iii) predados, (iv) fungados e (v) removidos. Os dados de cada categoria de dano, sob e distante da copa da planta parental foram comparados pelo teste t de Student ($P > 0.05$). A distância da planta parental influenciou a predação de diásporos de ambas as espécies. Maiores quantidades de diásporos intactos e germinados foram observados a 20m do que a 1m da planta mãe, sendo o inverso observado para a predação e remoção de diásporos.

Palavras-chave: predação de diásporos, hipótese de Janzen-Connell, Floresta Estacional Decidual, espécies anemocóricas emergentes.

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Rua Senador Atilio Fontana, 591-E, 89.809-000, Chapecó, SC, Brazil.

² Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rua Prof. Dr. Antonio Celso Wagner Zanin, s/nº 18.618-689, Botucatu, SP, Brazil.

*Corresponding author: camilakissmann@ibb.unesp.br

ABSTRACT

The processes of predation and post-dispersion removal act as a filter on seed rain once they influence the density, distribution of seeds and establishment of seedlings. This study was carried out with the objective of investigating how the predation and post-dispersion removal of the *Apuleia leiocarpa* and *Peltophorum dubium* diaspores are influenced by the proximity of the parent plant. For each species five adult plants were considered and under each plant two experimental stations (composed of 50 diaspores) were installed, being one installed at 1m from the mother plant and another at 20m. The stations were visited weekly, and the number of diaspores present within a radius of five meters around each station was recorded. The diaspores recorded in the observations were classified as: (i) intact, (ii) germinated, (iii) predated, (iv) sniffed and (v) removed. The data of each damage category, under and away from the canopy of the parent plant were compared by the Student t test ($P > 0.05$). The distance from the parent plant influenced the predation of diaspores of both species. Larger numbers of intact and germinated diaspores were observed at 20m than at 1m from the parent plant, and the reverse was observed for predation and removal of diaspores.

Key words: predation of diaspores, Janzen-Connell hypothesis, Deciduous Seasonal Forest, emergent anemocoric species.

INTRODUÇÃO

A predação de diásporos pode ser classificada em predação pré-dispersão, quando ocorre na planta mãe, antes de os diásporos serem liberados, e predação pós-dispersão, quando ocorre após a liberação dos diásporos da planta mãe (Fenner e Thompson 2005). A comunidade de predadores, assim como a intensidade da predação, tanto pré quanto pós-dispersão, varia em função da localidade, do ano e das espécies (Fenner e Thompson 2005; Mendoza e Dirzo 2007). A predação pré-dispersão é realizada principalmente por insetos e não apresenta correlação com a densidade de sementes em ambientes florestais (Xu et al. 2015). Já a predação pós-dispersão é realizada por invertebrados que, em geral, predam sementes pequenas, e por vertebrados, capazes de predar

sementes maiores (Honek et al. 2005; Bartimachi et al. 2008) e pode apresentar correlação com a densidade de sementes. Segundo Janzen (1970) e Connell (1971) a elevada concentração de sementes e plântulas próximas à planta mãe atrai patógenos e predadores para estes locais, resultando em maior mortalidade de sementes e plântulas, do que quando comparado aos locais mais distantes (hipótese de Janzen/Connell).

Um estudo de meta-análise realizado por Hyatt et al. (2003) com trabalhos produzidos no período de 1970 a 1978 mostrou não haver suporte para o aumento da mortalidade de sementes com o aumento da proximidade da planta mãe. Entretanto, Comita et al. (2014) demonstraram, também por meio de um estudo de meta-análise, com dados publicados entre 1970 e 2013, que a mortalidade de sementes e plântulas é dependente da densidade e da distância da planta mãe. Contudo, estes autores ressaltam que a maior parte destes estudos foi realizada em Barro Colorado, no Panamá, ou em florestas temperadas próximas, havendo a necessidade da realização de estudos em outras regiões para saber se este padrão é representativo de outras florestas tropicais.

Após a dispersão primária os diásporos podem germinar imediatamente formando o banco de plântulas (Araújo et al. 2004), permanecer sobre ou enterrados no solo constituindo o banco de sementes (Fenner e Thompson 2005), ser secundariamente dispersos por fatores bióticos ou abióticos (Vander Wall et al. 2005), ou ainda sofrer predação (Honek et al. 2005) ou ataque de patógenos (Leishman et al. 2000). Assim, a coexistência de espécies de plantas nas florestas tropicais depende da interação entre a chegada de diásporos (chuva de sementes) e a predação dos diásporos e plântulas, além da competição por recursos do meio (Wright 2002).

Plantas anemocóricas emergentes, devido à altura de suas copas e ao fato de apresentarem diásporos aerodinâmicos, tendem a dispersar seus diásporos para locais distantes da planta mãe na presença do vetor vento (Horn et al. 2001; Giehl et al. 2007) escapando, assim, da intensa predação pós-dispersão presente nas proximidades da planta mãe (Janzen 1970; Connell 1971). Além disso, estes diásporos também podem ser removidos ou secundariamente dispersos para áreas distantes da planta mãe (Schurr et al. 2005).

A densidade e composição de espécies em determinada área são influenciadas pelo balanço entre a entrada e a saída de diásporos do banco de sementes do solo (Almeida-Cortez 2004). Logo, conhecer a dinâmica de saída dos diásporos das diferentes espécies do banco de sementes é necessário para prever o recrutamento destas espécies. Neste sentido, este trabalho foi realizado com o objetivo de investigar como a predação e a remoção pós-dispersão dos diásporos de *Apuleia leiocarpa* e *Peltophorum dubium* são influenciadas pela proximidade da planta mãe. Para tanto buscou-se responder as seguintes questões: *i*) a dispersão dos diásporos anemocóricos destas espécies para locais afastados da planta mãe contribui para o escape da predação? *ii*) a remoção dos diásporos do banco de sementes do solo ao longo do tempo é semelhante em local próximo e distante da planta mãe?

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um fragmento de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual na Floresta Nacional (FloNa) de Chapecó, localizada nos municípios de Chapecó e Guatambu, na região Oeste do Estado de Santa Catarina (ICMBio 2013) (Figura 1). O clima da região Oeste de Santa Catarina é classificado pelo sistema de Köppen (1948) como Cfa (mesotérmico subtropical úmido). A temperatura média anual na região varia de 17 a 20°C e a precipitação média fica entre 1700 a 1900 mm, distribuída de forma regular durante todo o ano (Santa Catarina 2002).

Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F. Macbr. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. fazem parte do grupo de espécies emergentes da Floresta Estacional Decidual. Ambas as espécies pertencem à família Fabaceae e têm como unidade de dispersão os frutos que são classificados como legumes samaróides (Filardi et al. 2009). Os frutos de *A. leiocarpa* apresentam entre 1,5 e 6 cm de comprimento e 1,4 e 2,5 cm de largura, com uma ou duas sementes por fruto, enquanto que os de *P. dubium* apresentam entre 4 e 9,5 cm de comprimento e 1 e 2,5 cm de largura, com uma a quatro sementes dispostas no sentido longitudinal (Carvalho 2003).

Para a coleta dos diásporos foram instalados, durante o período de dispersão destes, 60 coletores com 1 m², confeccionados com madeira e tela de nylon com malha de 1 mm. Para avaliar a predação e remoção pós-dispersão, germinação e ataque de fungos foram instaladas “estações de observação” usando os diásporos que foram coletados. Cada estação de observação consistiu de 50 diásporos, distribuídos aleatoriamente em uma área de 1 m². Duas estações experimentais foram instaladas em cada planta mãe, sendo uma localizada embaixo da copa da planta (1 metro de distância do tronco) e outra 20 metros (m) distante desta (sendo esta distância contada a partir do final da área de projeção de copa). As estações experimentais foram instaladas individualmente para cada espécie ao final do pico de dispersão, sendo utilizados somente os diásporos que se apresentavam intactos e sem nenhum tipo de dano. As estações experimentais foram instaladas em janeiro e em maio de 2015 para *A. leiocarpa* e *P. dubium*, respectivamente, e visitadas semanalmente durante o período de 90 dias. Os diásporos utilizados nas estações experimentais foram marcados com tinta a óleo branca (resistente a água das chuvas) para facilitar a identificação dos mesmos e evitar que fossem confundidos com outros diásporos da mesma espécie que pudessem ser dispersos no mesmo local.

Durante as visitas semanais os diásporos encontrados no raio de cinco metros foram classificados nas seguintes categorias: (i) intactos, sem sinal de predação ou germinação; (ii) germinados, quando apresentavam protrusão da raiz primária pela parede do fruto; (iii) predados, quando apresentavam qualquer tipo de dano mecânico; e (iv) fungados, quando mais de 50% da superfície dos diásporos estava colonizada por fungos. Os diásporos que não foram encontrados dentro desta área foram considerados como removidos, totalizando cinco categorias de classificação. Para cada espécie foi calculada a porcentagem de diásporos em cada categoria, em ambos os sítios de localização das estações de observação. O experimento foi realizado com cinco repetições (estações de observação) para cada espécie, em cada distância da planta mãe (sob a copa e distante da copa). Os dados foram comparados pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Adicionalmente ao experimento de campo, considerando que os diásporos são legumes samaróides e que, portanto, as sementes são dispersas dentro do fruto, analisou-se comparativamente a capacidade germinativa dos frutos e das sementes de *A. leiocarpa* e *P. dubium*, por meio de testes de germinação realizados em laboratório. Frutos e sementes destas espécies foram colocados para germinar em caixas gerbox (13 x 13 x 4 cm) sob papel mata-borrão umedecido com água destilada, as quais foram colocadas em câmaras de germinação tipo BOD, sob temperatura constante de 25°C e luz contínua. Para cada espécie foi calculada a porcentagem de germinação. Os testes de germinação foram realizados em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições de 25 frutos e 25 sementes para *A. leiocarpa* e quatro repetições de 25 frutos e 25 sementes para *P. dubium*. Os dados de germinação de *A. leiocarpa* foram comparados por teste t de Student ($P > 0.05$). Para *P. dubium* não houve germinação dos frutos e, portanto, os dados não foram submetidos à análise estatística, sendo expresso somente o valor da porcentagem de germinação das sementes.

RESULTADOS

Ambas as espécies tiveram maior percentual de diásporos intactos e germinados a 20 m da planta mãe do que sob a copa desta (1 m), onde houve elevado percentual de diásporos predados e removidos. A proporção de diásporos que apresentavam mais de 50% da superfície tomada por fungos foi similar nas duas distâncias (Figura 1).

Sob a copa da planta mãe 49% dos diásporos de *A. leiocarpa* foram removidos e 28% foram predados. Já a 20 m as maiores porcentagens foram observadas para diásporos intactos (40%) e removidos (32%). Para a espécie *P. dubium* a 1 m da planta mãe foi observada maior proporção de diásporos predados (38%), seguidos dos diásporos intactos (32%) e removidos (25%), porém, nas estações de observação instaladas a 20 metros da planta mãe mais de 60% dos diásporos permaneceram intactos (Figura 1).

Embora a quantidade de diásporos que permaneceram intactos até 90 dias após a instalação do experimento tenha sido maior no ponto mais distante da planta mãe (Figura 1), a variação no número destes diásporos exibiu um padrão similar para cada espécie nas duas distâncias estudadas, ou seja, o padrão de remoção dos diásporos que chegam ao solo, seja por germinação, predação, remoção ou ataque de fungos foi semelhante, tanto nas proximidades da planta mãe, quanto distante dela (Figura 2). A proporção dos diásporos intactos de *A. leiocarpa* apresentou quedas acentuadas nos períodos que coincidiram com os picos de remoção, os quais ocorreram dos 28 aos 42 dias e aos 74 dias, em ambos os pontos (1 e 20 m) (Figuras 2A, C). Já para *P. dubium* a redução no número de diásporos intactos ocorreu de maneira gradual, tanto sob a copa quanto a 20 m, exceto ao final do experimento quando foi observada queda acentuada na quantidade de diásporos intactos e aumento na proporção de diásporos germinados e predados (Figuras 2B, D).

Em condições de laboratório, a germinação de *A. leiocarpa* ocorreu tanto quando as sementes foram mantidas dentro dos frutos (15%) como quando estas foram removidas do interior destes (27%) (Figura 3A), enquanto que para *P. dubium* só foi observada germinação quando as sementes foram removidas dos frutos (Figura 3B), apresentando 32% de germinação (Figura 3).

DISCUSSÃO

A redução nos processos de predação e remoção pós-dispersão, que foram mais intensos sob a copa da planta mãe, resultou em maior proporção de diásporos intactos e germinados a 20 m da planta mãe. A germinação, em conjunto com os processos de predação e remoção constituem as principais vias de saída de diásporos do solo (Almeida-Cortez 2004), porém, estes processos têm efeitos diferentes sobre o recrutamento vegetal. A germinação possibilita a colonização da área onde o diásporo foi depositado, enquanto que a remoção pode tanto representar a possibilidade para colonizar novas áreas como resultar em morte do embrião por predação (Vander Wall et al. 2005).

Não é possível afirmar se os diásporos removidos das estações de observação foram predados e/ou consumidos ou secundariamente dispersos por agentes secundários bióticos (como

formigas, besouros, roedores, etc.) ou abióticos (água, vento) (Vander Wall et al. 2005; Schurr et al. 2005). Apesar alguns autores considerarem a remoção de sementes e/ou diásporos como sinônimo de predação (Moles et al. 2003), Vander Wall et al. (2005) alertam para o fato de que a remoção pode ser apenas uma etapa adicional ao processo de dispersão e não necessariamente implica na mortalidade e consumo do diásporo. As formigas são reconhecidas há muito tempo como responsáveis por rearranjar a chuva de sementes gerada pelos dispersores primários e influenciar a distribuição espacial das populações de plantas (Roberts e Heithaus 1986). Embora esta dispersão esteja primariamente relacionada às plantas que produzem frutos carnosos (Farnese et al. 2011) ou sementes com elaiossomos (Van Der Pijl 1982), tem-se relatos de dispersão de diásporos não mirmecócóricos (sem polpa ou elaiossomos) por formigas (Farnese et al. 2011). Logo, essas podem ter contribuído para a remoção secundária dos diásporos neste estudo. Contudo, considerando que os diásporos de *A. leiocarpa* e *P. dubium* são frutos secos e suficientemente leves para serem carregados pelo vento (uma vez que são anemocóricos), e que estes estavam dispostos sobre a superfície do solo, a maior probabilidade é de que tenham sido removidos pelo vento ou pela água das chuvas (Schurr et al. 2005). Estes picos corresponderam às avaliações realizadas em fevereiro e março, meses em que o município de Chapecó registrou pluviosidade mensal acumulada de 166,4 e 134,8 mm e a velocidade média dos ventos de 40 e 33 Km/h respectivamente (Epagri/Ciram s/a). Chambers e MacMahon (1994) ressaltam que o vento pode alterar a sombra de sementes a ponto de ser mais importante do que a dispersão primária em relação à distribuição espacial das plantas.

A elevada remoção de diásporos de *P. dubium* próximo à planta mãe, observada no presente estudo, pode explicar o seu padrão de distribuição uniforme na FloNa de Chapecó, conforme observado por Bordin (2015), uma vez que a dispersão secundária altera a sombra de sementes resultante da dispersão primária (Schurr et al. 2005). Entretanto, apesar de também ter sido observada elevada remoção de diásporos de *A. leiocarpa* próximo à planta mãe, esta espécie tende a apresentar padrão agregado de distribuição (Silva et al. 2004). Estudos futuros poderão auxiliar a

elucidar se a agregação desta espécie ocorre em decorrência de danos causados pela remoção das sementes ou se a remoção se dá por dispersores específicos.

O aumento na quantidade de diásporos intactos a 20 metros da planta mãe possivelmente reflete a menor concentração de predadores desta espécie nessas áreas, corroborando a hipótese de Janzen /Connell, segundo a qual a predação dos diásporos é elevada nas proximidades da planta mãe em decorrência da maior abundância de predadores nestes locais devido a maior disponibilidade de alimento (Janzen 1970; Connell 1971). No presente estudo, as estações de observação foram instaladas ao final do pico de dispersão dos diásporos, e a abundância de recurso foi igual nas duas distâncias da planta mãe, o que permite inferir que a maior predação próximo à planta mãe possa ter ocorrido em consequência do aprendizado dos predadores em relação à fonte de recurso (Janzen 1970, 1971; Honek et al. 2005).

Os dados observados sugerem que o recrutamento de *A. leiocarpa* e *P. dubium* ocorre com maior sucesso em áreas distantes da planta mãe, porém, estudos futuros deverão ser realizados para avaliar a sobrevivência das plântulas nestes locais, uma vez que estas correspondem a um estágio frágil e vulnerável do ciclo de vida das plantas, altamente susceptível à predação por apresentarem pequena quantidade de tecidos lignificados, o que as tornam mais palatáveis para os herbívoros (Fritz et al. 2001).

A redução da proporção de diásporos predados e removidos possibilitou o aumento da proporção de diásporos germinados a 20 m da planta mãe, pois quanto maior a proporção de diásporos intactos maior a probabilidade de que eles germinem. Contudo, apesar *A. leiocarpa* e *P. dubium* apresentarem 40 e 60% de diásporos intactos a 20 m da planta mãe, respectivamente, a taxa de germinação destes diásporos foi de apenas 12 e 10%, o que pode estar relacionado com o baixo percentual de diásporos fungados.

As sementes de *A. leiocarpa* e *P. dubium* possuem tegumento duro e resistente e requerem escarificação química (com ácido sulfúrico) ou mecânica para germinarem em condições de laboratório (Souza et al. 1994; Salerno et al. 1996; Oliveira et al. 2003). Na natureza, a superação

deste tipo de dormência (física) em sementes de espécies tropicais se dá pela ação de microrganismos, pela exposição destas à alta temperatura ou ao fogo, ou pela passagem das sementes pelo trato digestivo de animais (Larcher 2000; Baskin e Baskin 2001). Considerando que a área de estudo compreende uma área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual, as sementes não estiveram expostas à altas temperaturas nem ao fogo (comum no Cerrado) e, por não apresentar frutos carnosos é pouco provável que as sementes sejam consumidas por vertebrados. Logo, infere-se que a superação da dormência nestas sementes na FloNa de Chapecó esteja condicionada à ação de microrganismos e, desta forma, a baixa germinação das sementes em condições naturais seria um reflexo do baixo número de diásporos fungados.

Testes de germinação realizados em laboratório são importantes para avaliar o potencial germinativo dos lotes de sementes, uma vez que são realizados sob condições ideais de temperatura e umidade (Silva e Cicero 2014). Entretanto, a germinação observada em laboratório não reflete a germinação que será encontrada em condições naturais a campo, onde não se tem controle dos fatores ambientais e os diásporos estão sujeitos a amplitudes térmicas (Baskin et al. 2006; Kissmann e Habermann 2014). Kissmann e Habermann (2014) observaram que a simulação da oscilação diária de temperatura do local de coleta dos pinhões em câmaras de germinação com rampas e patamares aumentou a germinação destes diásporos em 40% em relação à temperatura fixa que apresentou maior germinação, que foi a de 25° C. No entanto, no presente estudo, a porcentagem de germinação dos diásporos de *A. leiocarpa* observada em campo (a 20 m da planta mãe) e em laboratório, sob temperatura constante de 25° C, foram semelhantes (entre 12 e 15%) indicando que a flutuação térmica em condições naturais não foi suficiente para aumentar a porcentagem de germinação destes diásporos.

O período de observação deste estudo (90 dias) foi suficiente para que as sementes de *A. leiocarpa* expressassem o seu potencial germinativo em laboratório, fato este indicado pela estabilização da curva de germinação e que corrobora informações de outros trabalhos (Nicoloso et

al. 1997; Felippi et al 2012). O potencial germinativo destas sementes expresso em condições de laboratório neste estudo, que foi próximo à 30%, assemelha-se aos valores observados por Nicoloso et al. 1997 para as sementes não escarificadas, germinadas em condições de laboratório. Porém, Felippi et al. (2012) observaram variação de 13 a 96% no potencial germinativo das sementes de *A. leiocarpa* entre diferentes matrizes na Floresta Estacional Decidual, o que sugere a influência de fatores genéticos e micro ambientais no potencial germinativo da mesma.

A parede dos frutos pode representar uma barreira física adicional para embebição de água das sementes. Santiago e Paoli (1999) demonstraram que os frutos de *P. dubium* possuem endocarpo lignificado, o que, segundo os autores, representa uma barreira adicional a ser vencida pela ação dos fatores ambientais e de microrganismos do solo em condições naturais. A inexistência de estudos anatômicos e/ou ontogenéticos dos frutos de *A. leiocarpa* na literatura limitam o entendimento da participação do pericarpo na manutenção da dormência e/ou no processo germinativo das sementes desta espécie. Entretanto, a ocorrência de germinação das sementes de *A. leiocarpa* dentro dos frutos e ausência de germinação das sementes de *P. dubium* nesta condição em laboratório sugere a existência de diferenças no pericarpo destas espécies apesar de ambas pertencerem à mesma família e apresentarem o mesmo tipo de fruto, legume samaróide.

Os frutos de Fabaceae podem apresentar mesocarpo de natureza parenquimática, colenquimática e/ou esclerenquimática e endocarpo formado por células epidérmicas, esclerenquimáticas ou esclerenquimáticas e parenquimáticas (Appezato-da-Gloria e Carmello-Guerreiro 2006). Tal variação nas características dos tecidos que compõe as diferentes camadas do pericarpo resultam em diferentes permeabilidades do pericarpo à água e, conseqüentemente, influenciam o processo de embebição e germinação das sementes. Além disso, em geral, as células do pericarpo possuem compostos fenólicos, os quais protegem os frutos contra a ação de fungos e bactérias (Swain 1979) o que reflete o baixo percentual de diásporos fungados. No caso de *A. leiocarpa*, aparentemente o contato com água (em condição de laboratório) foi suficiente para possibilitar o amolecimento do tegumento e a embebição da semente ou a liberação dos compostos

fenólicos, enquanto que para os frutos de *P. dubium* o simples contato com a água não é suficiente pra modificar a limitação imposta pelo pericarpo.

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitem concluir que a dispersão dos diásporos destas espécies para locais afastados da planta mãe contribui para o escape da predação, porém o padrão de remoção dos diásporos que chegam ao solo, seja por germinação, predação, remoção ou ataque de fungos é semelhante em local próximo e distante da planta mãe, ou seja, a variação no número destes diásporos exibiu um padrão similar para cada espécie nas duas distâncias estudadas, sendo que a proporção dos diásporos intactos de *A. leiocarpa* apresentou quedas acentuadas em ambos os pontos (1 e 20 m), enquanto que para *P. dubium* a redução no número de diásporos intactos ocorreu de maneira gradual tanto sob a copa quanto a 20 m.

REFERÊNCIAS

- Almeida-Cortez JS. 2004. Dispersão e Banco de Sementes. In: Ferreira, AG.; Borghetti, F. (Orgs.). Germinação: Do básico ao aplicado, Porto Alegre: Artmed, Porto Alegre, BR, p. 225-236.
- Appezato-da-Gloria B and Carmello-Guerreiro SM. 2006. Anatomia Vegetal, 2ª ed., Viçosa: Editora UFV, Viçosa, BR, 439p.
- Araújo MM, Longhi SJ, Barros PLC and Brena DA. 2004. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes no solo e banco de plântulas em floresta estacional decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. Sci. For. 66:128-141.

Bartimachi A, Neves J and Pedroni F. 2008. Predação pós-dispersão de sementes do angico *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Leguminosae-Mimosoideae) em mata de galeria em Barra do Garças, MT. Rev. Bras. Bot. 31 (2): 215-225.

Baskin CC and Baskin JM. 2001. Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. London, Academic Press, 666 p.

Baskin CC, Thompson K and Baskin JM. 2006. Mistakes in germination ecology and how to avoid them. Seed Sci. Res. 16: 165–168.

Bordin KM. 2015. Síndromes de dispersão e distribuição espacial de espécies arbóreas em uma floresta de transição no sul do Brasil. 2015. Monografia Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, Brasil.

Carvalho PER. 2003. Espécies Arbóreas Brasileiras. 1 ed. Brasília, EMBRAPA.

Chambers JC and Macmahon JA. 1994. A day in the life of a seed – movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. Annu. Rev. Ecol. Syst. 25: 263–292.

Comita LS, Queenborough SA, Murphy JS, Eck JL, Xu K, Krishnadas M, Beckman N and Zhu Y. 2014 Testing predictions of the Janzen–Connell hypothesis: a meta- analysis of experimental evidence for distance and density-dependent seed and seedling survival. J. Ecol. 102 (4): 845–856.

Connell JH. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: Den Boer P, Gradwell, G. (eds.). Dynamics of populations Wageningen, Center for Agricultural Publishing and Documentation. p. 298-313.

Epagri / Ciram - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. Obtido via solicitação de informações. Disponível em: <http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=226>.

Felippi M, Maffra CRB, Cantarelli EB, Araújo MM, Longhi SJ. 2012. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. Cienc. Florest. 22 (3): 477-491.

Fenner M and Thompson K. 2005. The Ecology of Seeds. 1 ed. New York, University Press. 266p.

Filardi FLR, Garcia FCP and Okano RMC. 2009. Caesalpinioideae (Leguminosae) lenhosas na Estação Ambiental de Volta Grande, Minas Gerais, Brasil. Rev. Árvore 33 (6): 1071-1084.

Farnese FS, Campos FBF and Fonseca GA. 2011. Dispersão de diásporos não mirmecocóricos por formigas: Influência do tipo e abundância do diásporo. Rev. Árvore 35 (1): 125-130.

Fritz RS, Hochwender CG, Lewkiewicz DA, Bothwell S and Orians C M. 2001. Seedling herbivory by slugs in a willow hybrid system: developmental changes in damage, chemical defense, and plant performance. Oecologia 129: 87-97.

Giehl ELH, Athayde EA, Budke JC, Gesing J PA, Einsiger SM and Canto-Dorow TS. 2007. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. Acta Bot. Bras. 21 (1): 137-145.

Honek A, Martinkova Z and Saska P. 2005. Post-dispersal predation of *Taraxacum officinale* (dandelion) seed. *J. Ecol.* 93 (2): 345-352.

Horn HS, Nathan R and Kaplan SR. 2001. Long-distance dispersal of tree seeds by wind. *Ecol. Res.* 16 (5): 877-885.

Hyatt LA et al. 2003. The distance dependence prediction of the Janzen-Connell hypothesis: a meta-analysis. *Oikos* 103 (3): 590–602.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade. 2013. Plano de manejo da Floresta Nacional de Chapecó: Resumo Executivo. 2013. http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/flona_chapeco_pm_res_exec.pdf. 30 Jun. 2014.

Janzen DH. 1970. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. *Am. Nat.* 104 (940): 501-528.

Janzen DH. 1971. Seed predation by animals. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 2: 465-492.

Kissmann C and Habermann G. 2014. Different approaches on seed germination to look into global warming effects on *Araucaria angustifolia*. *Theor. Exp. Plant Physiol.* 26: 39–47.

Köppen W. 1948. *Climatología con un estudio de los climas de la Tierra*. Pánuco, Editora Fondo de Cultura Económica.

Larcher W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos, 531p.

Leishman MR, Masters GJ, Clarke IP and Brown VK. 2000. Seed bank dynamics: the role of fungal pathogens and climate change. *Funct. Ecol.* 14 (3): 293-299.

Mendoza E and Dirzo R. 2007. Seed-size variation determines interspecific differential predation by mammals in a neotropical rain forest. *Oikos* 116 (11): 1841–1852.

Moles AT, Warton DI and Westoby M. 2003. Do small-seeded species have higher survival through seed predation than larger-seeded species. *Ecology* 84 (12): 3148-3161.

Nicoloso FT, Garlet A, Zanchetti F and Sebem E. 1997. Efeito de métodos de escarificação na superação da dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento da grápia (*Apuleia leiocarpa*). *Cienc. Rural* 27 (3): 419-424.

Oliveira LM, Davide AC, Carvalho MLM. 2003. Avaliação de Métodos para Quebra de Dormência e para a Desinfestação de Sementes de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel)). *Rev. Árvore* 27 (5): 597- 603.

Roberts JT and Heithaus ER. 1986. Ants rearrange the vertebrate-generated seed shadow of a Neotropical fig tree. *Ecology* 67: 1046-1051.

Salerno AR, Schallenberger TCH and Stuker H. 1996. Quebra da dormência em sementes de Canafístula. *Agropecu. Catarin.* 9 (1): 9-11.

Santa Catarina. 2002. Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina/CIRAM. Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina.

http://www.ciram.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=708:atlas-climatologico&catid=2. 30 Jun. 2014.

Santiago EF and Paoli AAS. 1999. Morfologia do fruto e da semente de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (Leg-Caesalpinoideae). *Naturalia* 24: 139-152.

Schurr FM, Bond WJ, Midgley GF and Higgins SI. 2005. A mechanistic model for secondary seed dispersal by wind and its experimental validation. *J Ecol* 93 (5): 1017-1028.

Silva JA, Leite EJ, Silveira M, Nassif A and Rezende SJM. 2004. Caracterização florística, fitossociológica e regeneração natural do sub-bosque da Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF. *Cienc Florest* 14 (1): 121-132.

Silva VN, Cicero SM. 2014. Análise de imagens de plântulas para avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. *Hortic Bras* 32: 145-151.

Souza LAG, Varela VP and Batalha LFP. 1994. Tratamentos pré-germinativos em sementes florestais da Amazônia: VI – muirajuba *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. Var. *molaris* Spr. Ex Benth. (Leguminosae). *Acta Amaz* 24 (1): 81-89.

Swain T. 1979. Tanins and lignins. In: Rosenthal GA and Janzen DH (eds). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*. Academic Press, New York, pp. 657-674.

Vander Wall SB, Kuhn KM and Beck MJ. 2005. Seed removal, seed predation, and secondary dispersal. *Ecology* 86 (3): 801-806.

Van Der Pijl L. 1982. Principles of Dispersal in Higher Plants. 3ed. New York: Springer-Verlag, 215p.

Wright SJ. 2002. Plant diversity in tropical forest: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia* 130 (1): 1-14.

Xu Y, Shen Z, Li D and Guo Q. 2015. Pre-Dispersal Seed Predation in a Species-Rich Forest Community: Patterns and the Interplay with Determinants. *Plos One* 10 (11): e0143040.

FIGURAS

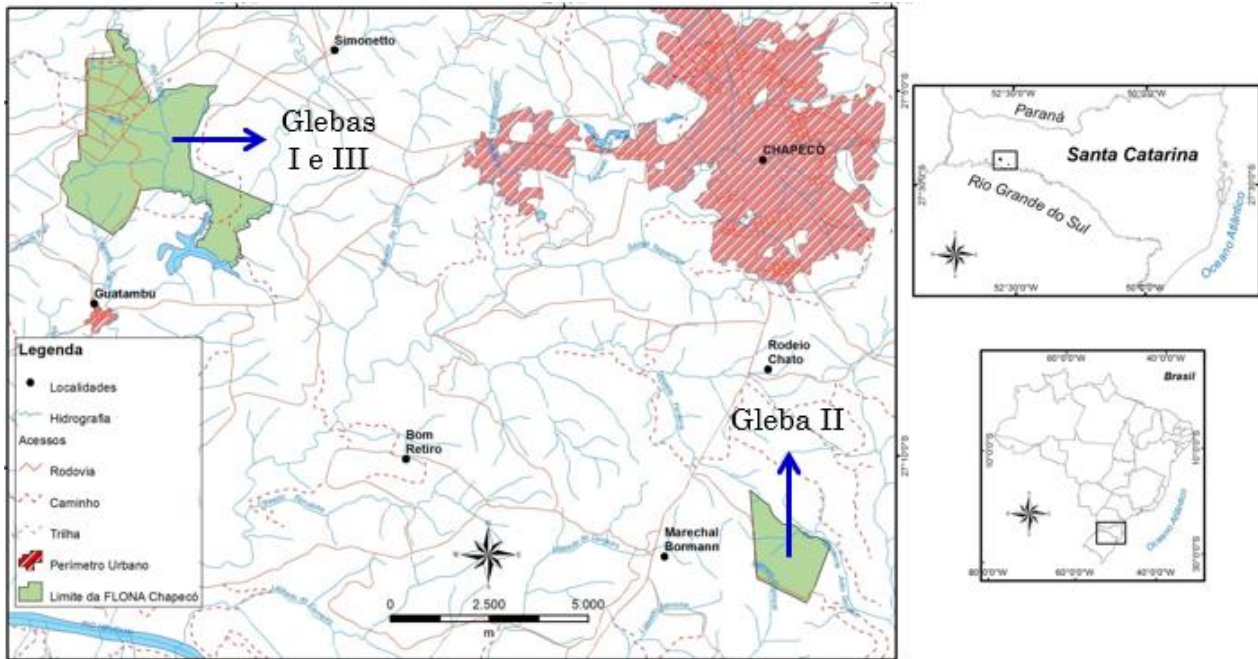


Figura 1. Localização da Floresta Nacional de Chapecó: glebas 1, 2 e 3.

Fonte: ICMBIO, 2013.

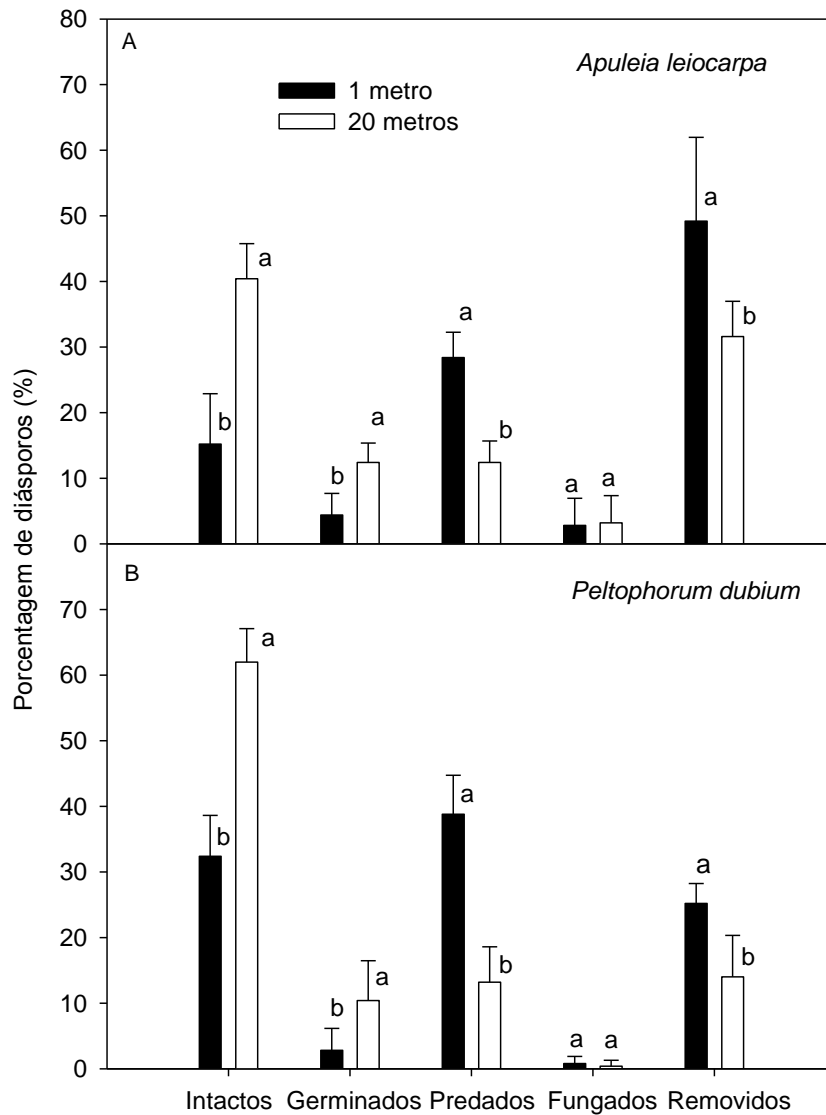


Figura 2. Porcentagem de diásporos de *Apuleia leiocarpa* e *Peltophorum dubium* intactos, germinados, predados, fungados e removidos aos 90 dias após a instalação do experimento, nas estações experimentais instaladas sob a copa (1 m do tronco da planta mãe) e distante da copa (20 m) da planta mãe, na FloNa de Chapecó (SC). Letras distintas indicam diferença entre as médias pelo teste t de Student ($p > 0.05$) (Linhas verticais = desvio padrão).

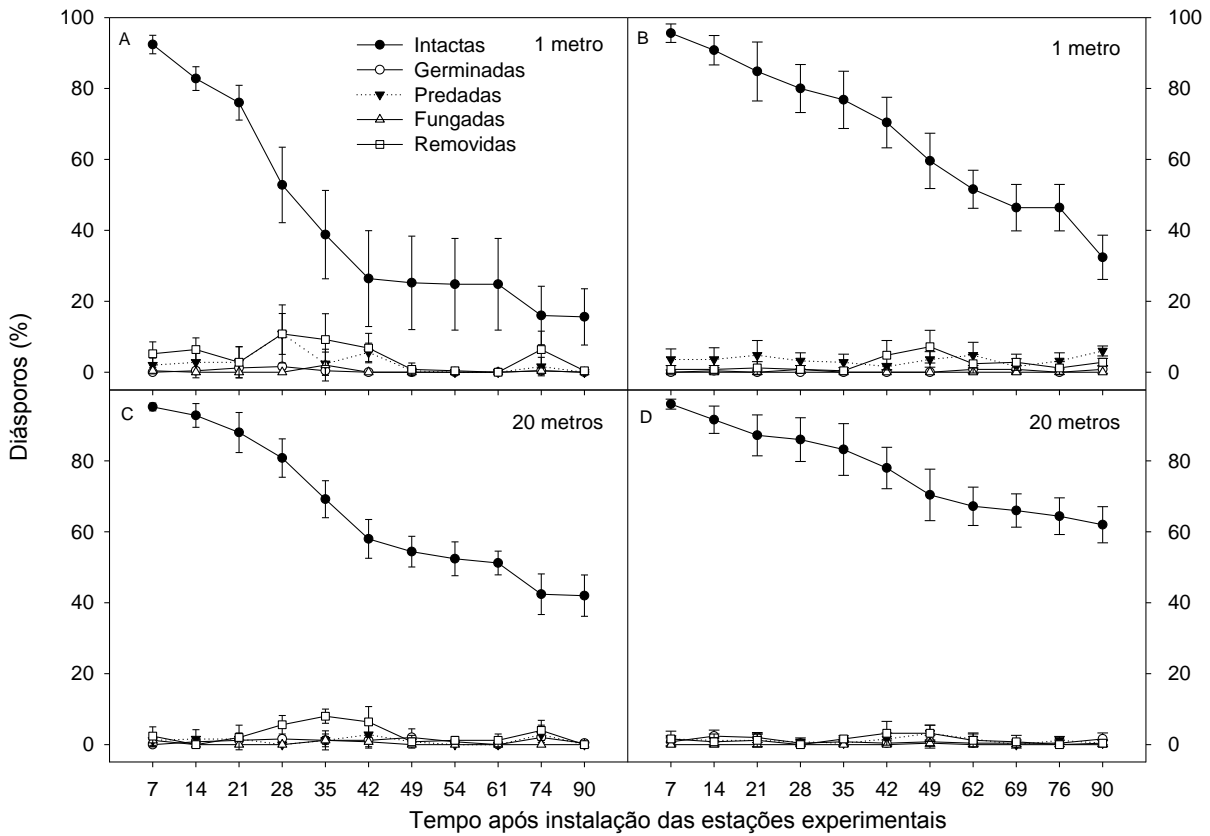


Figura 3. Porcentagem de diásporos de *Apuleia leiocarpa* (A e C) e *Peltophorum dubium* (B e D) (registrados nas diferentes categorias de classificação ao longo de 90 dias após a instalação das estações experimentais ($n=5$; Linhas verticais = desvio padrão)).

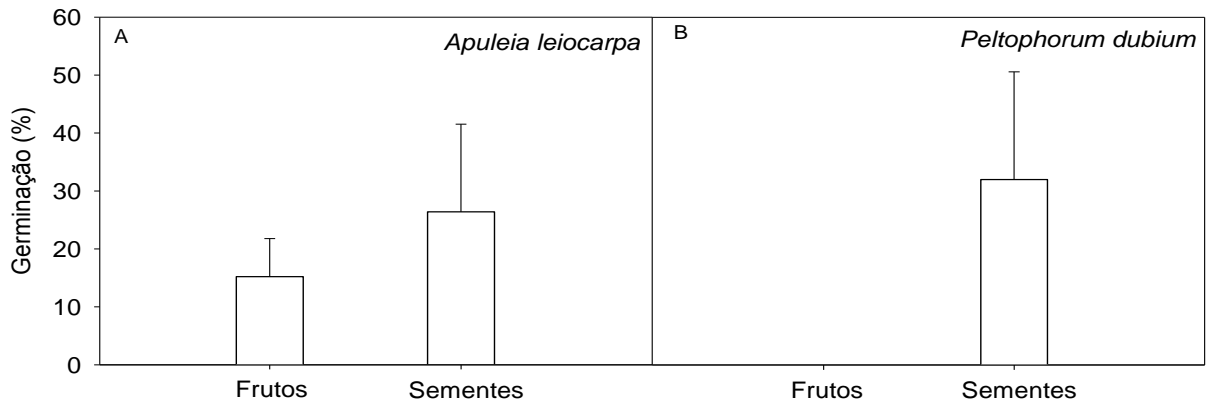


Figura 4. Germinação em laboratório de frutos e sementes de *Apuleia leiocarpa* ($n=5$) e *Peltophorum dubium* ($n=4$). A ausência de letras indica ausência de diferença significativa pelo teste t de Student ($p>0.05$). (Linhas verticais = desvio padrão).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora *A. leiocarpa*, *P. dubium* e *J. micrantha* apresentem diásporos suficientemente leves para serem carregados pelo vento não houve predomínio da dispersão em alguma direção cardinal, mas observou-se predomínio destes em locais próximos à planta mãe, sugerindo que estas espécies contribuem mais com a auto regeneração e manutenção da composição florística da área do que com a colonização de novas áreas. Todavia, dado o elevado percentual de remoção dos diásporos, tanto sob como distante da planta mãe, é possível que alguns diásporos sejam secundariamente dispersos e colonizem áreas perturbadas. Embora alguns autores considerem a remoção de diásporos como sinônimo de predação, a remoção dos diásporos pode ser apenas uma etapa adicional ao processo de dispersão sem implicar na mortalidade e consumo do diásporo. Como os diásporos de *A. leiocarpa* e *P. dubium* são frutos secos, não atrativos para animais e suficientemente leves para dispersão anemocórica, existe maior probabilidade de que tenham sido removidos pelo vento ou pela água das chuvas sendo carregados para locais distantes da planta mãe. Logo, a realização de estudos posteriores para averiguar o destino dos diásporos removidos poderá auxiliar no melhor entendimento do potencial destas espécies para colonizar novas áreas ou áreas perturbadas, como as clareiras.

Os resultados permitiram mostrar que os diásporos dispersos em áreas distantes da planta mãe escaparam em maior quantidade da predação realizada por predadores que ficam nas proximidades desta. Assim, a mortalidade de diásporos é consideravelmente maior nos arredores da planta mãe, sendo a hipótese de Janzen/Connell válida para *A. leiocarpa* e *P. dubium* no fragmento de Floresta Estacional Decidual na FloNa de Chapecó.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e Banco de Sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: Do básico ao aplicado**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 225-236.
- ARAÚJO, M. M. et al. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em floresta estacional decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 128-141, dez. 2004. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr66/cap13.pdf>. Acesso em: 11 jan.2017.
- AQUÍLA, M. E. A. Tipos de diásporos e suas origens. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: Do básico ao aplicado**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 69-94.
- AUGSPURGER, C. K. Morphology and dispersal potential of wind-dispersed diaspores of Neotropical trees. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 73, n. 3, p. 353–363, 1986.
- BARTIMACHI, A.; NEVES, J.; PEDRONI, F. Predação pós-dispersão de sementes do angico *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Leguminosae-Mimosoideae) em mata de galeria em Barra do Garças, MT. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 215-225, abr./jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v31n2/v31n2a04.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2016.
- BLATE, G. M.; PEART, D. R.; LEIGHTON, M. Post-dispersal predation on isolated seeds: a comparative study of 40 tree species in a Southeast Asian rainforest. **Oikos**, v. 82, n. 3, p. 522-538, set.1998.
- BRADSHAW, C. J. A. et al. Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing world. **Global Change Biology**, v.13, n. 11, p.1–17, nov. 2007.
- CABRAL, D.C.; CESCO, S. Notas para uma história da exploração madeireira na mata atlântica do sul-sudeste. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 33-48, jan./jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v11n1/03.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2017.
- CAPOBIANCO, J. P. R. (Org.). **Dossiê Mata Atlântica: Projeto Monitoramento Participativo da Mata Atlântica**. Brasília: Iphis Gráfica e Editora, 2001. 409 p. Disponível em: http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/54.pdf. Acesso em: 05 abr. 2014.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. 1 ed. Brasília: EMBRAPA, 2003. 1035 p.
- CESAR, L. F. (Org.) **Florestas do mundo: propostas para a sustentabilidade**. São Paulo: Instituto Pólis, 2003. 156 p.
- CHAMI, L. B. et al. Mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes de remanescente de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Rural**, Santa

Maria, v. 41 n. 2, p. 251-259, fev. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n2/a853cr2730.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2017.

COLOMBO, A. F.; JOLY, C. A. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 70, n. 3 (supl), p. 697-708, 2010. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/bjb/v70n3s0/02.pdf>>. Acesso em 10 jan. 2017.

COMITA, L. S. et al Testing predictions of the Janzen–Connell hypothesis: a meta-analysis of experimental evidence for distance and density-dependent seed and seedling survival. **Journal of Ecology**. London, v. 102, n. 4, p. 845–856, jun. 2014. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2745.12232/epdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

CONNELL, J. H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: DEN BOER, P; GRADWELL, G. (eds.). Dynamics of populations Wageningen, Center for Agricultural Publishing and Documentation. p. 298-313. 1971.

FELIPPI, M. et al. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 477-491, jul./set. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/6616/4017>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

FRAGOSO, J. M. V.; SILVIUS, K. M. CORREA, J. A. Long-distance seed dispersal by tapirs increases seed survival and aggregates tropical trees. **Ecology**, Washington, v.84, n. 8, p. 1998-2006, ago. 2003.

FRANCISCO, M. R.; LUNARDI, V. O.; GALETTI, M. Massive seed predation of *Pseudobombax grandiflorum* (Bombacaceae) by parakeets *Brotogeris versicolurus* (Psittacidae) in a forest fragment in Brazil. **Biotropica**, v. 34, n. 4, p. 613-615, dez. 2002.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005. Disponível em: http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/mapas_a3/uf_santa_catarina_A3.pdf. Acesso em: 07 out.. 2016.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2012-2013: Relatório técnico**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2014. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_2012-2013_relatorio_tecnico_2014.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2014.

GARDNER, T. A. et al. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Ecology Letters**, v. 12, n. 6, p. 561-582, jun. 2009. Disponível em: <[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Gardner_et_al-2009-Ecology_Letters%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Gardner_et_al-2009-Ecology_Letters%20(1).pdf)>. Acesso em: 14 jan. 2017.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. 1 ed. London: Academic Press, 1977. 892 p.

HONEK, A.; MARTINKOVA, Z.; SASKA, P. Post-dispersal predation of *Taraxacum*

officinale (dandelion) seed. **Journal of Ecology**, v. 93, n. 2, p. 345-352, abr. 2005. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2745.2005.00987.x/pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematic**, Chicago, v.13, p. 201-228, nov. 1982

HUBBELL, S. P. Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests. **Oikos**, v. 35, n. 2, p. 214-229, out. 1980.

HYATT, L. A. et al. The distance dependence prediction of the Janzen-Connell hypothesis: a meta-analysis. **Oikos**, v. 103, n. 3, p. 560-602, dez. 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Manual Técnico Da Vegetação Brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Departamento de Editoração e Gráfica do IBGE, 2012. 271p.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de manejo da Floresta Nacional de Chapecó**: Resumo Executivo. Florianópolis: ICMBio, 2013. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/flona_chapeco_pm_res_exec.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2014

JANZEN, D. H. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. **The American Naturalist**, Chicago, v. 104, n. 940, p. 501-528, nov./dez. 1970.

JANZEN, D. H. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, California, v. 2, p. 465-492, nov. 1971.

JANZEN, D. H. **Ecologia Vegetal nos Trópicos**. 7. ed. São Paulo: EPU, 1980. 79 p.

JONES, F. A., PETERSON, C. J.; HAINES, B. L. Seed predation in Neotropical pre-montane pastures: site, distance, and species effects. **Biotropica**, v. 35, n. 2, p. 219-225, jun. 2003.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas**: leguminosas. 1 ed. Santa Maria: Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 200p.

MARTINEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetatio**, New York, v. 107/108, n. 01, p. 299-318, jun. 1993.

MARTINS, L.; MARENZI, R. C.; LIMA, A. Levantamento e representatividade das Unidades de Conservação instituídas no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 33, p. 241-259, abr. 2015. Disponível em: <<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/36900-153362-2-PB.pdf>>. Acesso em: 12 jan. -2017.

MELO, F. P. L. et al. Priority setting for scaling-up tropical forest restoration projects: Early lessons from the Atlantic forest restoration pact. **Environmental Science and Policy**, v. 33, p. 395–404, nov. 2013. Disponível em:

<<http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/2013espv33n1p395-404.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403. p. 853-858, fev. 2000. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v403/n6772/pdf/403853a0.pdf>>. Acesso em 10 dez. 2016.

NAPPO, M. E.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Regeneração natural em sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth., implantados em áreas mineradas, em Poços de Caldas-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 297-307, jul./set. 2000.

NORGHAUER, J. M. et al. An experimental test of density and distant-dependent recruitment of mahogany (*Swietenia macrophylla*) in southeastern Amazonia. **Oecologia**, v. 148, n. 3 p. 437-446, mar. 2006.

PIMENTEL, D. S.; TABARELLI, M. Seed dispersal of the palm *Attalea oleífera* in remnant of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 36, n. 1, p. 74-84, mar. 2004.

QUINTELA, M. F. **Estudo do potencial de regeneração das espécies de uma floresta tropical de Tabuleiros, Linhares, ES**. 1996. 334 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SUDESUL-GERS-IBDF, 1988. 528 p.

RIBEIRO, C. V. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.142, n. 6, p. 1141-1153, jun. 2009. Disponível em <http://www.leec.eco.br/pdfs/Ribeiro_etal2009.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2016.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: Manual de dendrologia brasileira. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1978. 296 p.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral/GAPLAN. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 176 p.

SEVEGNANI, L.; SCHROEDER, E. (Orgs.) **Biodiversidade Catarinense**: características, potencialidades, ameaças. Blumenau: Edifurb, 2013. 250 p.

SALM, R. Invertebrate and vertebrate seed predation in the Amazonian palm *Attalea maripa*. **Biotropica**, v. 38, n. 4, p. 558-560, jul. 2006.

SIMIONI, K.; BELOTTI, A. (Org.). **Calendário Para Coleta de Sementes Florestais Nativas**: Bioma Mata Atlântica Região Sul. Chapecó: Argos, 2009. 63 p. (Documento Técnico).

SOBRAL, M. et al. **Flora Arbórea e Arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2 ed. São Carlos: Novo Ambiente, 2013, 362 p.

SWAMY, V.; TERBORGH, J. W. Distance-responsive natural enemies strongly influence seedling establishment patterns of multiple species in an Amazonian rain forest. **Journal of Ecology**, v. 98, n. 5, p. 1096-1107, set. 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2745.2010.01686.x/epdf>>. Acesso em 10 jan. 2017.

THOMAS, W. W. Conservation and monographic research on the flora of Tropical America. **Biodiversity Conservation**, v. 8, n. 8, p. 1007-1015, ago. 1999.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67-76, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/fullpaper?bn01110042010+pt>>. Acesso em: 16 dez. 2016.

UNFCCC- UN Framework Convention on Climate Change (2008). Report of the conference of the parties on its thirteenth session, held in Bali from 3 to 15 December 2007. General, 2008. 47 p. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06.pdf>>. Acesso em: jan. 2016.

UHLMANN, A. et al. Fitogeografia de Santa Catarina. In: VIBRANS, A.C. et al. (eds.) **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**. Vol. 1. Blumenau: Edifurb, 2012. p. 113-123. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Andre_De_Gasper/publication/235631982_Fitogeografia_de_Santa_Catarina/links/02e7e515f53591330d000000.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2017.

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. 3ed. New York: Springer-Verlag, 1982. 215 p.

VON ALLMEN, C.; MORELLATO, L. P. C.; PIZO, M. A. Seed predation under high seed density condition: the palm *Euterpe edulis* in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 20, n. 4, p. 471-474, jul. 2004. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/36115/WOS000222985200012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

WENNY, D. G. Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a neotropical montane tree. **Ecological Monographs**, v. 70, n. 2 p. 471-474, mai. 2000. Disponível em: <<http://users.wfu.edu/hillra7/seed%20sources/Wenny%202000.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2017.

WRIGHT, S. J.; DUBER, H. C. Poachers and forest fragmentation alter seed dispersal, seed survival, and seedling recruitment in the palm *Attalea butyracea*, with implications for tropical tree diversity. **Biotropica**, v. 33, n. 4, p. 583-595, mar. 2001. Disponível em: <http://www.eco-index.org/search/pdfs/273report_1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2017.

ZHANG, J. et al. Insect predation of seeds and plant population dynamics. University of Maine. **Maine Agricultural and Forest Experiment Station**, (Boletim técnico 163), fev. 1997. 32 p. Disponível em:

<http://digitalcommons.library.umaine.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1039&context=aes_techbulletin>. Acesso em: 15 jan. 2017.

ZIPARRO, V. B.; MORELLATO, L. P. C. Seed predation of *Virola bicuhyba* (Schott) Warb. (Myristicaceae) in the Atlantic forest of south-eastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 515-522, jul./set. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0100-84042005000300009&pid=S0100-84042005000300009&pdf_path=rbb/v28n3/29002.pdf&lang=en>. Acesso em 15 jan. 2017.