

DIEGO KÜSTER LOPES

**REMOÇÃO E PREDACÃO DE SEMENTES DE
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze PELA FAUNA EM
UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA
MISTA EM LAGES/SC**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Dr. Pedro Volkmer de Castilho.

**Lages, SC
2014**

L864r Lopes, Diego Küster
Remoção e predação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze pela fauna em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages/SC / Diego Küster Lopes. - Lages, 2014.
80 p.: il.; 21 cm

Orientador: Pedro Volkmer de Castilho
Bibliografia: p. 71-78
Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2014.

1. *Araucaria angustifolia*. 2. Remoção e predação de sementes. 3. Fragmento de Floresta Ombrófila Mista. I. Lopes, Diego Küster. II. Castilho, Pedro Volkmer de. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título

CDD: 634.9751 - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do CAV/ UDESC

DIEGO KÜSTER LOPES

**REMOÇÃO E PREDACÃO DE SEMENTES DE
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze PELA FAUNA EM
UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA
MISTA EM LAGES/SC**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

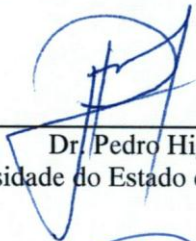
Banca Examinadora

Orientador:



Dr. Pedro Volkmer de Castilho
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro-interno:



Dr. Pedro Higuchi
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro externo:



Dr. Lucia Cecatto de Lima
Universidade do Planalto Catarinense

Lages, 30 de maio de 2014.

À

Antônio Jocil de Souza Lopes
(*in memoriam*), exemplo de
retidão, caráter e dignidade.
Virtudes que norteiam minha
vida.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo amparo incondicional nas situações de provação pelas quais passei durante minha vida e especialmente nesta jornada que concluo.

A minha esposa Sulamita e meus filhos Eduardo e Lucas, pela compreensão nas horas de ausência em que despendi minha atenção para algo alheio a suas vidas, mas que com certeza trará frutos para todos num futuro próximo. Pelo apoio e incentivo nos dias de trabalho à campo também agradeço.

À Bernardete e Jocil, meus pais, que me educaram para ser uma pessoa de bem, simples e humilde. Não há nada no mundo mais valioso que o amor com que me criaram.

Ao meu irmão Tiago, pela ajuda na instalação e monitoramento da parcela que utilizei durante a pesquisa.

Ao professor orientador pela dedicação em compartilhar seus conhecimentos e incentivo durante o curso.

A empresa Zappellini Transportes Rodoviários Ltda que gentilmente cedeu sua propriedade para a realização deste trabalho.

Aos amigos que de alguma forma auxiliaram neste trabalho. Em especial ao professor Vilmar Picinatto Filho, que dedicou infindáveis horas para esclarecer dúvidas e indicar soluções práticas e inteligentes na realização deste estudo.

“Toda vez que uma árvore é cortada aqui na Terra, eu acredito que ela cresce outra vez em outro lugar, em algum outro mundo. Então, quando eu morrer, este é o lugar para onde eu quero ir, onde as árvores vivam em paz.”

Tom Jobim

RESUMO

LOPES, Diego Küster. **Remoção e predação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze pela fauna em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages/SC**. 2014. 80 p. Dissertação de Mestrado. UDESC/CAV, 2014.

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze é com certeza uma das espécies de maior importância econômica e ecológica na Floresta Ombrófila Mista. Em virtude da disponibilização de suas sementes para a fauna silvestre, é considerada uma planta-chave, tendo nessa relação com os animais a garantia de sua propagação. Da mesma forma, a fauna que utiliza esses propágulos como fonte alimentar, funciona como filtro, podendo expandir ou limitar o crescimento populacional de determinada espécie com base na disponibilidade do recurso e nas interferências antrópicas sobre o ambiente. Buscando compreender quais os processos envolvidos na relação planta-animal determinantes para a dispersão dessa espécie, este trabalho tem como objetivo avaliar as taxas de remoção e predação de sementes de *A. angustifolia* em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. Para isso, o padrão de distribuição espacial da população estudada foi avaliado, assim como a remoção e predação das sementes na fase de dispersão secundária, as distâncias percorridas e o destino das sementes removidas e a composição da fauna responsável pela utilização desses diásporos. Tais avaliações foram realizadas nos anos de 2012 e 2013, em quatro períodos distintos de oferta que variaram entre a escassez e a abundância do recurso. Os dados coletados demonstraram que a população estudada possui alta densidade e um padrão de distribuição espacial agregado, o que pode ser considerado como um fator limitante para a dispersão

de sementes e consequentemente, para o recrutamento da espécie. As taxas de remoção e predação foram altas e podem ser atribuídas a baixa produtividade de sementes nos anos em que o estudo foi realizado. Constatou-se, entretanto, uma menor taxa de consumo das sementes na época de maior disponibilidade desse recurso, ou seja, o mês de abril. Esse fenômeno pode estar ligado a uma estratégia adaptativa da espécie chamada Hipótese do Predado Saciado, onde eventos de alta produção de sementes tenderiam a saciar os predadores, que assim, consumiriam menos sementes e aumentariam a probabilidade de sobrevivência das mesmas. A distância de disponibilização das sementes não demonstrou relação com a quantidade de sementes consumidas, o que pode indicar que a utilização da metodologia aplicada tenha sido insuficiente para essa avaliação, uma vez que o modelo de Janzen-Connell indica que quanto mais próximo da planta-mãe, maior a possibilidade de predação, e consequentemente, menor sua dispersão. As curtas distâncias de remoção e os locais inadequados de deposição das sementes efetivamente dispersas demonstraram que a fauna pode estar sendo ineficiente nessa intermediação, acomodando-se e reduzindo sua mobilidade em função do padrão de agregado da população. A composição da fauna registrada foi a mesma de outros relatos similares. Entende-se que o aprofundamento na avaliação dos impactos causados pelas diversas pressões humanas exercidas sobre a Floresta Ombrófila Mista, principalmente o pastoreio do gado, o uso do fogo, a fragmentação do habitat e a defaunação pela caça predatória, é imprescindível para o pleno entendimento dos processos que limitam e prejudicam a eficiente dispersão de sementes nessa formação, e que podem estar comprometendo significativamente o êxito da espécie no que tange a sua propagação.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*, Remoção e Predação de Sementes, Fragmento de Floresta Ombrófila Mista.

ABSTRACT

LOPES, Diego Küster. **Removal and seed predation of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze by fauna in an Araucaria Forest fragment in Lages/SC.** 2014. 80 p. Master Thesis. UDESC/CAV, 2014.

The *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze is certainly one of the species of largest economic and ecological importance in the Araucaria Forest. Due to the availability of their seeds for wild animals, is considered a key plant, in that relationship with animals is the warranty of his propagation. Similarly, animals using propagules as food source, work as filter, being able expand or limit the population growth of certain species based on resource availability and the anthropogenic interferences in the environment. Trying to understand the processes involved in plant-animal relationship determinants for the dispersion of this species, this study aims to assess the rates of removal and seed predation of *A. angustifolia* in a Araucaria Forest fragment. For this, the spatial distribution standard of the study population was evaluated, as well as removal and predation on seed in the phase secondary dispersal, the covered distances and the fate of seeds removed, and the fauna composition responsible for the use of these seeds. These evaluations were performed in the years 2012 and 2013, in four separate offering periods ranging between scarcity and abundance of the resource. The data collected showed that the study population has a high density and aggregate spatial distribution pattern, which can be regarded as a limiting factor to seed dispersal and consequently, for the recruitment of the specie. Removal rates and predation were high and can be assigned to low seed yield in years when the

study was conducted. It was found, however, a lower rate of consumption of the seeds at the time of increased availability of this feature, ie the month of April. This phenomenon may be linked to an adaptive strategy of the species called Hypothesis of the Predator Satiated, where high seed production events would tend to satiate the predators, consuming fewer seeds and increasing the likelihood of their survival. The distance of availability of seeds showed no relationship with the amount of consumed seeds, which may indicate that the use of the applied method has been insufficient for this evaluation, since the Janzen-Connell model indicates that the closer the parent plant, the greater the possibility of predation, and therefore smaller the dispersion. The removal short distances and inadequate disposal sites of seeds effectively dispersed demonstrated that animals may be being inefficient in this intermediation, accommodating and reducing their mobility because of the aggregate spatial distribution pattern. The composition of the fauna was same as other similar studies recorded. It is understood that the deepening in the assessment of impacts of various human pressures exerted on Araucaria Forest, mainly by grazing of the cattle, the use of fire, the habitat fragmentation and reduction of animals by predatory hunting, is essential for the full understanding of the processes that limit and hinder the efficient seed dispersal in this formation, and which may be significantly compromising the success of the species with respect to their propagation.

Key-words: *Araucaria angustifolia*, Removal and Seed Predation, Araucaria Forest Fragment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Fragmento de floresta nativa estudado.....	32
Figura 02 - Distribuição espacial dos indivíduos avaliados na parcela de 1 ha.....	41
Figura 03 - (A) Indivíduos de <i>Araucaria angustifolia</i> mapeados dentro da parcela, nas diferentes classes definidas pela sexagem. (B) Análise do padrão de distribuição espacial através da função K-univariada de Ripley..	44
Figura 04 - Função K-bivariada de Ripley para análise da existência de associação espacial entre indivíduos femininos e juvenis/regenerantes, e entre indivíduos femininos e masculinos	45
Figura 05 - Remoção e predação médias de sementes de <i>A. angustifolia</i> por campanha	47
Figura 06 - Variação das taxas médias de remoção e predação a 0 e 5 m, avaliadas aos pares por campanha	49
Figura 07 - Representação gráfica dos valores médios para o tempo de consumo das sementes de <i>Araucaria angustifolia</i> disponibilizadas à fauna nas quatro campanhas realizadas baseados nas duas distâncias avaliadas..	51
Figura 08 - Distância média de remoção das sementes disponibilizadas nas subamostras (sistema de carretel)..	53
Figura 09 - (A) Indivíduo da espécie <i>Dasyprocta azarae</i> (cutia) consumindo sementes de <i>A. angustifolia</i> na estação de remoção. (B) Pequeno roedor da família Cricetidae removendo sementes da estação de remoção	55
Figura 10 - Registros da fauna realizados pelas armadilhas fotográficas instaladas nas imediações das estações de remoção	57
Figura 11 - Marcas peculiares de predação nas cascas de sementes de <i>A. angustifolia</i>	58

APÊNDICES:

Figura 01 - Histogramas de frequência observada para o DAP nas três classes de indivíduos amostrados no fragmento de floresta nativa estudado na Faz. Cabanha do Gramado e para a população total.....79

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Resumo estatístico descritivo da amostragem de indivíduos de <i>A. angustifolia</i> na parcela instalada no fragmento florestal nativo estudado.....	42
Tabela 02 - Resumo estatístico descritivo do experimento de remoção e predação de sementes de <i>A. angustifolia</i> na fase de dispersão secundária.....	46
Tabela 03 - Resumo estatístico descritivo do experimento para verificação da distância de remoção das sementes disponibilizadas a fauna nas subamostras instaladas no fragmento de floresta nativa estudado.....	52
Tabela 04 - Direção da remoção de sementes retiradas das subamostras nas quatro campanhas realizadas.....	54
Tabela 05 - Animais consumidores de sementes de araucária e tipo de interação com a semente, registrados nas quatro campanhas de avaliação	55

APÊNDICES:

Tabela 01 - Resumo estatístico descritivo dos valores obtidos por campanha para remoção e predação nas duas distâncias avaliadas.....	80
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP – área de preservação permanente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DP – desvio padrão

DAP – diâmetro à altura do peito

GPS – global positioning system (sistema de posicionamento global)

RL – reserva legal

UTM – Universal Transversa de Mercator

LISTA DE SÍMBOLOS

% - porcentagem

° - grau

' - minutos

“ - segundos

°C - graus Celsius

cm - centímetro

G - área basal total (m²)

h - hora

ha - hectare

Km - quilometro

m - metro

mm - milímetro

m² - metro quadrado

MP - megapixels

n - número de observações

N - número da população

O - oeste

pvalue - valor da probabilidade no teste estatístico

S - sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	27
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	31
2.1.1	Histórico de uso da área de estudo.....	32
2.2	AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL.....	34
2.3	REMOÇÃO E PREDACÃO DE SEMENTES NA FASE DE DISPERSÃO SECUNDÁRIA.....	35
2.4	DESTINO DAS SEMENTES.....	37
2.5	FAUNA CONSUMIDORA DE SEMENTES.....	38
3	RESULTADOS.....	41
3.1	AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL.....	41
3.2	REMOÇÃO E PREDACÃO DE SEMENTES NA FASE DE DISPERSÃO SECUNDÁRIA.....	45
3.3	DESTINO DAS SEMENTES.....	51
3.4	FAUNA CONSUMIDORA DE SEMENTES.....	54
4	DISCUSSÃO.....	59
5	CONCLUSÕES.....	69
	REFERÊNCIAS.....	71
	APÊNDICES.....	79

1 INTRODUÇÃO

Dentre as diversas espécies que constituem a Floresta Ombrófila Mista, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, popularmente conhecida como pinheiro-brasileiro, é com certeza aquela de maior importância ecológica e econômica nessa formação.

Considerada uma planta-chave pela característica de disponibilizar suas sementes como recurso alimentar para a fauna em períodos de escassez de outros alimentos (VIEIRA & IOB, 2009), a araucária busca nessa estreita relação a garantia de sua propagação, atribuindo aos animais a responsabilidade de atuarem como seus principais agentes dispersores.

A dispersão de sementes configura-se como principal processo no recrutamento e estabelecimento de novas plantas dentro de uma comunidade vegetal. Da mesma forma, a fauna que utiliza esses propágulos como fonte alimentar, funciona como filtro, podendo expandir ou limitar o crescimento populacional de determinada espécie com base na disponibilidade do recurso e nas interferências antrópicas sobre o ambiente.

Esse tipo de interação planta-animal é importante para a produção de certos serviços a humanidade, além de ser crítica para a manutenção da integridade das comunidades onde ocorrem (JORDANO et al., 2006).

Entretanto, devido à grande dependência das plantas como fonte de alimento para os animais frugívoros, as alterações nessa interação podem ter sérias implicações para a conservação da biodiversidade (ALLEN-WARDELL et al., 1998).

Essas implicações podem afetar a dispersão das sementes, reduzindo significativamente a possibilidade da espécie escapar de zonas de alta predação, chegar a sítios específicos e colonizar novas áreas (HOWE & SMALLWOOD, 1982).

A chegada a sítios específicos e a colonização de novas áreas mostra-se como um ponto crucial à espécie, haja vista que estudos têm sugerido que a araucária possui baixa capacidade de regeneração sob a floresta desenvolvida (CALDATO, et al., 1996; BACKES, 2001), como é o caso do fragmento estudado.

Essa condição faz com que a araucária dependa de dispersores mais eficientes, que aumentem as chances de sobrevivência de suas sementes e seu posterior recrutamento, além de reduzir a competição entre indivíduos e os efeitos dependentes de densidade e de distância que os predadores exercem (JORDANO, 1992; STILES, 1992).

Entretanto, se houver a redução nas taxas de remoção ou da ação de dispersores eficientes no que se refere à distância que se deslocam as sementes, boa parte dessas acaba caindo ou sendo depositada nas proximidades da planta-mãe (JORDANO et al., 2006), influenciando no padrão de distribuição espacial da população, preponderante para sua dinâmica no futuro e para determinação das relações com a fauna.

A redução na ação de dispersores pode estar relacionada a um fenômeno denominado defaunação, que consiste na diminuição da riqueza, diversidade e/ou biomassa de animais na floresta (DONATTI, 2004), principalmente em virtude de pressões antrópicas como a caça predatória, a fragmentação e a exploração ilegal e exacerbada de espécies chaves como a araucária.

A predação das sementes também representa uma etapa crítica no recrutamento de plantas. O modelo de Janzen-Connell indica que quanto mais próximo da planta-mãe, maior a possibilidade de predação, e conseqüentemente, menor sua dispersão (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971).

Acerca desses assuntos, algumas dúvidas sobre os processos que envolvem a dispersão de sementes da espécie *Araucaria angustifolia* ainda são latentes. Os padrões de distribuição espacial de populações de *A. angustifolia*

influenciam e são influenciados pela dispersão de suas sementes? As taxas de remoção e predação são condizentes com os demais estudos realizados na área? Os agentes dispersores dessas populações estão sendo eficientes no que tange a remoção dos diásporos para distância e locais considerados adequados para o recrutamento de novos indivíduos? Quem são esses agentes dispersores? A maior intensidade de consumo de sementes ocorre nas proximidades da planta parental? A maior intensidade no consumo de sementes ocorre no período de maior oferta desse recurso?

O presente estudo tem por objetivo avaliar a remoção e predação de sementes de *Araucaria angustifolia* em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, a fim de compreender quais os processos envolvidos na relação planta-animal determinantes para a dispersão dessa espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

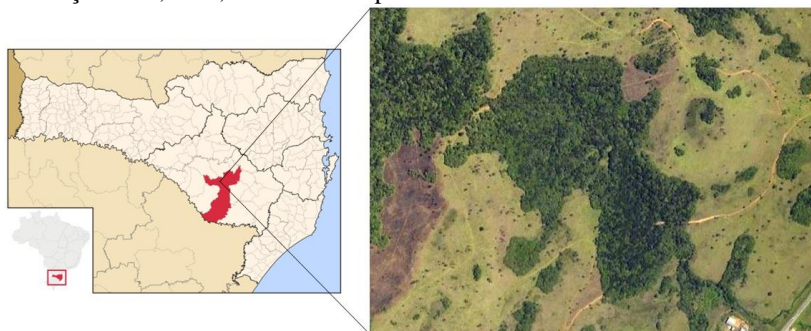
2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, remanescente do Bioma Mata Atlântica. Possui uma área superficial de 31,75 ha, o qual está inserido em uma propriedade rural denominada Fazenda Cabanha do Gramado, situada no município de Lages, Santa Catarina ($27^{\circ}48'58''\text{S}$ e $50^{\circ}19'30''\text{O}$) (Figura 01).

O município de Lages pertence à região do planalto catarinense, com altitude de 916 m acima do nível do mar. O clima da região é caracterizado por Köppen-Geiger (1928) como mesotérmico úmido, com ausência de estação seca. As temperaturas são amenas até mesmo no verão, com média anual de $16,5^{\circ}\text{C}$, sendo a precipitação anual média de 1.479,48 mm, com chuvas bem distribuídas durante o ano.

A fazenda Cabanha do Gramado possui uma área total de 482,52 ha, sendo que 77,6% destes são compostos por campos nativos, configurando-se como matriz predominante da paisagem, e 22,4% formados por floresta nativa, áreas de preservação permanente (APP) e de reserva legal (RL). Ressalta-se que a propriedade localiza-se nas adjacências do perímetro urbano do município (3 Km), às margens da Rodovia BR-116.

Figura 01 - Fragmento de floresta nativa estudado. Aerofotografia com resolução de 0,4 x 0,4 m e escala aproximada de 1:8.000.



Fonte: Mapa Interativo e Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina, 2010.

2.1.1 Histórico de uso da área de estudo

Até o início deste estudo, a propriedade era utilizada exclusivamente para a pecuária extensiva. Entretanto, em meados do ano de 2013, a empresa Zappellini Transportes Rodoviários Ltda, proprietária do imóvel, iniciou os trabalhos de implantação de uma floresta exótica de *Pinus* spp. em uma fração da propriedade.

Os fragmentos de floresta nativa existentes na fazenda possuem um histórico de uso e exploração intensos, determinado principalmente pela extração de indivíduos da espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Este fato pode ser evidenciado pela presença de inúmeras estradas antigas que permeiam toda a extensão da vegetação e por aglomerados de “nós de pinho” (segmento do galho que se insere no tronco) oriundos do descarte das toras de copa.

O período de utilização da área para esse fim não pode ser determinado, haja vista a inexistência de informações pontuais sobre o assunto. Entretanto, segundo Carvalho (2010), a araucária foi a árvore mais importante da economia madeireira do Brasil desde o princípio de século XX até a década de 1970, quando as florestas nativas foram esgotadas,

indicando que os fragmentos florestais em questão encontram-se em processo de regeneração natural à aproximadamente 40 anos.

A coleta de pinhão em grande escala não é realizada no local. Todavia, reiteradas invasões de pessoas não autorizadas são registradas na área, objetivando a prática da caça predatória de animais silvestres.

Além da extração da araucária, o fragmento estudado vem sofrendo continuamente com as pressões resultantes de sua utilização pelo gado, o qual possui livre acesso as áreas de floresta nativa. O pastoreio de bovinos em matas naturais é uso corrente, constituindo-se em problemas de relevância ao desenvolvimento e produtividade das essências florestais, bem como na degradação do solo pela erosão (SCHNEIDER et al., 1978).

Nesse mesmo sentido, tem-se a utilização do fogo para o manejo da pastagem como uma constante na propriedade objeto do estudo. Tal prática é assegurada pela legislação ambiental do Estado, desde que devidamente autorizada pelo órgão ambiental competente. Porém, suas implicações para a floresta nativa são inúmeras, tais como o desencadeamento ou aceleração do efeito de borda e a redução populacional da fauna responsável pela dispersão de diásporos nos dois ambientes.

Apesar das pressões citadas acima, pode-se constatar através de um levantamento expedito na área, que o fragmento de floresta nativa estudado mantém o aspecto de Vegetação Secundária em Estágio Avançado de Regeneração, conforme parâmetros definidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 4, de 4 de maio de 1994, apresentando fisionomia e estrutura típicas da Floresta de Araucárias, com indivíduos remanescentes reprodutivos, proporcionando dessa forma, a realização do presente trabalho.

2.2 AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

O padrão de distribuição espacial da população estudada foi determinado por meio da instalação de uma parcela com área de 1 ha (80 x 125 m), distante 50 m do limite do fragmento, para minimizar o efeito de borda. A escolha do local para instalação da parcela foi totalmente aleatória, tendo sido realizada previamente em escritório para posterior alocação a campo. Em virtude da presença de uma área alagadiça no interior do fragmento, caracterizada pela presença de solo hidromórfico, a parcela foi disposta no sentido noroeste-sudeste.

Posteriormente, todos os indivíduos da espécie *Araucaria angustifolia* com altura igual ou superior a 1,30 m foram contados, mapeados e sexados, além de terem seus diâmetros à altura do peito (DAP) avaliados.

O mapeamento dos indivíduos foi realizado mediante georreferenciamento de suas posições na parcela, com auxílio de um receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e utilização do sistema de coordenadas métricas, Universal Transversa de Mercator (UTM), e posteriormente convertido em coordenadas cartesianas (x, y) para melhor análise dos dados.

A sexagem dos indivíduos foi realizada por intermédio da observação de suas estruturas reprodutivas (estróbilos masculinos e femininos), com o auxílio de um binóculo 10 x 50 mm. A população foi classificada em: a) indivíduos regenerantes e juvenis (ausência de estruturas reprodutivas); b) indivíduos masculinos (presença de estróbilo masculino); e c) indivíduos femininos (presença de estróbilo feminino); conforme Paludo et al. (2009).

Os padrões de distribuição espacial para a população total e para cada classe definida pela sexagem foram analisados utilizando a Função K-univariada de Ripley (RIPLEY, 1977).

Já os testes de associação espacial entre os indivíduos femininos e regenerantes/juvenis, e entre os femininos e masculinos, foram realizados através da Função K-bivariada de Ripley (RIPLEY, 1981, RIPLEY, 1987).

Para ambos os testes, os raios (h) crescentes utilizados para o cálculo de K (h) foram de 1 m, e as análises realizadas até a distância de 40 m, equivalente a metade do menor lado da parcela estudada.

Os intervalos de confiança, ou envelopes, foram criados por meio de 1.000 permutações de completa aleatoriedade espacial usando: a) o número total de indivíduos amostrados (para população total); b) o número de indivíduos femininos; c) o número de indivíduos masculinos; d) o número de indivíduos regenerantes/juvenis; e e) o número de indivíduos femininos e regenerantes/juvenis (para avaliação da associação espacial entre classes).

Todas as análises foram realizadas com a utilização do software livre R versão 3.1.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) e da biblioteca Splancs (ROWLINGSON & DIGGLE, 2004).

Salienta-se que a parcela de 1 ha descrita neste tópico, foi utilizada para o desenvolvimento de todos os experimentos que serão descritos a seguir.

2.3 REMOÇÃO E PREDACÃO DE SEMENTES NA FASE DE DISPERSÃO SECUNDÁRIA

Para a avaliação das taxas de remoção e predação de sementes de *A. angustifolia* na fase de dispersão secundária, todos os indivíduos femininos presentes na parcela foram avaliados quanto a sua localização, com o objetivo de excluir aqueles que apresentassem proximidade menor ou igual a 5 m entre si. Dessa forma, pretendeu-se evitar a oferta excessiva de sementes à fauna em virtude do padrão aparentemente agregado dos indivíduos.

Realizada esta avaliação, 16 indivíduos femininos (matrizes) foram selecionados para o desenvolvimento do presente experimento.

Em cada matriz selecionada, duas “estações de remoção” foram dispostas nas distâncias de 0 m e 5 m a partir da base do tronco, no sentido norte-sul, totalizando 32 pontos de amostragem.

A disponibilização de sementes nessas duas distâncias em relação à planta parental tende a verificar a relação de proximidade da fonte de alimento com o aumento da predação e competição entre a fauna utilizadora desse recurso, conforme sugere o modelo de Janzen-Connell (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971).

Em cada estação de remoção foram disponibilizadas 25 sementes de *A. angustifolia* distantes 10 cm entre si, atribuindo a cada ponto de amostragem a dimensão de 50 x 50 cm e um total de 800 sementes a cada repetição. Todas as estações foram demarcadas com bandeirolas na cor amarela e com o número da matriz para facilitar a identificação. Nenhum tipo de tratamento de exclusão foi aplicado nas estações de remoção, ou seja, as sementes foram dispostas diretamente sobre o solo, oportunizando o acesso de pequenos, médios e grandes mamíferos, além das aves. Em caso de excesso de serapilheira, esta era afastada, facilitando a visualização das sementes.

As sementes foram monitoradas por 7 dias consecutivos após a instalação das estações de remoção, e semanalmente, ou até a remoção ou predação totais, ou até o término do tempo para germinação (ANSOLIN et al., 2011).

O experimento foi repetido quatro vezes, sendo essas repetições denominadas “campanhas”, contemplando três meses onde havia oferta da semente no fragmento estudado: agosto/2012 (1ª campanha), abril/2013 (3ª campanha) e junho/2013 (4ª campanha); e em um mês cuja disponibilidade de semente era nula ou restrita a algumas variedades (p. ex. *A.*

angustifolia var. *indehiscens* Mattos): novembro/2012 (2ª campanha).

A cada repetição, durante os dias de monitoramento, as sementes eram classificadas conforme metodologia utilizada por Lamberts (2003): a) intactas – inteiras, sem danos; b) removidas – caso tenham desaparecido; e c) predadas – caso a casca da semente ainda se encontrava sobre a área delimitada (50 x 50 cm).

Para avaliar a existência de diferenças de remoção e predação médias entre campanhas (tratamentos), com ênfase na quantidade de sementes removidas/predadas e dias para remoção/predação, para as duas distâncias (0 e 5 m) distintamente e para seu somatório, buscou-se utilizar testes paramétricos, sendo empregadas transformações para normalizar os dados quando necessário. Quando isso não foi possível, mesmo após a tentativa de normalização, testes não paramétricos foram aplicados.

Ressalta-se que naquelas campanhas onde houve o consumo parcial das sementes, o tempo máximo considerado para essa variável para fins de análise foi o do último registro de interação com a fauna (remoção ou predação)

Já a avaliação da existência de diferenças nas taxas de remoção e predação médias entre as distâncias (0 e 5 m) por campanha (tratamentos), foi testada através do teste t de médias à 5% de significância (ZAR, 1999). Como medida de variação foi utilizado o desvio padrão.

Foram utilizados os softwares IBM® SPSS® Statistics versão 20, e ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA, 1996), para a realização dos referidos testes estatísticos.

2.4 DESTINO DAS SEMENTES

Com o objetivo de verificar os possíveis destinos das sementes removidas, duas subamostras foram estabelecidas na base (0 m) de cada matriz utilizada no experimento de remoção

e predação, sendo aplicado concomitantemente a este, em todos os períodos de avaliação.

As subamostras basearam-se na técnica utilizada por Fleury (2009) e constituíam-se de um sistema de carretel de linha de alta resistência com 91,4 m, suspenso a 10 cm do solo por um arame galvanizado de 2,76 mm em forma de “L” invertido, facilitando o desenrolar quando a remoção da semente ocorria. As sementes foram presas a esta linha por intermédio de um anel de arame de 1 mm que transpassava sua base, sendo dispostas diretamente sobre o solo.

Quando a semente era removida, foi possível determinar a distância e seu destino seguindo a linha.

É importante ressaltar que as linhas encontradas sem a semente na extremidade foram consideradas para a definição das distâncias de remoção, apesar dessa condição tender a subestimação da variável em questão.

Dessa forma, o destino de 32 sementes foi monitorado a cada campanha realizada, num total de 128 sementes ao final do experimento. Além do destino, ou seja, o local de deposição final da semente, sua distância, direção e estado pós-dispersão foram avaliadas. Para tal avaliação utilizou-se trenas e um receptor GPS.

Para avaliar a existência de diferenças nas distâncias de remoção entre campanhas (tratamentos), buscou-se utilizar testes paramétricos. Entretanto, testes não paramétricos foram utilizados quando as amostras não apresentaram distribuição normal mesmo após tentativas de normalização dos dados.

2.5 FAUNA CONSUMIDORA DE SEMENTES

Para avaliar a composição da fauna responsável pela remoção e/ou predação das sementes disponibilizadas nas estações durante todas as campanhas, duas armadilhas fotográficas digitais da marca Bushnell® 8.0 MP foram instaladas aleatoriamente nas proximidades das matrizes

selecionadas, com o foco direcionado para as sementes das estações de remoção.

Os registros fotográficos foram realizados na estação até a remoção e/ou predação total das sementes. Findadas as sementes, a armadilha fotográfica era instalada em outra matriz que ainda possuía os diásporos.

Complementarmente, com o objetivo de identificar animais de pequeno porte, como roedores, duas armadilhas do tipo *tomahawk* foram utilizadas para captura, sendo empregada a própria semente como isca. As armadilhas foram dispostas na proximidade das matrizes.

Essa técnica foi aplicada somente nos sete primeiros dias da 1ª Campanha, sendo a revisão das armadilhas realizada diariamente durante o monitoramento das estações de remoção.

Os padrões de marcas deixadas nas cascas após predação também foram utilizados para identificação da fauna (LAMBERTS, 2003).

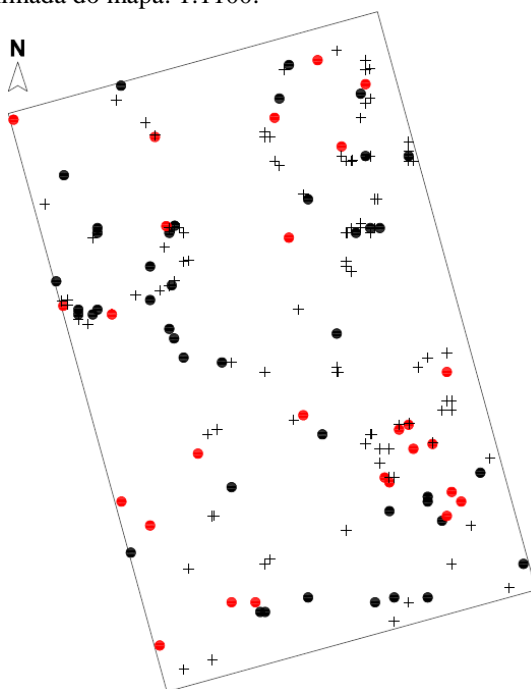
Os dados coletados neste experimento restringiram-se a identificação da composição da fauna responsável pelo consumo dos diásporos disponibilizados no fragmento de floresta nativa estudado.

3 RESULTADOS

3.1 AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Foram amostrados 167 indivíduos de *Araucaria angustifolia* na parcela de 1 ha estabelecida para o estudo, dos quais, 27 eram femininos (16,2%), 43 masculinos (25,7%) e 97 juvenis/regenerantes (58,1%), com suas distribuições no espaço mostradas na Figura 02.

Figura 02 - Distribuição espacial dos indivíduos avaliados na parcela de 1 ha. Onde: Círculos vermelhos: indivíduos femininos. Círculos pretos: indivíduos masculinos. Cruzes pretas: indivíduos juvenis/regenerantes. Escala aproximada do mapa: 1:1100.



Fonte: produção do próprio autor

A média (\pm desvio padrão) de diâmetro para a população (N=167) foi de 20,5 cm (\pm 13,67). Já para os indivíduos adultos reprodutivos (n=70) foi de 34,7 cm (\pm 7,59). Pelo teste t a 5% de significância, não houve diferença estatística ($p=0,371$) entre as médias dos diâmetros dos indivíduos femininos (35,8 cm \pm 7,91) e masculinos (34,1 cm \pm 7,41). Os indivíduos juvenis/regenerantes apresentaram diâmetro médio de 10,2 cm (\pm 5,13).

A área basal total dos indivíduos avaliados em 1 ha foi de 7,93 m², sendo destes, 2,84 m² ocupados por indivíduos femininos, 4,11 m² por indivíduos masculinos e 0,98 m² por indivíduos juvenis/regenerantes. O resumo dos resultados obtidos para a sexagem, DAP e área basal pode ser observado na Tabela 01.

Tabela 01 - Resumo estatístico descritivo da amostragem de indivíduos de *A. angustifolia* na parcela instalada no fragmento florestal nativo estudado.

Classe	N	DAP			G
		Média	DP	Mín.-Máx.	
Ind. femininos	27	35,8	7,91	22,3-53,5	2,84
Ind. masculinos	43	34,1	7,41	24,2-54,7	4,11
Ind. juvenis/reg.	97	10,2	5,13	1,6-21,0	0,98
Total	167	20,5	13,67	1,6-54,7	7,93

Onde: DAP=diâmetro a altura do peito (cm). DP=desvio padrão (cm). G=área basal (m²).

Os histogramas de frequência observada para o DAP nas três classes de indivíduos amostradas e para a população total estão expostos na Figura 01 dos apêndices.

A função K-univariada demonstrou que o padrão de distribuição espacial da população avaliada (n=167) foi predominantemente agregado até a distância de ± 28 m, tendendo a aleatoriedade a partir desse limite.

Os indivíduos femininos, quando avaliados isoladamente, apresentaram padrão de distribuição totalmente aleatório. Nos indivíduos masculinos, verificou-se um pequeno pico de

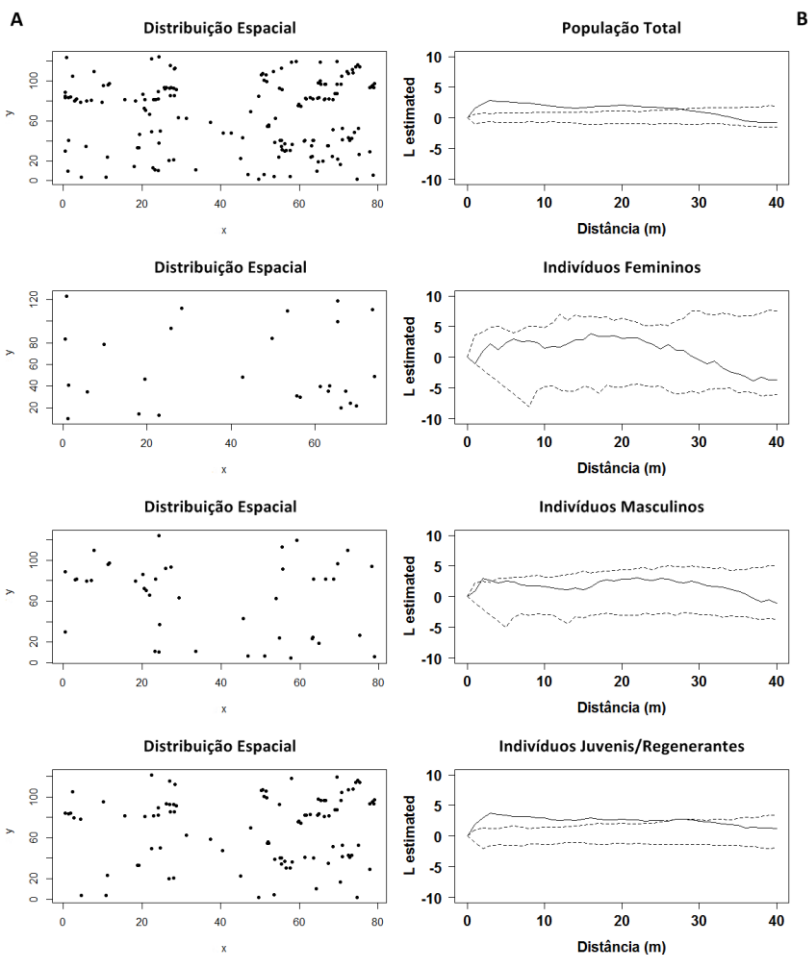
agregação entre ± 2 a 4 m, mas com predomínio do padrão aleatório antes e depois dessas distâncias.

O padrão de distribuição espacial dos indivíduos juvenis/regenerantes mostrou-se semelhante ao padrão evidenciado para a população total, com predomínio da agregação até ± 27 a 29 m e adoção da aleatoriedade para maiores distâncias (Figura 03).

A análise de associações espaciais pela função K-bivariada verificou a presença de uma associação positiva em pequena escala (± 1 a 3 m) entre indivíduos femininos e juvenis/regenerantes. A partir dessa distância observou-se a aleatoriedade, com tendência a segregação em distâncias maiores (± 40 m).

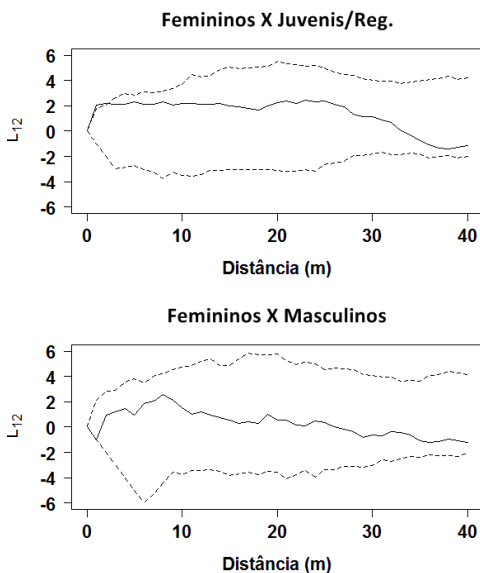
Para os pares compostos por indivíduos femininos e masculinos, a análise indicou aleatoriedade em todas as escalas espaciais, mas também com tendências a segregação, não significativas e em escalas reduzidas. (Figura 04)

Figura 03 - (A) Indivíduos de *Araucaria angustifolia* mapeados dentro da parcela, nas diferentes classes definidas pela sexagem. (B) Análise do padrão de distribuição espacial através da função K-univariada de Ripley. Linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança (envelopes) construídos com 1.000 simulações de completa aleatoriedade espacial. Valores positivos indicam agregação, negativos indicam distribuição regular e a linha contínua entre as pontilhadas indica aleatoriedade.



Fonte: produção do próprio autor

Figura 04 - Função K-bivariada de Ripley para análise da existência de associação espacial entre indivíduos femininos e juvenis/regenerantes, e entre indivíduos femininos e masculinos. Valores positivos indicam associação, valores negativos indicam dissociação e a linha contínua entre as tracejadas indica independência espacial.



Fonte: produção do próprio autor

3.2 REMOÇÃO E PREDACÃO DE SEMENTES NA FASE DE DISPERSÃO SECUNDÁRIA

Nas quatro campanhas em que o experimento foi repetido, o consumo de 100% das sementes ($n=800$) de *A. angustifolia* disponibilizadas nas 32 estações, ocorreu apenas nos meses de agosto e novembro/2012 (1ª e 2ª campanhas).

A 3ª (abril/2013) e 4ª (junho/2013) campanhas registraram 64,0% ($n=512$) e 98,5% ($n=788$) de remoção e/ou predação, respectivamente.

De maneira geral, a remoção de sementes ($n=2.183$) foi maior que a predação ($n=717$) quando avaliada pelo teste t para amostras independentes ao nível de significância de 5%.

O consumo de sementes, desconsiderando qual o tipo de interação sofrida por parte da fauna, registrou diferença estatística significativa somente na 3ª campanha em relação às demais ($p < 0,05$), conforme teste de Mann-Whitney aplicado a 5% de significância.

Na 4ª campanha obteve-se uma média de 20,81 ($\pm 3,49$, $n = 666$) sementes removidas, sendo a maior taxa (83,3%) dentre todas as avaliações.

A taxa mais elevada de predação (41,6%) ocorreu na 2ª campanha, com média de 10,41 ($\pm 6,50$, $n = 333$) sementes predadas por estação de remoção.

O resumo dos dados obtidos para remoção e predação de sementes nas campanhas realizadas pode ser observado na Tabela 02.

Tabela 02 - Resumo estatístico descritivo do experimento de remoção e predação de sementes de *A. angustifolia* na fase de dispersão secundária. Onde: N = número total de sementes disponibilizadas por campanha. R = número de sementes removidas. DP = desvio padrão. P = número de sementes predadas.

Campanha	N	R	%	Média	DP	P	%	Média	DP
1ª	800	622	77,8	19,44	6,04	178	22,3	5,56	6,04
2ª	800	467	58,4	14,59	6,50	333	41,6	10,41	6,50
3ª	800	428	53,5	13,37	8,32	84	10,5	2,63	3,23
4ª	800	666	83,3	20,81	3,49	122	15,3	3,81	3,26
Total	3.200	2.183	68,2	17,05	7,00	717	22,4	5,60	5,76

Fonte: produção do próprio autor

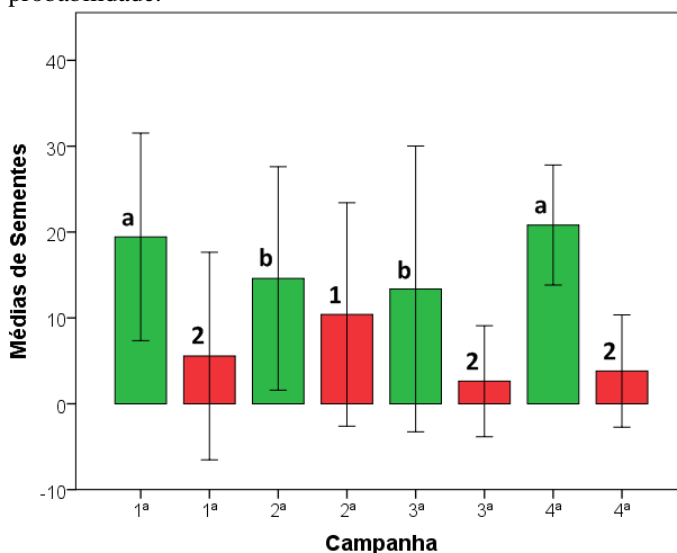
A remoção de sementes nas quatro campanhas realizadas apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) quando da aplicação do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade. Quando avaliadas aos pares, pelo teste de Mann-Whitney a 5% de significância, as campanhas 1 e 4 não apresentaram diferença estatísticas na remoção ($p = 0,944$), assim como nas campanhas 2 e 3 ($p = 0,751$). Diferenças significativas existiram entre as

campanhas 1 e 2 ($p=0,002$), 1 e 3 ($p=0,001$), 2 e 4 ($p < 0,05$) e 3 e 4 ($p < 0,05$).

A predação, caracterizada pelo consumo da semente na área delimitada pelas estações de remoção, e evidenciada pela presença da casca no local, também diferiu estatisticamente entre todas as campanhas ($p < 0,05$). Da mesma forma, quando avaliados pelo teste de Mann-Whitney, as campanhas que não apresentaram diferença significativa entre si foram: 1 e 3 ($p=0,138$), 1 e 4 ($p=0,728$) e 3 e 4 ($p=0,071$). As campanhas 1 e 2 ($p=0,002$), 2 e 3 ($p < 0,05$) e 2 e 4 ($p < 0,05$) apresentaram diferença estatística entre si.

A Figura 05 abaixo projeta de maneira concisa as informações descritas sobre remoção e predação nas quatro campanhas realizadas.

Figura 05 - Remoção e predação médias de sementes de *A. angustifolia* por campanha. Onde: Barras verdes = remoção. Barras vermelhas = predação. Linhas = desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra ou número não diferem estatisticamente entre si após aplicação do teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.



Fonte: produção do próprio autor

Considerando a distância em que as sementes foram disponibilizadas em relação à matriz (0 e 5 m), a maior média geral de remoção foi registrada para a distância de 5 m ($18,69 \pm 6,16$, $n=1.196$).

Pelo teste t de amostras independentes ao nível de significância de 5%, verificou-se que a remoção de sementes a 5 m foi maior que a remoção a 0 m ($15,42 \pm 7,44$, $n=987$).

Já para predação, a média constatada na distância de 0 m foi de 5,83 ($\pm 6,17$, $n=373$), porém, esses valores não diferiram estatisticamente da predação registrada a distância de 5 m ($5,37 \pm 5,37$, $n=344$), quando submetidos à avaliação do teste t para amostras independentes ao nível de significância de 5%.

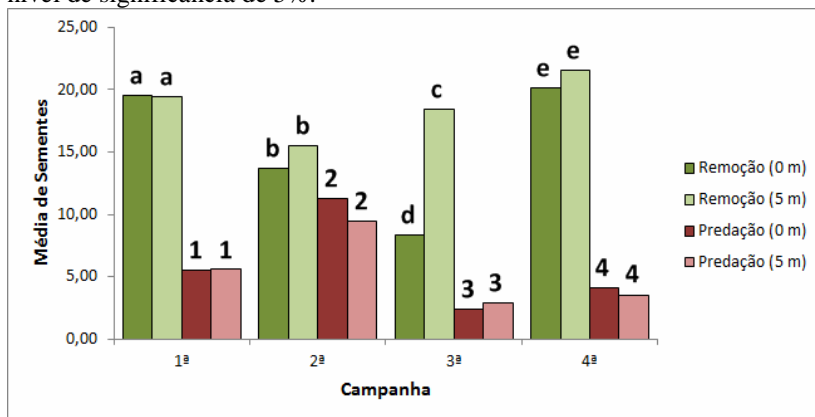
Os valores obtidos para remoção e predação nas quatro campanhas em função das diferentes distâncias avaliadas estão expostos de maneira resumida na Tabela 01 dos apêndices.

Em um panorama mais amplo, desconsiderando o tipo de interação sofrido pelas sementes nas estações de remoção, verificou-se através do teste t para amostras independentes ao nível de significância de 5%, que não houve diferença estatística entre o consumo nas diferentes distâncias avaliadas durante o experimento.

A taxa de consumo a 0 m foi de 85,0% ($n=1.360$), enquanto que a 5 m foi de 96,25% ($n=1.540$).

Variações nas taxas de remoção e predação das sementes entre as distâncias também foram avaliadas considerando cada campanha realizada. Conforme mostra a Figura 06, somente na 3ª campanha houve uma significativa diferença entre as taxas de remoção nas estações a 0 e 5 m. Os demais pares avaliados pelo teste t para amostras independentes ao nível de significância de 5% não apresentaram diferenças.

Figura 06 - Variação das taxas médias de remoção e predação a 0 e 5 m, avaliadas aos pares por campanha. Médias seguidas pela mesma letra ou número não diferem estatisticamente entre si após aplicação do teste t ao nível de significância de 5%.



Fonte: produção do próprio autor

O tempo médio necessário para o consumo total ou parcial das sementes disponibilizadas nas estações de remoção por campanha foram os seguintes: i) 1ª campanha: 3,0 (\pm 1,2) dias, ii) 2ª campanha: 2,2 (\pm 1,5) dias, iii) 3ª campanha: 8,0 (\pm 3,6) dias, e iv) 4ª campanha: 4,8 (\pm 1,7) dias. Esses períodos de consumo foram todos significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste de Kruskal-Wallis à 5% de probabilidade.

Na 1ª campanha (ago./2012), as sementes tiveram seu consumo total na distância de 0 m realizado em média nos 3,3 (\pm 1,4) primeiros dias por estação. Na distância de 5 m esse valor foi de 2,7 (\pm 1,0) dias/estação. Foram necessários 6 dias para o completo consumo das semente na distância de 0 m, e apenas 4 dias para a distância de 5 m.

O consumo total das sementes na 2ª campanha (nov./2012), nas duas distâncias avaliadas, foi em média de 2,3 (\pm 1,3 e 1,6) dias de exposição por estação monitorada. O tempo máximo para o consumo de 100% das sementes na

distância de 0 m foi de 6 dias, enquanto foram necessários 7 dias para o consumo total na distância de 5 m.

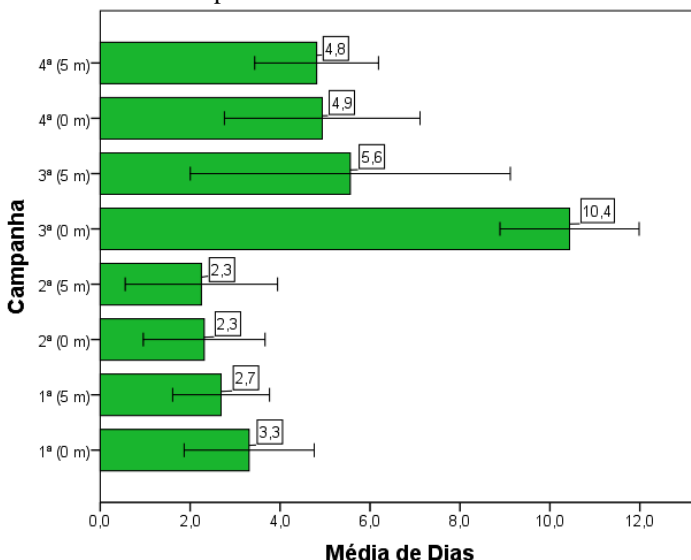
A 3ª campanha (abr./2013) teve somente 64% de suas sementes consumidas. Nessa oportunidade, 288 sementes permaneceram intactas até o final do monitoramento. O tempo médio foi de 10,4 ($\pm 1,5$) dias por estação para a distância de 0 m, e 5,6 ($\pm 3,5$) dias para a distância de 5 m.

Na 4ª campanha (jun./2013) o tempo médio de consumo para 98,5% das sementes disponibilizadas foi de 4,9 ($\pm 2,1$) e 4,8 ($\pm 1,3$) dias por estação, para as distâncias de 0 e 5 m, respectivamente. Para a distância de 0 m o tempo total de consumo foi de 11 dias, enquanto que para 5 m foi de 7 dias.

O tempo médio de consumo na distância de 0 m apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) entre todas as campanhas quando avaliadas aos pares pelo teste de Mann-Whitney ao nível de 5% de probabilidade. Já para distância de 5 m, a 1ª e 2ª campanhas não apresentaram diferença entre si quando avaliadas pelo mesmo teste ($p = 0,181$), assim como ocorreu nas campanhas 3 e 4 ($p = 0,743$). As demais combinações apresentaram velocidades diferentes de consumo ($p < 0,05$).

A Figura 07 mostra os valores médios para o tempo de consumo das sementes disponibilizadas à fauna nas quatro campanhas realizadas e nas diferentes distâncias de estações de remoção avaliadas.

Figura 07 - Representação gráfica dos valores médios para o tempo de consumo das sementes de *Araucaria angustifolia* disponibilizadas à fauna nas quatro campanhas realizadas baseados nas duas distâncias avaliadas. Linhas indicam o desvio padrão.



Fonte: produção do próprio autor

3.3 DESTINO DAS SEMENTES

Das 128 sementes utilizadas neste experimento, 82 (64,1%) foram efetivamente removidas das imediações das matrizes mediante o desenrolar do sistema de carretel.

Nos 46 carretéis que não foram acionados, 35 sementes (27,3%) foram removidas do sistema sem que a linha fosse desenrolada, 5 sementes (3,9%) foram predadas no local onde estavam depositadas, e 6 sementes (4,7%) permaneceram intactas durante todo o monitoramento e até o final do período de germinação.

A média (\pm desvio padrão) de distância verificada em todas as campanhas foi de 3,21 m (\pm 6,73), com mínima de 0,30 m e máxima de 57 m.

A 1ª campanha (agosto/2012) contou com o maior número de sementes removidas por meio do sistema de carretel: 25 das 32 sementes disponibilizadas e média de distância percorrida de 1,66 m ($\pm 1,19$).

Na 3ª campanha (abril/2013) foi verificada a remoção de 17 sementes do sistema de carretel e média de distância percorrida de 7,25 m ($\pm 13,79$).

O resumo dos resultados obtidos para a distância percorrida pelas sementes após remoção do sistema de carretel pode ser observado na Tabela 03.

Tabela 03 - Resumo estatístico descritivo do experimento para verificação da distância de remoção das sementes disponibilizadas a fauna nas subamostras instaladas no fragmento de floresta nativa estudado. Onde: N=número de sementes disponibilizadas em cada campanha. n=numero de sementes efetivamente removidas através do acionamento do sistema de carretel nas subamostras. DP=desvio padrão (m). Valores de distância em metros.

Campanha	N	Remoção		Distância		
		n	%	Média	DP	Mín.-Máx.
1ª (ago/2012)	32	25	78,1	1,66	1,19	0,30-5,06
2ª (nov/2012)	32	19	59,4	2,25	2,56	0,30-12,00
3ª (abr/2013)	32	17	53,1	7,25	13,79	0,30-57,00
4ª (jun/2013)	32	21	65,6	2,64	2,41	0,36-11,00
Total	128	82	64,1	3,21	6,73	0,30-57,00

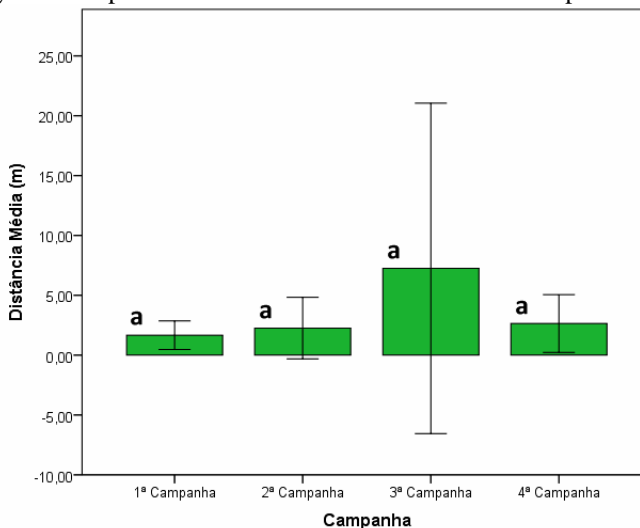
Fonte: produção do próprio autor

Após aplicação do teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade, verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias das distâncias nas quatro campanhas avaliadas ($p=0,413$).

Complementarmente, o teste de Mann-Whitney, ao nível de 5% de probabilidade, foi aplicado entre campanhas, aos pares, para verificar possíveis dissonâncias entre os períodos de realização do experimento. Entretanto, corroborando com o teste de Kruskal-Wallis, os resultados deste teste indicaram que em todas as avaliações (campanha 1

(C1) x campanha 2 (C2), C1 x C3, C1 x C4, C2 x C3, C2 x C4 e C3 x C4), não houve diferença significativa na média das distâncias de remoção dos diásporos ($p>0,05$), conforme demonstrado na Figura 08.

Figura 08 - Distância média de remoção das sementes disponibilizadas nas subamostras (sistema de carretel). Onde: médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si após aplicação do teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade. As barras indicam o desvio padrão.



Fonte: produção do próprio autor

De um total de 82 sementes removidas nas quatro campanhas, foi possível localizar e avaliar o estado de apenas 35 (42,7%). Destas, 25 encontravam-se sobre ou sob a serrapilheira, sendo que 14 sementes estavam intactas e 11 predadas (sem endosperma e embrião). Outras 9 sementes foram encontradas em tocas, todas predadas. Somente 1 semente foi encontrada sob as pedras, também predada.

O restante das sementes ($n=47$, 57,3%) não pode ter sua condição final avaliada, uma vez que não foram localizadas.

Apesar das remoções terem ocorrido em uma escala bastante inferior a área do fragmento, pode-se observar que da

totalidade de casos de remoção ($n=82$), 69,5% das sementes ($n=57$) foram levadas pela fauna em direção ao interior do fragmento, nas direções leste, nordeste, sul e sudeste.

A maior incidência de remoção de sementes em direção ao interior do fragmento e a menor em direção as bordas ocorreram na 2ª campanha. Já a maior remoção em direção as bordas do fragmento e menor para o interior da floresta ocorreram na 4ª campanha, conforme mostra a Tabela 04.

Tabela 04 - Direção da remoção de sementes retiradas das subamostras nas quatro campanhas realizadas. Onde: Interior do fragmento = leste, nordeste, sul e sudeste. Borda do fragmento: norte, noroeste, sudoeste e oeste.

Direção	Campanha				Total
	1ª	2ª	3ª	4ª	
Interior do fragmento	16	17	13	11	57
Borda do fragmento	9	2	4	10	25
Total	25	19	17	21	82

Fonte: produção do próprio autor

3.4 FAUNA CONSUMIDORA DE SEMENTES

O registro de vertebrados consumindo as sementes de araucária resultaram de 792 horas (16,5 dias) de exposição de duas armadilhas fotográficas, 7 dias de utilização de duas armadilhas do tipo *tomahawk*, além de marcas de predação deixadas nas sementes.

Foram registradas sete espécies de vertebrados consumindo as sementes nas estações de remoção. Destas, duas foram espécies de aves e cinco espécies de mamíferos, conforme Tabela 05.

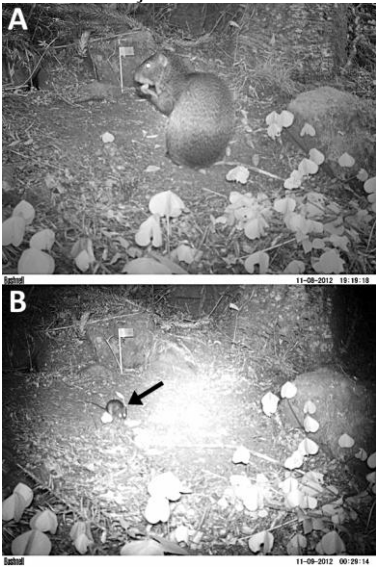
Tabela 05 - Animais consumidores de sementes de araucária e tipo de interação com a semente, registrados nas quatro campanhas de avaliação. Onde: I = Tipo de interação com a semente. P = Predação. R = Remoção.

Classe	Ordem	Espécie	I
Aves	Columbiformes	<i>Columbina</i> spp.	P
	Passeriformes	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	P, R
Mamíferos	Rodentia	<i>Dasyprocta azarae</i>	P, R
		<i>Oligoryzomys nigripes</i>	P, R
	Cingulata	<i>Dasybus novemcinctus</i>	P
	Didelphimorphia	<i>Didelphis albiventris</i>	P
	Artiodactyla	<i>Mazama</i> spp.	P

Fonte: produção do próprio autor

A Figura 09 mostra alguns dos exemplares registrados durante as campanhas para avaliação das taxas de remoção e predação no fragmento de floresta nativa estudado.

Figura 09 - (A) Indivíduo da espécie *Dasyprocta azarae* (cutia) consumindo sementes de *A. angustifolia* na estação de remoção. (B) Pequeno roedor da família Cricetidae removendo sementes da estação de remoção. A seta indica a localização do animal.



Fonte: produção do próprio autor

Outras espécies da família Cricetidae provavelmente foram registradas pelas armadilhas fotográficas. Porém, pela dificuldade na identificação, somente a espécie *Oligoryzomys nigripes* (rato-silvestre) foi relacionada neste trabalho, haja vista ter sido a única capturada nas armadilhas *tomahawk*.

Foram realizados através das armadilhas fotográficas, 95 registros de animais utilizando as estações de remoção para consumo das sementes. Destes registros, 62,1% (n=59) foi efetivado em decorrência do intenso consumo de sementes pela a espécie *Dasyprocta azarae* (cutia). Pequenos roedores da família Cricetidae foram responsáveis por 18,9% (n=18) dos registros em todas as campanhas.

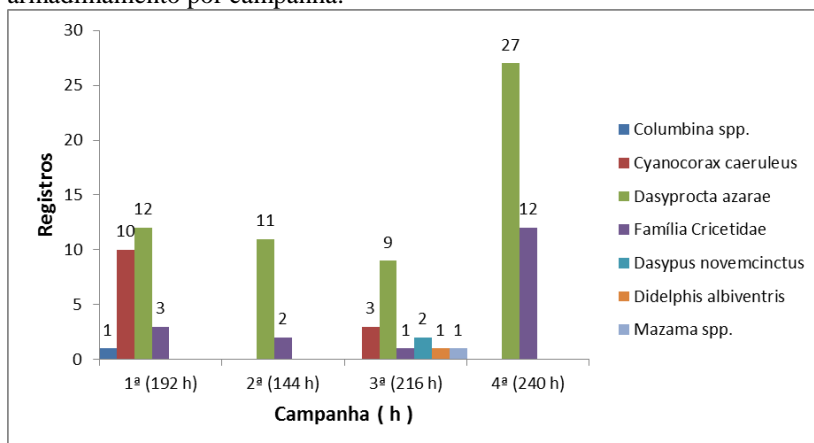
Entre as aves, a espécie *Cyanocorax caeruleus* (gralha-azul) foi a mais intensamente registrada, com 13,7% do total (n=13).

Em apenas duas ocasiões indivíduos da espécie *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha) foram registrados, sendo responsáveis por 2,1% dos apontamentos. Com apenas um registro, as espécies *Columbina* spp. (pomba-rola), *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca) e *Mazama* spp. (veado) computaram 1,1% dos registros cada.

Além dos registros fotográficos, as espécies *Dasyprocta azarae* e *Mazama* spp. foram observadas *in loco* consumindo sementes quando da realização da revisão das estações de remoção à campo.

Somente a espécie *Dasyprocta azarae* e roedores da família Cricetidae foram registrados em todas as campanhas, com maior número de apontamentos na 4ª campanha (junho/2013) (Figura 10).

Figura 10 - Registros da fauna realizados pelas armadilhas fotográficas instaladas nas imediações das estações de remoção. Onde: (h) = horas de armadilhamento por campanha.



Fonte: produção do próprio autor

Em relação ao comportamento das espécies registradas, verificou-se que *Dasyprocta azarae* assumiu um papel quase que exclusivamente predatório em relação a interação com as sementes. Há registros de sua permanência nas estações de remoção por mais de 17 minutos consecutivos, ao ponto de preda todas as sementes ali disponibilizadas. Porém não se pode descartar seu papel na propagação da espécie *A. angustifolia*, haja vista que houve inúmeros registros com menos de 3 segundos, o que leva a crer que também ocorreu o a remoção e armazenamento das sementes.

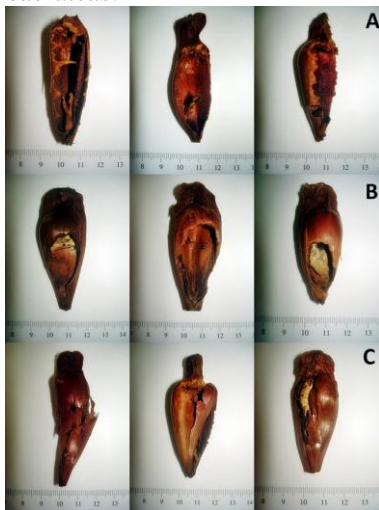
A visitação das estações de remoção pela espécie *Dasyprocta azarae* ocorreu no período diurno e crepuscular (06 às 19 h).

Por outro lado, os pequenos roedores da família Cricetidae, como *Oligoryzomys nigripes*, não estendiam sua visita às estações de remoção por mais de alguns segundos, removendo uma semente por vez, estritamente durante o período noturno e crepuscular (19 às 06 h).

Indivíduos da espécie *Dasyprocta azarae* foram os maiores responsáveis pela deposição de cascas nas estações de remoção. As cascas de sementes predadas por roedores da família Cricetidae foram encontradas exclusivamente dentro de tocas, embaixo de pedras ou presas ao sistema de carretel em locais de difícil visualização e acesso. As cascas predadas por indivíduos da espécie *Cyanocorax caeruleus* foram encontradas nas imediações das matrizes onde esses animais normalmente ficavam observando a instalação das estações.

A Figura 11 mostra algumas marcas de predação deixadas nas cascas das sementes por espécies consumidoras dessa fonte alimentar.

Figura 11 - Marcas peculiares de predação nas cascas de sementes de *A. angustifolia*. Onde: A = padrões de predação causados pela espécie *Dasyprocta azarae*. B = padrões de predação causados por pequenos roedores da família Cricetidae. C = padrões de predação causados pela espécie *Cyanocorax caeruleus*.



Fonte: produção do próprio autor

4 DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos com os experimentos realizados no fragmento de floresta objeto deste estudo, foi possível efetuar algumas inferências que contemplam o objetivo proposto, bem como elucidam de maneira coerente a hipótese formulada.

Inicialmente, há de se ressaltar que a população estudada possui densidade e dominância similares a populações avaliadas por Silva et al. (2012) no município de Lages/SC, cujas pressões antrópicas foram as mesmas sofridas pelos fragmentos de floresta nativa da Faz. Cabanha do Gramado.

Essa semelhança na estrutura horizontal dos fragmentos indica que a exploração madeireira ocorreu em períodos aproximados, atribuindo a essas florestas o *status* de vegetação secundária.

A alta densidade de indivíduos juvenis/regenerantes em relação aos adultos reprodutivos encontrados na parcela avaliada, também é um forte indício da recente exploração da área. Segundo Souza (2009), esse fenômeno indica um aumento no recrutamento de árvores jovens em resposta à perturbação florestal.

O padrão de distribuição espacial foi predominante agregado na população estudada, assumindo a aleatoriedade acima de escalas relativamente médias. O mesmo não ocorreu quando da avaliação em isolado de indivíduos masculinos e femininos, cujos padrões tenderam a aleatoriedade.

Já os indivíduos juvenis/regenerantes apresentaram o mesmo padrão da população total, indicando que sua dispersão ocorreu de distâncias curtas (BRUZINGA, 2013). Padrões semelhantes foram descritos por Paludo et al. (2009).

A agregação espacial pode ser considerada como fator limitante para a dispersão de sementes e consequentemente, para o recrutamento da espécie. Na relação com os agentes dispersores, principalmente os vertebrados, o padrão agregado

de distribuição dos indivíduos, leva os animais frugívoros a se deslocarem menos pelo ambiente em busca do recurso alimentar, diminuindo a distância de dispersão, e reforçando mais ainda o padrão agregado de deposição das sementes (JORDANO et al., 2006).

A associação espacial positiva encontrada na avaliação entre indivíduos femininos e juvenis/regenerantes, entre 1 e 3 m, indica uma forte sobreposição espacial nessa escala analisada (HIGUCHI et al., 2011) e sobreposição parcial em escalas maiores, caracterizando uma dispersão limitada, com recrutamento ocorrendo de maneira agregada nas proximidades da planta-mãe (PALUDO et al., 2009).

Na avaliação da associação entre indivíduos femininos e masculinos observou-se completa aleatoriedade, uma vez que as mudanças de padrões de distribuição nos estágios de vida da espécie são comuns e podem estar ligados a fatores como a competição intra e interespecífica (REIS, 1995; VIEIRA et al., 2008) dependente da densidade.

Os padrões de distribuição dos indivíduos em uma população e sua demografia são influenciados diretamente pela dispersão de suas sementes (WENNY, 2000; JORDANO et al., 2006),). Dessa forma, o experimento de remoção e predação de sementes na fase da dispersão secundária foi importante para a compreensão de alguns fatores que estreitam essa ténue relação.

Em três das quatro campanhas realizadas, a taxas de remoção e predação foram extremamente altas em um curto espaço de tempo. Os valores obtidos nos meses de junho e agosto foram semelhantes aos alcançados por Lamberts (2003) e Bovolenta et al. (2011), e maiores que os registrados por Iob (2007).

Esse intenso consumo pode ter sido reflexo da baixa quantidade de sementes disponibilizadas de maneira natural no fragmento estudado, assim como deduzido por Lamberts (2003) em seu trabalho. É importante salientar que os anos de

2012 e 2013 registraram baixa produtividade de pinhões, sendo que a queda dessas sementes foi visualizada exclusivamente durante o monitoramento da 3ª campanha.

Assim como verificado por Iob (2007), constatou-se neste estudo a diminuição da remoção de sementes no período de maior oferta desses diásporos (abril). A autora atribuiu essa relação negativa a uma estratégia de predação dependente de densidade, onde o aumento na disponibilidade desse recurso tende a reduzir sua remoção.

Entretanto, Sampaio et al. (2007) conferiram as altas taxas de remoção de sementes de *A. angustifolia* constatadas em seu estudo realizado no município de Vacaria - RS, ao início do período de dispersão das sementes e consequente aumento da pressão de predadores.

Espécies como a *A. angustifolia* podem apresentar um padrão de produtividade e sazonalidade específicos. Mantovani et al. (2004) demonstraram através de um trabalho sobre fenologia reprodutiva e produção de sementes realizado em Campos do Jordão - SP, que o ciclo reprodutivo da espécie não é maior que dois anos naquela área nos anos avaliados.

Esses padrões diferenciados nas taxas de remoção podem então estar ligados a uma estratégia denominada Hipótese da Saciação do Predador (SCHUPP, 1988), onde eventos de alta produção de sementes tenderiam a saciar os predadores, que assim, consumiriam menos sementes e aumentariam a probabilidade de sobrevivência das mesmas (VANDER WALL, 2002). Forget et al. (1999) observaram que a predação de sementes foi bem menor durante o pico de frutificação em um estudo realizado com *Tachigali versicolor*, devido a saciação dos predadores durante esse período.

Segundo Forget et al. (2002) e Xiao et al. (2005) em períodos anteriores e posteriores a queda das sementes, pequenos mamíferos removem e consomem proporcionalmente mais frutos caídos do que nos períodos de maior oferta. Nesse sentido, os valores obtidos nos outros períodos de observação,

onde a oferta de sementes foi reduzida em relação ao mês de abril, corroboram com a hipótese descrita, haja vista que nestes períodos as taxas de consumo foram extremamente elevadas.

Já a taxa de predação propriamente dita, obteve seu pico no mês de novembro, o que pode ser atribuído a não necessidade de remoção para estocagem de sementes por parte da fauna, dado o aumento nas possibilidades de obtenção de outros recursos alimentares. Lamberts (2003) também verificou a diminuição das taxas de remoção e aumento da predação conforme diminuía a disponibilidade de sementes no solo.

Observou-se ainda, que o consumo das sementes disponibilizadas durante o estudo, independente do tipo de interação com a fauna (remoção ou predação), não foi determinada pela distância em que foi disposta da planta parental. Todavia, a Hipótese do Escape, que se baseia na mortalidade dependente de densidade nas proximidades dos adultos da mesma espécie, seja por causa da predação de insetos ou roedores, que respondem a densidade de sementes, concentrando suas atividades onde os recursos são mais abundantes (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971), não pode ser descartada, haja vista que a distância de 5 m pode ter sido ineficaz para essa avaliação.

Da mesma forma, se considerarmos remoção e predação como eventos distintos para o sucesso da dispersão da espécie, e avaliarmos essas interações somente a 0 m da planta parental, temos a remoção de sementes apresentando taxas bastante elevadas em relação à predação, o que contraria a afirmação de Janzen (1970) que enfatiza que a predação é maior próxima aos adultos da mesma espécie devido a predadores que respondem à distância das sementes e plântulas, procurando-as nas imediações da planta adulta e ignorando locais mais distantes.

Ainda em relação a isso, o mês de abril se demonstrou atípico aos demais no que tange a remoção de sementes, com maior taxa concentrada a 5 m da planta parental.

Segundo Vieira & Iob (2009), experimentos de campo têm indicado que os pequenos roedores são responsáveis por altas taxas de remoção de pinhões no solo da Floresta de Araucárias. Pode-se então atribuir a esses animais a remoção concentrada nos 5 m registrada nesse período, haja vista que por questões de competição interespecífica estariam evitando os locais com maior concentração de predadores ou pelo menos mais visados por estes.

Apesar dos valores de consumo de sementes não terem diferido em relação a sua distância de disponibilização, pode-se verificar, entretanto, que o tempo médio necessário para esse consumo foi maior na distância de 5 m em todas as campanhas avaliadas, reforçando a hipótese da predileção por locais mais distantes em função da presença de predadores a 0 m.

As taxas de remoção e predação mais lentas foram obtidas no mês de abril, ou seja, no período de maior disponibilidade de sementes. Jansen et al. (2004) também encontraram taxas mais lentas de remoção de sementes em períodos de maior oferta. Este fenômeno pode estar diretamente ligado a Hipótese da Saciação do Predador, que pela maior densidade de sementes, busca em diversos locais esse recurso e diminui seu tempo de permanência em um só ambiente.

As distâncias médias de remoção evidenciadas neste estudo corroboram com valores obtidos em outros similares (LAMBERTS, 2003; IOB, 2007). Segundo Iob (2007), a maior parte dos trabalhos indica uma distância média de dispersão curta (2 a 4 m).

A maior média foi obtida no mês de abril, principalmente em função de alguns valores discrepantes registrados (16 e 57 m), provavelmente provocados por indivíduos da espécie *Dasyprocta azarae*.

Estas distâncias médias confirmam a tendência à agregação da população estudada, obtida na avaliação da distribuição espacial discutida anteriormente, com ênfase

principalmente na associação de indivíduos femininos e juvenis/regenerantes.

Com certeza essa variável configura-se como um fator limitante para o recrutamento de novos indivíduos, uma vez que a densidade de árvores na área é alta e o sombreamento dos adultos sobre as plântulas que eventualmente sejam recrutadas e de outras plantas competidoras, será determinante para seu estabelecimento (HOWE, 1986).

Em relação ao destino das sementes e sua condição pós-dispersão, Vieira & Iob (2009) comentam que:

Os termos remoção e predação de sementes podem ser aplicados igualmente quando se trata de pequenos roedores, pois os estudos que avaliaram o destino da semente da araucária demonstraram que a grande maioria das sementes removidas estava realmente predada e apenas uma pequena porcentagem ($< 5\%$ do total) estava intacta.

No presente estudo, 17% das sementes efetivamente removidas foram encontradas intactas e localizadas sobre ou sob a serrapilheira. Nenhuma semente foi encontrada intacta enterrada, em tocas ou em locais de menor exposição.

Dessa forma, não se pode assumir a eficiência da dispersão realizada, uma vez que sua principal influência demográfica advém dos processos de limitação associados ao número limitado de sementes dispersas com sucesso e sua chegada a locais que oferecem a possibilidade de recrutamento bem sucedido (JORDANO, 2006).

Ressalta-se que conforme evidenciado através do experimento com carretéis, houve uma forte predileção da fauna na busca por ambientes interioranos do fragmento após a remoção das sementes.

Esse fenômeno pode estar relacionado com a mudança na composição de espécies de predadores de sementes ao longo do gradiente de borda entre floresta e pastagem (GASCON et al., 1999), ou a fragmentação do habitat, uma vez que fragmentos isolados tendem a receber (de outras áreas) e dispersar menos sementes como consequência das ameaças que os animais dispersores sofrem com esse fenômeno (JORDANO et al.).

Nesse contexto, o papel que a fauna desempenha no processo de dispersão, principalmente para a araucária - uma espécie exclusivamente zoocórica em sua fase secundária - é imprescindível para o sucesso de seu recrutamento e estabelecimento.

As espécies registradas neste estudo equiparam-se aos demais trabalhos análogos já realizados e citados por Vieira & Iob (2009) no livro “Floresta de Araucárias”. As espécies *Columbina* spp. e *Dasytus novemcinctus* foram registros inéditos.

A espécie *Dasyprocta azarae* obteve o maior número de registros nos períodos avaliados. Este gênero é reconhecidamente importante na dispersão secundária através de seu comportamento de estocagem *scatterhoarding* (JANSEN & FORGET, 2001).

Entre os dispersores secundários, a dicotomia entre os comportamentos *scatterhoarding* e *larderhoarding* parece gerar padrões de deposição de sementes distintos. Os chamados *scatterhoarders* como a cutia, que estocam as sementes, ao contrário dos *larderhoarders* que depositam uma única semente, são considerados melhores dispersores (VIEIRA & IOB, 2009).

Apesar desse comportamento particularmente benéfico às pretensões da espécie dispersa, neste trabalho *Dasyprocta azarae* também foi a maior responsável pela predação das sementes disponibilizadas nas estações de remoção em três das quatro campanhas realizadas. No mês de abril a predação por

esta espécie foi reduzida, consolidando ainda mais a Hipótese da Saciação do Predador.

Os pequenos roedores da família Cricetidae, como *Oligoryzomys nigripes*, foram responsáveis por uma fração significativa de remoções realizadas durante todas as campanhas, principalmente no período noturno, cuja atividade da cutia não foi registrada. Apesar de todas as sementes encontradas em tocas terem sido predadas total ou parcialmente por esses animais, Vieira & Iob (2009) relatam que algumas vezes, pequenos roedores carregam pinhões para outros locais e alimentam-se parcialmente deles, muitas vezes sem que o embrião destes seja danificado, não os inviabilizando.

Assim como constatado por Lamberts (2003), nenhuma semente foi encontrada nas estações de remoção com padrões de mordedura desses pequenos roedores, o que indica que o consumo dessas ocorria exclusivamente em locais afastados, principalmente em tocas.

Ainda segundo esse autor, os pequenos roedores não podem ser considerados dispersores eficientes, haja vista que tocas e outros locais similares não são locais adequados para o estabelecimento de plântulas oriundas de sementes que eventualmente sejam estocadas.

Sobre isso, Schupp (1993) afirma que a eficiência de um determinado animal como dispersor depende também de aspectos relacionados ao padrão de deposição das sementes, ou seja, como e onde as sementes são depositadas.

Na avaliação de destino das sementes pode-se observar que além da baixa quantidade de sementes efetivamente dispersas, ou seja, aquelas encontradas sem indícios de predação, a deposição destas concentrou-se sobre a serrapilheira, em locais de alta exposição, onde a possibilidade de predação se torna maior.

A espécie *Cyanocorax caeruleus* teve a maior quantidade de registros na primeira campanha (agosto/2012), onde a oferta de sementes já era bastante reduzida. Essa

condição levou esses animais a buscarem a semente nas estações de remoção, ou seja, diretamente no solo. O mesmo comportamento foi observado por Lamberts (2003) somente em áreas de *Pinus* spp. Esse procedimento não é comum para a espécie, uma vez que estes animais costumam coletar as sementes diretamente nas pinhas, contribuindo para a aceleração da queda dos pinhões (VIEIRA & IOB, 2009).

Independente do sistema de coleta, as gralhas-azuis podem ser consideradas dispersoras eficientes, quando ao transportar as sementes por longas distâncias, de 15 a 120 m (SOLÓRZANO-FILHO, 2001), acabam perdendo esses diásporos durante o voo e colonizando novos locais.

As demais espécies registradas podem ser consideradas oportunistas, desempenhando um papel exclusivamente de predação de baixa escala em relação às descritas anteriormente.

Quando as taxas de remoção registradas nas quatro campanhas são observadas de maneira isolada, cujos índices foram três vezes maiores que os de predação, e considerando que a dispersão é o processo pelo qual as sementes são removidas das imediações da planta-mãe para distâncias seguras, onde a predação e competição são mais baixas (JORDANO, 2006), é possível afirmar que a espécie obteve êxito em suas estratégias de propagação.

Entretanto, numa visão sistêmica, pode-se inferir que a população objeto deste estudo, pelo menos no período observado, pode não possuir um aparato eficiente que garanta a dispersão de sementes para locais adequados ao recrutamento e estabelecimento de novos indivíduos.

Todavia, estudos mais detalhados são necessários para verificar estes processos, principalmente no que tange a dinâmica da população desde a dispersão das sementes até o estabelecimento de novas plântulas.

5 CONCLUSÕES

A partir dos experimentos realizados neste trabalho, obtiveram-se as seguintes conclusões:

- Os padrões de distribuição espacial da população estudada indicam que a dispersão de seus diásporos, ocorrida logo após um extenso período de perturbações de origem antrópica, foi preponderante para sua atual conformação.
- Estes mesmos padrões podem estar influenciando o comportamento da fauna responsável pela dispersão de sementes, haja vista que esse recurso alimentar está disponibilizado de maneira concentrada, o que acaba reduzindo a mobilidade dos animais e as chances de colonização de novos locais pela espécie.
- As taxas de remoção e predação das sementes de *A. angustifolia* foram similares a outros trabalhos já realizados, mostrando a elevada dependência da fauna por esta planta-chave em períodos onde as angiospermas da Floresta Ombrófila Mista tendem a reduzir a produção de frutos.
- As distâncias médias e os destinos das sementes efetivamente removidas demonstraram que os agentes responsáveis pela dispersão da espécie podem não estar sendo eficientes. Porém, é necessário que novos estudos sejam realizados para verificar essa relação planta-animal, principalmente no que diz respeito à dinâmica da população.
- As espécies da fauna consumidora de sementes de *A. angustifolia* foram as mesmas relacionadas em outros estudos, com exceção de espécies com registro inédito que devem ser mais bem avaliadas quanto à sua relação com o recurso. Também são necessárias avaliações mais apuradas acerca das pressões sofridas por esses

indivíduos, principalmente aquelas relacionadas à fragmentação do habitat, efeito de borda e defaunação.

- A hipótese de que as maiores taxas de remoção e predação ocorreriam nas proximidades da planta parental deve ser melhor avaliada, uma vez que a metodologia utilizada pode não ter sido adequada para esse fim.
- A hipótese de que as taxas de consumo de sementes pela fauna são mais elevadas no período de maior oferta desse recurso foi descartada neste trabalho. Tal afirmação prende-se ao fato de que houve uma redução na procura pelo recurso nesse período, possivelmente em virtude da espécie *A. angustifolia* utilizar uma estratégia adaptativa denominada Hipótese da Saciação do Predador para reduzir as perdas de sementes e aumentar as possibilidades de recrutamento de novos indivíduos.
- O aprofundamento na avaliação dos impactos causados pelas diversas pressões humanas exercidas sobre a Floresta Ombrófila Mista, principalmente o pastoreio do gado, o uso do fogo, a fragmentação do habitat e a defaunação pela caça predatória, é imprescindível para o pleno entendimento dos processos que limitam e prejudicam a eficiente dispersão de sementes nessa formação, e que podem estar comprometendo significativamente o êxito da espécie no que tange a sua propagação.

REFERÊNCIAS

ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARDT, P.; BITNER, R. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, 12: 8-17, 1998.

ANSOLIN, R. D.; LOVATEL, Q. C.; CASTILHO, P. V. Avaliação da remoção de sementes de *Araucaria angustifolia* em áreas com e sem interferência humana. In: **X Congresso de Ecologia do Brasil**. São Lourenço – MG, 16 a 22 de setembro de 2011.

BACKES, A. Determinação da idade e regeneração natural de uma população de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um povoamento florestal localizado no município de Caxias do Sul, RS, Brasil. **Série Botânica Iheringia**, v.56, p.115-130, 2001.

BOVOLENTA, Y. R.; PERINA, B. B.; ROSA, V. P. P.; LIBONI, A. P.; RODRIGUES, D. R.; PIMENTA, J. A.; BIANCHINI, E. Remoção de propágulos em fragmento de floresta nativa e reflorestamentos numa região de Floresta Ombrófila Mista do estado do Paraná. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**. Londrina/PR, v. 32, n. 1, p. 29-40, jan./jun. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 4, de 04 de maio de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, e a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial da República**

Federativa do Brasil nº 114, Poder Executivo, Brasília, DF, de 17/06/1994, p. 8877-8878.

BRUZINGA, J. S.; OLIVEIRA, M. L. R.; MACHADO, E. L. M.; LEITE, H. G.; PEREIRA, I. M.; NOGUEIRA, G. S. Distribuição espacial de indivíduos adultos de Pequi. **Scientia Forestalis**. v. 41, n. 98, p. 249-256, jun. 2013.

CALDATO, S. L. et al. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, v.6, n.1, p.27-38, 1996.

CARVALHO, M. M. X. Uma grande empresa em meio à floresta: a história da devastação da floresta com araucária e a Southern Brazil Lumber and Colonization (1870-1970). 2010. 313 p. **Tese** (Doutorado em História) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2010.

CONNELL, J. H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rain forest trees. In: DEN-BOER, P. J., GRADWELL, G. R. (Ed.). **Dynamics of populations**. Wageningen: Centre for Agricultural Publications and Documentation. p. 298-312, 1971.

DONATTI, C. I. Consequências da defaunação na dispersão e predação de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*) na Mata Atlântica. 2004. 102 p. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia de Agrossistemas). ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP. 2004.

FLEURY, M. H. Interações ecológicas entre plantas e animais: implicações para a conservação e restauração de uma ilha pluvial Atlântica. 2009. 127 p. **Tese** (Doutorado em Ecologia

Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP, 2009.

FORGET, P. M.; KITAJIMA, K.; FOSTER, R. B. Pre and post-dispersal seed predation in *Tachigali versicolor* (Caesalpinaceae): effects of timing of fruiting and variation among trees. **Journal of Tropical Ecology**, 15:61-81, 1999.

FORGET, P. M.; HAMMOND, D. S.; MILLERON, T.; THOMAS, R. Seasonality of fruiting and food hoarding by rodents in Neotropical forests: consequences for seed dispersal and seedling recruitment. In: LEVEY D.; SILVA W. R.; GALETTI, M. (Eds.). **Seed dispersal and frugivory: evolution and conservation**. CABI, Publishing, Wallingford, 2002.

GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD, R. O.; MALCOLM, J. R.; STOUFFER, P. C.; VASCONCELOS, H. L.; LAURANCE, W. F.; ZIMMERMAN, B.; TOUCHER, M.; BORGES, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, 91: 223-229, 1999.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; PIFANO, D. S. Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de *Miconia* spp. RUIZ & PAV.(Melastomataceae). **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v. 35, n. 3, p. 381-389, 2011.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**. 13: 201-228, 1982.

HOWE, H. F. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In: Murray, D.R. (Ed.). **Seed dispersal**. Academic Press, Sydney, Australia, p. 123-189, 1986.

IOB, G. Influência de frutos e sementes na abundância de pequenos mamíferos e a relação com a predação e dispersão de sementes da araucária (*Araucaria angustifolia*). 2007. 63 p. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2007.

JANSEN, P. A.; FORGET, P. M. Scatterhoarding rodents and tree regeneration. In: BONGERS, E. (Ed.). **Dynamics and plant-animal interactions in a neotropical rainforest**. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 2001. p.275-288.

JANSEN, P. A.; BONGERS, F.; HEMERIK, L. Seed mass and mast seeding enhance dispersal by a neotropical scatterhoarding rodents. **Ecology Monograph**, 74: 569-589, 2004.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. **The American Naturalist**, v. 104, n. 904, p. 501-528, 1970.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. CAB International, Wallingford, UK., p. 105-156. 1992.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; SILVA, W. R.. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M. (Ed.). **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: Rima, 2006, p. 411-458.

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

LAMBERTS, A. VON DER H. Predação e sobrevivência de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze em áreas de mata nativa e plantação de *Pinus eliotti* na Floresta Nacional de

São Francisco de Paula, RS. 2003. 86 p. **Dissertação**. (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2003.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C.; DOS REIS, M. S. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 27, n. 4, p. 787-796, out.-dez. 2004.

MAPA do Estado de Santa Catarina. Escala indeterminável. Disponível em: <<http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br/>>. Acesso em: 21 de abr. 2014.

PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; KLAUBERG, C.; DOS REIS, M. S. Estrutura demográfica e padrão de distribuição espacial de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), na Reserva Genética Florestal de Caçador, Estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p. 1109-1121, 2009.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org.>>. Acesso em: 21 de abr. 2014.

RABELLO, A.; RAMOS, F. N.; HASUI, E. Efeito do tamanho do fragmento na dispersão de sementes de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Delf.). **Biota Neotropica**. v. 10, n. 1, p. 47-54, 2010.

REIS, A. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius – Palmae em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da encosta atlântica em Blumenau, SC. 1995. 164 p. **Tese** (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 1995.

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

RIPLEY, B. D. **Spatial statistics**. New York: John Wiley & Sons, 252p. 1981.

RIPLEY, B.D. Spatial point pattern analysis in ecology. In: LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. (Ed.) **Developments in numerical ecology**. Berlin: Springer, p. 407-429, 1987

ROWLINGSON, B.; DIGGLE, P. **Splancs**: spatial and space-time point pattern analysis. R package version 2.01-24. Disponível em: <www.rproject.org>. Acesso em: 21 de abr. 2014.

SAMPAIO, M. B.; SANTOS, A. A.; DA SILVA, G. P.; MOREIRA, G. A.; DE MEDEIROS, M. B.; GUARINO, E. S. G. Remoção de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) e *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc. (Arecaceae) em campos e fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. In: **VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu – MG, 23 a 28 de setembro de 2007.

SCHNEIDER, P. R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais. **Revista Floresta**. 19: 19-23, 1978.

SCHUPP, E. W. Seed and early seedling predation in the forest understory and in treefall gaps. **Oikos**. 51:71-78, 1988.

SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. In: FLEMING, T. H. & ESTRADA, A. (Eds.). **Frugivory and Seed Dispersal: Ecological and**

Evolutionary aspects. Kluwer Academic Publishers, Belgium, p. 15-29, 1993.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (Florianópolis, SC). Projeto Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina: foto aérea. Lages, 2010. Aproximação de uma foto aérea. Escala 1:8.000.

SILVA, F. A. S. The Assistat Software: statistical assistance. In: **International Conference on Computers in Agriculture**, 6, Cancun, 1996. Anais. Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p. 294-298.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; AGUIAR, M. D.; NEGRINI, M.; NETO, J. F.; HESS, A. F. Relações florísticas e fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Mista Montana secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciência Florestal**. 22: 193-206, 2012.

SOLÓRZANO-FILHO, J. A. Demografia, fenologia e ecologia da dispersão de sementes de *Araucaria angustifolia* em uma população relictual em Campos do Jordão, SP. 2001, 155 p. **Dissertação**. Universidade de São Paulo, 2001.

SOUZA, A. F. Estrutura de populações de *Araucaria angustifolia*. In: FOSENCA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T. L.; BACKES, A.; GANADE, G. (Eds.). **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2009, p. 67-74.

STILES, E.W. Animals as seed dispersers. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. CAB International, Wallingford, UK., p. 87-104. 1992.

VANDER WALL, S. B. Masting in animal-dispersed pines facilitates seed dispersal. **Ecology**. 83: 3508–3516, 2002.

VIEIRA, E. M.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes de *Araucaria angustifolia*. In: FOSENCA, C. R.; SOUZA, A. F.; LEAL-ZANCHET, A. M.; DUTRA, T. L.; BACKES, A.; GANADE, G. (Eds.). **Floresta com Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto: Holos, 2009, p. 85-95.

VIEIRA, F. A.; BRANDÃO, M. M.; FARIAS, E. S.; CARVALHO, D. Coexistência e padrão espacial de duas espécies pioneiras de Melostomataceae: *Leandra scabra* DC. e *Miconia albicans* (Swartz) Triana. In: **XVII Congresso de Pós-Graduação da UFLA**. Lavras – MG, 27 a 31 de outubro de 2008.

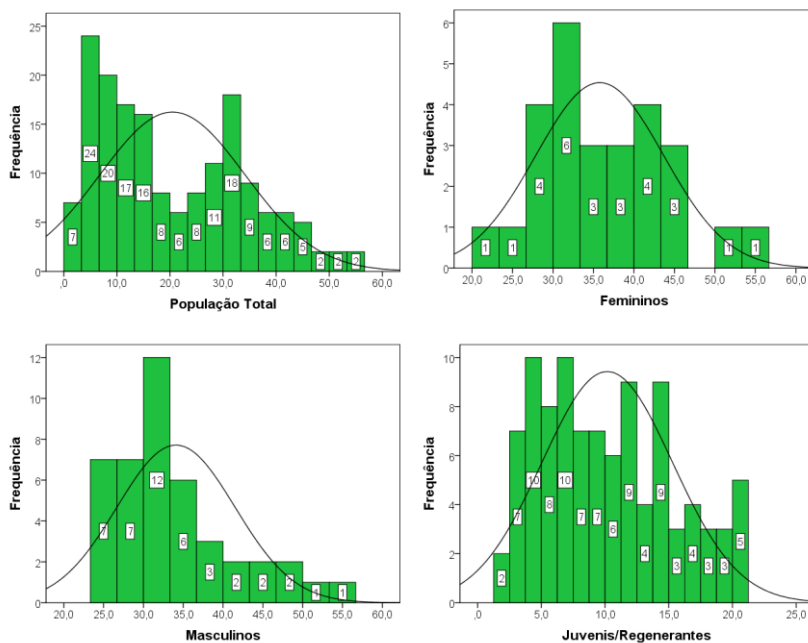
XIAO, Z.; ZHANG, Z.; WANG, Y. The effects of seed abundance on seed predation and dispersal by rodents in *Castanopsis fargesii* (Fagaceae). **Plant Ecology**. 177: 249-257, 2005.

WENNY, D. G. Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a neotropical montane tree. **Ecological Monographs**. 70: 331-351, 2000.

ZAR J.H. **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA. 1999.

APÊNDICES

Figura 01 - Histogramas de frequência observada para o DAP nas três classes de indivíduos amostrados no fragmento de floresta nativa estudado na Faz. Cabanha do Gramado e para a população total. Onde:
 — : Curva Normal. Eixo X: DAP (cm). Eixo Y: frequência (n). Rótulo das barras: frequência observada (n).



Fonte: produção do próprio autor

Tabela 01 - Resumo estatístico descritivo dos valores obtidos por campanha para remoção e predação nas duas distâncias avaliadas. Onde: N = número de sementes disponibilizadas nas estações de remoção em cada distância (0 e 5 m). R (0 m) = Remoção a 0 m. R (5 m) = Remoção a 5 m. P (0 m) = Predação a 0 m. P (5 m) = Predação a 5 m. DP = Desvio padrão.

Campanha	N	R (0 m)	%	Média	DP	R (5 m)	%	Média	DP
1ª	400	312	78,0	19,50	6,36	310	77,5	19,38	5,90
2ª	400	219	54,8	13,69	6,34	248	62,0	15,50	6,74
3ª	400	134	33,5	8,38	6,22	294	73,5	18,38	7,14
4ª	400	322	80,5	20,13	3,98	344	86,0	21,50	2,89
Subtotal	1600	987	61,7	15,42	7,44	1.196	74,8	18,69	6,16
Campanha	N	P (0 m)	%	Média	DP	P (5 m)	%	Média	DP
1ª	400	88	22,0	5,50	6,36	90	22,5	5,62	5,90
2ª	400	181	45,3	11,31	6,34	152	38	9,50	6,74
3ª	400	38	9,5	2,38	4,20	46	11,5	2,87	1,92
4ª	400	66	16,5	4,13	3,66	56	14	3,50	2,89
Subtotal	1600	373	23,3	5,83	6,17	344	21,5	5,37	5,37
Total	3200	1360	85,0			1540	96,3		

Fonte: produção do próprio autor