



PAULA FERRACIOLI

**INTERAÇÃO ENTRE UMA COMUNIDADE DE
PEQUENOS MAMÍFEROS E A ESPÉCIE
Araucaria angustifolia EM UMA FLORESTA
OMBRÓFILA MISTA NO SUL DO BRASIL**

LAVRAS – MG

2013

PAULA FERRACIOLI

**INTERAÇÃO ENTRE UMA COMUNIDADE DE PEQUENOS
MAMÍFEROS E A ESPÉCIE *Araucaria angustifolia* EM UMA
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Marcelo Passamani

LAVRAS – MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Ferracioli, Paula.

Interação entre a espécie-chave *Araucária angustifolia* e
pequenos mamíferos na Mata Atlântica do sul do Brasil / Paula
Ferracioli. – Lavras : UFLA, 2014.

113 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Marcelo Passamani.

Bibliografia.

1. Floresta ombrófila mista. 2. Dispersão de sementes. 3.
Predação de sementes. 4. Disponibilidade de recursos. 5. Interação
animal-plantas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.52642

PAULA FERRACIOLI

**INTERAÇÃO ENTRE UMA COMUNIDADE DE PEQUENOS
MAMÍFEROS E A ESPÉCIE *Araucaria angustifolia* EM UMA
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em, 03 de junho de 2013

Dr. Lucas Del Bianco Faria UFLA

Dr. Martin Francisco Pareja Piaggio UFLA

Dr. Marcelo Passamani

Orientador

LAVRAS – MG

2013

*Aos meus pais, Erminio e Odete,
à minha sobrinha, Manuela e
meu querido Leandro, por todo amor.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus que me deu forças e que mesmo “aos trancos e barrancos” e através de suas linhas tortas me fez chegar até o fim desse mestrado. E principalmente por ter-me “protegido” dos andarilhos da BR-277, sempre presentes, e da onça-pintada (Sancho) que rondava insistentemente a área de estudo.

À minha família, pelo apoio absoluto e, principalmente, meus pais, Erminio e Odete, que mesmo não entendendo muito o que faço, não medem esforços para me apoiar, à Talitha, Ederson e Manuela que “estudava” comigo diariamente. Em especial, ao meu pai, pela ajuda com a manutenção das armadilhas Sherman e construção da estufa. Ao tio Ismael, tia Luzia, Mateus, Fernando, tia Lalá, por todo carinho, compreensão e apoio.

Ao meu querido amor, Leandro, por me amar, entender e aceitar a distância que os campos nos fizeram passar, pela ajuda em campo e pelo apoio incondicional. E sua família, Sr. Maninho, dona Inês e Daniela, por me acolherem sempre, mesmo que na maioria das vezes “de passagem”, sempre com tanto carinho. E por todos os momentos de descontração e alegria.

À todos do Posto de Informação e Controle (PIC) de Santa Tereza do Oeste, em especial Julia (Maria) pela companhia e momentos de descontração sempre necessários e essenciais naquele PIC, ao Clésio, pela companhia e, ao Robson, grande amigo e colaborador, obrigada por toda a ajuda com a abertura de trilhas e manutenção das mesmas, aos “almoços de domingo”, que junto com a Julia fez meus dias no PIC passarem mais depressa.

Agradeço a todo o pessoal do Setor de Pesquisa e Manejo e Conservação do Parque Nacional do Iguaçu, em especial, ao Raphael Xavier, por liberar a solicitação de coleta e ao Pedro, por ser o Pedro (“Loça”) e sempre me ajudar

com o que fosse preciso, principalmente pela liberação do alojamento durante os dias em campo.

A todos do PIC de Céu Azul, João e Dilce e, em especial, Adilson e Anízio, pela ajuda na abertura das trilhas e pelo apoio em campo.

Ao Projeto Carnívoros do Iguaçu, na pessoa da Marina Xavier da Silva e Mauro Costa (Maurets!), pela grande amizade, pela ajuda (preciosa) em campo e companhia que sempre rendeu várias risadas e boas lembranças. Além do empréstimo de alguns equipamentos essenciais para execução do meu projeto, como as *cameras trap*.

À professora Ana Lúcia Dias e a amiga Tatiane Sampaio e todo o pessoal do Laboratório de Citogenética Animal (LACA) da Universidade Estadual de Londrina (UEL) pela prontidão e ajuda com os cariótipos.

Ao professor Alexandre R. Percequillo pela ajuda com a identificação de espécimes.

À Mariana Vagetti e William Cunha, pela ajuda em campo.

A todo o pessoal que me ajudou no campo de Itamonte, Karla Patrícia, Cleverson Fraga, Kassius Santos, Eliza Meirelles e Tainá Assis. E por terem aguentado com destreza os perrengues passados por lá (em especial Tainá e Eliza).

À Kassius Santos, pela ajuda na identificação das aves fotografadas.

Ao Professor Lucas Del Bianco Faria por ceder o laboratório e a balança de precisão para que eu pesasse as amostras de artrópodes.

Ao Professor Nelio Roberto dos Reis pela confiança e empréstimo de armadilhas Sherman.

À Jackeline Puschel pela ajuda com os mapas. Muito obrigada, sempre!

À Mariana Yankous Gonçalves Fialho pela ajuda com o MDS.

Ao Maurício Cruz Mantoani pela leitura do manuscrito e pelas valiosas sugestões.

Aos amigos de mestrado, Karla Patrícia, Juliana Tuller, Antônio Queiroz, Rafael (Peixe) e Juninho (José Magno) pelos momentos de descontração e pela amizade que já deixa uma saudade enorme!

Aos meus queridos amigos do “quarteto”: Maurício, Nayara e Marcela. Por me ajudarem a ir para Lavras fazer a prova e sempre que possível, nas suas limitações, me darem o apoio, amizade e momentos agradáveis.

À Mariana Mansanares por ter me acolhido quando fui fazer a prova na UFLA em 2010 e por estar sempre a postos no que fosse preciso.

À Amélia Guimarães Carvalho, por me aguentar em 2010, pela amizade e entusiasmo. Aprendi muito com você. Muita saudade!

Ao tio Ismael e tia Lalá por me auxiliarem financeiramente nos meses com e sem a bolsa. E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou que o trabalho de campo fosse concluído.

Ao professor Dr. Marcelo Passamani, por ter aceitado me orientar e compreendido a mudança de área de coleta.

Aos membros da banca, professor Dr. Lucas Del Bianco Faria e ao professor Dr. Martín Francisco Pareja pela disponibilidade e por suas sugestões.

À Universidade Federal de Lavras, ao Setor de Ecologia e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, pela oportunidade concedida para realização do Mestrado.

Muito obrigada!

*“Quando os ventos de mudança sopram, umas pessoas levantam barreiras,
outras constroem moinhos de vento”.*

RESUMO

A espécie *Araucaria angustifolia* Bert. (O.) Kuntze, popularmente conhecida como pinheiro-do-Paraná ou simplesmente araucária, é a única conífera nativa em território brasileira e devido a sua abundância caracteriza a Floresta Ombrófila Mista (FOM), também chamada de Floresta com Araucária, formação florestal intensamente desmatada no Sul do Brasil. Suas sementes, popularmente chamadas de “pinhões”, são um importante recurso na dieta de muitos animais da FOM durante o período de menor disponibilidade dos demais recursos da floresta. Em troca, os animais que se alimentam delas se dispersam para longe das plantas de origem garantindo que se estabeleçam em locais mais favoráveis à sua germinação. Nós avaliamos a remoção de sementes de *A. angustifolia* pelos animais da FOM do Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, além de verificar se os recursos disponíveis na região, tais como pinhões, artrópodes e sementes/frutos de angiospermas influenciam os padrões populacionais da comunidade de pequenos mamíferos. Todas as sementes que foram removidas dos experimentos foram levadas por pequenos mamíferos e nenhuma delas permaneceu intacta após a remoção. Somente dois pequenos roedores foram fotografados removendo as sementes, *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus* e ambas as espécies foram as mais abundantes durante a amostragem de pequenos mamíferos. Evidenciamos que as sementes de araucária estão disponíveis em meses que os demais recursos tem baixa abundância no ambiente, principalmente a biomassa seca de artrópodes. Em áreas de FOM com influência direta da *A. angustifolia* a disponibilidade de pinhões no solo apresentaram uma correlação positiva com a abundância total de pequenos mamíferos ($r_s = 0.84$; $p < 0.001$) e, em particular, com a abundância das duas espécies mais abundantes, *A. montensis* ($r_s = 0.83$; $p < 0.001$) e *E. russatus* ($r_s = 0.54$; $p = 0.0139$). Entretanto, os demais recursos avaliados (artrópodes e sementes/frutos de angiospermas) não apresentaram correlação entre as três variáveis-resposta, demonstrando a importância da conífera para a comunidade de pequenos mamíferos. Já em áreas sem a influência direta da árvore, somente a biomassa seca de artrópodes se correlacionou negativamente com a abundância total de pequenos mamíferos ($r_s = -0.56$; $p = 0.004$) e abundância da espécie *A. montensis* ($r_s = -0.59$; $p = 0.002$). Por frutificar em grande quantidade em períodos de escassez dos demais recursos alimentares e servir de alimento para uma gama de frugívoros a conífera *A. angustifolia* pode se passar por uma espécie-chave no provimento de recursos para frugívoros de FOM, porém, nossos resultados demonstram que esta conífera exibe características de espécie dominante, como por exemplo, efeito alelopático antagônico sob plantas

adjacentes, mantendo constante e escassa a disponibilidade de outros recursos alimentares (recursos vegetais e artrópodes) o que assegura que suas sementes se tornem o principal e mais abundante item alimentar disponível em áreas sob sua influência direta, mascarando-se como espécie-chave. Porém, mais estudos devem ser realizados para verificar a importância dos pequenos roedores na dispersão de suas sementes visto que este grupo é tido como o maior removedor e predador das mesmas.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Mista. Dispersão de sementes. Predação de sementes. Disponibilidade de recursos. Interação animal-planta.

ABSTRACT

The species *Araucaria angustifolia* Bert. (O.) Kuntze, popularly known as pinheiro-do-Paraná or just araucaria, is the only native conifer in Brazil and due to its abundance features the *Araucaria* Forests (AF), forest type intensely deforested in southern Brazil. Their seeds, popularly called "pinhões", are an important resource in the diet of many animals during the period of reduced availability of other resources in the forest. In turn, the animals that feed on them to disperse away from the source plant ensuring that seedlings are established in locations most favorable for germination. We evaluated the removal of seeds of *A. angustifolia* by animals' MRF of Iguassu National Park, Paraná, and verified if the available resources in the area (pinhões, arthropods and angiosperms seeds / fruits) is correlated with population patterns of small mammal community. The results showed that all seeds were removed from the experiments by small mammals and none remained intact after removal. Only two small rodents were photographed removing the seeds, *Akodon montensis* and *Euryoryzomys russatus* and both species were more abundant. We demonstrated that the seeds of Araucaria are available in months that other resources has low abundance in the environment, especially the arthropods dry biomass. In areas of AF the pinhões showed a positive correlation with the total abundance of small mammals ($r_s = 0.84$; $p < 0.001$) and in particular through the abundance of the two most abundant species *A. montensis* ($r_s = 0.83$; $p < 0.001$) and *E. russatus* ($r_s = 0.54$; $p = 0.0139$). However, other resources evaluated (arthropods and seeds/fruits of angiosperms) were not correlated between the three response variables, demonstrating the importance of conifer for small mammal community. Yet in areas without the direct influence of the tree, only the arthropods dry biomass correlated negatively with the total abundance of small mammals ($r_s = -0.56$, $p = 0.004$) and abundance of the species *A. montensis* ($r_s = -0.59$, $p = 0.002$). For fruit in large quantities during periods of scarcity of other food resources and serve as food for a range of fruit coniferous *Araucaria angustifolia* can pass for a key species in providing resources for frugivores AF, however, our results demonstrate that this conifer displays characteristics of dominant species, such as antagonistic allelopathic effect on adjacent plants, maintaining constant and scarce availability of other food resources (plant resources and arthropods) which ensures that the seeds become the main and most abundant food item available in areas under his direct influence, masquerading as key species. However, more studies should be performed to verify the importance of small rodents in the dispersal of their seeds since this group is considered the greatest predator and remover the same.

Keywords: Mixed Rain Forest. Seed dispersal. Seed predation. Resources availability. Plant-animal interactions.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1 Localização das áreas amostrais no Parque Nacional do Iguaçu, PR. Pontos pretos no quadro em destaque mostram a localização dos experimentos de remoção de sementes de *Araucaria angustifolia* 40
- Figura 2 Médias mensais de temperatura e precipitação entre janeiro de 1998 e dezembro de 2012 obtidas para a região de coleta (Fonte: SIMEPAR) 42
- Figura 3 Área do experimento de remoção de sementes na Floresta Ombrófila Mista do Parque Nacional do Iguaçu, PR 43
- Figura 4 Experimentos de remoção de sementes sob a copa de um indivíduo feminino (produtor de pinhas) de *A. angustifolia* 44
- Figura 5 Pinhões predados por roedores em “A” e “B”; Linha terminando em toca de roedor em “C” 49
- Figura 6 Taxa de remoção de pinhões das estações experimentais durante os meses de maio a agosto. Letras diferentes representam diferenças significativas entre os meses ($p = 0.0132$) 50
- Figura 7 Roedor *Akodon montensis* removendo pinhões do experimento em “A” e “B”; Roedor *Euryoryzomys russatus* removendo e predando pinhões do experimento em “C” e “D” 53
- Figura 8 *Dasyprocta azarae* (cutia) alimentando-se diretamente de uma pinha em uma estação experimental 54

CAPÍTULO 2

- Figura 1 Localização das áreas amostrais no PNI, PR. Os pontos de cor preta na porção em destaque mostram a localização que recebe influência direta da araucária (FA) enquanto os pontos de cor branca destacam a localização das áreas sem influência direta da árvore (FS) 76
- Figura 2 Médias mensais de temperatura e precipitação entre janeiro de 1998 e dezembro de 2012 obtidas para a região de coleta (Fonte: SIMEPAR) 77

Figura 3	Esquema do <i>grid</i> de captura de pequenos mamíferos em FA. O desenho de cor cinza ao centro do esquema representa a posição do indivíduo de <i>Araucaria angustifolia</i> no <i>grid</i> . Os pontos de cor preta representam as estações experimentais e o número de armadilhas Sherman® nas transecções lineares (um ponto equivale a uma estação com uma armadilha; dois pontos equivalem a uma estação contendo duas armadilhas) 79	79
Figura 4	Curvas de rarefação de espécies referentes às áreas com influência direta <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) e sem sua influência direta (FS) 87	87
Figura 5	Curvas de rarefação de espécies referentes às áreas com influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) e sem sua influência direta (FS) durante o período mais seco (maio a agosto)..... 88	88
Figura 6	Ordenação por <i>nMDS</i> quanto à abundância (estrutura) de espécies de pequenos mamíferos em área com influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) e sem influência direta (FS) 89	89
Figura 7	Ordenação por <i>nMDS</i> quanto à riqueza (composição) de espécies de pequenos mamíferos em área com influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) e sem influência direta (FS) ... 89	89
Figura 8	Peso seco médio estimado de pinhões dispostos no solo (g) em áreas com influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA)..... 90	90
Figura 9	Biomassa seca média de artrópodes (g) coletada em áreas com presença de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) e ausência (FS) durante os meses amostrados 91	91
Figura 10	Biomassa seca média de artrópodes (g) coletada durante os meses amostrados em áreas sem a influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FS). Letras diferentes representam os grupos que diferiram significativamente ($p < 0.05$) 92	92
Figura 11	Biomassa seca média de recursos vegetais (g) coletada em áreas com presença da influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) e ausência (FS) durante os meses amostrados 93	93
Figura 12	Biomassa seca de recursos vegetais produzidos em FA e FS. Linhas mais escuras dentro do <i>boxplot</i> representam a biomassa seca (g) média produzida em ambas as áreas. As barras representam o desvio padrão. FA ($\bar{X} = 6.17$; $Dp = \pm 4.86$); FS ($\bar{X} = 64.86$; $Dp = \pm 115.8$) 93	93

Figura 13	Biomassa seca de recursos vegetais (g) produzida em áreas com presença da influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) e ausência (FS) no período mais seco (maio a agosto). Linhas mais escuras dentro do <i>boxplot</i> representam a biomassa seca média (g) produzida em ambas as áreas. As barras representam o desvio padrão. FA (\bar{X} = 5.36; Dp= ±4.707); FS (\bar{X} = 40.8; Dp= ±48.8) 94	94
Figura 14	Relação entre biomassa seca média de pinhões (g) e abundância total de pequenos mamíferos capturados em áreas sob influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) em uma Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, Brasil 95	95
Figura 15	Relação entre biomassa seca média de pinhões (g) e abundância do roedor <i>Akodon montensis</i> em áreas sob influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) em uma Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, Brasil 96	96
Figura 16	Relação entre biomassa seca média de pinhões (g) e abundância do roedor <i>Euryoryzomys russatus</i> em áreas sob influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA) em uma Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, Brasil..... 96	96
Figura 17	Relação entre a biomassa seca média de artrópodes (g) e abundância total de pequenos mamíferos em áreas sem a influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FS) em uma Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, Brasil 97	97
Figura 18	Relação entre a biomassa seca média de artrópodes (g) e abundância de <i>Akodon montensis</i> em áreas sem a influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FS) em uma Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, Brasil 98	98

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1	Espécies de mamíferos de pequenos médio e grande porte fotografadas em áreas de Floresta Ombrófila Mista no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná	51
----------	---	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Riqueza e abundância das espécies capturadas nas áreas amostradas FA (área com influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i>) e FS (área sem a influência direta de <i>A. angustifolia</i>). Números entre parênteses representam as recapturas de cada espécie	86
Tabela 2	Correlação de Spearman (r_s) entre a disponibilidade de recursos (pinhões, artrópodes e recursos vegetais) e a abundância total, abundância de <i>Akodon montensis</i> e <i>Euryoryzomys russatus</i> em áreas com a influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FA). (*) Dados significativos	95
Tabela 3	Correlação de Spearman (r_s) entre a disponibilidade de recursos (artrópodes e recursos vegetais) e a abundância total, abundância de <i>Akodon montensis</i> e <i>Euryoryzomys russatus</i> em áreas sem a influência direta de <i>Araucaria angustifolia</i> (FS). (*) Dados significativos	97

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO GERAL	21
2	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	23
	REFERÊNCIAS	28
	SEGUNDA PARTE	34
	CAPÍTULO 1 REMOÇÃO DE SEMENTES DE ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA PELA COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS	35
1	INTRODUÇÃO	38
2	MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1	Área de Estudo	40
2.2	Coleta de Dados	42
2.3	Produção Estimada de Pinhões/Árvore	43
2.4	Experimentos de Remoção de Sementes	44
2.5	Análise Estatística	45
3	RESULTADOS	47
3.1	Produção Estimada de Pinhões/Árvore	47
3.2	Remoção de Sementes	47
3.3	Registros Fotográficos	51
4	DISCUSSÃO	55
5	CONCLUSÕES	62
	REFERÊNCIAS	63
	CAPÍTULO 2 A ESPÉCIE-CHAVE ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA E A ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NO SUL DO BRASIL	70
1	INTRODUÇÃO	73
2	MATERIAL E MÉTODOS	75
2.1	Área de Estudo	75
2.2	Delineamento Amostral	77
2.3	Amostragem de Pequenos Mamíferos	78
2.4	Manejo dos Pequenos Mamíferos	80
2.5	Disponibilidade de Sementes de Araucária no Solo	80
2.6	Disponibilidade de Recursos Vegetais	81
2.7	Disponibilidade de Artrópodes	81
2.8	Análise Estatística	82
3	RESULTADOS	85

3.1	Estrutura da Comunidade de Pequenos Mamíferos.....	85
3.2	Disponibilidade de Recursos.....	90
3.3	Relações da Comunidade de Pequenos Mamíferos e seus Recursos.....	94
4	DISCUSSÃO.....	99
5	CONCLUSÕES.....	105
	REFERÊNCIAS.....	106

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO GERAL

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, popularmente conhecida como pinheiro-do-Paraná ou somente araucária, é a única espécie da família Araucariaceae nativa do Brasil e é a espécie que caracteriza a Floresta Ombrófila Mista (FOM), presente principalmente nos estados do Sul do Brasil. A exploração desenfreada de sua madeira para comercialização levou à intensa fragmentação dessa formação florestal restando apenas alguns poucos remanescentes (VELOSO et al. 2002). Em decorrência, a intensa defaunação que ocorre na região diminui ainda mais as chances dessa importante espécie arbórea se dispersar. A cutia (*Dasyprocta azarae* Lichtenstein, 1823), considerada uma das principais espécies dispersoras das sementes de araucária é o segundo animal mais caçado dentro do Parque Nacional do Iguaçu (FRAGOSO et al. 2011), uma das principais Unidades de Conservação do Brasil que abriga cerca de 450 hectares de FOM (FERREIRA, 1999). Já os pequenos mamíferos, em especial os pequenos roedores sigmodontíneos, são conhecidos como principais predadores e removedores de sementes de araucária (BRUM; SILVA DUARTE; HARTZ, 2010; IOB; VIEIRA, 2008; KINDEL, 1996; LAMBERTS, 2003; PINHEIRO; GANADE, 2009; SOLÓRZANO-FILHO, 2001).

Hoje em dia, a *Araucaria angustifolia* encontra-se na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2008) e consta na categoria “criticamente em perigo” da lista vermelha da IUCN (FARJON, 2006), o que justifica todos os esforços para compreender os processos de interação entre esta conífera e a fauna que depende direta ou indiretamente dela.

Desta maneira, este trabalho teve por objetivo verificar como a estrutura da comunidade de pequenos mamíferos se apresenta em áreas com ou sem *A. angustifolia* e como essas mesmas comunidades influenciam os padrões de remoção, predação e dispersão das sementes da árvore. Assim, esta dissertação se divide em duas partes. Na primeira é apresentado um referencial bibliográfico com os aspectos mais relevantes que norteiam o tema. A segunda parte é dividida em dois capítulos. No primeiro é abordada a remoção de sementes de araucária efetuada pela comunidade de roedores sigmodontíneos. Já no segundo capítulo verificamos a importância das sementes de araucária na comunidade de pequenos roedores e sua relação com os demais recursos presentes na floresta.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

A *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze é a única representante da família Araucariaceae em território brasileiro (DUTRA; STRANZ, 2009). Devido à sua abundância, esta conífera caracteriza a formação florestal Floresta Ombrófila Mista (FOM), mais conhecida como Floresta com Araucária. Originalmente, a FOM cobria uma área de aproximadamente 25 milhões de hectares (ha) (RIBEIRO et al. 2009) distribuídos nos três estados do sul do Brasil e em pequenas regiões disjuntas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, na Serra da Mantiqueira e na Serra do Mar. Contudo, a intensa extração da madeira para comercialização, aliada aos processos de fragmentação do habitat reduziram essa área a um valor de aproximadamente 12% da área original, restando apenas cerca de três milhões ha (RIBEIRO et al. 2009). No Paraná, Castella e Britez (2004) apontam que restam somente 0.8% de remanescentes em estágio de regeneração avançado.

A *A. angustifolia* é uma espécie dióica, porém, ocasionalmente podem ocorrer indivíduos monóicos (REITZ; KLEIN, 1966). O estróbilo masculino (androstróbilo), popularmente conhecido como “mingote”, presente na árvore masculina, produz o pólen que é levado através do vento até o estróbilo feminino (ginostrobilo), popularmente conhecido como “pinha” (REITZ; KLEIN, 1966; SOLÓRZANO-FILHO, 2001). A polinização pode acontecer entre os meses de agosto a outubro e a maturação e queda das sementes levam de dois a quatro anos para ocorrer, após a fecundação (ANSELMINI, 2005; MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004; SOLÓRZANO-FILHO, 2001).

As sementes de araucária, popularmente conhecidas como “pinhões”, representam um importante recurso na dieta dos animais presentes na FOM durante os meses mais frios (de maio a agosto) (MANTOVANI; MORELLATO;

REIS, 2004; VIEIRA; IOB, 2009), quando poucos recursos alimentares estão disponíveis (LIEBSCH; MIKICH, 2009; PAISE; VIEIRA, 2005; PERINI, 2010;). Além disso, os pinhões são alimentos altamente energéticos (CONFORTI; LUPANO, 2011), com aproximadamente 34% de carboidratos (CORDENUNSI et al. 2004) e produzidos em altas quantidades (MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004; SOLÓRZANO-FILHO, 2001).

A dispersão de sementes é um evento muito importante no ciclo de vida de um vegetal, pois evidencia o fim do ciclo reprodutivo de plantas adultas e marca o estabelecimento e recrutamento de novos indivíduos na população (HERRERA et al. 1994; HOWE; MIRITI, 2004; WANG; SMITH, 2002). O sucesso dos novos indivíduos será determinado principalmente pela distância em que estes irão se estabelecer da planta parental (CONNELL, 1971; JANZEN, 1970), pois embaixo desta ou muito próximo da planta-mãe, a alta densidade de sementes leva a uma maior mortalidade, ocasionada, principalmente, pelos altos índices de predação (JANZEN, 1971; WILLSON; WHELAN, 1990) e pela infestação de patógenos (JANZEN, 1970), como por exemplo, a infestação por fungos (OLIVEIRA, 1981).

Em contraste, os animais podem limitar o estabelecimento das plantas se a quantidade de sementes que dispersam é insuficiente ou se a qualidade da dispersão é inadequada (SCHUPP, 1993; SCHUPP; JORDANO; GÓMEZ, 2010). Isso ocorre principalmente quando há predação das sementes ou partes das mesmas, antes ou após serem removidas do local de origem, acarretando na morte do embrião o que impossibilita a sua germinação, ou quando são removidas para locais impróprios que impeçam seu desenvolvimento. O que evidencia a importância das interações entre animais e plantas para a conservação das comunidades onde ocorrem (JORDANO et al. 2006).

No caso da *A. angustifolia* os principais predadores e/ou dispersores dos pinhões são representantes do grupo das aves e mamíferos. A gralha-azul

(*Cyanocorax caeruleus* (Vieillot, 1818)), gralha-picaça (*Cyanocorax chrysops* (Vieillot, 1818)) e o papagaio-charão (*Amazona pretrei* (Temminck, 1830)) são as três principais espécies de aves predadoras e/ou dispersoras de pinhões (ANJOS, 1991; KINDEL, 1996; MÜLLER, 1986; SOLÓRZANO-FILHO, 2001). Já no grupo dos mamíferos, várias espécies podem atuar como predadoras e/ou dispersoras dos pinhões tais como cervídeos, equimídeos, primatas e roedores de médio e pequeno porte (BRUM; SILVA DUARTE; HARTZ, 2010; KINDEL, 1996; LAMBERTS, 2003; MÜLLER, 1986;).

No entanto, pequenos roedores (sigmodontíneos) são considerados os principais removedores e predadores de pinhões. Segundo alguns autores (BRUM; SILVA DUARTE; HARTZ, 2010; IOB; VIEIRA, 2008; KINDEL, 1996; LAMBERTS, 2003; PINHEIRO; GANADE, 2009; SOLÓRZANO-FILHO, 2001), aproximadamente 100% dos pinhões são removidos por esses animais em solos de FOM. Porém, menos de 5% dessas sementes permanecem intactas após a remoção e tem a chance de germinar (IOB; VIEIRA, 2008; SOLÓRZANO-FILHO, 2001) resultando em uma dispersão efetiva. Para outras espécies arbóreas e perenes como a *Araucaria angustifolia*, alguns autores também encontraram remoções de sementes por pequenos roedores que resultaram em dispersões efetivas (GÓMEZ; PUERTA-PIÑERO; SCHUPP, 2008) ou em possíveis dispersões (SHEPHERD; DITGEN, 2012), neste último caso muitas sementes foram removidas para locais favoráveis para o seu estabelecimento, porém não foi verificado se as mesmas germinaram.

A dispersão de determinada semente também pode ser modulada indiretamente pela disponibilidade de outros recursos no ambiente, pois podem perder a preferência de seus predadores e consequentes dispersores. Ims (1990) relata que a baixa disponibilidade de um item alimentar gera uma resposta funcional em seus predadores que passam a preferir outras presas (ou itens alimentares). A araucária apresenta uma vantagem sobre a maioria das espécies

de angiospermas das FOM, pois frutifica em um período de baixa produção de frutos zoocóricos por angiospermas (PAISE; VIEIRA, 2005) e de baixa abundância de artrópodes (CASELLA, 2006; PERINI, 2010). Desta forma, devido à maior chance de serem encontradas pela fauna, suas sementes tem mais chances de serem levadas para longe da planta-mãe e assim, conseqüentemente, serem dispersas.

Em adição, por frutificar em um período de escassez dos demais recursos a *A. angustifolia* possibilita a presença constante de animais frugívoros em áreas de FOM, já que ajuda a manter uma oferta constante de recurso durante o ano todo (PAISE; VIEIRA, 2005).

Peres (2000) propôs critérios para determinar se espécies arbóreas tropicais podem ser consideradas espécies-chave no provimento de recursos para grupos de vertebrados frugívoros, como aves e mamíferos. São quatro os critérios: *i*) redundância temporal – o recurso-chave está disponível quando os demais recursos do ambiente estão em baixa; *ii*) especificidade de consumidores – se tal recurso é utilizado por pelo menos metade da população de animais frugívoros (aves e mamíferos) na região que ocorre; *iii*) confiabilidade do recurso – se este é produzido todos os anos e; *iv*) abundância da espécie-chave – se a espécie em questão apresenta grande abundância no local.

Alguns autores (PEREIRA; GANADE, 2008; PINHEIRO; GANADE, 2009) citam a possibilidade de a *Araucaria angustifolia* ser uma espécie-chave no fornecimento de recursos para os frugívoros. Seguindo os critérios de classificação proposto por Peres (2000) já é conhecido que a *A. angustifolia* produz previsivelmente grandes quantidades de pinhão (*iii*) (MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004; SOLÓRZANO-FILHO, 2001) e é a árvore mais abundante na FOM (*iv*) (VELOSO et al. 1992). Além disso, é utilizada por grande parte da comunidade de frugívoros das FOM do país (*ii*) (KINDEL, 1996; MÜLLER, 1986; SOLÓRZANO-FILHO, 2001). Porém, sabe-se somente

que a araucária produz sementes em período de baixa produção de frutos das demais angiospermas de FOM (*i*) (PAISE; VIEIRA, 2005).

Todavia, a maioria das espécies de mamíferos que fazem uso das sementes de araucária em sua dieta, tais como pequenos mamíferos (PAGLIA et al. 2012), é considerada frugívora/onívora, pois também consomem artrópodes, além das sementes e frutos de angiospermas (CASELLA, 2006; MCWILLIAMS, 2009; PAGLIA et al. 2012; PERINI, 2010; TALAMONI et al. 2008). Contudo, a distribuição da abundância de artrópodes ao longo dos meses do ano nas Florestas com Araucária não é bem conhecida pela comunidade científica. Dessa forma, faltam inferências sobre o papel da *A. angustifolia* como uma espécie-chave na FOM, segundo os critérios propostos por Peres (2000), principalmente para o grupo dos pequenos mamíferos, seu principal predador e dispersor.

À vista disso, considerando a ocorrência da espécie arbórea *Araucaria angustifolia* e a disponibilidade de recursos para pequenos mamíferos, tais como sementes e frutos de angiospermas e artrópodes, presentes na Floresta Ombrófila Mista do Parque Nacional do Iguçu no estado do Paraná, este trabalho teve como objetivo verificar como a estrutura da comunidade de pequenos mamíferos apresenta-se em áreas com presença ou ausência da conífera e em função da disponibilidade dos recursos citados e como essas mesmas comunidades influenciam os padrões de dispersão das sementes de araucária.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, L. O ciclo anual de *Cyanocorax caeruleus* em Floresta de Araucária (Passeriformes: Corvidae). **Ararajuba**, Rio de Janeiro, v. 2, p.19 – 23, Dec. 1991.
- BRUM, F.T.; SILVA DUARTE, L.; HARTZ, S. M.; Seed removal patterns by vertebrates in different successional stages of Araucaria forest advancing over southern Brazilian grasslands. **Community Ecology**, v. 11, n. 1, p. 35-40, 2010.
- CASELLA, Janaína. **Dieta e frugivoria por marsupiais didelfídeos em uma Floresta Estacional Semidecidual do Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- CASTELLA, P. R.; BRITZ, R. M. **A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Brasília. 2004.
- CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E. Selected properties of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* seed protein. **International Journal of Food Properties**, v. 14, n. 1, p. 84-91. Jun. 2011.
- 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. J. and Gradwell, G. (Eds.), **Dynamics of populations**. PUDOC, p. 298–312. 1971.
- CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical composition and glycemic index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, p. 3412-3416, 2004.

DUTRA, T. L.; STRANZ, A. Biogeografia, evolução e ecologia da família Araucariaceae: o que mostra a paleontologia. *In*: FONSECA, 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. Holos. Ribeirão Preto. p. 15-33. 2009.

FARJON, A. 2006. *Araucaria angustifolia*. *In*: **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2012.2. www.iucnredlist.org. Acessado dia 5 de maio de 2013.

FERREIRA, L. M. (Ed.) **Caracterização Ambiental do Parque Nacional do Iguaçu e sua Zona de transição**: Encarte 5, com vistas à revisão do Plano de Manejo. IBAMA, FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná). Brasília: 1999.

FRAGOSO, R. O.; Delgado, L. E. S.; LOPES, L. M. Aspectos da atividade de caça no Parque Nacional do Iguaçu – PR. **Revista de Biologia Neotropical**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 41-52, 2011.

GÓMEZ, J. M.; PUERTA-PIÑERO, C.; SCHUPP, E. W. Effectiveness of rodents as local seed dispersers of Holm oaks. **Oecologia**, New York, v. 155, n. 3, p. 529-537, Apr. 2008.

HERRERA, C. M.; JORDANO, P.; LÓPEZ-SORIA, L.; AMAT, J. A. Recruitment of a mast-fruiting, bird-dispersed tree: bridging frugivore activity and seedling establishment. **Ecological Monographs**, Ithaca, v. 64, n. 3, p. 315-344, Aug. 1994.

HOWE, H. F.; MIRITI, M. N. When seed dispersal matters. **Bioscience**, Washington, v. 54, n. 7, p. 651-660, Jul. 2004.

IMS, R. A. On the adaptive value of reproductive synchrony as a predator-swamping strategy. **The American Naturalist**, v.136, n. 4, p. 485-498. Oct 1990.

IOB, G.; VIEIRA, E. M.; Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. **Plant Ecology**. v. 198, p. 185-196, 2008.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501-528, Nov. - Dec. 1970.

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

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. A. S. **Biologia da conservação: Essências**. São Carlos: RiMa, 2006.

KINDEL, E. A. I. **Padrões de dispersão e disposição espacial de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. e suas relações com aves e mamíferos na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS**. Porto Alegre, 1996. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LAMBERTS, A. V. 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**. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Estadual de Campinas.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 375-391. Abr./Jun. 2009.

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

MCWILLIAMS, D. A. Determinants for the diet of captive agoutis (*Dasyprocta* spp.). **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 12, n. 2, p. 279-286. May. 2009.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº6, de 23 de setembro de 2008.

MÜLLER, J. A. **A influência dos roedores e aves na regeneração da Araucaria Angustifolia (Bert.) O. Kuntze**. Curitiba, 1986. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná.

OLIVEIRA, O. S. Fungos causadores de danos em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 12, n. 2, 1981.

PAISE, G.; VIEIRA, E. M. Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil, **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 615-625, Jul-Set. 2005.

PEREIRA, F.; Ganade, G. Spread of a Brazilian keystone-species in a landscape mosaic. **Forest Ecology and Management**. Atlanta, v. 255, n. 5-6, p. 1674-1683, Apr. 2008.

PERES, C. A. Identifying keystone plant resources in tropical forests: the case of gums from *Parkia* pods. **Journal of Tropical Ecology**. Cambridge, v. 16, n. 2, p. 287-317, Mar. 2000.

PERINI, A. A. **A importância da Araucaria angustifolia na dieta de pequenos roedores silvestres em área de floresta com Araucária no sul do Brasil**. São Leopoldo, 2010. Dissertação (Mestrado em Biologia – Área de Diversidade e Manejo de Vida Silvestre) – Universidade Vale do Rio dos Sinos.

PINHEIRO, C. C.; GANADE, G. Influência do microhabitat no processo de predação de sementes em uma área degradada. **Neotropical Biology and Conservation**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 20-27, Jan. – Apr. 2009.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. 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, 2009.

SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. **Vegetatio**, v. 107/108, n. 1, p. 15 – 29, Jun. 1993.

SCHUPP, E. W.; JORDANO, P.; GÓMEZ, J. M. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. **New Phytologist**. Lancaster, v. 188, n. 2, p. 333-353, Oct. 2010.

SHEPHERD, J. D.; DITGEN, R. S. Rodent handling of *Araucaria araucana* seeds. **Austral Ecology**, Malden, v.38, n. 1, p. 23-32, Mar. 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**. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de São Paulo.

TALAMONI, S. A.; COUTO, D.; CODEIRO JÚNIOR, D. A.; DINIZ, F. M. Diet of some species of Neotropical small mammals. **Mammalian Biology**, Berlin, v. 73, n. 5, p. 337-341, Sep. 2008.

VELOSO, H. P.; OLIVEIRA FILHO, L. C.; VAZ, A. M. S. F.; LIMA, M. P. M.; MARQUETE, R.; BRAZÃO, J. E. M. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

VIEIRA, E. M.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes de *Araucaria angustifolia*. In: FONSECA, 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**. Holos. Ribeirão Preto, p. 85- 95. 2009.

WANG, B. C.; SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. **Trends in Ecology & Evolution**, Maryland Heights, v. 17, n. 8, Aug . 2002.

WILLSON, M. F.; WHELAN, C. J. Variation in postdispersal survival of vertebrate-dispersed seeds: effects of density, habitat, location, season, and species. **Oikos**, Copenhagen, v. 57, n. 2, p. 191-198, Feb. 1990.

SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO 1

REMOÇÃO DE SEMENTES DE *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* PELA COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS

RESUMO

Avaliamos a dispersão de sementes da espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze efetuada pela fauna de uma Floresta Ombrófila Mista (FOM) no Sul do Brasil. Sementes de *A. angustifolia* foram equipadas com carretéis de linha e dispostas em frente a *cameras trap* sob um indivíduo fêmea de *A. angustifolia* durante os meses de maio a agosto, meses em que pinhões estão disponíveis naturalmente na FOM. Assim, pudemos registrar quais animais removem as sementes, as distâncias em que as mesmas foram removidas, o destino das sementes e seu estado (se predada ou intacta) após a remoção. As taxas de remoção mantiveram-se em 100% nos meses de maio a julho, decaindo significativamente para 30% no mês de agosto. Registramos somente duas espécies de pequenos roedores, *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus*, removendo pinhões das estações experimentais. Algumas sementes foram removidas para um mesmo local no solo sob galhos caídos de araucária, outras sementes removidas para tocas sob a serapilheira ou simplesmente foram abandonadas no solo. Nenhuma das sementes que tiveram seus destinos conhecidos permaneceu intacta após a remoção. Mais estudos são necessários para averiguar a real importância de pequenos roedores na dispersão de sementes de araucária.

Palavras-chave: Dispersão de sementes. Predação de sementes. *Araucaria angustifolia*. *Euryoryzomys russatus*. *Akodon montensis*.

ABSTRACT

We evaluated seed dispersal of the species *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze performed by animals in *Araucaria* Forests (AF) in southern Brazil. Seeds of *A. angustifolia* were fitted with spool-and-line placed in front of the camera trap under an individual female *A. angustifolia* during the months from May to August, months that pinhões are naturally available in the AF. Thus, we could record what animals remove the seeds, the distances in which these were removed, the seeds fate and their condition (whether intact or predated) after removal. Removal rates remained at 100% in the months from May to July decreasing significantly towards 30% in August. We recorded just two species of small rodent, *Akodon montensis* and *Euryoryzomys russatus*, removing pinhões of experimental stations. A few seeds were removed to the same place on the ground under araucaria fallen logs, other seeds removed towards burrows under leaf litter or were simply abandoned on the ground. None seed removed by small rodents remained intact after removal. More studies are needed to ascertain the importance of small rodents in seed dispersal araucaria.

Keywords: Seed dispersal. Seed predation. *Araucaria angustifolia*. *Euryoryzomys russatus*. *Akodon montensis*.

1 INTRODUÇÃO

O sucesso do estabelecimento dos novos indivíduos é determinado principalmente pela distância em que as sementes irão se arraigar em relação à planta-mãe (CONNELL, 1971; JANZEN, 1970). Muitas plantas apresentam modificações nas estruturas de suas sementes a fim de que animais possam ser atraídos pelas mesmas para que estas sejam levadas ainda mais longe da planta de origem e assim terem mais chances de se estabelecer em locais mais propícios à sua germinação (HERRERA et al. 1994; HOWE e MIRITI, 2004; HOWE; SMALLWOOD, 1982; WANG; SMITH, 2002).

As sementes de araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), ou pinhões, são consideradas um valioso recurso na dieta de alguns animais frugívoros das Florestas Ombrófila Mista (FOM) (BRUM; SILVA DUARTE; HARTZ; 2010; KINDEL, 1996; LAMBERTS, 2003; MÜLLER, 1986; SOLÓRZANO-FILHO, 2001; VIEIRA; IOB, 2009), pois possuem um valor nutricional alto (CORDENUNSI et al. 2004; CONFORTI; LUPANO, 2011) e são produzidas em altas quantidades (MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004; SOLÓRZANO-FILHO, 2001).

Pequenos roedores são os principais predadores das sementes de araucária (BRUM; SILVA DUARTE; HARTZ; 2010; KINDEL, 1996; MÜLLER, 1986; VIEIRA; RIBEIRO; IOB, 2011). Apesar disso, podem ser importantes dispersores da semente (IOB; VIEIRA, 2008; LAMBERTS, 2003; SOLÓRZANO-FILHO, 2001), pois são seus maiores removedores.

Desta maneira, os objetivos deste capítulo foram: *i* - Verificar quais espécies de mamíferos removem/predam/dispersam os pinhões; *ii* - Saber qual a distância média de remoção promovida pelos potenciais dispersores; *iii* - Verificar qual grupo de mamífero promove uma dispersão efetiva dos pinhões;

iv - Averiguar se os pequenos roedores armazenam sementes intactas em suas tocas.

Com base nos objetivos propostos elaboramos as seguintes hipóteses:

- 1) Mamíferos de maior porte removem mais sementes de *Araucaria angustifolia* a maiores distâncias que os de menor porte. Visto que mamíferos de maior porte percorrem maiores distâncias e tem a capacidade de carregar mais sementes do que os de menor porte;
- 2) Mamíferos de maior porte são dispersores mais efetivos do que os de menor porte. Visto que os primeiros estocam as sementes de forma *scatter-hoarding*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O Parque Nacional do Iguaçu (PNI) está localizado no Oeste do estado do Paraná e possui uma área de aproximadamente 185.300 hectares (ha) recobertos, principalmente, por Floresta Estacional Semidecidual, sendo considerada a maior área contínua e preservada desse tipo de vegetação no país. Em sua porção nordeste, o PNI abriga também cerca de 450 ha de Floresta Ombrófila Mista (FOM), popularmente conhecida como Mata ou Floresta de Araucárias (Figura 1). O Parque abrange terras dos municípios de Foz do Iguaçu, Céu Azul, Matelândia, São Miguel do Iguaçu e Serranópolis do Iguaçu e faz divisa com outros seis municípios: Capitão Leônidas Marques, Capanema, Lindoeste, Santa Terezinha de Itaipu, Santa Lúcia e Santa Tereza do Oeste (FERREIRA, 1999).

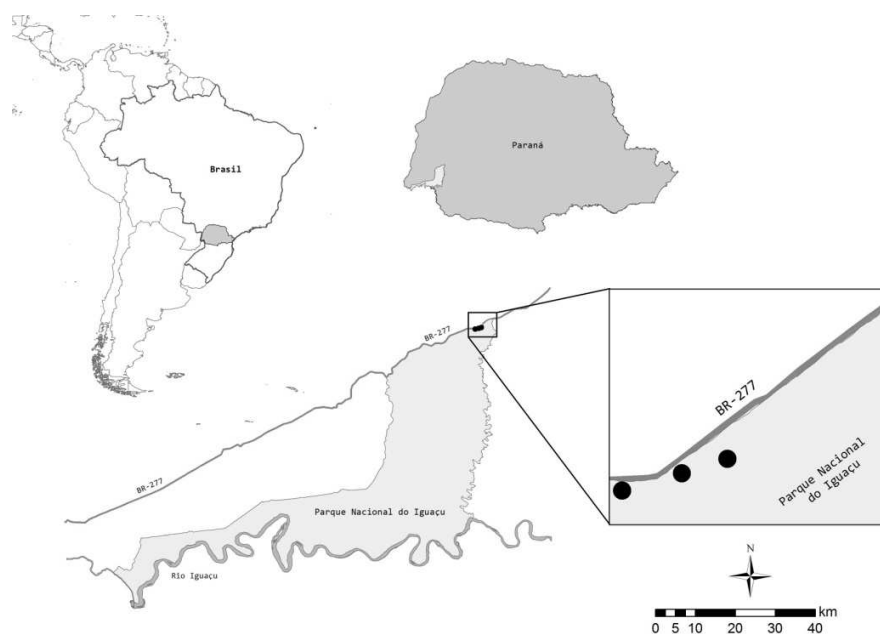


Figura 1 Localização das áreas amostrais no Parque Nacional do Iguaçu, PR. Pontos pretos no quadro em destaque mostram a localização dos experimentos de remoção de sementes de *Araucaria angustifolia*.

Segundo a Classificação de Köppen-Geiger o clima na região é Subtropical úmido (*Cfa*) e se caracteriza por ser temperado a temperado quente, úmido, com ocorrência de precipitação em todos os meses do ano e inexistência de estação seca bem definida, além de ocorrência de geada nos meses mais frios (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007). A temperatura varia entre 17 e 25°C ao longo do ano e a precipitação anual acumulada varia em torno de 1800 a 2000 mm (Instituto Tecnológico SIMEPAR) (Figura 2).

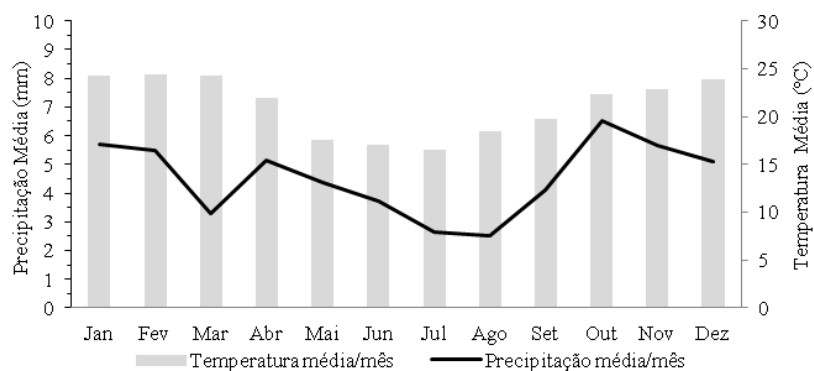


Figura 2 Médias mensais de temperatura e precipitação entre janeiro de 1998 e dezembro de 2012 obtidas para a região de coleta (Fonte: SIMEPAR).

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi feita nos meses de disponibilidade dos pinhões nas áreas (maio a agosto) em três áreas de FOM de 1 hectare (ha) cada, localizadas próximas à borda norte do PNI, no município de Céu Azul, às margens da BR-277 (Figura 1) e que distanciavam-se em pelo menos 500 m uma da outra. Cada uma dessas áreas possui somente um exemplar de *A. angustifolia* fêmea em período de frutificação (Figura 3).



Figura 3 Área do experimento de remoção de sementes na Floresta Ombrófila Mista do Parque Nacional do Iguaçu, PR.

2.3 Produção Estimada de Pinhões/Árvore

Duas pinhas de cada árvore amostrada (totalizando seis pinhas) foram recolhidas ainda inteiras e deixadas em estufa por 48 horas à 50°C. Todos os pinhões de cada pinha foram contabilizados e pesados para obter uma estimativa média do número de pinhões por pinha. No início do mês de maio, em campo, foram contabilizadas as pinhas de cada árvore e esse valor foi multiplicado pelo número médio de pinhões/pinha, a fim de estimar o número médio de pinhões/araucária. Para chegarmos aos valores de peso seco médio/ha o número de pinhões/araucária foi multiplicado pelo peso médio dos pinhões coletados e secos em estufa.

2.4 Experimentos de Remoção de Sementes

Para identificar quais mamíferos removem as sementes de *Araucaria angustifolia* e a qual distância eles o fazem foram utilizadas *camera traps* (Modelo *Tigrinus*) dispostas sob a copa dos indivíduos de *A. angustifolia* amostrados direcionadas a 10 pinhões colocados no chão, seguindo metodologia de Galleti, Pizo e Morellato (2009).

Para avaliar a distância de dispersão dos pinhões que cada espécie promove, cada uma das 10 sementes foi equipada com um carretel de linha do tipo pesponto (Coats Corrente Ltda.) de 40 m de comprimento. Cada carretel foi armazenado dentro de paliteiros de mesa fixados junto aos indivíduos de araucária amostrados ou em árvores abaixo dos mesmos, a fim de simular o padrão de dispersão a partir da suposta planta-mãe (adaptado de DONATTI, 2004) (Figura 4).



Figura 4 Experimento de remoção de sementes sob a copa de indivíduo fêmea (produtores de pinhas) de *Araucaria angustifolia*.

À medida que a semente era removida a linha se soltava do carretel e deixava uma trilha que foi mensurada quanto à distância em que a semente foi deslocada desde o ponto inicial, bem como o trajeto percorrido. Dessa forma, além de registrar quais mamíferos removeram as sementes de araucária, pudemos inferir também a que distância esses animais removeram as sementes e se houve dispersão e/ou predação da semente removida ao observarmos o destino das mesmas. As sementes foram repostas mensalmente o que totalizou uma quantidade de 120 sementes durante todo o experimento.

2.5 Análise Estatística

Para a análise estatística foram consideradas somente as sementes que puderam ter seus destinos identificados, ou seja, foram excluídas as sementes que se enroscaram ou que tiveram a linha arrebentada. Todos os testes foram

realizados através do software R (versão 2.15.2) (R CORE TEAM, 2012) considerando um nível de significância de 5%. Testes estatísticos paramétricos foram utilizados quando os dados apresentaram distribuição normal segundo o teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias através do Teste de Levene (para dados com distribuição não-normal) ou Teste de Bartlett (para dados com distribuição normal). Os dados que apresentaram distribuição não-normal e/ou heterogeneidade de variâncias foram submetidos à transformações (raiz quadrada) se, após estas, os dados apresentassem distribuição normal e homogeneidade de variâncias eram submetidos à análise estatística paramétrica, caso contrário, fez-se uso de estatística não-paramétrica.

Para verificar se a taxa de remoção das sementes diferiu entre os meses amostrados foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (H) e utilizado o teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls. Para verificar se as espécies fotografadas removendo os pinhões diferiram quanto ao número de registros foi utilizado o teste não-paramétrico de Wilcoxon (W).

3 RESULTADOS

3.1 Produção Estimada de Pinhões/Árvore

A produção de sementes de araucária foi de 19.911 sementes.ha⁻¹, o que corresponde, em média, a 9.7 kg.ha⁻¹ em cada área de FOM amostrada. O mês de maio apresentou maior número de pinhas dispostas no chão, decrescendo sucessivamente nos meses de junho, julho e agosto, neste último, somente uma área de FOM apresentava pinhas no chão.

3.2 Remoção de Sementes

Das 120 sementes utilizadas nos experimentos 99 (82.5%) foram removidas do local inicial do experimento. Destas, 26 sementes (26.2%) tiveram as linhas arrebatadas no ponto inicial, não sendo possível estabelecer a distância de remoção e, portanto, foram excluídas das análises. Das 73 restantes, 57 sementes (57.6%) tiveram suas linhas arrebatadas durante o trajeto de remoção e não puderam ter seu destino final observado, porém tiveram as distâncias de remoções mensuradas até o ponto onde a linha se encontrava arrebatada. Finalmente, 16 sementes removidas (21.9%) tiveram seus destinos detectados e suas distâncias de remoção devidamente mensuradas.

Para as sementes em que as linhas arrebataram durante o trajeto de remoção a distância média de remoção foi de 1.80 m ($D_p = \pm 1.05$ m), sendo a menor distância 0.23 m e a maior 7.20 metros. Uma única semente foi removida por uma espécie de ave, detectada pelo trajeto da linha, a qual estava por cima da vegetação; entretanto, sua linha arrebatou durante o deslocamento.

Dos 16 pinhões que tiveram seus destinos conhecidos a distância média de remoção foi de 2.01 metros ($D_p = \pm 1.12$ m), sendo 0.3 m a menor distância encontrada e 3.80 m a maior. Destas, 15 foram removidas por pequenos roedores (Figuras 5A e 5B), pois se encontravam sob a serapilheira, abaixo de adensamentos de galhos secos de araucária ou ainda dentro de tocas ou buracos extremamente pequenos (Figura 5C), lugares improváveis para animais de maior porte transitarem, tais como cutias ou pacas. Em alguns casos, também foi possível verificar que o mesmo roedor removeu mais de uma semente do experimento, pois estes alocaram mais de um pinhão em uma mesma toca e ainda fizeram uso do mesmo trajeto para transportar as sementes (quatro sementes removidas duas a duas para dois locais diferentes no mês de maio e três sementes removidas para uma mesma toca no mês de agosto).

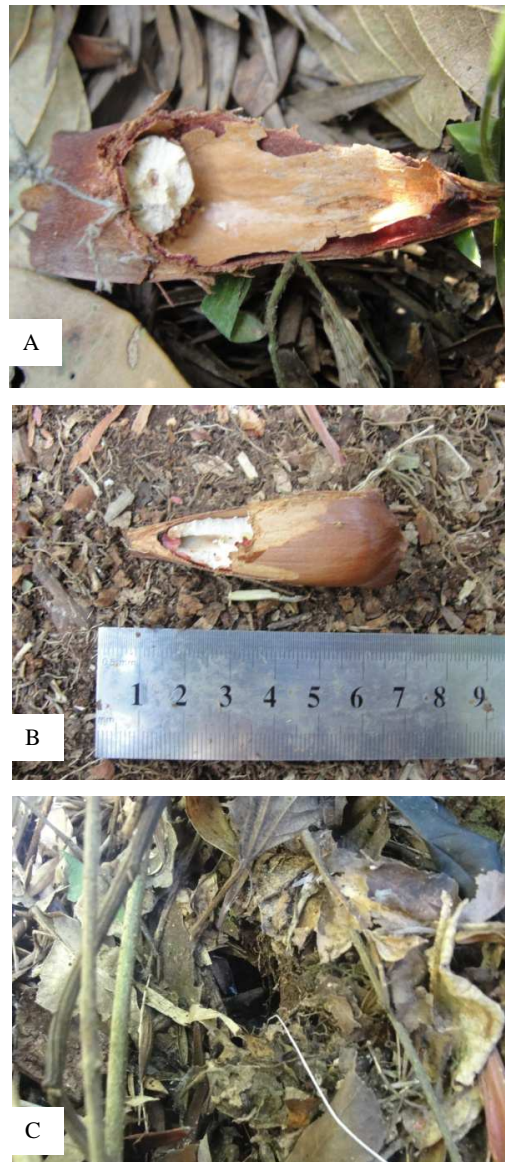


Figura 5 Pinhões predados por roedores em “A” e “B”; Linha terminando em toca de roedor em “C”.

Os 15 pinhões removidos foram predados após a primeira remoção. Um único pinhão foi removido a 0.90 m do local inicial, porém não foi predado, simplesmente deixado sobre a serapilheira. Esta semente teve seu local demarcado e permaneceu em campo para verificar se seria predada, removida novamente, ou ainda, se estabelecesse no local. Ao retornar ao local, após duas semanas, verificamos que a mesma foi removida e sua linha permaneceu arrebatada no local sem que fosse possível detectar alguma evidência de qual animal teria efetuado a remoção.

A porcentagem de remoções de sementes das estações experimentais foi de 100% nos meses de maio a julho (meses em que foi possível observar a presença de estróbilos femininos maduros – pinhas, caídos no chão) decaindo significativamente para 30% no mês de agosto ($H = 10.73$; $p = 0.013$; $GL = 3$) (Figura 6), mês este em que havia pinhas maduras no chão somente em uma área amostrada.

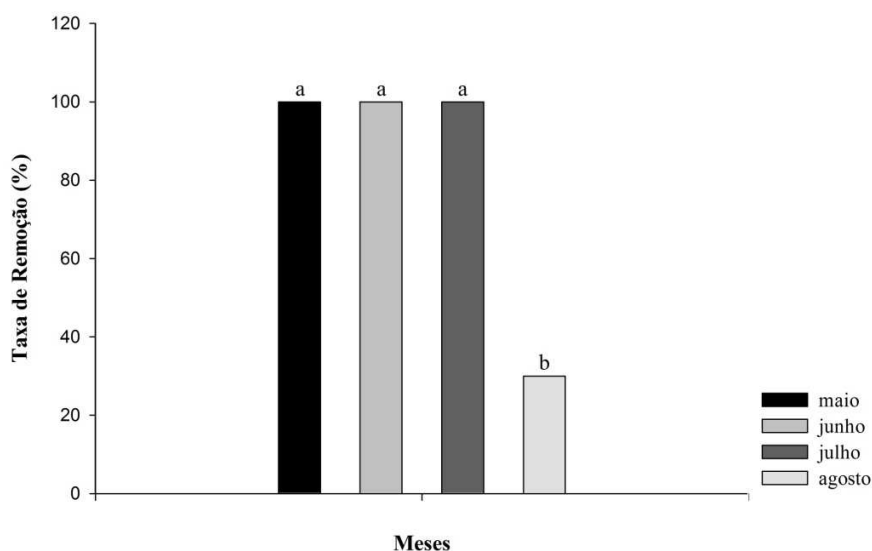


Figura 6 Taxa de remoção de pinhões das estações experimentais durante os meses de maio a agosto. Letras diferentes representam diferenças significativas entre os meses ($p = 0.0132$).

3.3 Registros Fotográficos

Nas três áreas amostrais foram obtidos 202 registros fotográficos dentre os quais 83.7% foram de mamíferos (tabela 1), incluindo uma espécie exótica, *Lepus europaeus* Pallas, 1778, popularmente conhecida como lebre europeia. Obtivemos também registros de oito espécies de aves, que totalizaram 16.3% do total dos registros obtidos. Também foram registrados os pequenos roedores: *Thaptomys nigrita* (Lichtenstein, 1829) (0.5%), *Akodon montensis* Thomas, 1913 (47%) e *Euryoryzomys russatus* (Wagner, 1848) (9.4%); roedores que não puderam ser identificados representaram 3% de registros (tabela 1).

Tabela 1 Espécies fotografadas em áreas de Floresta Ombrófila Mista no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná.

Espécie	Número de registros	% registros
<i>Didelphis aurita</i> Lund, 1840	31	15.4
<i>Gracilinanus microtarsus</i> (Wagner, 1842)	1	0.5
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	12	5.9
<i>Dasyprocta azarae</i> Lichtenstein, 1823	2	1.0
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	1	0.5
<i>Thaptomys nigrita</i> (Lichtenstein, 1829)	1	0.5
<i>Akodon montensis</i> Thomas, 1913	95	47.0
<i>Euryoryzomys russatus</i> (Wagner, 1848)	19	9.4
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	1	0.5
Pequenos roedores não identificados	6	3.0
Aves	33	16.3
Total	202	100

Somente *A. montensis* e *E. russatus* foram registrados removendo os pinhões das estações experimentais (Figura 7). *Akodon montensis* apresentou um maior número de registros fotográficos (N = 19) representando 79.2% do total de fotos de remoção, enquanto que para *E. russatus* foram obtidos somente cinco registros (20.8% do total de fotos de remoções), entretanto essa diferença não foi significativa entre ambas as espécies ($W = 92$; $GL = 3$; $p = 0.15$).

Akodon montensis foi significativamente mais abundante que *E. russatus* durante as capturas nos meses do experimento ($H = 25.13$; $GL = 7$; $p < 0.001$) (ver capítulo 2) nas áreas de araucária, o que reforça a elevada proporção de registros fotográficos dessa espécie obtidos nas áreas dos experimentos de remoção.



A



B



Figura 7 Roedor *Akodon montensis* removendo pinhões do experimento em “A” e “B”; Roedor *Euryoryzomys russatus* removendo e predando pinhões do experimento em “C” e “D”.

Uma cutia foi registrada alimentando-se de pinhões diretamente de uma pinha que caiu na área do experimento, mas não dos pinhões dispostos com carretel na mesma (Figura 8).



Figura 8 *Dasyprocta azarae* (cutia) alimentando-se diretamente de uma pinha em uma estação experimental.

4 DISCUSSÃO

A taxa de remoção de sementes registrada em nosso estudo (82.5%) é considerada plausível se comparada a outros estudos: Kindel (1996) na Estação Ecológica de Aracuri (RS) obteve 98.9% de remoções, Solórzano-Filho (2001) no Parque Estadual de Campos do Jordão (SP) obteve 84.72% de remoções, Lamberts (2003) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (RS) com 60.3% e Iob e Vieira (2008) no Centro de Pesquisas e Conservação Pró-Mata (RS) que registraram 54% de remoções.

Nos meses de maio a julho a taxa de remoção se manteve em 100%, decaindo significativamente a 30% no mês de agosto. Além disso, somente durante o mês de agosto obtivemos registros de sementes que foram removidas e não predadas ou que foram predadas parcialmente, o que pode também evidenciar o consumo de outros recursos alimentares mais abundantes. Porém, este aumento na disponibilidade de artrópodes e outros itens vegetais na área com influência direta da araucária não foi significativo (Capítulo 2).

A produção de sementes nas áreas com araucária foi baixa se compararmos a outros estudos (IOB, 2007; SOLÓRZANO-FILHO, 2001). Porém, este resultado pode estar relacionado ao fato das áreas amostradas conterem somente uma árvore de araucária fêmea frutificando. Amostras essas que foram maiores nos estudos mencionados. Apenas durante os meses de maio a julho foi observada uma maior abundância de pinhas maduras no solo próximo as araucárias fêmeas amostradas, o que não ocorreu no mês de agosto.

Ao produzir uma grande quantidade de sementes, a árvore “sacia” os predadores com maior rapidez (FORGET, 1992; SCHUPP, 1988), dessa forma, muitas sementes escapam da predação (CONNELL, 1971; JANZEN, 1970; JANZEN, 1971). Neste caso, ao fim da frutificação tem-se uma probabilidade

maior das sementes serem dispersas efetivamente ao ficarem por mais tempo no banco de sementes (KELLY; SORK, 2002), o que está de acordo com a hipótese de saciação dos predadores. Entretanto, em anos ou meses de baixa produção deste recurso, esta baixa pode gerar uma resposta funcional nos predadores que faz com estes prefiram outras presas, diminuindo o consumo daquele recurso em escassez, já que a taxa de predação por um indivíduo (predador) é uma função do número de presas disponíveis (IMS, 1990), ou seja, a densidade do recurso pode influenciar o comportamento de forrageio de suas espécies consumidoras. No caso da araucária, a finalização da frutificação, pode conduzir seus predadores naturais a predarem outros recursos, diminuindo assim o consumo de suas próprias sementes e aumentando as suas chances de estabelecimento como plântula.

Através das armadilhas fotográficas registramos somente os roedores de pequeno porte *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus* removendo sementes dos experimentos, sendo que *A. montensis* foi o roedor com o maior número de registros fotográficos totais e com a maior abundância nas capturas (Capítulo 2). Muitos trabalhos destacam a elevada abundância de *A. montensis* e a presença *E. russatus* em FOM (CADEMARTORI; FABIÁN; MENEGHETI, 2004; GALIANO et al. 2013; IOB, 2007; IOB; VIEIRA, 2008; PEDÓ, 2005; VIEIRA; PAISE; MACHADO, 2006; VIEIRA; RIBEIRO; IOB, 2011). *Akodon montensis* pode ser classificado como insetívoro/onívoro, enquanto *E. russatus* como frugívoro/granívoro (PAGLIA et al. 2012). É sabido que *A. montensis* faz uso de uma variedade de sementes em sua dieta (HORN; KINDEL; HARTZ, 2008) e assim como *E. russatus*, locomove-se pelo estrato terrestre (PAGLIA et al. 2012) e possui o hábito de fazer tocas sob o solo, troncos, raízes de árvores e/ou serapilheira (BRIANI; VIEIRA; VIEIRA, 2001; LORETTO; RAMALHO; VIEIRA, 2005).

Para *E. russatus*, até então, não haviam registros na literatura do consumo de sementes de *A. angustifolia*. Segundo Graipel, Miller e Glock (2003), *E. russatus* também ocorre em simpatria com *A. montensis* em Floresta Ombrófila Densa, todavia estas duas espécies apresentam padrões de atividades diários significativamente diferentes, sendo que *E. russatus* tem maior atividade durante a noite enquanto *A. montensis* apresenta maior atividade no início da manhã e final do dia. Nos nossos registros fotográficos não houve diferença quanto ao horário de atividade das duas espécies, pois ambas foram fotografadas em horários próximos e semelhantes. Porém, o hábito alimentar de *A. montensis* explica sua elevada abundância na região. Por ser onívoro, ele tem à sua disposição ampla variedade de itens alimentares em ambas as estações (seca e chuvosa) mantendo-se, assim, em elevada abundância. Já *E. russatus* por ter sua dieta restrita à recursos vegetais (frutos e sementes) e estes apresentarem-se em menor quantidade em áreas com araucária (ver Capítulo 2) sua abundância é restringida.

Em duas ocasiões pudemos observar algumas sementes removidas por um mesmo roedor para tocas/abrigos sob a serapilheira onde foram predadas totalmente ou parcialmente, o que também foi observado por Kindel (1996), Müller (1986) e Solórzano-Filho (2001). Isso evidencia o comportamento de estocagem de muitas sementes em tocas ou buracos (*larderhoarding*), muitas vezes profundos, por pequenos roedores (VANDER WALL, 2001; SMITH; REICHMAN, 1984) e o hábito de alimentar-se afastado da fonte de alimento, em locais protegidos do ataque de predadores (KINDEL, 1996; MÜLLER, 1986; SOLÓRZANO-FILHO, 2001).

Alguns autores (HULME, 1998; VANDER WALL, 2001) destacam que este comportamento de estocar muitas sementes ou itens alimentares em um único ou poucos “esconderijos” não favorece o estabelecimento de plântulas, já que normalmente estas necessitam de luz para completar o seu desenvolvimento

e nesses locais essa condição não ocorre devido à profundidade, ou seja, a plântula leva mais tempo para ter contato com luz. Já o comportamento “*scatterhoarding*”, que é o comportamento de um animal enterrar uma ou poucas semente em diferentes locais – no solo ou serapilheira dentro de sua área de vida (MORRIS, 1962), é mais efetivo para a dispersão de sementes já que estas normalmente encontram-se enterradas a poucos centímetros no solo (VANDER WALL, 2001), logo a plântula receberá luz solar. Esta última hipótese é a mais aceita por pesquisadores que avaliaram a dispersão de sementes de *A. angustifolia* (IOB; VIEIRA, 2008; LAMBERTS, 2003), pois a cutia (*Dasyprocta azarae*), um roedor de médio porte presente em todas as Florestas com Araucária estudadas, enterra os pinhões, normalmente um por buraco, em locais isolados e distantes da planta de origem garantindo, assim, uma dispersão eficaz.

Em nossos experimentos de remoção não detectamos nenhuma remoção feita por mamíferos de médio porte, tais como a paca (*Cuniculus paca*) ou cutia (*Dasyprocta azarae*), apesar das mesmas terem sido fotografadas nas áreas. Porém, para esta última espécie, obtivemos registros fotográficos de um indivíduo alimentando-se de pinhões diretamente de uma pinha que caiu em frente à *camera trap*. Durante duas horas foram tiradas 20 fotos do animal que apresentou um comportamento de alimentar-se dos pinhões por meio de roeduras em torno da pinha, ao contrário do que foi encontrado por outros autores que evidenciaram a predação de pinhões por cutias através de marcas dos dentes nos restos de sementes (KINDEL, 1996; SOLÓRZANO-FILHO, 2001). Em nenhuma das fotos foi registrado o comportamento de estocagem, característico da cutia.

Durante os trabalhos de campo também constatamos ocasionalmente a germinação de pinhões em total ausência de luz. Observamos pinhas que foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos pretos e em seguida

acomodadas em caixas de papelão, ou seja, na ausência de luz, com cerca de 50% de seus pinhões germinados. Este resultado também foi constatado por Löwe e Dillenburg (2011) que conduziram experimentos de germinação de sementes de *A. angustifolia* em situações de baixa luminosidade e baixas concentrações de nutrientes e por Duarte, Dillenburg e Rosa (2002) que constataram que a *A. angustifolia* é uma espécie tolerante à sombra e capaz de regenerar-se no sub-bosque. Em adição, outro fato a ser mencionado é o significativo aumento na produção de serapilheira durante a primavera e verão, logo após o término da queda de sementes em Florestas com Araucária no sul do Brasil (SCHUMACHER et al. 2004; BACKES; PRATES; VIOLA, 2005). Esta serapilheira encobre as sementes que ficam “escondidas” diminuindo as chances de serem encontradas por outros animais e diminuindo também seu contato com a luz.

Nós não observamos a presença de sementes intactas nos esconderijos de pequenos roedores, assim como Iob e Vieira (2008), Kindel (1996), Lamberts (2003) e Solórzano-Filho (2001). Porém, o baixo esforço amostral (número de sementes usadas nos experimentos; N=120) pode ter contribuído para essa constatação. Contrariamente, Briani, Vieira e Vieira (2001) encontraram sementes intactas de *Euterpe edulis* Mart., *Cryptocarya moschata* Nees & Mart. e *Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi que já estavam há algum tempo estocadas dentro de ninhos de *E. russatus*. Da mesma forma, Shepherd e Ditgen (2012) ao monitorar sementes de *Araucaria araucana* - Araucariaceae semelhante à *A. angustifolia*, porém com ocorrência na Argentina, encontraram grandes quantias em tocas de diferentes espécies de roedores. Essas constatações, aliadas ao fato de que o esforço em predação das sementes diminui conforme sua disponibilidade diminui no ambiente (IMS, 1990), contribui para que algumas sementes permaneçam esquecidas nessas tocas/ninhos e germinem,

já que não necessitam de luz para isso, validando a dispersão realizada por pequenos roedores.

Assim, apesar de exercer grande pressão predatória sobre as sementes de araucária, pequenos roedores podem exibir um importante papel na dispersão de suas sementes e conseqüente estabelecimento de suas plântulas. Solórzano-Filho (2001) declinou ao grupo dos roedores Sigmodontíneos uma taxa de dispersão de pinhões de cerca de 4% das sementes que removem e somou a isso a dispersão realizada pelos mesmos à pinhões que foram removidos por outros animais que abandonaram a semente posteriormente. Porém, como este autor também não constatou a presença de pinhões intactos em tocas, vale ressaltar a importância de estudos futuros que visem à utilização de um grande número de pinhões em experimentos de remoção de sementes e o uso de novas tecnologias que não interfiram no comportamento de remoção dos mesmos (ver WANG; SMITH, 2002; HIRSCH; KAYS; JANSEN, 2012; SHEPHERD; DITGEN, 2012), para assim chegarmos a resultados semelhantes aos encontrados na natureza.

A distância de remoção média registrada em nosso estudo (2 m) está entre às distâncias médias encontradas por estudos que avaliaram a remoção de sementes de *A. angustifolia* também por pequenos roedores: 4.7 m por Lamberts (2003) e 1 m por Solórzano-Filho (2001). Essa curta distância de remoção não favorece o estabelecimento de plântulas devido a elevados índices de predação relacionados à densidade de sementes próximas a planta-mãe (CONNELL, 1971; JANZEN, 1970), pois grandes quantidades de sementes são mais facilmente encontradas do que pequenas quantidades (WILLSON; WHELAN, 1990). Assim, devido a curta distância que estas sementes são levadas, por mais que sejam enterradas ou escondidas, elas ainda tem grandes chances de serem encontradas por sofrerem a influência da grande quantidade de sementes em sua

proximidade, o que não contribuiria para a dispersão efetiva da semente com o consequente estabelecimento dos juvenis.

Uma das hipóteses que levantamos sobre a dispersão de sementes de araucária era a de que mamíferos de maior porte fazem uma dispersão mais efetiva de pinhões do que os pequenos roedores, de porte menor. O que não pode ser constatado em nosso estudo, já que todas as remoções que registramos foram feitas por pequenos roedores e estas culminaram na predação da semente.

A segunda hipótese que elaboramos é que espécies de maior porte removem mais sementes de araucária e a maiores distâncias do que espécies de porte menor. Como não foram registradas remoções de sementes por médios ou grandes mamíferos e, conseqüentemente, não registramos nenhuma distância de remoção por parte desses animais, nós rejeitamos a hipótese nula e aceitamos a hipótese alternativa (de que espécies de menor porte removem mais sementes, porém a distâncias menores, i. e. menores que 5 m) com ressalvas, isto porque os pequenos roedores removem grandes quantidades de sementes de araucária (BRUM; SILVA DUARTE; HARTZ, 2010; IOB; VIEIRA, 2008; SOLÓRZANO-FILHO, 2001), entretanto não as levam para distâncias muito grandes da planta-mãe.

5 CONCLUSÕES

Os pequenos roedores sigmodontíneos, em especial as espécies *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus*, são os principais removedores e predadores das sementes de araucária. Entretanto, seu papel na dispersão dessas sementes ainda é pouco conhecido. Pois estes removem as sementes de *A. angustifolia* para locais próximos à planta de origem e para locais em que o desenvolvimento das plântulas pode ser afetado devido a carência de luz. Desta forma, sugerimos que estudos futuros abordem a dispersão de sementes de *A. angustifolia* promovida por pequenos roedores sigmodontíneos através de metodologias que permitam a obtenção de resultados mais próximos ao encontrado na natureza, tais como os utilizados por Shepherd e Ditgen (2012) e assim elucidar o papel dos pequenos roedores na sua dispersão.

REFERÊNCIAS

BACKES, A.; PRATES, F. L.; VIOLA, M. G. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil, **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 1, Jan./Mar. 2005.

BORDIGNON, M.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; O serelepe *Sciurus ingrami* (Sciuridae:Rodentia) como dispersor do pinheiro-do-Paraná *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae:Pinophyta). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 3, n.2, p. 139 - 144, Aug./Dec. 2000.

BRIANI, D. C.; VIEIRA, E. M.; VIEIRA, M. V. Nests and nesting sites of Brazilian Forest rodents (*Nectomys squamipes* and *Oryzomys intermedius*) as revealed by a spool-and-line device. **Acta Theriologica**, Pologne, v.46, n.3, p. 331-334, Sep. 2001.

BRUM, F.T.; SILVA DUARTE, L.; HARTZ, S. M.; Seed removal patterns by vertebrates in different successional stages of Araucaria forest advancing over southern Brazilian grasslands. **Community Ecology**, v. 11, n. 1, p. 35-40, 2010.

CADEMARTORI, C. V.; FABIÁN, M. E. MENEGHETI, J. O. Variações na abundância de roedores (Rodentia, Sigmodontinae) em duas áreas de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 6, n. 2, p. 147 – 167, 2004.

CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E. Selected properties of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* seed protein. **International Journal of Food Properties**, v. 14, n. 1, p. 84-91. Jun. 2011.

CONNELL, J. H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rainforest trees. In: DEN BOER, P. J.; GRADWELL, G. (eds), **Dynamics of populations**. PUDOC, p. 298–312. 1971.

CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical composition and glycemic index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, p. 3412-3416, 2004.

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

DUARTE, L. S.; DILLENBURG, L. R.; ROSA, M. G. Assessing the role of light availability in the regeneration of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 50, n. 6, p. 741-751, Dec. 2002.

FERREIRA, L. M. (Ed.) **Caracterização Ambiental do Parque Nacional do Iguaçu e sua Zona de transição**: Encarte 5, com vistas à revisão do Plano de Manejo. IBAMA, FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná). Brasília: 1999.

FORGET, P. M. Seed removal and seed fate in *Gustavia superba* (Recythidaceae). **Biotropica**, Malden, v. 24, n. 3, p. 408-414, Sep. 1992.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, Frugivoria e Dispersão de sementes. In: CULLEN, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Orgs.) **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2 ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p. 395 – 422, 2009.

GALIANO, D.; KUBIAK, B. B.; MARINHO, J. R.; FREITAS, T. R. O. Population dynamics of *Akodon montensis* and *Oligoryzomys nigripes* in an *Araucaria* forest of Southern Brazil. **Mammalia**. Berlin, *no prelo*. 2013.

GRAIPEL, M. E.; MILLER, P. R. M.; GLOCK, L. Padrão de atividade de *Akodon montensis* e *Oryzomys russatus* na Reserva Volta Velha, Santa Catarina, Sul do Brasil. **Mastozoología Neotropical**, v. 10, n. 002, p. 255-260, Jul-Dec. 2003.

HERRERA, C. M.; JORDANO, P.; LÓPEZ-SORIA, L.; AMAT, J. A. Recruitment of a mast-fruiting, bird-dispersed tree: bridging frugivore activity and seedling establishment. **Ecological Monographs**, Ithaca, v. 64, n. 3, p. 315-344, Aug. 1994.

HIRSCH, B. T.; KAYS, R.; JANSEN, P. A. A telemetric thread tag for tracking seed dispersal by scatter-hoarding rodents. **Plant Ecology**, v. 213, n. 6, p. 933-943. Jun. 2012.

HORN, G. B.; KINDEL, A.; HARTZ, S. M. *Akodon montensis* (Thomas, 1913) (Muridae) as a disperser of endozoochoric seeds in a coastal swamp forest of southern Brazil. **Mammalian Biology**, v.73, n.4, p. 335-329, Jul. 2008.

HOWE, H. F.; MIRITI, M. N. When seed dispersal matters. **Bioscience**, Washington, v. 54, n. 7, p. 651-660, Jul. 2004.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 13, p. 201-228, Nov. 1982.

HULME, P. E. Post-dispersal seed predation: consequences for plant demography and evolution. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 1, n. 1, p. 32-46, 1998.

IMS, R. A. On the adaptive value of reproductive synchrony as a predator-swamping strategy. **The American Naturalist**, v.136, n. 4, p. 485-498. Oct 1990.

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

IOB, G.; VIEIRA, E. M.; Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. **Plant Ecology**. v. 198, p. 185-196, 2008.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.

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

KELLY, D. SORK, V. L. Mast seeding in perennial plants: Why, How, Where? **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 33, Nov. 2002.

KINDEL, E. A. I. **Padrões de dispersão e disposição espacial de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. e suas relações com aves e mamíferos na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS**. Porto Alegre, Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1996.

LAMBERTS, A. V. 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**. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Estadual de Campinas.

LORETTO, D.; RAMALHO, E.; VIEIRA, M. V. Defense behavior and nest architecture of *Metachirus nudicaudatus* Desmarest, 1817 (Marsupialia, Didelphidae). **Mammalia**, v. 69, n. 3-4, p. 417-419. Dec. 2005.

LÖWE, T. R.; DILLENBURG, L. R. Changes in light and nutrient availabilities do not alter the duration of use of seed reserves in *Araucaria angustifolia* seedlings. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 59, n. 1, p. 32-37, Feb. 2011.

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

MORRIS, D. The behaviour of the Green acouchi (*Myoprocta pratti*) with special reference to scatter hoarding. **Proceedings of the Zoological Society of London**, London, v. 139, n. 4, p. 701-732, Dec. 1962.

MÜLLER, J. A. **A influência dos roedores e aves na regeneração da *Araucaria Angustifolia* (Bert.) O. Kuntze**. Curitiba, 1986. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. 2012. Lista anotada dos mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian mammals. 2ª Edição/2nd Edition. **Occasional Papers in Conservation Biology**, No. 6. Conservation International, Arlington, VA. 76 p.

PEDÓ, Ezequiel. **Assembleia de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de ecótono campo-floresta com araucária na região dos campos de cima da serra, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. I.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, n. 5, p. 1633-1644. Oct. 2007.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, disponível em: <http://www.R-project.org/>. 2012. Acessado dia 02/03/2013.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I.; KÖNIG, F. G. Litterfall in an *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze forest in Pinhal Grande, RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 29-37, Jan./Feb. 2004.

SCHUPP, E. W. Seed and early seedling predation in the forest understory and in Treefall gaps. **Oikos**, Copenhagen, v. 51, n. 1, p. 71-78, Jan. 1988.

SHEPHERD, J. D.; DITGEN, R. S. Rodent handling of *Araucaria araucana* seeds. **Austral Ecology**, Malden, v.38, n. 1, p. 23-32, Mar. 2012.
SMITH, C. C.; REICHMAN, O. J. The evolution of food caching by birds and mammals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 15, p. 329-351, Nov. 1984.

SOLÓRZANO-FILHO, J. A. **Demografia, fenologia e ecologia da dispersão de sementes de *Araucaria angustifolia* em uma população relictual em Campos do Jordão, SP**. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de São Paulo.

VANDER WALL, S. B. The evolutionary ecology of nut dispersal. **Botanical Review**, New York, v. 67, n. 1, p. 74-117, Jan-Mar.2001.

VIEIRA, E. M.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes de *Araucaria angustifolia*. In: FONSECA, 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, p. 85- 95. 2009.

VIEIRA, E. M.; PAISE, G.; MACHADO, P. H. D. Feeding of small rodents on seeds and fruits: a comparative analysis of three species of rodents of the

Araucaria forest, southern Brazil. **Acta Theriologica**, Pologne, v.51, n.3, p. 311-318, Sep. 2006.

VIEIRA, E. M.; RIBEIRO, J. F.; IOB, G.: Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) by small rodents in two áreas with contrasting seed densiities in the Brazilian Araucaria Forest. **Journal of Natural History**, v. 45, n. 13-14, p. 843-854. Apr. 2011.

WANG, B. C.; SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 17, n. 8, p. 379-386. Aug. 2002.

WILLSON, M. F.; WHELAN, C. J. Variation in postdispersal survival of vertebrate-dispersed seeds: effects of density, habitat, location, season, and species. **Oikos**, Copenhagen, v. 57, n. 2, p. 191-198, Feb. 1990.

CAPÍTULO 2

***ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* E A ESTRUTURA DA COMUNIDADE
DE PEQUENOS MAMÍFEROS EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA
MISTA NO SUL DO BRASIL**

RESUMO

Foi avaliada a disponibilidade de recursos alimentares em uma Floresta Ombrófila Mista (FOM) durante e após o período de frutificação da conífera *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e sua relação com a comunidade de pequenos mamíferos, principais predadores de suas sementes, e demais mamíferos frugívoros. Em áreas de FOM sem a influência direta da árvore a biomassa seca de artrópodes (g) foi significativamente menor nos meses de maio a julho, meses em que a *A. angustifolia* frutifica. Nessas áreas a disponibilidade de frutos e sementes de angiospermas no solo (biomassa seca média – g) foi significativamente maior do que em áreas com influência direta da *A. angustifolia*. Capturamos 10 espécies de pequenos mamíferos, entretanto não houve diferença significativa quanto à abundância e riqueza entre as áreas. Somente a proporção de pinhões no solo se correlacionou positivamente com a abundância total de pequenos mamíferos ($r_s = 0.84$; $p < 0.001$) e com a abundância das duas espécies de roedores que sabidamente se alimentam das sementes de *A. angustifolia* na área, *Akodon montensis* ($r_s = 0.83$; $p < 0.001$) e *Euryoryzomys russatus* ($r_s = 0.54$; $p = 0.0139$). Diferentemente das áreas sem a influência nas quais somente a biomassa seca de artrópodes se correlacionou negativamente com a abundância total de pequenos mamíferos ($r_s = - 0.56$; $p = 0.004$) e abundância da espécie *A. montensis* ($r_s = - 0.59$; $p = 0.002$). Por frutificar em grande quantidade em períodos de escassez dos demais recursos alimentares e servir de alimento para uma gama de frugívoros a conífera *A. angustifolia* pode se passar por uma espécie-chave no provimento de recursos para frugívoros de FOM, porém, nossos resultados demonstram que esta conífera exibe características de espécie dominante, como por exemplo, efeito alelopático antagônico sob plantas adjacentes, mantendo constante e escassa a disponibilidade de outros recursos alimentares (recursos vegetais e artrópodes) o que assegura que suas sementes se tornem o principal e mais abundante item alimentar disponível em áreas sob sua influência direta, mascarando-se como espécie-chave.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Mista. Espécie-chave. Espécie dominante. Disponibilidade de recursos. *Araucaria angustifolia*.

ABSTRACT

We evaluated the food resources availability in *Araucaria* Forests (AF) during and after fruiting period of the conifer *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze and its ratio with the small mammals community, main predators their seeds, and other frugivores mammals. In areas of MRF without tree direct influence, arthropods dry biomass (g) was significantly lower in the months from May to July, months in which the *A. angustifolia* fruiting. These areas the angiosperms fruits/seeds availability in the soil (dry weight - g) was significantly higher than in areas with direct influence of *A. angustifolia*. We captured 10 species of small mammals, however there was no significant difference in the abundance and richness among areas. Only the proportion of pine in soil was positively correlated with the total abundance of small mammals ($r_s = 0.84$, $p < 0.001$) and with the abundance of two rodent species known to feed on the seeds of *A. angustifolia* in the area, *Akodon montensis*. ($r_s = 0.83$, $p < 0.001$) and *Euryoryzomys russatus* ($r_s = 0.54$, $p = 0.0139$). Unlike areas without the influence in which only the dry biomass of arthropods correlated negatively with the total abundance of small mammals ($r_s = -0.0056$, $p = 0.004$) and abundance of the species *A. montensis* ($r_s = -0.59$, $p = 0.002$). For fruit in large quantities during periods of scarcity of other food resources and serve as food for a range of fruit coniferous *Araucaria angustifolia* can pass for a keystone species in providing resources for frugivores in AF, however, our results demonstrate that this conifer displays characteristics of dominant species, such as antagonistic allelopathic effect on adjacent plants, maintaining constant and scarce availability of other food resources (plant resources and arthropods) which ensures that the seeds become the main and most abundant food item available in areas under his direct influence, masquerading as keystone species.

Keywords: Mixed Rain Forest. Keystone species. Food availability.

1 INTRODUÇÃO

Única representante da família Araucariaceae em território brasileiro, a conífera *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (DUTRA; STRANZ, 2009) possui sementes conhecidas popularmente como “pinhões”, que configuram um importante alimento na dieta de animais presentes na Floresta Ombrófila Mista (FOM), formação florestal do bioma Mata Atlântica localizada estritamente no Sul e Sudeste do Brasil (BRUM; SILVA DUARTE; HARTZ, 2010; IOB; VIEIRA, 2008; KINDEL, 1996; LAMBERTS, 2003; MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004; MÜLLER, 1986; SOLÓRZANO-FILHO, 2001; VIEIRA; IOB, 2009). Sua importância se deve ao fato de estarem disponíveis para a fauna em uma época de relativa escassez dos demais recursos da FOM (LIEBSCH; MIKICH, 2009; PAISE; VIEIRA, 2005; PERINI, 2010).

A quantidade de recursos disponíveis no ambiente modula as respostas de seus predadores, assim como influencia a estrutura da comunidade de quem os consome, pois predadores podem preferir outras presas quando o recurso que estavam consumindo diminui no ambiente (IMS, 1990; PYKE; PULLIAM; CHARNOV, 1977) gerando uma resposta funcional nos mesmos. Ou ainda, a baixa produção desses recursos ou até a sua diminuição no ambiente devido à predação pode interferir nas comunidades e/ou populações que os consomem, gerando uma resposta numérica nas mesmas (JAKSIĆ et al. 1992; PYKE; PULLIAM; CHARNOV, 1977) tais como, alterações na abundância relativa ou riqueza de espécies.

É sabido que algumas espécies de plantas podem atuar como espécies-chave, provendo alimento para comunidades de frugívoros em épocas de escassez dos demais recursos (POWER et al. 1996; SIMBERLOFF, 1998;

PERES, 2000) garantindo a manutenção das comunidades que a utilizam e a persistência desses animais na região.

Porém, o termo “espécie-chave” (*keystone species*) é muitas vezes confundido com “espécie dominante” (POWER et al. 1996). Espécies dominantes podem, muitas vezes, ser somente uma espécie que tem vantagem numérica (maior abundância) sobre outra em uma comunidade ou associação, ou ainda, além de sua elevada abundância esta espécie pode exercer grande influência em um sistema ecológico, como, por exemplo, o controle da abundância de outras espécies (RICKLEFS, 2003).

Diante do exposto, para elucidar mais claramente a relação entre disponibilidade de frutos de *A. angustifolia* e a estrutura da comunidade de pequenos mamíferos de uma FOM, os objetivos deste capítulo foram: *i* - Verificar como a riqueza e a abundância de pequenos mamíferos se comportam em áreas com e sem *A. angustifolia* na época de disponibilidade dos pinhões e no período de sua escassez; *ii* - Avaliar se a disponibilidade de recursos (artrópodes, frutos e sementes de angiospermas e sementes de araucária) se correlacionam com a abundância de espécies de pequenos roedores em ambas as áreas, com e sem araucária e; *iii* - Investigar se a *A. angustifolia* pode ser considerada uma espécie-chave no fornecimento de recursos para a comunidade de frugívoros da Floresta Ombrófila Mista do Parque Nacional do Iguaçu.

Com base nos objetivos propostos elaboramos as seguintes hipóteses:

- 1) A riqueza de pequenos mamíferos é maior em áreas com araucária do que áreas sem a espécie nas épocas de disponibilidade dos pinhões;
- 2) A abundância de pequenos mamíferos é menor nos meses de disponibilidade dos pinhões em áreas sem araucária do que áreas que abrigam a espécie;
- 3) A espécie *A. angustifolia* é uma espécie-chave no provimento de recursos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

As coletas foram realizadas no Parque Nacional do Iguaçu (PNI) que se localiza no extremo Oeste do estado do Paraná e possui uma área de aproximadamente 185.300 hectares (ha). Em sua porção nordeste, o PNI abriga cerca de 450 ha de Floresta Ombrófila Mista (FOM) (Figura 1). Porém, é conhecido por abrigar a maior área contínua e preservada de Floresta Estacional Semidecidual do país, formação esta que recobre o restante do PNI. O Parque ainda abrange terras dos municípios de Foz do Iguaçu, Céu Azul, Matelândia, São Miguel do Iguaçu e Serranópolis do Iguaçu e faz divisa com outros seis municípios: Capanema, Capitão Leônidas Marques, Lindoeste, Santa Lúcia, Santa Terezinha de Itaipu e Santa Tereza do Oeste (FERREIRA, 1999).

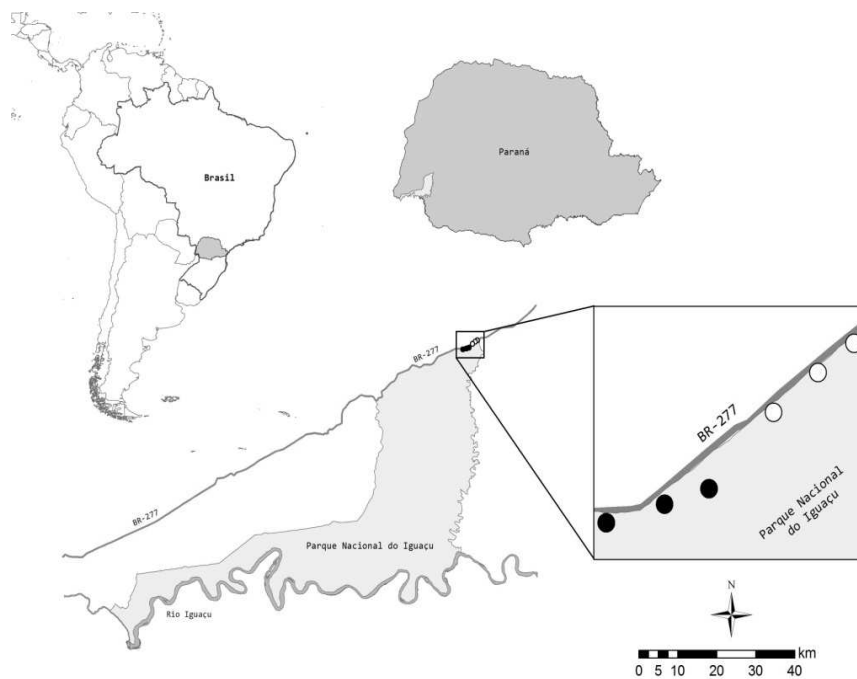


Figura 1 Localização das áreas amostrais no Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. Pontos de cor preta no quadro em destaque mostram a localização que recebe influência direta da araucária (FA) enquanto os pontos de cor branca destacam a localização das áreas sem influência direta da árvore (FS).

O clima da região é classificado como *Cfa* ou Subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen-Geiger, e se caracteriza por ser temperado a temperado quente, úmido, com ocorrência de precipitação em todos os meses do ano e inexistência de estação seca bem definida, além de ocorrência de geada nos meses mais frios (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007). A temperatura varia entre 17 e 25°C ao longo do ano e a precipitação anual acumulada varia em torno de 1800 a 2000 mm (Instituto Tecnológico SIMEPAR) (Figura 2).

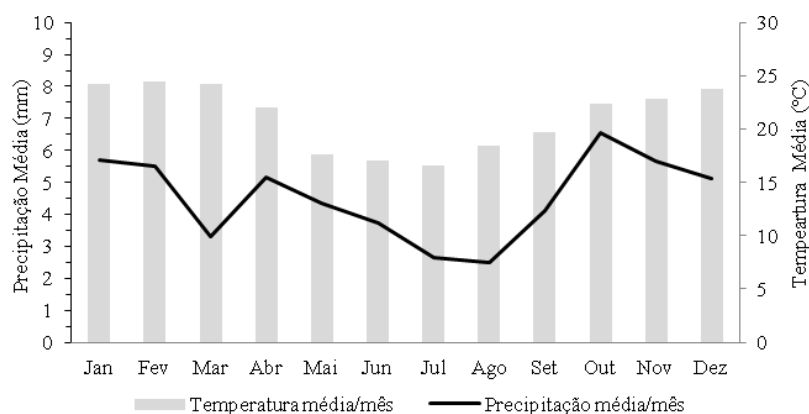


Figura 2 Médias mensais de Temperatura e Precipitação entre janeiro de 1998 e dezembro de 2012 obtidas para a região de coleta (Fonte: SIMEPAR).

2.2 Delineamento Amostral

Os dados foram coletados em seis áreas da FOM próximas à borda norte do PNI, no município de Céu Azul às margens da BR-277 (Figura 1). Estas seis áreas foram divididas em dois grupos com três áreas cada. O primeiro grupo foi alocado em uma área sob influência direta de árvores fêmeas de *Araucaria angustifolia*, que denominamos como FA e que se distanciava cerca de 1,5 Km do segundo grupo, denominado FS, que apesar de localizar-se também em FOM não apresenta a influência direta da árvore. Dessa forma, cada grupo, FA e FS, possuía, inicialmente, três réplicas (áreas), estas se distanciavam em pelo menos 500 m uma da outra.

A distribuição espacial dos exemplares de *A. angustifolia* segue, em geral, um padrão de distribuição agregado principalmente devido ao fato de indivíduos jovens serem mais frequentes nas proximidades da planta feminina e sua densidade pode variar de acordo com a mata em que se encontra, se primária ou secundária (SOLÓRZANO-FILHO, 2001). Assim, a unidade amostral utilizada foi uma árvore fêmea de araucária em idade reprodutiva. Em nosso

trabalho, áreas FA foram estabelecidas como o grupo “controle” e áreas FS o grupo “tratamento” e todo o desenho amostral foi elaborado a partir dessa abordagem. Apesar de não existir uma estação seca bem definida na região, nos meses de maio a setembro, o regime de chuvas é um pouco menor do que os demais meses (Figura 2), além disso, coincide com o período de frutificação da araucária. Usamos no decorrer do texto o termo “estação seca” para nos referirmos aos meses de coleta de maio a agosto e “estação chuvosa” para os meses de outubro a janeiro.

2.3 Amostragem de Pequenos Mamíferos

Para verificar se a araucária exerce influência nos padrões populacionais da comunidade de pequenos mamíferos, em cada uma das seis áreas foram estabelecidos *grids* para a coleta de pequenos mamíferos. Em FA o *grid* foi demarcado a fim de centralizar a araucária amostrada (Figura 3). Em FS, os *grids*, foram estabelecidos aleatoriamente, porém evitando adensamentos muito grandes de taquara e taquaruçu (gênero *Guadua*).

Cada *grid* possuía três transecções lineares com 100 m de extensão cada e equidistantes 50 m. Cada transecção linear foi dividida em seis estações de captura de pequenos mamíferos, onde foram posicionadas no solo armadilhas *live trap* do tipo Sherman®, sendo que a segunda e quarta estações recebiam duas armadilhas cada a fim de aumentar o número do esforço amostral de armadilhas (Figura 3).

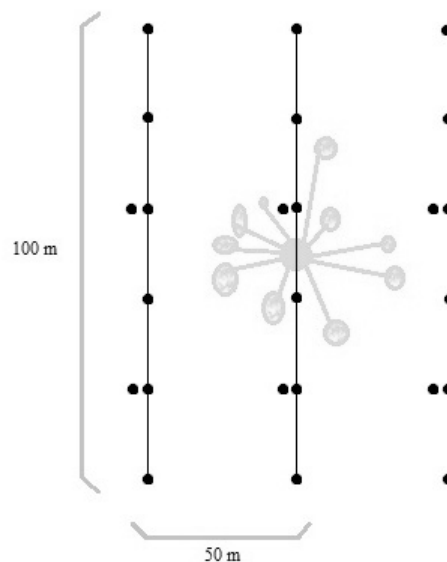


Figura 3 Esquema do *grid* de captura de pequenos mamíferos em FA. O desenho de cor cinza ao centro do esquema representa a posição do indivíduo fêmea de *A. angustifolia* no *grid*. Os pontos de cor preta representam as estações de captura e o número de armadilhas Sherman® nas transecções lineares (um ponto equivale a uma estação com uma armadilha; dois pontos equivalem a uma estação com duas armadilhas).

As coletas foram realizadas durante cinco dias de cada mês em cada área, no período de maio de 2012 a janeiro de 2013 exceto no mês de setembro de 2012, por se tratar de um mês de transição, totalizando oito meses de coleta. As armadilhas foram iscadas com uma mistura de banana, fubá, aveia, sardinha enlatada e amendoim torrado e moído e eram revisadas diariamente.

No mês de setembro de 2012, umas das áreas amostrais de FA foi totalmente queimada, esta área foi excluída das coletas de outubro a janeiro, portanto FA possui três réplicas durante o período mais seco (maio a agosto) e duas réplicas durante o período chuvoso (outubro a janeiro).

2.4 Manejo dos Pequenos Mamíferos

Após os animais serem capturados, os mesmos foram imobilizados manualmente e em seguida, marcados com brincos numerados e liberados no mesmo local de captura. Os roedores foram identificados seguindo Bonvicino, Oliveira e D'Andrea (2008) enquanto os marsupiais seguindo Massoia, Forasiépi e Teta (2000) ou encaminhados ao Museu de Zoologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), para identificação por especialistas. O roedor que ainda permanece sem identificação (sp.1 – ver adiante) será encaminhado ao Museu de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A fim de garantir a identificação exata dos *taxa* coletados, pelo menos um indivíduo de cada espécie capturada, quando possível, foi submetido à análise citogenética no Laboratório de Citogenética Animal, na Universidade Estadual de Londrina (UEL) e suas peles foram tombadas como material testemunho na coleção de referência do Laboratório de Ecologia e Conservação de Mamíferos (LECOM) do Setor de Ecologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

2.5 Disponibilidade de Sementes de Araucária no Solo

A estimativa da disponibilidade de pinhões no solo foi feita através do número aproximado de pinhas caídas no chão durante os quatro meses de frutificação avaliados (maio a agosto). No capítulo 1 calculamos o número médio de pinhões por pinha e seu peso estimado. Dessa forma, multiplicamos o número de pinhas caídas no chão a cada mês pelo peso médio estimado (g), para

assim obtermos o peso seco médio de pinhões disponíveis em cada mês no solo das três áreas FA.

Com o intuito de não interferir nos padrões ecológicos (p. ex. abundância de indivíduos) e comportamentais da fauna ali existente não removemos os pinhões do solo. Com exceção de duas pinhas retiradas de cada árvore no início das coletas para mensurarmos a produção estimada de pinhões por árvore (ver Capítulo 1).

2.6 Disponibilidade de Recursos Vegetais

Para avaliar a disponibilidade de frutos e sementes disponíveis no solo das áreas estudadas foi estabelecida uma parcela de 20 m de comprimento x 2 m de largura (GALETTI; PIZO; MORELLATO, 2009), dispostas aleatoriamente entre ou ao longo das transecções lineares para captura dos animais, porém evitando a proximidade com o exemplar de araucária amostrado, a fim de prevenir a interferência nos padrões de remoções das sementes da árvore (Capítulo 1) e para garantir que as parcelas amostradas não sofressem interferência da araucária.

Essas parcelas foram percorridas uma vez ao mês durante o período de captura de pequenos mamíferos em busca de todos os frutos e sementes do solo. Em seguida, o material coletado foi depositado em estufa por 48 horas à 50°C ou até adquirir peso constante, como foi o caso de frutos muito grandes e carnosos. Posteriormente, foi mensurada a massa seca total para cada área/mês (adaptado de BERGALLO; MAGNUSSON, 1999, 2002; PERINI, 2010).

2.7 Disponibilidade de Artrópodes

Para avaliar a disponibilidade de artrópodes, em todos os seis *grids* amostrados foram instalados ao longo da transecção central cinco baldes com capacidade de 1L contendo uma mistura de detergente líquido neutro e água (adaptado de BERGALLO; MAGNUSSON, 1999, 2002; PERINI, 2010). Os baldes ficaram equidistantes 20 m e permaneceram no ambiente durante 48 horas em todas as oito sessões de amostragem de pequenos mamíferos (adaptado de BERGALLO; MAGNUSSON, 1999; PERINI, 2010).

Os artrópodes coletados foram mantidos em álcool 95% até que pudessem ser alocados em estufa por 48 horas à 50°C. Em seguida, a massa seca total (peso em gramas) foi dividida pelo número total de baldes funcionais (número de baldes que não foram perdidos durante a amostragem) para se obter a biomassa seca média de artrópodes para cada área em cada mês.

2.8 Análise Estatística

O Esforço Captura (EC) de cada área, FA e FS e Total (FA + FS), foi obtido multiplicando-se o número total de armadilhas utilizadas pelo número total de noites de amostragem. O Sucesso de Captura (SC) foi calculado a fim de conferir se o número de armadilhas utilizadas foi suficiente para amostrar a diversidade no local, usando-se a fórmula: $SC = n^{\circ} \text{ total de capturas} / EC \times 100$. Quanto mais próximo de 100 o resultado maior a diversidade amostrada.

A estatística paramétrica foi utilizada quando os dados apresentaram distribuição normal, segundo o teste de Shapiro-Wilk, e homogeneidade de variâncias através do Teste de Bartlett (para dados com distribuição normal) ou Teste de Levene (para dados com distribuição não-normal). Os dados que apresentaram distribuição não-normal e/ou heterogeneidade de variâncias foram submetidos à transformações (raiz quadrada) se, após estas, apresentassem distribuição normal e homogeneidade de variâncias eram submetidos à análise

estatística paramétrica, caso contrário, fez-se uso de estatística não-paramétrica. Em todos os testes foi considerado um nível de significância (α) de 0.05.

Para avaliar quais espécies foram significativamente mais abundantes, tanto em FA quanto em FS, foi utilizado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (H) através do Software BioEstat 5.0 (AYRES et al. 2007).

Para comparar a riqueza e a abundância de pequenos mamíferos entre as áreas FA e FS durante todo o estudo e, especificamente, durante o período de disponibilidade de pinhões (estação seca), utilizamos para o critério riqueza o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis (H) e para o critério abundância utilizamos o teste paramétrico t de Student (t). Para tanto fizemos uso do software R, versão 2.15.2 (R CORE TEAM, 2012).

Também utilizamos curvas de rarefação baseadas na estimativa de MaoTao geradas a partir de 1000 randomizações e considerando como medida de esforço amostral o número de indivíduos capturados e recapturados, utilizando para tal os softwares EstimateS 8.0 (COLWELL, 2013) e SigmaPlot 10.0 (Systat Software, Inc - 2006).

Para comparar a composição e estrutura da comunidade nas seis unidades amostrais (FA e FS), foi utilizada a análise de escalonamento multidimensional não-métrico (Nonmetric Multidimensional Scaling – nMDS) e *a posteriori* foi utilizada a análise de similaridade (ANOSIM) (R) através da construção de matrizes de similaridade pelo índice de similaridade de Bray-Curtis (para estrutura) e índice de similaridade de Jaccard (para composição) para verificar se existe diferença estatística entre as unidades amostrais através do parâmetro “presença ou ausência de araucária” fazendo uso de 1000 randomizações. Para tanto foi utilizado o programa Primer 6 & Permanova+ (CLARKE e GORLEY, 2006).

Para avaliar se o peso médio estimado de pinhões dispostos no solo variou significativamente durante os meses foi utilizado o teste de Kruskal-

Wallis e o teste Student-Newman-Zeuls *a posteriori* através do Software BioEstat 5.0 (AYRES et al. 2007).

Para verificar se a disponibilidade de artrópodes (biomassa seca de artrópodes em gramas) variou entre os meses em FA fizemos uso da análise de variância de um fator (ANOVA one-way) (F) por meio do software R - versão 2.15.2 (R CORE TEAM, 2012). Para FS utilizamos o teste de Kruskal-Wallis e o teste Student-Newman-Zeuls *a posteriori* para verificar quais foram as médias que diferiram, através do software BioEstat 5.0 (AYRES et al. 2007). Para comparar se existe diferença estatística entre FA e FS utilizamos o teste não-paramétrico de Wilcoxon (W) e para verificar se há diferença entre FA e FS particularmente durante o período de seca utilizamos o teste t de Student ambos os testes realizados através do software R - versão 2.15.2 (R CORE TEAM, 2012).

Para verificar se a biomassa seca de recursos vegetais variou ao longo dos meses em FA e FS foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para cada área separadamente, através do software R - versão 2.15.2 (R CORE TEAM, 2012) e, para comparar se a biomassa seca de recursos vegetais difere significativamente entre FA e FS e se há diferença entre ambas as áreas estritamente durante o período de seca utilizamos separadamente para cada comparação (total e seca) o teste de Wilcoxon também por meio do software R - versão 2.15.2 (R CORE TEAM, 2012).

Por fim, para averiguar como os dados de disponibilidade de recursos vegetais, artrópodes e pinhões no solo se relacionam com os dados de abundância total de pequenos mamíferos e abundância das espécies de roedores *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus* (espécies mais abundantes durante todos os meses de captura) construímos uma matriz de correlação através do Coeficiente Correlação de Spearman (r_s) e verificamos a relação entre as variáveis que se correlacionaram significativamente através de Regressão Linear

Simples, ambos os testes feitos através do software R - versão 2.15.2 (R CORE TEAM, 2012).

3 RESULTADOS

3.1 Estrutura da Comunidade de Pequenos Mamíferos

Em ambas as áreas amostradas foram capturadas 10 espécies de pequenos mamíferos, sete roedores: *Akodon montensis* (Thomas, 1913), *Euryoryzomys russatus* (Wagner, 1848), *Oligoryzomys nigripes* (Olfers, 1818), *Thaptomys nigrita* (Lichtenstein, 1830), *Sooretamys angouya* (Fischer, 1814), *Brucepattersonius* sp. (Hershkovitz, 1998), *Oxymycterus* sp. (Waterhouse, 1837). Além de três espécies de marsupiais do gênero *Monodelphis* (Burnett, 1830): *Monodelphis scalops* (Thomas, 1888) e outras duas aqui denominadas, provisoriamente, como *Monodelphis* sp. 1 e *Monodelphis* sp. 2 (Tabela 1).

Foram realizadas 575 capturas de 473 indivíduos com um esforço amostral total de 5760 armadilhas em 80 noites de amostragem. O sucesso de captura (SC) total obtido foi de 10 %, sendo que em áreas com araucária (FA) o SC foi de 10.45% e em áreas sem araucária (FS) 9.51%.

O roedor *A. montensis* foi significativamente o roedor mais abundante em áreas com araucária ($H = 25.13$; $GL = 7$; $p < 0.001$). Já em áreas sem a conífera *A. montensis* e *E. russatus* foram significativamente mais abundantes que as demais espécies ($H = 32.05$; $GL = 8$; $p < 0.001$).

A curva de rarefação (Figura 4) demonstra que ambas as áreas apresentam semelhança quanto à riqueza, pois ambas as áreas apresentam oito espécies. A riqueza total não diferiu significativamente entre as áreas FA ($\bar{X} = 3.1$; $Dp = \pm 1.12$) e FS ($\bar{X} = 3.5$; $Dp = \pm 1.76$) ($H = 0.511$; $GL = 1$; $p = 0.174$) durante os meses amostrados.

Tabela 1 Riqueza e abundância das espécies capturadas nas áreas amostradas FA (área com influência direta de *Araucaria angustifolia*) e FS (área sem a influência direta de *A. angustifolia*). Números entre parênteses representam o número de recapturas de cada espécie.

Espécies	FA											FS					Total
	Meses	m	j	j	a	o	n	d	j	m	j	j	a	o	n	d	
RODENTIA																	
<i>Akodon montensis</i>	83	30(24)	46(8)	17(16)	7(3)	11(4)	5(11)	4	71	10(11)	38(9)	17(5)	10(4)	13(3)	8(6)	8(2)	378(97)
<i>Euryoryzomys russatus</i>	4	6(1)	4(1)	2			1	14	2	1	1	3	1	1(1)	(1)		40(4)
<i>Oligoryzomys nigripes</i>		2			2							1	8	3(1)			16(1)
<i>Thaptomys nigrita</i>	10	1	1					1	2								15
<i>Sooretamys angouya</i>				1			1	2				3			2		9
<i>Brucepattersonius</i> sp.										1							1
<i>Oxymycterus</i> sp.				1													1
DIDELPHIMORPHIA																	
<i>Monodelphis</i> sp. 1	1	1															2
<i>Monodelphis</i> sp. 2										2							2
<i>Monodelphis scalops</i>						1						2	2	4			9
Indivíduos/área/estação		210(50)				33(8)				162(25)				68(18)			
Espécies/área/estação		7				6				7				5			
Total indivíduos/área				243(58)								230(43)					473(102)
Total de espécies/área				8								8					10

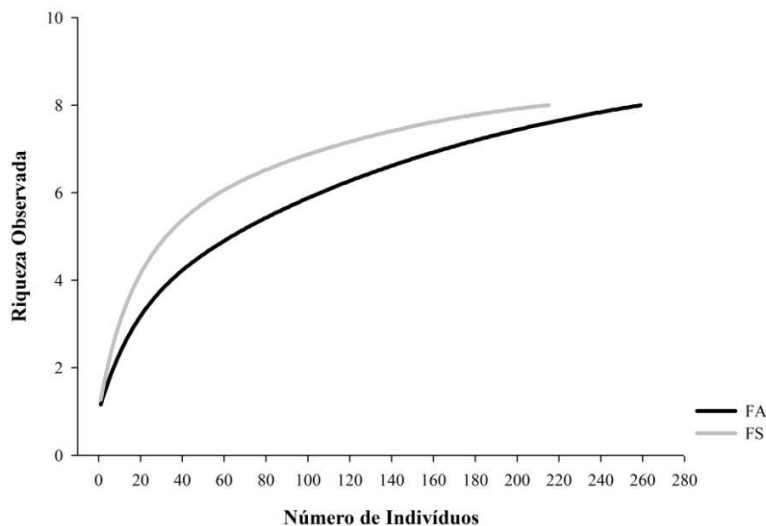


Figura 4 Curvas de rarefação de espécies referentes às áreas com influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA) e sem sua influência direta (FS).

A riqueza também não diferiu entre as áreas FA ($\bar{X} = 3.75$; $Dp = \pm 0.5$) e FS ($\bar{X} = 3.5$; $Dp = \pm 1.29$) durante os meses de seca ($t = 0.3612$; GL. = 6; $p = 0.7304$). A curva de rarefação (Figura 5) demonstra que ambas as áreas apresentam semelhança quanto à riqueza nos meses de seca, época em que ambas as áreas apresentam sete espécies. Porém, não exibem uma tendência em se estabilizar, nesse caso, ambas as áreas podem abrigar mais espécies do que o observado (sete espécies).

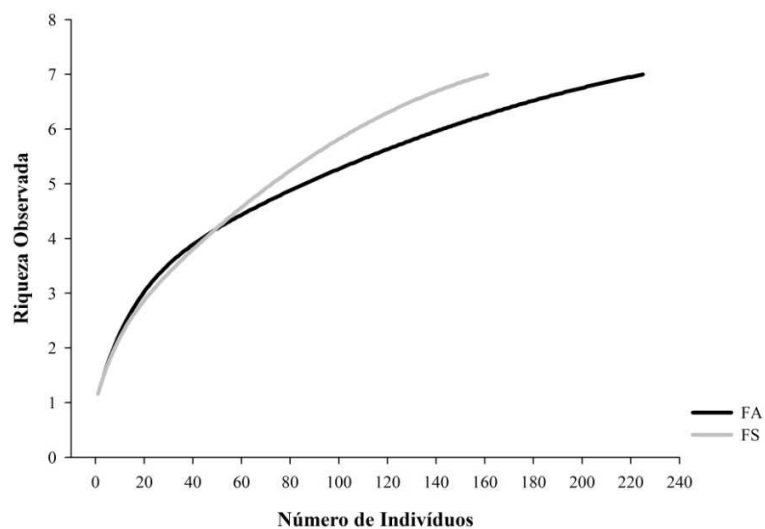


Figura 5 Curvas de rarefação de espécies referentes às áreas com influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA) e sem sua influência direta (FS) durante o período mais seco (maio a agosto).

A abundância total não diferiu entre as áreas FA ($\bar{X} = 37.6$; $Dp = \pm 33.7$) e FS ($\bar{X} = 34.1$; $Dp = \pm 24.5$) ($t = -0.0337$; $GL = 14$; $p = 0.9736$) e nem mesmo entre os meses de seca: FA ($\bar{X} = 65$; $Dp = \pm 25.1$) e FS ($\bar{X} = 46.75$; $Dp = \pm 30.2$) ($t = 0.9288$; $GL = 6$; $p = 0.3888$).

Os padrões formados pela análise nMDS demonstram graficamente que uma área de FA se assemelha as demais áreas de FS enquanto as restantes estão espacialmente mais distantes, porém não diferem significativamente quanto à composição ($R = 0.556$; $p = 0.1$) (Figura 6) e estrutura ($R = 0.444$; $p = 0.1$) (Figura 7).

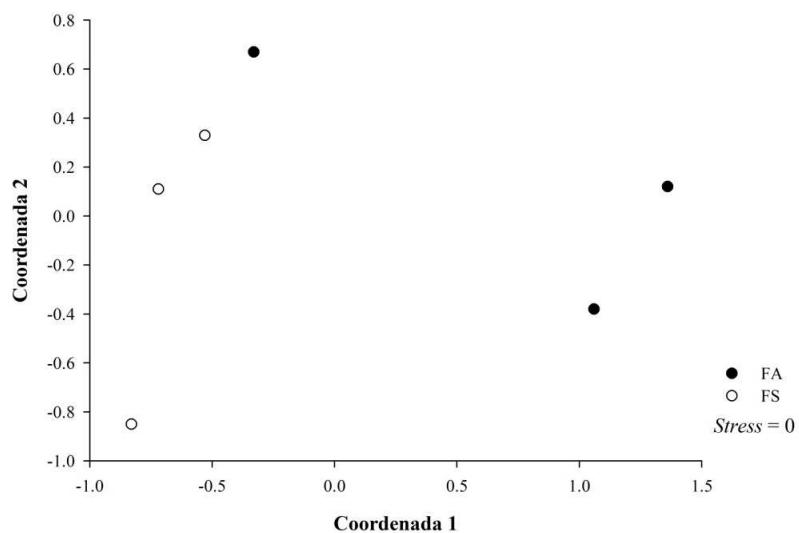


Figura 6 Ordenação por nMDS quanto à abundância (estrutura) de espécies de pequenos mamíferos em área com presença (FA) e ausência (FS) da influência direta de *Araucaria angustifolia*.

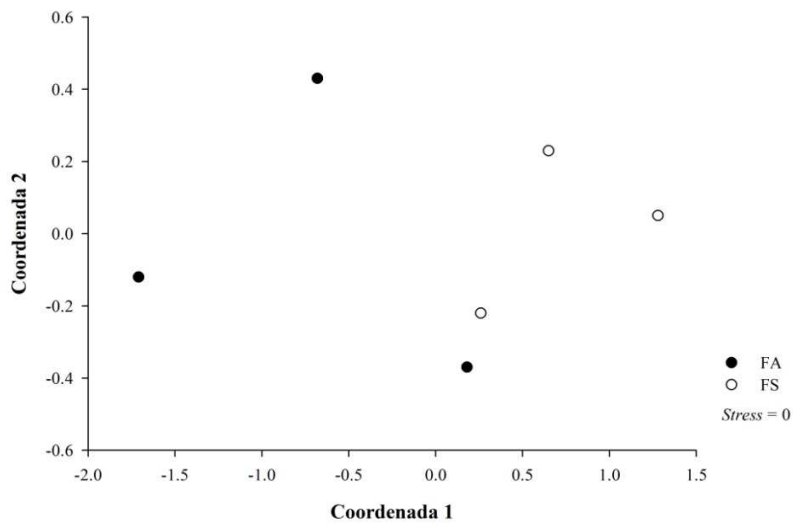


Figura 7 Ordenação por nMDS quanto à riqueza (composição) de espécies de pequenos mamíferos em área com presença (FA) e ausência (FS) da influência direta de *Araucaria angustifolia*.

3.2 Disponibilidade de Recursos

O mês de maio apresentou a maior estimativa de peso seco de pinhões no solo (7970.0 g), decrescendo nos meses de junho (6285.8 g), julho (3639.2) e agosto (992.5 g), este último, diferiu significativamente dos demais meses ($p = 0.022$; $H = 9.582$; $GL = 3$) (figura 8).

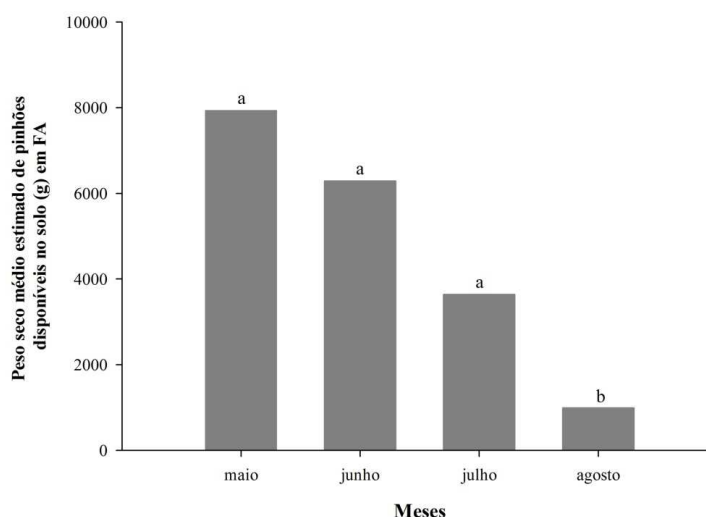


Figura 8 Peso seco médio estimado de pinhões no solo (g) em áreas com influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA).

A biomassa seca de artrópodes (g) não variou significativamente ao longo dos meses nas áreas com araucária ($F = 1.534$; $GL = 7$; $p = 0.246$) (Figura 9). Porém, em áreas sem a árvore a biomassa seca de artrópodes (g) variou significativamente entre os meses ($H = 62.7$; $GL = 7$; $p < 0.001$), sendo que os meses de maio, junho e julho (meses de disponibilidade dos pinhões) apresentaram biomassa seca de artrópodes significativamente menores que os demais meses (Figura 10). Ao comparar a biomassa seca total de artrópodes entre as áreas (FA e FS) não foi observada diferença significativa ($W = 22$;

GL = 15; $p = 0.328$). A biomassa seca de artrópodes durante o período de seca (maio a agosto) também não variou entre as áreas ($t = 0.5537$; GL = 22; $p = 0.5854$) (Figura 9).

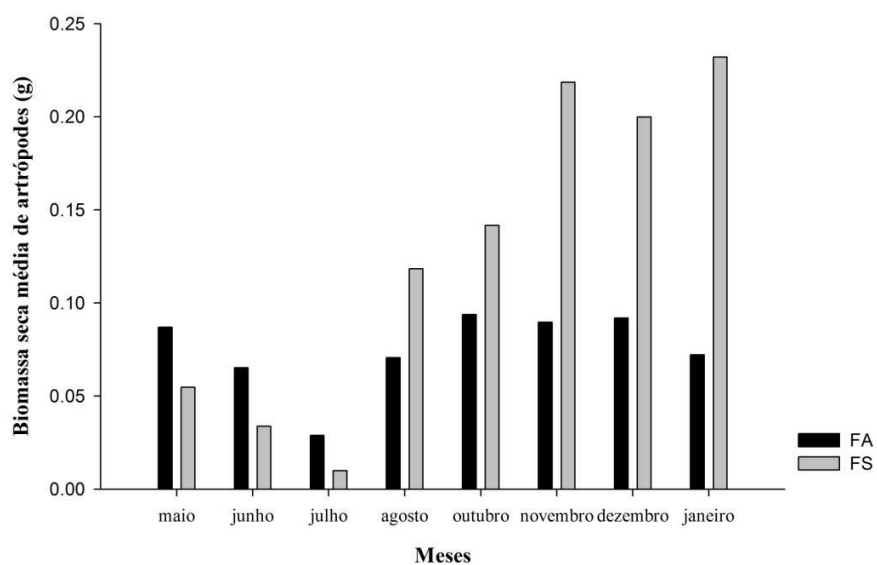


Figura 9 Biomassa seca média de artrópodes (g) coletada em áreas com presença (FA) e ausência (FS) da influência direta de *Araucaria angustifolia* durante os meses amostrados.

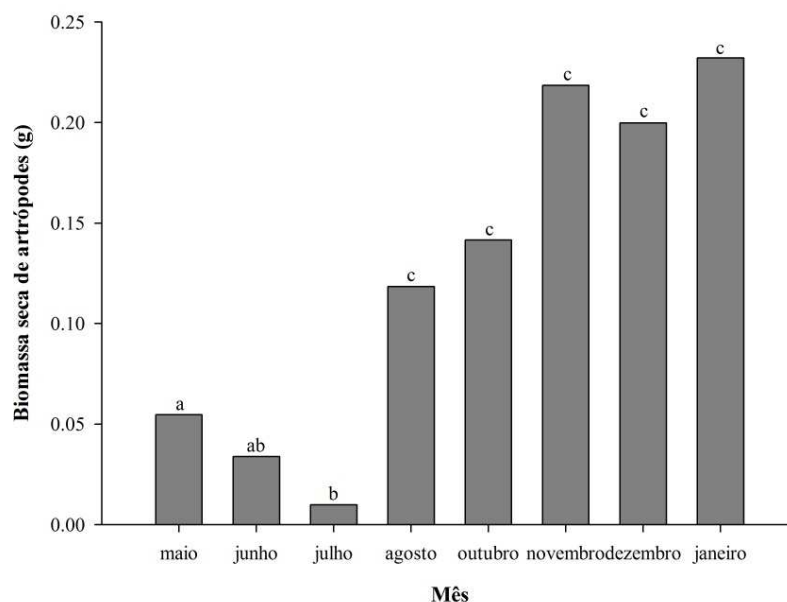


Figura 10 Biomassa seca média de artrópodes (g) coletada durante os meses amostrados em áreas sem a influência direta de *Araucaria angustifolia* (FS). Letras diferentes representam os grupos que diferiram significativamente ($p < 0.05$).

A biomassa seca de recursos vegetais em áreas com araucária não variou significativamente entre os meses ($W = 12.67$; $GL = 7$; $p = 0.08$), assim como, em áreas sem araucária ($W = 5.22$; $GL = 7$; $p = 0.63$), porém ao analisarmos o gráfico (Figura 11) observa-se que ocorre uma redução desses recursos nos meses mais secos em áreas FS. Ao compararmos ambas as áreas, pudemos observar que a biomassa seca total de recursos vegetais produzida em FA é significativamente menor que em FS ($W = 100$; $GL = 15$; $p < 0.001$) (Figura 12), assim como na estação seca ($W = 28$; $GL = 11$; $p = 0,005$) (Figura 13).

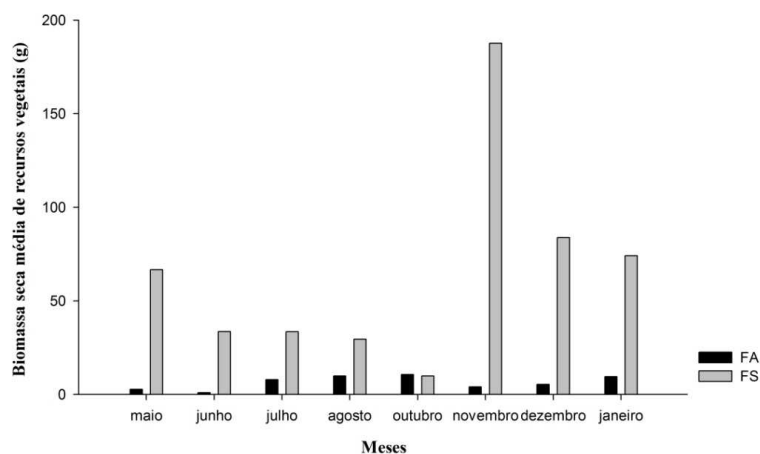


Figura 11 Biomassa seca média de recursos vegetais (g) coletada em áreas com influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA) e ausência (FS) durante os meses amostrados.

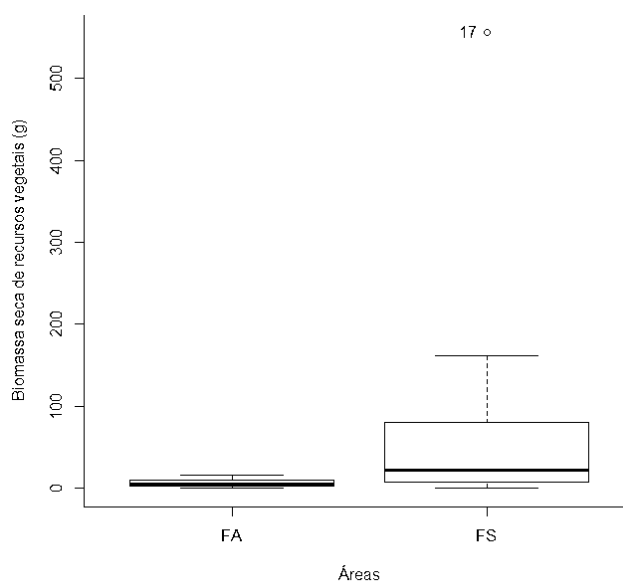


Figura 12 Biomassa seca de recursos vegetais (g) produzida em áreas com presença de influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA) e ausência (FS). Linhas mais escuras dentro do *boxplot* representam a biomassa seca média total (g) produzida em ambas as áreas. As barras representam o desvio padrão. FA (\bar{X} = 6.17; Dp = ±4.86); FS (\bar{X} = 64.86; Dp= ±115.8).

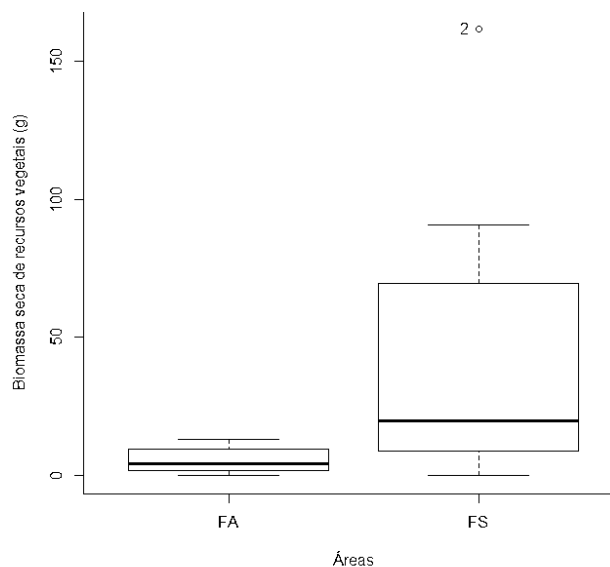


Figura 13 Biomassa seca de recursos vegetais (g) produzidos em áreas com presença de influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA) e ausência (FS) no período mais seco (maio a agosto). Linhas mais escuras dentro do *boxplot* representam a biomassa seca média (g) produzida em ambas as áreas. As barras representam o desvio padrão. FA ($\bar{X} = 5.36$; $Dp = \pm 4.707$); FS ($\bar{X} = 40.8$; $Dp = \pm 48.8$).

3.3 Relações da Comunidade de pequenos mamíferos e seus recursos

Em FA, a disponibilidade de pinhões no solo apresentou uma correlação positiva e significativa com a abundância total de pequenos mamíferos (Tabela 2) (Figura 14), com a abundância da espécie *Akodon montensis* (Tabela 2 e Figura 15), e também com a abundância de *Euryoryzomys russatus* (Tabela 2 e Figura 16). Os demais recursos avaliados (artrópodes e recursos vegetais) não apresentaram correlações com a abundância de *E. russatus*, *A. montensis* e a abundância total (Tabela 2).

Tabela 2 Correlação de Spearman (r_s) entre a disponibilidade de recursos (pinhões, artrópodes e recursos vegetais) e a abundância total, abundância de *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus* em áreas sob a influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA). * Dados significativos ($p = 0.05$).

Abundância	Recursos	r_s	p
Abundância total	Pinhões	0.71	<0.001*
	Artrópodes	-0.18	0.442
	Recursos vegetais	-0.38	0.098
<i>Akodon montensis</i>	Pinhões	0.70	<0.001*
	Artrópodes	-0.21	0.373
	Recursos vegetais	-0.35	0.135
<i>Euryoryzomys russatus</i>	Pinhões	0.45	0.048*
	Artrópodes	-0.15	0.538
	Recursos vegetais	-0.31	0.188

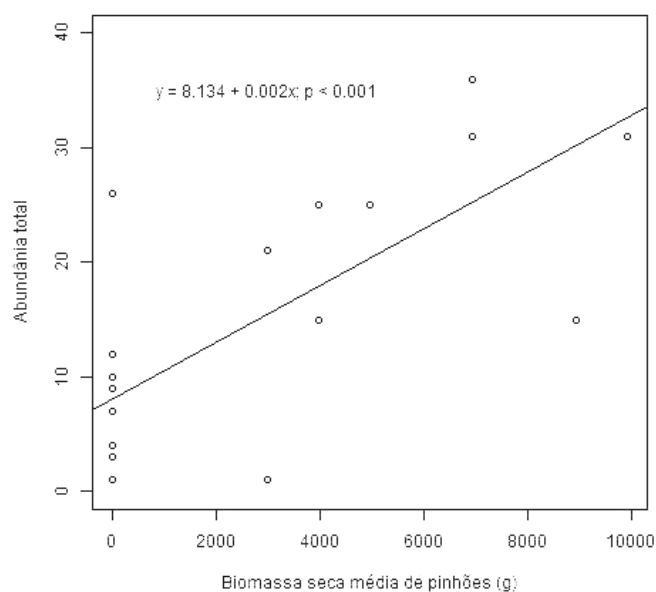


Figura 14 Relação entre biomassa seca média de pinhões (g) no solo e abundância total de pequenos mamíferos capturados em áreas sob a influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA) em uma Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná, Brasil.

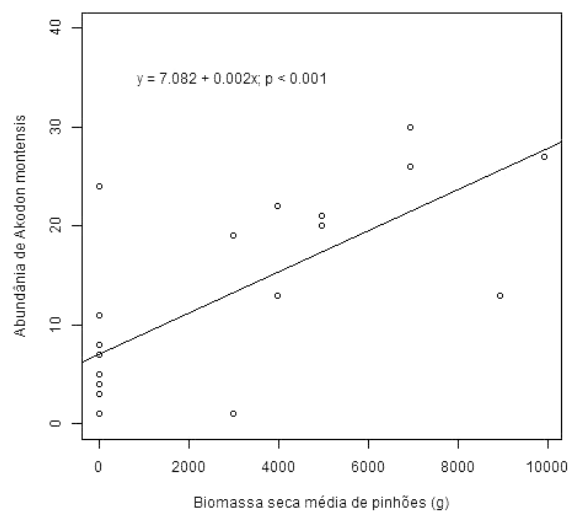


Figura 15 Relação entre biomassa seca média de pinhões (g) no solo e abundância do roedor *Akodon montensis* capturado em áreas sob a influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA) em uma Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná, Brasil.

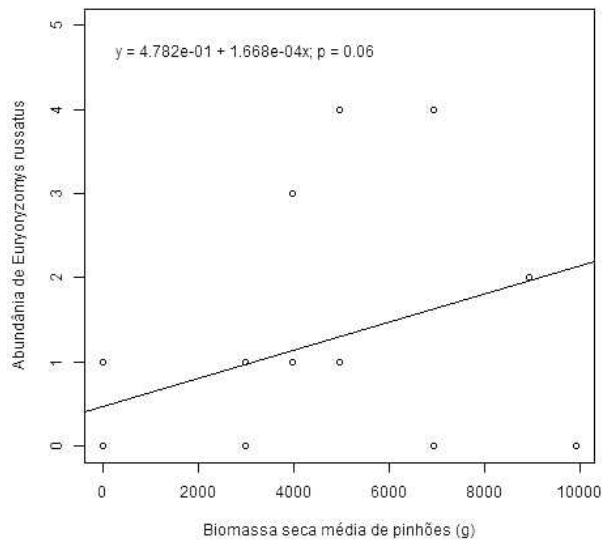


Figura 16 Relação entre biomassa seca média de pinhões (g) no solo e abundância do roedor *Euryoryzomys russatus* capturados em áreas sob a influência direta de *Araucaria angustifolia* (FA) em uma Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná, Brasil.

Nas áreas FS, somente a biomassa seca de artrópodes apresentou correlação negativa e significativa com a abundância total (Figura 17) e a abundância da espécie *A. montensis* (Figura 18) (Tabela 3). Porém, em ambos os resultados as correlações são medianas.

Tabela 3 Correlação de Spearman (r_s) entre a disponibilidade de recursos (artrópodes e recursos vegetais) e a abundância total, abundância de *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus* em áreas sem a influência direta de *Araucaria angustifolia* (FS). * Dados significativos ($p = 0.05$).

Abundância	Recursos	(r_s)	p
Abundância total	Artrópodes	-0.56	0.004*
	Recursos vegetais	-0.34	0.108
<i>Akodon montensis</i>	Artrópodes	-0.59	0.002*
	Recursos vegetais	-0.35	0.098
<i>Euryoryzomys russatus</i>	Artrópodes	-0.27	0.201
	Recursos vegetais	0.11	0.617

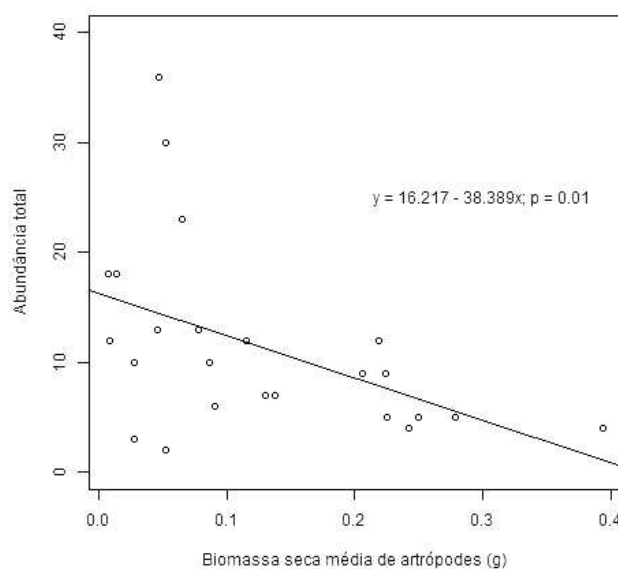


Figura 17 Relação entre a biomassa seca média de artrópodes (g) e abundância total de pequenos mamíferos em áreas sem influência direta de *Araucaria angustifolia* (FS) em uma Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná, Brasil.

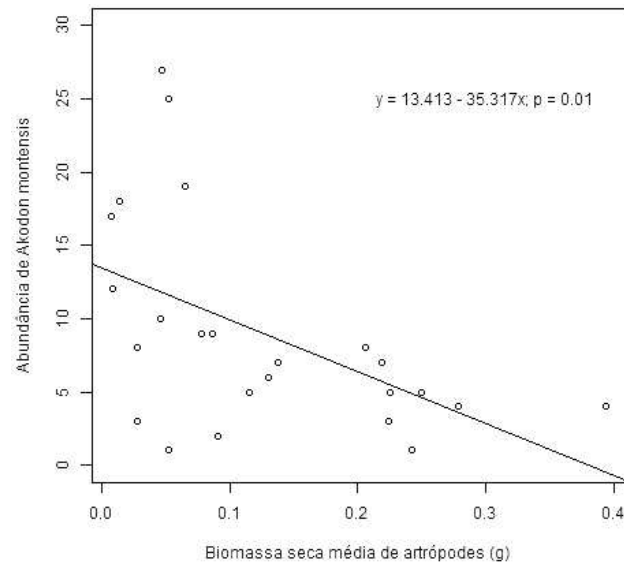


Figura 18 Relação entre a biomassa seca média de artrópodes (g) e abundância do roedor *Akodon montensis* em áreas sem influência direta de *Araucaria angustifolia* (FS) em uma Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná, Brasil.

4 DISCUSSÃO

Nós capturamos um total de 10 espécies de pequenos mamíferos em ambas as áreas amostradas, resultado que se assemelha ao encontrado por outros pesquisadores (15 espécies coletadas por Pedó (2005) e 10 espécies por Vieira, Ribeiro e Iob, (2011)) em Floresta Ombrófila Mista (FOM) no Rio Grande do Sul, porém foi maior do que Dalmagro e Vieira (2005) no Parque Nacional de Aparados da Serra que capturaram somente sete espécies e Galiano (2010) que capturou somente seis espécies na Floresta Nacional de Passo Fundo, ambos em FOM no estado do Rio Grande do Sul.

Não houve diferença significativa entre as áreas FA e FS, tanto para riqueza quanto para abundância total de pequenos mamíferos. Todavia, ambas as áreas exibem uma tendência em abrigar mais espécies durante a seca, pois a curva de rarefação parece não alcançar a estabilidade com o mesmo número de indivíduos coletados. Além disso, apesar de serem semelhantes estatisticamente quanto à composição e abundância, FS e FA compartilham somente seis espécies (*Akodon montensis*, *Euryoryzomys russatus*, *Oligoryzomys nigripes*, *Thaptomys nigrita*, *Sooretamys angouya* e *Monodelphis scalops*) das 10 coletadas, visto que ambas as áreas estão inseridas em uma mesma formação florestal.

Akodon montensis é o roedor mais comum em áreas com a presença de araucária. Já em áreas sem a árvore, além de *A. montensis*, *Euryoryzomys russatus* também foi significativamente mais abundante. A grande abundância de frutos em áreas sem araucária pode favorecer a população de *E. russatus*, já que este roedor, tem hábito alimentar frugívoro, alimentando-se principalmente de frutos e sementes (PAGLIA et al. 2012) e estes itens foram

significativamente mais abundantes em áreas sem araucária do que em áreas com a árvore.

A biomassa seca de recursos vegetais não diferiu significativamente ao longo dos meses em ambas as áreas. Entretanto, apesar de não significativo, pudemos observar uma baixa na produção destes recursos em áreas FS durante os meses de seca, o que também foi observado por Perini (2010) também em FOM. Em adição, a biomassa seca de recursos vegetais produzida em FS foi 10 vezes maior do que em FA para a produção total e sete vezes maior para a produção no período de seca (maio a agosto). Esta diferença pode ser explicada, principalmente pelo efeito alelopático antagônico provocado por compostos químicos presentes nas araucárias. Em altas concentrações esses compostos impedem ou retardam a germinação e crescimento de outras plantas (BRAINE et al. 2012) impedindo, assim, que outras espécies se estabeleçam em sua proximidade, ocasionando uma menor riqueza e abundância de plantas e consequente baixa na produção de outros frutos em áreas com a presença de *A. angustifolia*.

A biomassa seca de artrópodes não diferiu significativamente entre ambas as áreas, nem mesmo no período de seca. Entretanto, somente em FS a biomassa seca de artrópodes foi significativamente menor nos meses de maio a julho do que os demais meses. Este resultado foi similar ao encontrado em outros trabalhos (BERGALLO; MAGNUSSON, 1999 e 2002; PERINI, 2010; SANTOS-FILHO; SILVA; SANAIOTTI, 2008) realizados em Mata Atlântica. Todavia, em FA, embora não significativa, também podemos observar uma diminuição da biomassa seca de artrópodes durante o mês de julho.

O grupo dos artrópodes é considerado o principal item alimentar da dieta de pequenos mamíferos seguido pelos recursos vegetais como frutos e sementes (CASELLA, 2006; PERINI, 2010; TALAMONI et al. 2008). A elevada abundância destes itens no ambiente durante o período de chuvas pode afetar a

eficácia de iscas utilizadas em armadilhas do tipo *live trap* ao diminuir a atração por estas (SANTOS-FILHO; SILVA; SANAIOTTI, 2008; MCCLEARN et al. 1994; O'CONNELL, 1989). Assim, como na estação seca há uma menor disponibilidade de recursos, a capturabilidade das armadilhas é de certa forma aumentada. O que corrobora com os resultados das correlações entre artrópodes e abundância total de pequenos mamíferos e da espécie *A. montensis* em áreas de FS, em que a biomassa de artrópodes é inversamente proporcional a estas variáveis respostas.

Galiano et al. (2013) também constataram um aumento populacional para espécie de *A. montensis* em uma FOM no Rio Grande do Sul durante o inverno e relacionou esse aumento populacional à disponibilidade de pinhões. Outros autores também relacionam flutuações populacionais com o aumento na disponibilidade de recursos (BERGALLO; MAGNUSSON, 1999, 2002, 2004; FELICIANO et al. 2002; GENTILE et al. 2000).

A biomassa seca média de pinhões disponíveis no solo foi a única variável que se correlacionou positivamente com a abundância total de pequenos mamíferos, como também constatado por Iob (2007) e, também com a abundância das espécies *A. montensis* e *E. russatus*. Como visto anteriormente, o período de disponibilidade de pinhões no solo coincide com o período de menor disponibilidade de outros recursos vegetais (LIEBSCH; MIKICH, 2009; PAISE; VIEIRA, 2005; PERINI, 2010) e de insetos na floresta, o que ressalta a significativa importância das sementes de *A. angustifolia* para a comunidade de pequenos mamíferos.

Os pinhões, além de fornecerem um importante recurso alimentar por terem um alto valor nutricional (CONFORTI; LUPANO, 2011; CORDENUNSI et al. 2004), estão disponíveis em grandes quantidades (MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004), quando outros recursos estão reduzidos. Assim, as

sementes de araucária garantem de forma direta a manutenção dessas espécies de roedores durante os meses de baixa dos demais recursos.

No decorrer das coletas, as câmeras utilizadas para o experimento de remoção de sementes registraram a presença de espécies de animais que conhecidamente fazem uso dos pinhões (capítulo 1), como o caso de pacas (*Cuniculus paca* Linnaeus, 1766), cutias (*Dasyprocta azarae* Lichtenstein, 1823) e quatis (*Nasua nasua* Linnaeus, 1766) (KINDEL, 1996; LAMBERTS, 2003; MÜLLER, 1986). Também foi possível visualizar oportunamente bandos de macacos-prego da espécie *Sapajus nigritus* (Goldfuss, 1809) derrubando pinhas das árvores de araucária após tentar roê-las, assim como Solórzano-Filho (2001). Além disso, também observamos vestígios de cervídeos, esquilos e equimídeos, além de bandos da ave gralha-picaça (*Cyanocorax chrysops* (Vieillot, 1818)) nas áreas amostradas que, assim como macacos-prego, também são conhecidos por fazer uso dos pinhões em sua dieta (KINDEL, 1996; LAMBERTS, 2003; MÜLLER, 1986; SOLÓRZANO-FILHO, 2001).

Paise e Vieira (2005) ainda destacam que a *A. angustifolia* exerce um importante papel biológico para a comunidade de frugívoros, pois ao frutificar em um período em que a maioria das espécies de angiospermas que ocorrem na FOM produz um baixo número de frutos ela favorece a comunidade de frugívoros garantindo que o recurso alimentar se mantenha constante durante o ano todo.

Peres (2000) propôs critérios para classificar uma espécie como chave no provimento de recursos, através da literatura e dos dados presente neste trabalho constatamos que a *Araucaria angustifolia* obedece a todos eles: provê recursos para um grande número de espécies frugívoras; as sementes de araucária estão disponíveis previsivelmente todos os anos durante os meses de abril/maio até agosto (ANSELMINI; ZANETTE; BONA, 2006; MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004); período este que coincide com a baixa produção

dos demais recursos na floresta (LIEBSCH; MIKICH, 2009; PAISE; VIEIRA, 2005; PERINI, 2010) e; devido ao fato da *A. angustifolia* ser a espécie mais abundante que ocorre na Floresta Ombrófila Mista (VELOSO et al. 1992). Além disso, alguns autores assumiram que a araucária é uma espécie-chave na provisão de recursos para a comunidade de frugívoros da FOM (SOLÒRZANO-FILHO, 2000; PEREIRA; GANADE, 2008), porém, sem a constatação através de experimentos.

Entretanto, nossos resultados demonstram que a araucária aparece como uma espécie dominante no ambiente estudado e não como espécie-chave. Isto porque ao impedir que outras espécies arbóreas se estabeleçam em suas redondezas, o que pode ser observado no nosso trabalho pela menor disponibilidade de recursos vegetais no solo. Isso é atribuído principalmente ao efeito alelopático antagônico que a araucária produz (BRAINE et al. 2012), que faz com que a diversidade de plantas e, conseqüentemente a biomassa de frutos e sementes e de artrópodes, permaneçam constante no tempo e de forma escassa (CHOU, 1999), evitando a formação, por exemplo, de um banco de sementes que, posteriormente, serviria de recurso alimentar à comunidade de frugívoros em um período de escassez de alimento, minimizando, desta forma, a competição com suas sementes, tornando estas praticamente o único recurso presente no local no período de seca e escassez sazonal de recursos alimentares.

A nossa primeira hipótese era de que a riqueza de pequenos mamíferos é maior em áreas com araucária do que áreas sem a espécie nas épocas de disponibilidade dos pinhões. O que não foi corroborado por nossos resultados já que ambas as áreas se assemelham quanto ao número de espécies. Contudo, a maior produção de frutos e/ou sementes de angiospermas (sete vezes maior) nas áreas sem araucária durante a época de disponibilidade de pinhões pode favorecer mais espécies a permanecerem nas áreas sem araucária (FS) devido à maior diversidade e quantidade de alimento que este ambiente dispõe.

Nossa segunda hipótese é de que a abundância de pequenos mamíferos é menor nos meses de disponibilidade de pinhões nas áreas sem araucária do que em áreas que abrigam a espécie. Apesar de a abundância ser menor nas áreas sem araucária essa diferença não foi significativa. Entretanto, apesar de áreas sem *A. angustifolia* (FS) apresentarem maior biomassa seca de recursos vegetais do que áreas com a árvore no mesmo período, elas também apresentam uma redução significativa da biomassa seca de artrópodes quando comparado aos demais meses, o que pode influenciar a abundância dos pequenos mamíferos nessas áreas devido à acentuada flutuação da disponibilidade de alimento, o que não ocorre em FA devido à presença de sementes de *A. angustifolia* que favorece a constância dos níveis populacionais.

Por fim, nossa terceira hipótese, diz respeito a *A. angustifolia* ser uma espécie-chave no provimento de recursos para a comunidade. Esta hipótese não foi por nós aceita devido ao “efeito tampão” que a araucária produz em FA, através do efeito alelopático que produz, mantendo constante e escassa a disponibilidade de outros recursos alimentares (recursos vegetais e artrópodes) fazendo com que a espécie apresente-se, primariamente, como uma espécie dominante no ambiente e, até mesmo, mascarando-se como espécie-chave, ao assegurar que suas sementes se tornem o principal e mais abundante item alimentar disponível em áreas sob sua influência direta.

5 CONCLUSÕES

As sementes de *Araucaria angustifolia* são um importante recurso alimentar para frugívoros da Floresta Ombrófila Mista, pois estão disponíveis em período de escassez dos demais recursos, principalmente artrópodes. Assim, garantem a constância de frugívoros na região em períodos críticos para esses animais, porém não pode ser classificada como uma espécie-chave no provimento de recursos devido ao seu efeito alelopático sobre a flora adjacente, diminuindo a disponibilidade de recursos vegetais, como frutos e sementes de angiospermas.

A proporção de sementes de araucária disponível no solo se correlacionou com a abundância total de pequenos mamíferos e em especial com a abundância das espécies *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus*.

Sugerimos que os próximos estudos contemplem áreas com ampla influência da araucária (mais de uma árvore por hectare) a fim de conhecer melhor os processos que ocorrem na Floresta Ombrófila Mista como um todo.

REFERÊNCIAS

- ANSELMINI, J. I. ; ZANETTE, F.; BONA, C. Fenologia reprodutiva da *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze, na região de Curitiba - Pr. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 44-52, 2006.
- AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Belém: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 364 p. 2007.
- BERGALLO, H. G.; MAGNUSSON, W. E. Effects of climate and food availability on four rodent species in southeastern Brazil. **Journal of Mammalogy**, Baltimore, v. 80, n. 2, p. 472-486, May, 1999.
- BERGALLO, H. G.; MAGNUSSON, W. E. Effects of weather and food availability on the condition and growth of two species of rodents in Southeastern Brazil. **Mammalia**, Berlin, v. 66, n. 1, p. 17-31, Jan. 2002.
- BERGALLO, H. G.; MAGNUSSON, W. E. Factors affecting the use of space by two rodent species in Brazilian Atlantic forest. **Mammalia**, Berlin, v. 68, n. 2-3, p. 121-132. Jul. 2004.
- BONVICINO, C. B.; OLIVEIRA, J. A.; D'ANDREA, P. S. **Guia de roedores do Brasil: com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos**. Rio de Janeiro: Centro Pan-americano de Febre Aftosa – OPAS/OMS, 2008.
- BRAINE, J. W.; CURCIO, G. R.; WACHOWICZ, C. M.; HANSEL, F. A. Allelopathic effects of *Araucaria angustifolia* needle extracts in the growth of *Lactuca sativa* seeds. **Journal of Forest Research**, v. 17, n. 5, p. 440-445. Oct. 2012.

BRUM, F.T.; SILVA DUARTE, L.; HARTZ, S. M.; Seed removal patterns by vertebrates in different successional stages of Araucaria forest advancing over southern Brazilian grasslands. **Community Ecology**, v. 11, n. 1, p. 35-40, Apr. 2010.

CASELLA, Janaina. **Dieta e frugivoria por marsupiais didelfídeos em uma Floresta Estacional Semidecidual do Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

CHOU, C. H. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, n. 5, p. 609-636. 1999.

CLARKE, K.R.; GORLEY R.N. “**PRIMER v6: User Manual/Tutorial**”. PRIMER-E: Plymouth. 2006.

COLWELL, R. K. **Estimates**: statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 8.0: user’s guide and application. 2013. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.ucom.edu/estimates>> Acesso em: 20 de mar. 2013.

CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E. Selected properties of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* seed protein. **International Journal of Food Properties**, v. 14, n. 1, p. 84-91. Jun. 2011.

CORDENUNSI, B. R.; MENEZES, E. W.; GENOVESE, M. I.; COLLI, C.; SOUZA, A. G.; LAJOLO, F. M. Chemical composition and glycemic index of Brazilian Pine (*Araucaria angustifolia*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, p. 3412-3416, 2004.

DALMAGRO, A. D.; VIEIRA, E. M. Patterns of habitat utilization of small rodents in na área of Araucaria Forest in Southern Brazil, **Austral Ecology**, Malden, v. 30, n. 4, p. 353-362, Jun. 2005.

DUTRA, T. L.; STRANZ, A. Biogeografia, evolução e ecologia da família Araucariaceae: o que mostra a paleontologia. *In*: FONSECA, 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. p. 15-33. 2009.

FELICIANO, B. R.; FERNANDEZ, F. A. S.; FREITAS, D.; FIGUEIREDO, M. S. L. Population dynamics of small rodents in a grassland between fragments of Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Mammalian Biology**, Berlin, v. 67, n. 5, p. 304-314. 2002.

FERREIRA, L. M. (Ed.) **Caracterização Ambiental do Parque Nacional do Iguaçu e sua Zona de transição: Encarte 5, com vistas à revisão do Plano de Manejo**. IBAMA, FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná). Brasília: 1999.

FITCHER, H. S. Seasonal acceptance of bait by small mammals. **Journal of Mammalogy**. Baltimore, v. 35, n. 1, p. 39-47, Fev. 1954.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, Frugivoria e Dispersão de sementes. *In*: CULLEN, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Orgs.) **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2 ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p. 395 – 422, 2009.

GALIANO, D. **Dinâmica populacional e efeitos de variáveis ambientais sobre a fauna de pequenos mamíferos em um fragmento de floresta com Araucária no Sul do Brasil**. Porto Alegre, 2010. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal – Área de Biologia e Comportamento Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GALIANO, D.; KUBIAK, B. B.; MARINHO, J. R. FREITAS, T. R. O. Population dynamics of *Akodon montensis* and *Oligoryzomys nigripes* in an Araucaria forest of Southern Brazil. **Mammalia**, Berlin, *no prelo*. 2013.

GENTILE, R.; D'ANDREA, P. S.; CERQUEIRA, R.; MAROJA, L. S.
Population dynamics and reproduction of marsupials and rodents in a Brazilian rural area: a five-year study. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 35, n. 1, p. 1-9, Apr. 2000.

IMS, R. A. On the adaptive value of reproductive synchrony as a predator-swamping strategy. **The American Naturalist**, v.136, n. 4, p. 485-498. Oct 1990.

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

IOB, G.; VIEIRA, E. M.; Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. **Plant Ecology**. v. 198, p. 185-196, 2008.

JAKSIĆ, F. M.; JIMÉNEZ, J. E.; CASTRO, S. A.; FEINSEINGER, P.
Numerical and functional response of predators to a long-term decline in mammalian prey at a semi-arid Neotropical site. **Oecologia**, New York, v. 89, n. 1, p. 90-101, 1992.

KINDEL, E. A. I. **Padrões de dispersão e disposição espacial de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. e suas relações com aves e mamíferos na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS**. Porto Alegre, 1996.
Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LAMBERTS, A. V. 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**. São Paulo, 2003.
Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Estadual de Campinas.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 375-391. Abr./Jun. 2009.

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

MASSOIA, E.; FORASIEPI, A.; TETA, P. **Los Marsupiales de La Argentina**. Buenos Aires: L.O.L.A., p. 72, 2000.

MCCLEARN, D.; KOHLER, J.; MCGOWAN, K. J.; CEDENO, E.; CARBONE, L. G.; MILLER, D. Arboreal and terrestrial mammal trapping on Gigante Peninsula, Barro Colorado Nature Monument, Panama. **Biotropica**, Malden, v. 26, n. 2, p. 208-213. Jun. 1994.

MÜLLER, J. A. **A influência dos roedores e aves na regeneração da Araucaria Angustifolia (Bert.) O. Kuntze**. Curitiba, 1986. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná.

O'CONNELL, M. A. Population dynamics of Neotropical small mammals in seasonal habitats. **Journal of Mammalogy**, Baltimore, v. 70, n. 3, p. 532-548, Aug. 1989.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. 2012. Lista anotada dos mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian mammals. 2ª Edição/2nd Edition. **Occasional Papers in Conservation Biology**, No. 6. Conservation International, Arlington, VA. 76 p.

PAISE, G.; VIEIRA, E. M. Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil, **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 615-625, Jul-Set. 2005.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. I.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, n. 5, p. 1633-1644. Oct. 2007.

PEDÓ, Ezequiel. **Assembleia de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de ecótono campo-floresta com araucária na região dos campos de cima da serra, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005.

PEREIRA, F.; Ganade, G. Spread of a Brazilian keystone-species in a landscape mosaic. **Forest Ecology and Management**. Atlanta, v. 255, n. 5-6, p. 1674-1683, Apr. 2008.

PERES, C. A. Identifying keystone plant resources in tropical forests: the case of gums from *Parkia* pods. **Journal of Tropical Ecology**. Cambridge, v.16, n. 2, p. 287-317. Mar. 2000.

PERINI, A. A. **A importância da Araucaria angustifolia na dieta de pequenos roedores silvestres em área de floresta com Araucária no sul do Brasil**. São Leopoldo, 2010. Dissertação (Mestrado em Biologia – Área de Diversidade e Manejo de Vida Silvestre) – Universidade Vale do Rio dos Sinos.

POWER, M. E.; TILMAN, D.; ESTES, J. A.; MENGE, B. A.; BOND, M. J.; MILLS, L. S.; DAILY, G.; CASTILLA, J. C.; LUBCHENCO, J.; PAINE, R. Challenges in the quest for keystones. **Bioscience**, v. 46, n. 8, p. 609-620, Sep. 1996.

PYKE, G. H.; PULLIAM, H. R.; CHARNOV, E. L. Optimal foraging: A selective review of theory and tests. **The quarterly review of biology**, Chicago, v. 52, n. 2, p. 137-154, Jun. 1977.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5ª Edição. Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro. 2003.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, disponível em: <http://www.R-project.org/>. 2012. Acessado dia 02/03/2013.

SANTOS-FILHO, M.; SILVA, D. J.; SANAIOTTI, T. M. Variação sazonal na riqueza e na abundância de pequenos mamíferos, na estrutura da floresta e na disponibilidade de artrópodes em fragmentos florestais no Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 8, n. 1, p. 115-121, Jan./Mar. 2008.

SIMBERLOFF, D. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? **Biological Conservation**, Oxford, v. 83, n. 3, p. 247-257, Mar. 1998.

SOLÓRZANO-FILHO, J. A. Seeds of *Araucaria angustifolia* as a key resource for vertebrates. **3rd International Symposium –Workshop on Frugivores and Seed Dispersal**. (Ed.), São Paulo. 2000

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

TALAMONI, S. A.; COUTO, D.; CODEIRO JÚNIOR, D. A.; DINIZ, F. M. Diet of some species of Neotropical small mammals. **Mammalian Biology**, Berlin, v. 73, n. 5, p. 337-341, Sep. 2008.

VELOSO, H. P.; OLIVEIRA FILHO, L. C.; VAZ, A. M. S. F.; LIMA, M. P. M.; MARQUETE, R.; BRAZÃO, J. E. M. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,

Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Rio de Janeiro:
IBGE, 1992.

VIEIRA, E. M.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes de *Araucaria angustifolia*. In: FONSECA, 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**. Holos. Ribeirão Preto, p. 85- 95. 2009.

VIEIRA, E. M.; RIBEIRO, J. F.; IOB, G.; Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) by small rodents in two areas with contrasting seed densities in the Brazilian Araucaria Forest. **Journal of Natural History**, v. 45, n. 13-14, p. 843-854. Apr. 2011.