

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Dissertação de Mestrado

INFLUÊNCIA DE FRUTOS E SEMENTES NA ABUNDÂNCIA DE PEQUENOS
MAMÍFEROS E A RELAÇÃO COM A PREDACÃO E DISPERSÃO DE SEMENTES
DA ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*).

GRAZIELA IOB

Porto Alegre, abril de 2007.

INFLUÊNCIA DE FRUTOS E SEMENTES NA ABUNDÂNCIA DE PEQUENOS
MAMÍFEROS E A SUA RELAÇÃO COM A PREDACÃO E DISPERSÃO DE
SEMENTES DA ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*).

Graziela Iob

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de
Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Andreas Kindel

Co-orientador: Prof. Dr. Emerson M. Vieira (UNISINOS)

Comissão Examinadora:

Profa.Dra. Sandra Maria Hartz

Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo

Prof. Dra Gislene Maria Ganade

Porto Alegre, abril de 2007.

"O universo é completamente balanceado e em perfeita ordem. Você sempre será compensado, na exata medida, por tudo o que fizer."

Brian Tracy

Dedicatória:

A Thièrs Wilberger, dedico

" Ainda que eu falasse a língua dos homens e falasse a língua dos anjos

Sem amor...eu nada seria..."

AGRADECIMENTOS:

Aos 48 minutos do segundo tempo, correndo o risco de esquecer alguém, deixo aqui registrado minha profunda gratidão às inúmeras pessoas que contribuíram para que mais uma etapa em minha vida tenha se cumprido.

Pela parte logística, agradeço ao PPG-Ecologia da UFRGS, secretarias, motoristas e aos coordenadores do curso. A todos os bolsistas, estagiários e agregados do Laboratório de Ecologia de Populações e Comunidades da UFRGS pela constante ajuda, torcida e discussões.

Ao Laboratório de Ecologia de Mamíferos da UNISINOS pelo empréstimo de boa parte do material de campo, e aos estagiários e bolsistas (em especial a Roger Borges da Silva, Hiroshi, Paulo, Adriana) por me deixarem fazer parte da “equipe” mesmo sendo diariamente lembrada do fato de, “de fato”, não fazer mais parte da mesma.

Ao Dr. Emerson M. Vieira pelos mais de oito anos de convivência, incentivo e aprendizagem. Por todas as oportunidades que me concedeu ao longo da minha jornada acadêmica e por ter-me encaminhado no mundo da pesquisa da forma mais séria e competente possível. Meus sinceros agradecimentos. Ao Dr. Andreas Kindel por acreditar na minha capacidade desde o primeiro contato, pelo total incentivo e pelo idealismo. Por ter segurando a barra, pelo “se você não desistir eu também não desisto” proferida sob intensa combinação de frio+chuva+dez-dias-difíceis-de-campo.

Aos estagiários-voluntários-mas-não-por-isso-menos-engajados: Amanda Nascimento, Carolina Gualdi, Fernanda Brum e Guilherme Seger pela disposição e seriedade com que assumiram as responsabilidades e conduziram esse trabalho. Aos demais parceiros e fiéis escudeiros de campo: Daiana, Clovis Azambuja (“quem tem um verdadeiro amigo tem uma perna a mais”), Marcos Vieira, Maury Lobato, Juliana Ribeiro, Leonardo Machado e Alemão. Com eles compartilhei os dias de sol, os dias de chuva, de muita chuva, os dias de frio, de muito mais frio, o peso das armadilhas, as risadas, os piores e melhores momentos do meu mestrado. Eu não teria conseguido sem a ajuda de vocês!

Ao Dr. Alexandre Cristof e equipe (Leonardo, Diego e Alemão) pelo auxílio na identificação dos animais. Ao Paulo Brack, Jorge Luiz Waechter, Giovana Secretti Vendruscolo, Martin Grings, Anderson Santos de Mello, Roberson Bernal Setubal, Lillian Auler Mentz, Marcos Sobral e Maria Leonor Del Rei pelo auxílio na identificação das plantas. E ao Laboratório de Ictiologia e Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFRGS por cederem as balanças de precisão.

Aos funcionários da FLONA de São Francisco de Paula: Artur Soligo, Edenice, Marcos, Marcos Fialho, Cabo e sua esposa pela disposição e auxílio em todas as etapas

do campo. Bem como aos amigos Micheline Vergara e Peter Crawshaw pela amizade e hospitalidade (valeu pelas jantãs e pelos DVDs!).

Aos eternos mestres: Carlos Fonseca, Victor Hugo Valiati, Cláudio Mondin (“se todos fossem iguais a vocês...que maravilha seria viver”). A Dra. Tânia Dutra pelo empréstimo “do bolsista” e por sempre me lembrar constantemente que as Araucárias já estão no mundo a muito mais tempo do que nós, e que mesmo assim, continuamos agindo como se nada disso tivesse importância.

A Vanda Fonseca e Manfred, sócios- amigos- cúmplices, pela torcida, apoio e por “aliviarem” a minha barra principalmente nesses últimos meses.

Aos amigos que fiz ao longo destes dois anos: André Barcellos e Igor Coelho (o mundo é vermelho !!!); Yuri Accioli, Melina, Leandro Duarte, Juliano Morales e Glauco Schussler; Marlon Vasconcelos, Patrícia Langone e Karina Amaral (“não acabarão com a amizade nem as rugas, nem a distância...”); Claudia Brandt, Letícia Graff, Vera Troian, Sofia Zank e Clarissa (e viva a hora feliz !!); Jorge Sebastião (“o mundo é bão Sebastião”), André Frainer Barbosa e Fernando Joner (“eu sou uma pedra, eu sou uma pedra, eu sou uma pedra”). A todos agradeço por manterem minha saúde mental e física sob controle, pelos bate-papos-filosóficos, pela preocupação e incentivo, principalmente nos meses finais. Deixo meu agradecimento especial a Letícia e ao André pelas revisões finais (intermináveis) e pelo auxílio na tradução do abstract.

A todos os professores do PPG-Ecologia da UFRGS. Ao Prof. Dr. Demétrio Guadagnin da Unisinos pelo auxílio na estatística.

Aos membros da banca avaliadora Sandra Hartz, Marco Aurélio Pizo e Gislene Ganade pela disponibilidade.

Ao CNPQ pela bolsa concedida e a Fundação O Boticário de Proteção a Natureza pelo auxílio financeiro.

A todos os membros da família Cheiracolaceae (“ Seremos sempre assim, sempre que precisar. Seremos sempre quem teve coragem de errar pelo caminho e de encontrar saída...No céu do labirinto, que é pensar a vida, e que sempre vai passar sempre vai passar por aí...”).

A minha família, principalmente aos meus pais Jair Iob e Vera Maria Iob, meus avós (Malvina e Atilio) e irmãos (Alessandra e Luciano), por todo amor e respeito. Por compreenderem os longos momentos em que estive ausente (ou presente apenas fisicamente), incluindo os mais difíceis e os mais alegres. E por nunca medirem esforços para que tudo em minha vida desse certo.

E finalmente, ao Thiers Wilberger, pela compreensão em todas as horas (incluindo as mais difíceis), pela paciência, e por amor somente (“quando se aprende a amar, o mundo passa a ser seu...”).

SUMÁRIO:

RESUMO.....	1
INTRODUÇÃO.....	4
MÉTODOS.....	9
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÕES.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1- Matriz de correlação entre a Percentual de Intensidade de Fournier, número de indivíduos e Índice de Disponibilidade de Frutos total (IDF_aéreo) nas áreas nativas (nat) e plantadas (plan) para os indivíduos frutificando entre jna/06 a jan/07 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Pp. 15

Tabela 2- Esforço, número de indivíduos capturados, riqueza e sucesso de captura nas áreas nativas (FO1, FO2, FO3 e FO4) e nas áreas plantadas (PA1, PA2, PA3 e PA4) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Pp.20

Tabela 3- Número de indivíduos das espécies de roedores capturadas no outono, inverno, primavera e verão nas áreas nativas (Nat) e plantadas (Plan) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Pp. 21

Tabela 4- Resultados da Anova com medidas repetidas para abundância dos roedores na Floresta Nacional de São Francisco de Paula entre as áreas (ARE), estações do ano (EST) e a interação entre as variáveis. Pp. 22

Tabela 5- Resultados da Anova com medidas repetidas para a remoção de sementes da *A. angustifolia* entre as áreas (ARE), tratamentos (TRAT: sem exclusão, exclusão de médios/grandes e sem exclusão), meses (MÊS: maio, junho, julho e agosto/2006) e as interações entre as variáveis na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Pp. 24

Tabela 6- Resultados da Anova para a distância média de remoção de sementes equipadas com carretel de rastreamento entre as áreas, meses (maio a agosto) e a interação entre as variáveis (AREA*MES) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Pp. 26

Tabela 7- Resultados da Anova para a sobrevivência média de sementes da *A. angustifolia* entre as áreas, meses (maio a agosto) e a interação entre as variáveis na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Pp. 27

Tabela 8- Matriz de correlação entre as variáveis abundância dos roedores (ABUN), remoção de sementes (REMO) e a produção de sementes da araucária (PROD) no outono e inverno na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS (Os valores do R estão indicados acima da diagonal e os valores de P abaixo). Pp. 31

Tabela 9- Tabela 9- Variáveis de disponibilidade de recursos que foram utilizadas na regressão múltipla em cada estação do ano (+ indicam que a variável foi incluída na análise e - que a variável não entrou na análise). A abundância dos roedores foi a variável dependente em todas as análises. Pp 33

LISTA DE FIGURAS:

Fig. 1- Produção média de sementes da araucária (em milhares/ha) nas áreas nativas e nas áreas plantadas (teste t; gl= 3; p= 0,03). As barras indicam o erro padrão. Pp. 19

Fig. 2 – Abundância média dos roedores nas áreas nativas e plantadas ao longo das estações do ano na Floresta Nacional de São Francisco de Paula. As barras indicam o erro padrão, as letras maiúsculas indicam diferenças entre as estações e as minúsculas indicam as diferenças entre as áreas em cada estação. Resultados do teste Anova apresentados na Tabela 4. Pp. 22

Fig 3- Porcentagem de remoção média de sementes após 48hs nos tratamentos de exclusão de médios e grandes mamíferos (quadrados), exclusão de pequenos mamíferos (círculos) e sem exclusão (triângulos) nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2006 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Linhas contínuas com

símbolos escuros indicam áreas de mata nativa e linhas pontilhadas com símbolos claros indicam áreas de mata plantada. As barras indicam o erro padrão. Pp. 25

Fig. 4- Distância média (m) de remoção de sementes da *A. angustifolia* equipadas com carretel de rastreamento nas áreas nativas e plantadas nos meses de maio a agosto de 2006 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil (As barras indicam o erro padrão). Pp. 27

Fig. 5- Sobrevivência média das sementes nas áreas nativas (linhas cheias) e nas áreas plantadas (linhas pontilhadas) nos meses de maio a agosto após 1, 2, 30, 60 e 90 dias na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Pp. 28

Fig. 6- Relação entre abundancia de roedores e produção de sementes na estação do outono na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Pp 29

Fig. 7 - Relação entre remoção de sementes (tratamento de exclusão de médios e grandes mamíferos) e abundancia dos roedores na estação do outono na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Pp30

Fig. 8- Relação entre a remoção de sementes (tratamento de exclusão de médios e grandes mamíferos) e a produção de sementes na estação do inverno na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Pp30

Fig. 9- Índice de Disponibilidade de Frutos (IDF) no solo da araucária (linha continua) e dos frutos (linha pontilhada) e a abundância dos roedores (quadrados) nas áreas nativas (A) e nas áreas plantadas (B) entre janeiro de 2006 e janeiro de 2007 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Pp35

INFLUÊNCIA DE FRUTOS E SEMENTES NA ABUNDÂNCIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS E A SUA RELAÇÃO COM A PREDACÃO E DISPERSÃO DE SEMENTES DA ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*).

RESUMO

A predação de sementes, juntamente com a dispersão, é um dos principais fatores determinantes no recrutamento de novos indivíduos. Espécies de plantas que oscilam na produção de frutos e sementes podem influenciar os predadores e dispersores, alterando a resposta destes em anos de baixa ou alta oferta de recursos. A araucária (*Araucaria angustifolia*) é o principal elemento da Floresta Ombrófila Mista e as suas sementes, os pinhões, além de amplamente consumidas pela fauna, são uma importante fonte de renda para muitas famílias. Dentre os animais, os roedores são os principais predadores dessas sementes. O objetivo de nosso estudo foi avaliar a relação entre a abundância dos roedores, a disponibilidade de frutos zoocóricos e de sementes da araucária. Avaliamos também se a disponibilidade de sementes influencia nas taxas de remoção e dispersão da araucária. Realizamos o estudo em oito áreas (quatro nativas e quatro de plantação com araucária) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, nordeste do Rio Grande do Sul. Amostramos os roedores durante cinco noites consecutivas em cada estação do ano (abr/outono, jul/inverno, out/primavera e jan/verão). Para avaliar a produção, acompanhamos mensalmente, entre jan/06 a jan/07, todos os indivíduos frutificando ao longo de duas transecções em cada área. Avaliamos também a predação e dispersão de sementes da araucária entre os meses de mai/06 a ago/06. Nossos resultados demonstraram que as

sementes da araucária são um importante recurso nas áreas, principalmente no inverno, período em que houve uma queda acentuada na disponibilidade de outros frutos no solo. A abundância dos roedores variou entre as estações do ano, sendo maior no inverno e menor no verão. A remoção de sementes variou entre as áreas nativas e plantadas e entre os meses. Encontramos uma menor remoção nas áreas plantadas, locais de maior disponibilidade de pinhões no solo. A sobrevivência das sementes também foi maior nessas áreas. Nossos resultados indicaram um padrão de predação variando de acordo com a densidade, com uma correlação negativa entre a produção de sementes e a remoção. Nos locais de maior abundância de roedores e maior disponibilidade de sementes encontramos uma menor taxa de remoção, sugerindo uma possível saciação dos predadores. Essa estratégia pode ter conseqüências para o recrutamento e conservação da araucária, bem como para a dinâmica de predação e dispersão, caso não ocorra um manejo dos impactos associados a essa formação, como por exemplo, a coleta das sementes para comercialização e a presença de gado nas áreas.

Palavras-chaves: produção de frutos, predação de sementes, dispersão de sementes, mamíferos, Floresta Ombrófila Mista.

ABSTRACT

Seed predation, as well as dispersion, is one of the determinant factors involved in the recruitments of new plant individuals. Plant species that oscillate in their fruit and seed production may influence their seed predators and dispersers, changing their responses in years with high or low resource offer. *Araucaria angustifolia* is the main element of the Araucaria Forest. Its seeds are largely consumed by the fauna as well as by people, being an important income source for many families. Among the animals that feed upon this seed, the rodents are the main predators. The aim of this study was to evaluate the relation between rodent abundance and fruit availability as well as *Araucaria angustifolia* seed availability. We also evaluated if the seed production influences the rate of predation and dispersion of araucaria seeds. We conducted the study in the National Forest of São Francisco de Paula, in Rio Grande do Sul state, southern Brazil. In this area, eight forested study sites were selected, four of them were covered by native vegetation (Mixed Ombrophilous Forest) and four were planted with Araucaria. We sampled the rodents at each site during five consecutive nights in each season (autumn, winter, spring, summer). To evaluate the amount of fruit production, we recorded all fruiting individuals of two transects of each area once a month between Jan/06 and Jan/07. We also evaluated the araucaria seed predation and dispersion between May/06 and Aug/06. Our results showed that Araucaria seeds are an important resource in the area, mainly in winter, on which availability of other fruits on the ground was lower. The rodent abundance changed between seasons, being higher during the winter and summer. Seed removal changed between native and planted sites as well as along months. We found low removal rates in

planted areas, where overall seed availability on the ground was higher. Seed survival rate was also higher in these areas. Our results indicated a pattern of seed predation changing according to seed density, with a negative correlation between seed production and removal. In areas with higher rodent abundance, we detected lower removal rates, which suggests predator satiation. Such strategy might have consequences for recruitment and conservation of *A. angustifolia*, as well as for the predation and dispersion dynamic, in case of inadequate management of this species. Additional impacts on seed numbers, such as seed harvest for commercialization and the presence of cattle should be considered in management projects.

Key words: fruit production, seed predation, seed dispersion, mammals, Araucaria Forest.

INTRODUÇÃO

A predação de sementes, juntamente com a dispersão, é um dos principais fatores determinantes no recrutamento de novos indivíduos (Schupp 1988, Wang e Smith 2002). Os predadores de sementes, i.e. animais que se alimentam de uma porção suficiente para inviabilizar a sua germinação, podem exercer uma forte influência nas populações das plantas (Janzen 1970). Essa influência ocorre não só pela redução no número de sementes como também pela alteração nos padrões de recrutamento (Edwards e Crawley 1999). Predadores de sementes e herbívoros são responsáveis pela mortalidade dependente da densidade e agem influenciando nos processos e características de dispersão das sementes (Howe e Miriti 2000). Já os animais dispersores podem atuar positivamente quando carregam e depositam a semente em um local adequado para germinação.

O processo de dispersão consiste na remoção das sementes da planta-mãe para distâncias seguras. Em florestas tropicais os animais são fundamentais neste processo, pois cerca de 50% a 90% de todas as árvores desses sistemas são dispersas por este grupo. Além disso, cerca de 20% a 50% de espécies de aves e mamíferos consomem frutos (Fleming e Williams 1990). Existem três hipóteses relacionadas à dispersão de sementes: a hipótese do escape, hipótese da colonização e hipótese da dispersão direcionada. Todas as hipóteses são relacionadas a evitar a mortalidade desproporcional próximas à planta-mãe, a aumentar a chance da semente encontrar um local favorável livre de competição e por consequência contribuir para o recrutamento (Howe 1986).

A dispersão de sementes, bem como a predação podem variar entre espécies, habitats e anos. Essa variação pode ocorrer também em função da disponibilidade de sementes (Forget 1992, Kollmann *et al.* 1998, Hulme e Hunt 1999, Forget *et al.* 2002, Hoshizaki e Hulme 2002, Vander Wall 2002). Espécies de plantas que oscilam na oferta de frutos e sementes podem influenciar os predadores e dispersores, alterando a reposta destes em anos de baixa ou alta oferta de recurso. Eventos de alta produção de frutos e sementes tenderiam a saciar os predadores, que consumiriam menos sementes, aumentando a sobrevivência das mesmas (Vander Wall 2002). Nos períodos anteriores e posteriores à queda das sementes, pequenos mamíferos, principalmente roedores, removem e consomem proporcionalmente mais frutos caídos do que nos períodos de maior oferta (Forget *et al.* 2002, Xiao *et al.* 2005).

Em relação a mamíferos como consumidores de sementes, apesar da potencial importância das espécies menores, a maioria dos estudos realizados enfoca animais de maior porte, como pacas e cutias (Forget 1993, 1994, Silvius e Fragoso 2003, Jansen *et al.*

2004, Pimentel e Tabarelli 2004). Até o presente, poucos estudos publicados comparam o papel dos pequenos mamíferos com as espécies de maior porte em relação à predação/dispersão de sementes (DeMattia *et al.* 2004).

Alguns trabalhos consideram a remoção de sementes como sinônimo de predação, entretanto Vander Wall *et al.* (2005) sugerem que para realmente avaliar a predação, as sementes precisam ser investigadas quanto ao seu destino final. Muitos animais, como roedores, removem e estocam as sementes para consumir posteriormente e, ao não retornar ao local em que depositaram ou ao não consumi-las completamente, podem atuar como dispersores.

Os animais atuam de distintas formas no estoque de sementes. Os chamados “larderhoarders” têm como comportamento estocar um grande número de sementes em um único local, já os “scatterhoarders” têm como comportamento enterrar poucas sementes em locais diversos. Esta última estratégia seria mais eficiente para a dispersão, pois os animais podem não retornar a todas as sementes estocadas, aumentando a chance de recrutamento (Vander Wall 2001). As cutias (*Dasyprocta* spp.) e os esquilos (Sciuridae) são exemplos de animais que atuam dessa forma. Para algumas espécies que possuem esse comportamento, os maiores índices de estocagem foram observados logo após o pico de frutificação, quando os predadores já estariam saciados (Forget *et al.* 2001).

Pequenos mamíferos podem responder a variações na quantidade de sementes disponíveis no ambiente. Essas respostas podem estar tanto relacionadas à abundância absoluta de uma espécie de semente em particular, quanto também à abundância relativa de outras espécies de sementes (Greenwood 1985). O impacto da variação da abundância de sementes nas taxas de predação é mais evidente em populações de plantas que possuem

como característica grandes sementes, produção em sincronia e em intervalos regulares (Hoshizaki e Hulme 2002). A produção de um grande número de sementes contribui para garantir que pelo menos algumas possam ser dispersas acidentalmente (por perda durante transporte) ou pela ineficiência da predação (sementes estocadas e não localizadas posteriormente).

A quantidade de sementes produzida por uma planta geralmente varia ao longo do tempo, com frutos e sementes sendo produzidos somente durante um determinado período do ano. A estação de frutificação é o resultado de uma grande diversidade de pressões seletivas (Snow 1965) que convergem para um objetivo final: a dispersão dos frutos. Diversas metodologias são propostas para avaliar a fenologia das plantas (Chapman *et al.* 1994, Bencke e Morellato 2002, Galetti *et al.* 2003, Stevenson 2004). A maioria dos estudos utilizam métodos qualitativos, com a presença ou ausência de uma determinada fenofase, e semi-quantitativos com avaliação da abundância através de estimativas de intensidade do evento fenológico em cada indivíduo.

Alguns trabalhos de fenologia abordam a disponibilidade de frutos para os animais (French 1992, Peres 1994), e em outros, esta avaliação é feita a partir do padrão de frutificação de espécies zoocóricas (Morellato e Leitão Filho 1990, Griz e Machado 2001, Batalha e Martins 2004). Estas espécies, com frutos dispersos por animais, são muito importantes para a manutenção da oferta de recursos para a fauna ao longo do ano (Figliolia e Kageyama 1995), principalmente em formações vegetais sob clima sazonal, onde períodos de escassez de frutos são frequentes (Galetti e Pedroni 1994, Develey e Peres 2000).

Um exemplo de uma espécie típica de um ambiente sazonal e amplamente consumida pela fauna é a araucária (*Araucaria angustifolia*). Este pinheiro é a principal espécie arbórea da formação Floresta Ombrófila Mista e está enquadrada na categoria vulnerável da lista da flora ameaçada de extinção da IUCN (2006) e da lista do Rio Grande do Sul. Dentre as principais ameaças, está a presença de gado em muitas áreas. Esses animais, além de contribuírem negativamente com o pisoteio nas plântulas, têm um alto consumo das sementes (ver Shepherd e Ditgen 2005).

As sementes da araucária, popularmente conhecidas como pinhões, são um importante recurso na dieta de muitos animais, pois além de possuírem um alto valor nutritivo (em torno de 54% de amido e 5,1% de proteína - Ferreira 1977, Rosado *et al.* 1994), são produzidas em grande quantidade e em uma época de relativa escassez de outros alimentos (ao menos frutos e sementes), entre os meses de abril a julho (Mantovani *et al.* 2004, Paise e Vieira 2005). Já para as angiospermas associadas às florestas com araucária, os meses de inverno são considerados de baixa disponibilidade de frutos. A possibilidade de haver uma segregação temporal na produção de frutos e/ou sementes de angiospermas dispersas por animais e a araucária suscita questões ecologicamente relevantes tanto em relação à variação sazonal na oferta de recursos para frugívoros quanto em relação a uma possível competição por dispersores entre os grupos de plantas (Paise e Vieira 2005).

Além de importante para a fauna, muitas famílias comercializam os pinhões e dependem quase que exclusivamente dessa fonte de renda nos meses de inverno. Apesar da pressão do gado e da comercialização de suas sementes pela população ocorrerem a muitos anos, não há estudos que tenham avaliado o impacto da remoção dessas sementes para a fauna consumidora e para os processos de predação e dispersão da espécie. Além disso,

poucos estudos avaliaram a interação entre a disponibilidade de recursos (frutos e sementes) para pequenos mamíferos e como essas variações influenciam na abundância desses animais (Wolff 1996, Wallace e Painter 2002, Fedriani 2005, Paise 2005). Em florestas com araucária não existem trabalhos publicados que tenham avaliado esse efeito.

O objetivo de nosso estudo foi avaliar a relação entre a abundância dos roedores, a disponibilidade de frutos consumidos por esses animais e de sementes da araucária, bem como a remoção e dispersão das sementes em uma Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil. Nos propusemos a responder as seguintes perguntas: 1) A abundância de pequenos mamíferos esta relacionada com a produção de frutos zoocóricos e com a produção de sementes da araucária ao longo dos meses do ano? 2) A disponibilidade de sementes da araucária influencia nas taxas de remoção, na distância de transporte e na sobrevivência das sementes? 3) A disponibilidade de sementes da araucária influencia na remoção promovida por pequenos x médios/grandes mamíferos como consumidores de sementes? 4) Existe variação temporal na taxa de remoção de sementes?

MÉTODOS:

Formação estudada:

Realizamos o estudo em uma área de Floresta Ombrófila Mista no nordeste do Rio Grande do Sul. Esta formação é uma das fitofisionomias mais características do estado e também uma das mais ameaçadas. Abrange ainda os estados de Santa Catarina e Paraná, ocorrendo também em pequenas manchas em São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (Backes 1999). Como o próprio nome indica, a espécie dominante nessas florestas altas é o pinheiro *Araucaria angustifolia*. Essa espécie foi uma das árvores mais

importantes para a economia madeireira do sul do Brasil sendo a única conífera rentável de ocorrência natural no Estado (Soares 1980).

Devido a essa relevância econômica, as florestas com araucárias sofreram uma drástica redução na sua cobertura original. O quadro atual é que, da área que cobria originalmente (20 milhões de ha, Mattos 1994) restam hoje menos de 13% (SOS MATA ATLANTICA 1998). Ainda mais alarmante é que, desse percentual apenas 0,6% está sob alguma forma de proteção legal em unidades de conservação (ASSECAN 1998).

Área de estudo:

Conduzimos o estudo na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA), nordeste do Rio Grande do Sul (29°24'33.34''S 50°23'13.85''W; 29°26'25.18''S 50°22'44.11''W). A FLONA-SFP possui aproximadamente 1.600 hectares e é composta por um mosaico de áreas de florestas naturais, florestas plantadas (*Araucaria*, *Pinus* spp., *Eucalyptus* spp.), banhados, estradas e aceiros (Schneider *et al.* 1989). Atualmente, cerca de 36% da Floresta Nacional é representada por Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e 35% por monoculturas florestais de Araucária e das exóticas *Pinus* e Eucaliptos (Stranz 2003).

As florestas nativas são verticalmente mais heterogêneas, com mais de um estrato (herbáceo, arbustivo e arbóreo) e apresentam o dossel e sub-bosque relativamente pouco densos. Possuem como representantes principais, além da *Araucaria angustifolia*, espécies de grande porte como o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* – Podocarpaceae), erva-mate (*Ilex paraguariensis* – Aquifoliaceae), canelas (*Nectandra megapotamica*, *Ocotea* spp. – Lauraceae) e branquilha (*Sebastiania commersoniana* – Euphorbiaceae). As arvoretas mais

comuns são jasmim-do-mato (*Rudgea parquioides* – Rubiaceae) e estilinguia (*Stillingia oppositifolia* – Euphorbiaceae). Entre os arbustos, os mais comuns são a pixirica (*Leandra* spp – Melastomataceae), pimenteira (*Mollinedia elegans* – Monimiaceae), pariparobas (*Piper* spp. – Piperaceae) e joás (*Solanum* spp. – Solanaceae).

As áreas de plantação de araucária são mais homogêneas, com o dossel formado praticamente por indivíduos adultos. Possuem um segundo extrato formado por indivíduos arbóreo-arbustivos com altura de 4-5 metros. São compostas principalmente pela araucária, além de arvoretas como jasmim-do-mato (*Rudgea parquioides* – Rubiaceae) e arbustos como a pariparoba (*Piper* spp. – Piperaceae) e joás (*Solanum* spp. – Solanaceae).

Delineamento experimental:

Para cada habitat (floresta com araucária nativa - FO e floresta com araucária plantada - PA), selecionamos quatro áreas (FO1, FO2, FO3 e FO4; PA1, PA2, PA3 e PA4). Em cada uma das oito áreas delimitamos uma grade quadrada 50 pontos espaçados 30 m entre si.

Produção de sementes da araucária

Para avaliar a produção de sementes, em cada uma das oito áreas sorteamos cinco indivíduos fêmeas de *A. angustifolia* em idade reprodutiva. Em cada um dos indivíduos contabilizamos o número de pinhas. Coletamos dez pinhas retiradas de indivíduos diferentes sorteados entre as áreas e contabilizamos o número de pinhões, para obter uma estimativa média do número de pinhões por pinha. Realizamos a estimativa durante o mês de março, anterior a queda das sementes. Contabilizamos também o total de araucárias fêmeas adultas em cada área.

Para a estimativa média de produção, multiplicamos o número total de araucárias fêmeas presentes em cada área pelo número médio de pinhas por indivíduo e o número médio de pinhões por pinha.

Abundância de pequenos mamíferos

Para avaliar a abundância de pequenos mamíferos, em cada uma das oito áreas instalamos 30 armadilhas do tipo *Sherman*® (43 x 12,5 x 14,5 cm e 45 x 21 x 21cm). Iscamos as armadilhas com uma mistura de amendoim, fubá, óleo de fígado de bacalhau, banana e essência de baunilha. As sessões de capturas foram trimestrais (outono – abril/2006, inverno – julho/2006, primavera –outubro/2006 e verão – janeiro/2007) com duração de quatro a cinco noites, totalizando um esforço de 150 armadilhas/noite por área a cada estação do ano e 9600 armadilhas/noite durante todo o estudo. Após a captura, identificávamos e marcávamos os animais com anilhas numeradas (monel #5, National Band and Tag Co.), e a seguir os liberávamos no mesmo local.

Avaliação da produção de frutos e sementes da araucária:

Tradicionalmente os métodos mais utilizados para avaliação da fenologia são a contagem de indivíduos ou das espécies frutificando e a aplicação de categorias de percentual de intensidade de Fournier (Chapman *et al.* 1994, Bencke e Morellato 2002, Galetti *et al.* 2002, Stevenson 2004). O percentual de intensidade de Fournier (1974) estima a proporção de cobertura da copa dos indivíduos cobertos pela fenofase e os classifica em quatro categorias: 0) ausência da fenofase; 1) 1% a 25% da copa cobertos pela fenofase; 2) 26% a 50% da copa; 3) 51% a 75% da copa e 4) 76% a 100% da copa

apresentando a fenofase. Em cada mês de amostragem, realiza-se a soma dos valores da intensidade de frutificação de Fournier de todos os indivíduos e dividi-se pelo valor máximo possível (total de indivíduos amostrados multiplicado por quatro, que é o valor máximo de Fournier). Os valores obtidos, correspondentes a uma proporção, são multiplicados por 100 para transformação em percentual.

Essa estimativa de Fournier acaba por enquadrar na mesma categoria árvores com uma alta disponibilidade de frutos e arbustos com uma baixa produção, desde que ambos tenham a mesma proporção da copa coberta pela fenofase. Já a contagem do número de espécies ou de indivíduos pode não refletir as variações na abundância dos frutos. Para avaliar a oferta de frutos e sementes, sem necessariamente utilizar a contagem bruta dos mesmos, propomos neste estudo um descritor da disponibilidade de recursos, denominado “Índice de Disponibilidade de Frutos”, ou IDF, calculado da seguinte maneira:

$$IDF = IF_i \times PM$$

onde IF = Índice de Frutificação (descrito a seguir), i = indivíduo e PM = peso médio da estrutura consumida pelos animais (fruto ou semente) de cada espécie.

Para estimativa do IF, a produção de frutos de cada indivíduo foi estimada e classificada segundo cinco classes de frutificação: 1) de 1 a 10 frutos; 10) de 11 a 100 frutos, 100) de 101 a 1000 frutos, 1000) de 1001 a 10.000 frutos, 10000) mais de 10.000 frutos. O peso médio (PM) foi obtido através da análise do peso de cinco frutos de cada uma das 56 espécies identificadas em campo. Os frutos foram retirados de indivíduos diferentes de cada espécie.

Para avaliar a produção de frutos, em cada uma das oito áreas estabelecemos aleatoriamente duas transecções de 4 m X 60 m e acompanhamos mensalmente, entre jan/06 a jan/07, todos os indivíduos que estavam produzindo frutos. Para cada indivíduo frutificando, a cada mês, estimamos a intensidade de frutificação segundo as categorias de Fournier (1974) e o Índice de frutificação (IF), componente do IDF.

Calculamos o Índice de disponibilidade de frutos para os frutos e sementes disponíveis no solo (IDF_total_solo) e para os frutos e sementes disponíveis na copa dos indivíduos (IDF_total_aéreo) ao longo dos meses. Neste calculo incluímos todos os frutos consumidos pelos animais. Os frutos no solo foram quantificados visualmente, sem triagem previa. Calculamos também, separadamente, o IDF para as sementes da araucária disponíveis na copa das árvores (IDF_aéreo_arauc) e no solo, dentro das transecções, (IDF_solo_arauc). Com isso, procuramos avaliar a contribuição das sementes da araucária na disponibilidade total de recursos presentes, tanto na copa dos indivíduos como no solo, nas áreas de floresta nativa e de plantação de araucária ao longo dos meses.

O Índice de Disponibilidade de Frutos (IDF) proposto neste estudo não apresentou correlação com a intensidade de Fournier, nem com a estimativa do número de indivíduos frutificando (Tabela 1). Este índice pode contribuir para uma melhor amostragem da biomassa de frutos e sementes produzida ao longo dos meses, pois além da estimativa do número de frutos, considera também a biomassa da espécie. Dessa forma, espécies que produzem uma grande quantidade de frutos de tamanho pequeno e espécies com menor número de frutos, porém com maior peso seriam equivalentes.

Tabela 1- Matriz de correlação entre o percentual de intensidade de Fournier (IF), número de indivíduos (N) e Índice de Disponibilidade de Frutos amostrados na copa dos indivíduos (IDF_aér) nas áreas nativas (nat) e plantadas (pla) para os indivíduos frutificando entre jan/06 a jan/07 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil.

	IF_nat	N_nat	IF_pla	N_pla	IDF_aer_nat	IDF_aer_pla
IF_nat	1					
N_nat	0.9348	1				
IF_pla	0.1931	-0.001	1			
N_pla	0.2079	0.0591	0.957	1		
IDF_aer_nat	-0.1492	-0.2388	-0.0264	-0.0386	1	
IDF_aer_pla	-0.3957	-0.5085	0.0564	0.0519	0.846	1

Remoção de sementes

Para comparar a remoção de sementes entre os diferentes grupos de mamíferos (pequenos x médios/grandes), em cada uma das oito áreas selecionamos aleatoriamente dez pontos. Em cada um desses pontos estabelecemos uma “estação de remoção”, onde colocamos três tratamentos distantes cerca de 2 m com cinco sementes de araucária em cada tratamento. Os tratamentos foram: 1- *exclusão de pequenos roedores*- colocamos as sementes sobre bandejas plásticas redondas (diâmetro: 10 cm) presas a um cano de PVC com um funil plástico invertido que impediu a escalada de pequenos animais. Cada bandeja ficou distante 15 cm do chão, de maneira a possibilitar somente o acesso de médios ou grandes vertebrados (e.g. graxains, cutias, pacas, entre outros); 2- *exclusão de médios e grandes vertebrados* – colocamos as sementes diretamente no solo, porém protegidas por

gaiolas de metal (30 cm x 30 cm, com malha de 2 cm) com aberturas de 5 cm de altura, que impediam o acesso de qualquer predador, exceto pequenos roedores; 3- sem exclusão: colocamos as sementes diretamente no solo sem proteção, com acesso a todos os animais. Investigamos a remoção de sementes a cada 48hs uma vez ao mês entre maio/2006 e agosto/2006. Escolhemos o período de 48 h baseados em um estudo anterior também enfocando remoção de pinhões em área de Floresta com Araucária (Iob & Vieira, submetido).

Dispersão de sementes da araucária e a distância de remoção

Para avaliar a possível dispersão da araucária e a distância média de remoção equipamos dez sementes com carretel de rastreamento em cada uma das oito áreas. Esses carretéis possuíam cerca de 30 m de linha (massa de 0.5 g) e ficavam presos às sementes por meio de um cabo de aço fino (1mm de espessura) de 15 cm de comprimento revestido por uma cobertura plástica (como em Iob & Vieira, submetido). As sementes foram colocadas aleatoriamente entre as estações uma vez ao mês entre maio a agosto e seguidas após 24hs, 48hs, 30 dias, 60 dias, 90 dias e 150 dias após terem sido colocadas. Quando essas sementes removidas eram encontradas, registrávamos o estado em que elas estavam (predada ou intacta), a distância de remoção e o local de deposição. Para as análises consideramos somente as sementes que foram de fato removidas ou consumidas no local (com distância de remoção igual a zero). As sementes que não foram removidas nem consumidas não foram consideradas nas análises.

Para avaliar a sobrevivência das sementes em cada área e em cada mês contabilizamos as sementes equipadas com carretel que não foram removidas ou que escaparam da predação pós-remoção após 90 dias.

Análise dos dados

Para testar se a produção total de sementes da araucaria varia entre as áreas nativas e plantadas utilizamos um teste t. Para avaliar possíveis variações na abundância dos roedores entre áreas (nativas x plantadas) e entre as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) utilizamos uma Anova com medidas repetidas: o fator área (nativa x plantada) e o fator estação do ano como medida repetida, com um teste *a posteriori* de Tukey.

Averiguamos também se a remoção de sementes após 48hs no tratamento de exclusão de médios/grandes mamíferos (e com acesso aos roedores) nos meses de outono e de inverno (época de oferta dos pinhões) estaria correlacionada com a produção de sementes da araucária no solo (avaliados através do Índice de Disponibilidade de Frutos) e com a abundância dos pequenos mamíferos. Para isso, devido à limitações de tamanho amostral, utilizamos o teste de correlação de Pearson, gerando uma matriz de correlações entre essas variáveis (Zar 1996).

Para avaliar se existe diferença na remoção de sementes promovida por médios/grandes x pequenos mamíferos, e se essa remoção varia entre as áreas e entre os meses usamos uma Anova com medidas repetidas.

Para testar se a distância média de remoção e se a sobrevivência das sementes seria influenciada pela disponibilidade da araucária utilizamos uma Anova simples, comparando

áreas com maior densidade de pinhões (florestas plantadas) com áreas com menor densidade (florestas nativas).

Para avaliar se a abundância dos roedores em cada estação do ano (outono, inverno, primavera e verão) estava relacionada com a disponibilidade de frutos e de pinhões, realizamos uma regressão linear múltipla para cada estação do ano. Em cada estação do ano a abundância dos roedores (variável dependente) foi relacionada com os Índices de Disponibilidade de Frutos aéreos e no solo (IDF_geral_aéreo e IDF_geral_solo) e com os índices da araucária (IDF_aéreo_arauc e IDF_solo_arauc) obtidos nos meses de amostragem dos roedores (abr/06, jul/06, out/06 e jan/07). Além disso utilizamos os IDF_geral_aéreo e IDF_geral_solo de um mês anterior a amostragem dos roedores (mar/06, jun/06, set/06 e dez/06) e o IDF_geral_aéreo e IDF_geral_solo de dois meses anteriores a amostragem (jan/06, mai/06, ago/06 e nov/06). Foram usados na regressão somente os índices que não apresentaram correlações significativas.

RESULTADOS:

Produção de sementes

Encontramos em média 9.1 ± 6.4 (n=40) pinhas por araucária e 115.3 ± 24.80 (n=10) sementes por pinha. O peso médio das pinhas foi de 1.65 kg (± 0.81 , n=10). Encontramos diferenças significativas na produção média de sementes entre as áreas nativas e plantadas (teste t; gl= 3; p=0,03, Fig. 1). A produção da área nativa foi estimada em 53.510,73 sementes/ha e nas áreas plantadas em 143.744,51 sementes/ha .

Abundância de sementes e o efeito nos pequenos mamíferos e na remoção da araucária

Com um esforço total de 9.600 armadilhas/ noite obtivemos 2.227 capturas de 1.174 indivíduos (Tabela 2). *Akodon montensis* e *Delomys dorsalis* foram as espécies mais abundantes em todas as áreas e em todas as estações do ano, representando 68.1% do total de indivíduos capturados (Tabela 3).

Encontramos diferenças significativas na abundância dos roedores entre as estações do ano e na interação entre as áreas e as estações do ano (Tabela 4; Fig. 2). A menor abundância em ambas as áreas ocorreu no verão, e a maior no inverno. No outono a abundância foi maior nas áreas plantadas do que nas nativas.

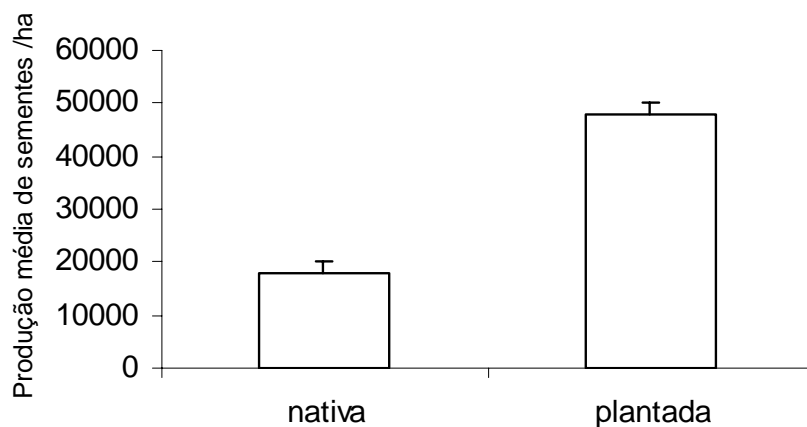


Fig. 1- Produção média de sementes da araucária (em milhares/ha) nas áreas nativas e nas áreas plantadas (teste t; gl= 3; p= 0,03). As barras indicam o erro padrão.

Tabela 2- Esforço, número de indivíduos capturados, riqueza e sucesso de captura nas áreas nativas (FO1, FO2, FO3 e FO4) e nas áreas plantadas (PA1, PA2, PA3 e PA4) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil.

	FO1	FO2	FO3	FO4	PA1	PA2	PA3	PA4
ESFORÇO	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
N. INDIVÍDUOS	150	136	150	144	154	136	124	180
RIQUEZA	9	6	8	10	10	8	8	11
SUCESSO (%)	20,25%	21,91%	27,16%	24,75%	24,75%	20,05%	18,25%	28%

Tabela 3- Número de indivíduos das espécies de roedores capturadas no outono, inverno, primavera e verão nas áreas nativas (Nat) e plantadas (Pla) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil.

ORDEM	Outono		Inverno		Primavera		Verão		Total
	Nat	Pla	Nat	Pla	Nat	Pla	Nat	Pla	
Família									
Espécie									
DIDELPHIMORPHIA									
Didelphidae									
<i>Monodelphis</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0	2	4
<i>Philander frenatus</i>	2	3	1	2	1	0	1	4	14
RODENTIA									
Muridae									
<i>Delomys dorsalis</i>	37	71	105	62	44	82	42	22	465
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	0	0	9	3	5	3	0	0	20
<i>Euryoryzomys russatus</i>	1	1	2	0	0	0	0	0	4
<i>Sooretamys angouya</i>	0	6	6	10	0	2	0	1	25
<i>Juliomys</i> sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Akodon azarae</i>	14	22	33	19	16	24	0	1	129
<i>Akodon montensis</i>	20	26	61	101	72	37	44	21	382
<i>Akodon paranaensis</i>	30	38	18	11	7	10	2	1	117
<i>Thaptomys nigrita</i>	0	1	1	1	0	3	1	1	7
<i>Brucepatersonius</i> sp.	1	1	0	1	0	0	0	0	2
Não identificado			1						1
TOTAL	107	169	238	210	145	162	90	53	1174

Tabela 4- Resultados da Anova com medidas repetidas para abundância dos roedores na Floresta Nacional de São Francisco de Paula entre as áreas (ARE), estações do ano (EST) e a interação entre as variáveis (GL= graus de liberdade, SQ= soma dos quadrados, MQ= média dos quadrados).

	GL	SQ	MQ	F	P
ARE	1	6,125	6.121	0,077	0,791
EST	3	5876,125	1958.708	36,078	0,000**
ÁRE*EST	3	779,625	259.875	4,787	0,013*

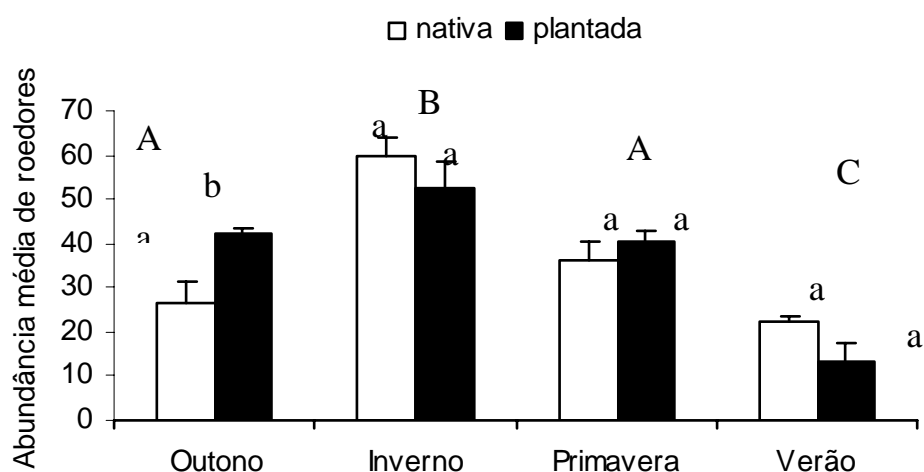


Fig. 2 – Abundância média dos roedores nas áreas nativas e plantadas ao longo das estações do ano na Floresta Nacional de São Francisco de Paula no ano de 2006. As barras indicam o erro padrão, as letras maiúsculas diferentes indicam diferenças entre as estações e as minúsculas indicam as diferenças entre as áreas em cada estação. Resultados do teste Anova apresentados na Tabela 4.

Em relação a comparação da remoção de sementes entre os tratamentos de exclusão dos pequenos x médios e grandes mamíferos, encontramos diferenças na remoção entre as áreas (nativas x plantadas), entre os meses (maio, junho, julho e agosto) e entre os tratamentos (exclusão de médios/grandes, exclusão de pequenos e sem exclusão), com a interação entre as três variáveis significativa (Tabela 5). A maior remoção de sementes foi encontrada nas áreas nativas, com exceção do mês de agosto no tratamento sem exclusão. Os tratamentos com acesso aos roedores (exclusão de médios e grandes e sem exclusão) apresentaram uma maior remoção de sementes do que o tratamento que excluiu esses animais (Fig. 3).

Distância de remoção de sementes

De um total de 320 sementes equipadas com carretel, 222 foram removidas (123 nas áreas nativas e 99 nas áreas plantadas). Dessas, foi possível localizar o destino e avaliar o estado da semente em 221 dos casos. Das sementes localizadas, 82% (n=182) estavam depositadas na serrapilheira, 10,6% (n=34) foram depositadas em buracos ou embaixo de raízes e 1,5% (n=5) foram enterradas. Nesse último caso, a remoção provavelmente foi realizada por cotias (*Dasyprocta azarae*), pois a linha estava cerca de 30 cm acima do solo. Encontramos sementes enterradas somente nos meses de maio e junho, todas nas áreas nativas.

Encontramos quatro sementes removidas por aves, todas localizadas nas áreas plantadas. A identificação foi possível devido às características da linha do carretel. Essa remoção foi realizada possivelmente por gralhas (*Cyanocorax caeruleus*). Estes animais

foram comuns na área de estudo sendo possível a observação dos bandos se alimentando das sementes na copa das araucárias.

Tabela 5- Resultados da Anova com medidas repetidas para a remoção de sementes da *A. angustifolia* entre as áreas (ARE), tratamentos (TRAT: sem exclusão, exclusão de médios/grandes e sem exclusão), meses (MÊS: maio, junho, julho e agosto/2006) e as interações entre as variáveis na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

Fator/Interação	GL	SQ	F	P
ARE	1	65,488	96,746	0,000**
TRAT	2	45,542	33,640	0,000**
MES	3	66,916	99,831	0,000**
ARE*TRAT	2	0,796	0,588	0,556
ARE*MES	3	10,947	16,332	0,000**
TRAT*MES	6	5,453	4,067	0,001**
ARE*TRAT*MES	6	7,205	5,374	0,000**

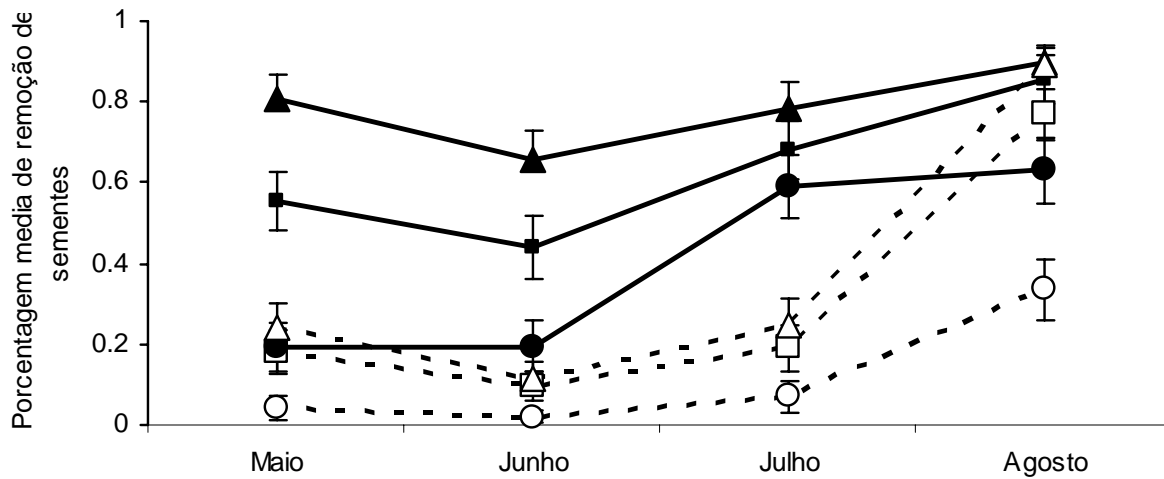


Fig 3- Porcentagem de remoção média de sementes após 48hs nos tratamentos de exclusão de médios e grandes mamíferos (quadrados), exclusão de pequenos mamíferos (círculos) e sem exclusão (triângulos) nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2006 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Linhas contínuas com símbolos escuros indicam áreas de mata nativa e linhas pontilhadas com símbolos claros indicam áreas de mata plantada. As barras indicam o erro padrão.

Encontramos diferenças significativas na distância média de remoção entre as áreas mas não entre os meses (Tabela 6). A distância média de remoção das sementes nas áreas nativas foi de 3.14 ± 5.08 (máxima de 30m) e nas áreas plantadas foi de 1.45 ± 1.76 (máxima de 7m, Fig. 4).

Sobrevivência das sementes

Das 320 sementes equipadas com carretel de rastreamento, 80 (25 %) não foram removidas até o final do estudo (n= 44 nas áreas nativas e n= 36 nas áreas plantadas). Das 320 sementes, 107 (33 %) sobreviveram até o final do estudo, entretanto apenas 20 sementes (6%) germinaram. Das sementes que sobreviveram, 46 (42%) estavam localizadas nas áreas nativas e 61 (57%) nas áreas plantadas. Das sementes que foram enterradas nos meses de maio e junho, três sobreviveram até o final do estudo iniciando o processo de germinação. Encontramos diferenças significativas na sobrevivência das sementes entre as áreas e entre os meses (Tabela 7), sendo a sobrevivência maior nas áreas plantadas e no mês de junho, época em que a abundância de sementes no solo foi maior (Fig. 5).

Tabela 6- Resultados da Anova para a distância média de remoção de sementes equipadas com carretel de rastreamento entre as áreas, meses (maio a agosto) e a interação entre as variáveis (AREA*MES) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil.

	Gl	SQ	F	P
AREA	1	251,916	4,106	0,044*
MÊS	3	166,071	0,902	0,441
AREA*MÊS	3	104,464	0,568	0,637

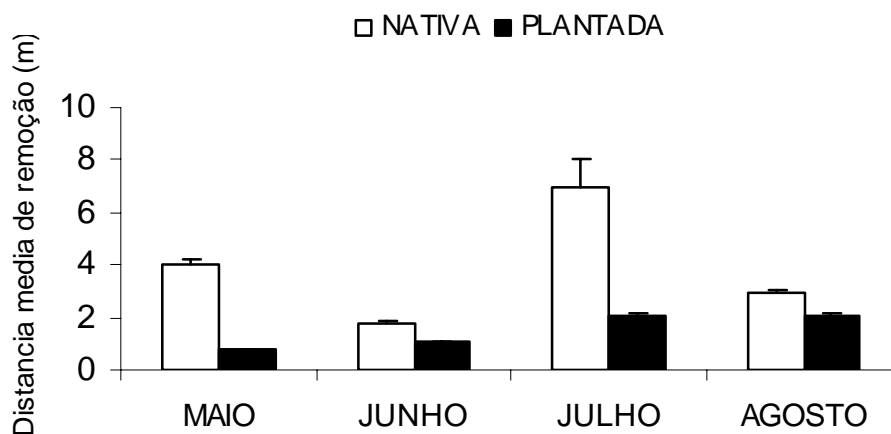


Fig. 4- Distância média (m) de remoção de sementes da *A. angustifolia* equipadas com carretel de rastreamento nas áreas nativas e plantadas nos meses de maio a agosto de 2006 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil (As barras indicam o erro padrão).

Tabela 7- Resultados da Anova para a sobrevivência média de sementes da *A. angustifolia* entre as áreas, meses (maio a agosto) e a interação entre as variáveis na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

	GI	SQ	F	P
AREA	1	0,461	9,020	0,005**
MÊS	3	0,361	3,838	0,019*
AREA*MÊS	3	0,107	0,894	0,455

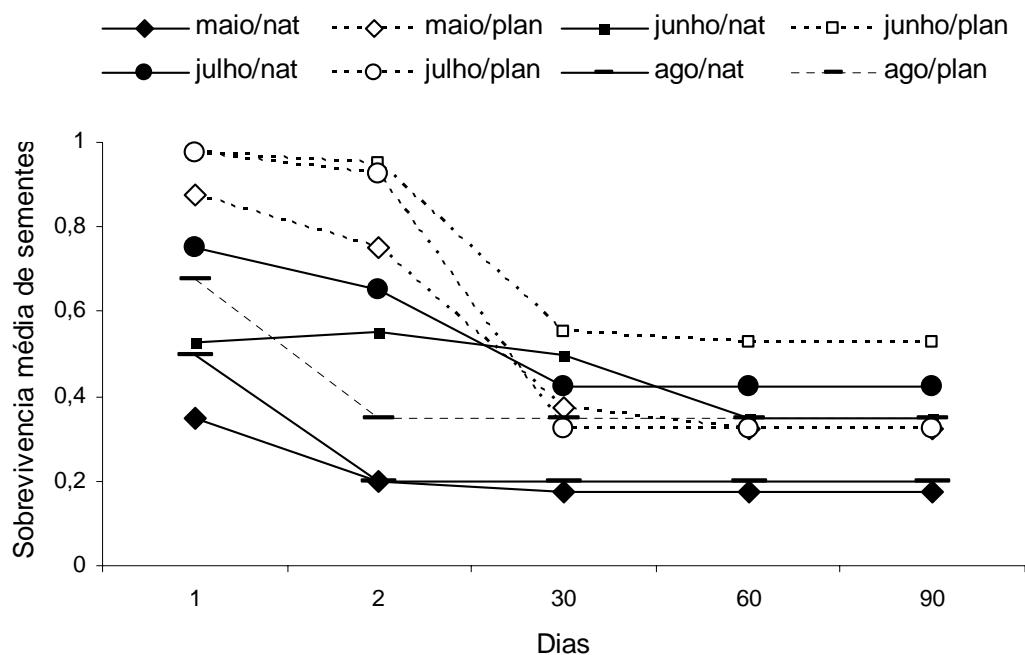


Fig. 5- Sobrevivência média das sementes nas áreas nativas (linhas cheias) e nas áreas plantadas (linhas pontilhadas) nos meses de maio a agosto após 1, 2, 30, 60 e 90 dias na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil.

Relação entre a abundância dos roedores e a disponibilidade de frutos e sementes

Em relação à comparação das taxas de remoção nos meses de outono e inverno, com a produção de sementes da araucária e a abundância dos roedores, as matrizes de correlação indicaram relações significativas entre as variáveis nas duas estações do ano consideradas.

No outono, encontramos uma correlação positiva e significativa entre a abundância dos roedores e a produção de sementes da araucária (Fig. 6) e uma correlação significativa, porém negativa, entre a abundância dos roedores e a remoção de sementes (Fig. 7; Tabela 8). Nessa estação, obtivemos também uma tendência a uma correlação negativa entre a produção e a remoção das sementes. Ou seja, no outono, os locais de maior disponibilidade

de sementes (áreas plantadas) apresentaram uma maior abundância de roedores. No entanto, essa alta abundância não se refletiu na remoção de sementes. Já no inverno, a única correlação significativa que encontramos foi entre a produção e remoção de sementes, que estavam negativamente relacionadas, de maneira similar ao obtido no outono (Fig. 8). Por outro lado, ao contrário do ocorrido no outono, no inverno não houve relação entre abundância dos roedores e a remoção das sementes (Tabela 8).

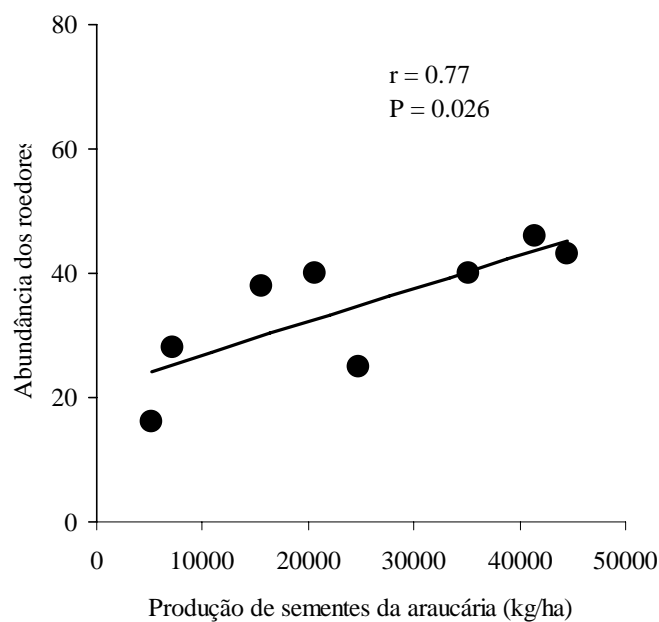


Fig. 6- Relação entre abundancia de roedores e produção de sementes na estação do outono na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

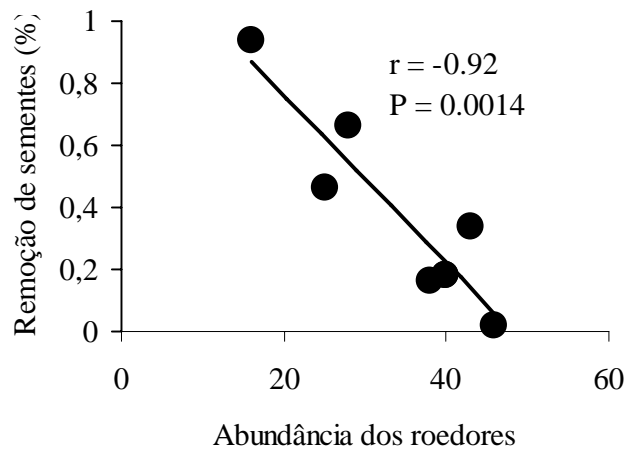


Fig. 7 - Relação entre remoção de sementes (tratamento de exclusão de médios e grandes mamíferos) e abundancia dos roedores na estação do outono na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

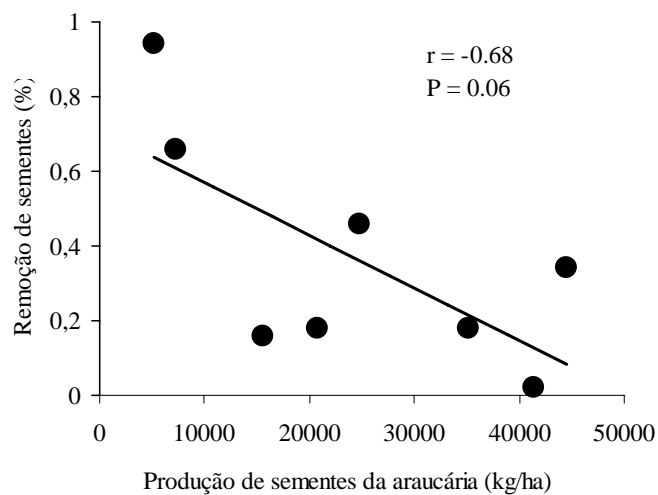


Fig. 8- Relação entre a remoção de sementes (tratamento de exclusão de médios e grandes mamíferos) e a produção de sementes na estação do inverno na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

Tabela 8- Matriz de correlação entre as variáveis abundância dos roedores (ABUN), remoção de sementes (REMO) e a produção de sementes da araucária (PROD) no outono e inverno na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS (Os valores do R estão indicados acima da diagonal e os valores de P abaixo).

	ABUND	REMO	PROD
Outono			
ABUND	1	-0,9161	0,7673
REMO	0,0014**	1	-0,6816
PROD	0,0262*	0,0626	1
Inverno			
ABUND	1	0,6006	-0,4678
REMO	0,1153	1	-0,9326
PROD	0,2424	0,0007**	1

Quando comparados o IDF total (IDF_geral + IDF_araucária) no solo, tanto nas áreas nativas (Fig. 10 A) quanto nas áreas plantadas (Fig. 10 B), nossos resultados demonstraram que, nos meses de disponibilidade de pinhões no solo (de abril a agosto), os recursos disponíveis se restringiram quase exclusivamente às sementes da araucária. Nas áreas plantadas, este padrão parece ser mais evidente, com a disponibilidade de frutos no solo mais baixa do que nas áreas nativas. Nos meses de setembro e dezembro não encontramos frutos disponíveis no solo nas áreas plantadas (Fig. 10).

A abundância dos roedores apresentou relação com a disponibilidade dos recursos. No outono (abril/06) encontramos uma relação significativa entre a abundância dos pequenos mamíferos com o IDF_geral_solo_1, correspondente ao mês de março ($R^2 = 0,92$; $p = 0,01$). Não encontramos relação entre a abundância dos animais e os IDF no inverno ($R^2 = 0,56$, $p = 0,44$). Na primavera (set/06) a relação ocorreu com o IDF_geral_solo de um e de dois meses anteriores ($R^2 = 0,68$; $p = 0,11$) correspondendo a oferta de frutos no solo nos meses de agosto e julho (Fig. 9). Já no verão (jan/07) a abundância dos animais foi relacionada com o IDF_geral_solo e com o IDF_geral_solo de um mês anterior ($R^2 = 0,56$; $p = 0,18$) (Fig. 9). A Tabela 9 apresenta as variáveis que foram utilizadas na análise em cada estação do ano, as demais foram excluídas por apresentarem uma correlação significativa.

Tabela 9- Variáveis de disponibilidade de recursos que foram utilizadas na regressão múltipla em cada estação do ano (+ indicam que a variável foi incluída na análise e - que a variável não entrou na análise). A abundância dos roedores foi a variável dependente em todas as análises.

Variáveis	Outono	Inverno	Primavera	Verão
IDF_geral_solo	+	+	+	+
IDF_arauc_solo	+	+	-	-
IDF_geral_aereo	-	+	-	-
IDF_arauc_aereo	-	-	-	-
IDF_geral_solo_1	+	+	+	+
IDF_geral_aéreo_1	-	-	-	-
IDF_arauc_solo_1	-	+	-	-
IDF_arau_aereo1	-	-	-	-
IDF_geral_solo_2	+	-	+	+
IDF_geral_aéreo_2	-	-	-	+
IDF_arauc_solo_2	-	+	+	-
IDF_arau_aereo_2	-	-	-	-

DISCUSSÃO:

Nossos resultados demonstraram que as áreas de florestas plantadas apresentaram uma maior produção de sementes da araucária do que as áreas nativas. A variação que detectamos na produção de sementes entre os tipos de florestas poderia, pelo menos teoricamente, levar a alterações nas taxas de remoção das sementes. Alguns estudos demonstraram que as taxas de remoção de sementes tendem a diminuir quando a disponibilidade do recurso é maior (Forget 1994, Forget *et al.* 1999, Hulme 1998, Vader

Wall 2002, Xiao *et al.* 2005). Outros trabalhos encontraram uma relação inversa, com a maior remoção ocorrendo no período de maior disponibilidade. Jansen *et al.* (2004) encontraram em anos de maior disponibilidade de sementes, taxas de remoção mais lenta, uma maior predação de sementes pré-removidas e a distância média de dispersão mais curta, sugerindo uma menor dispersão de sementes em anos de maior disponibilidade de recursos.

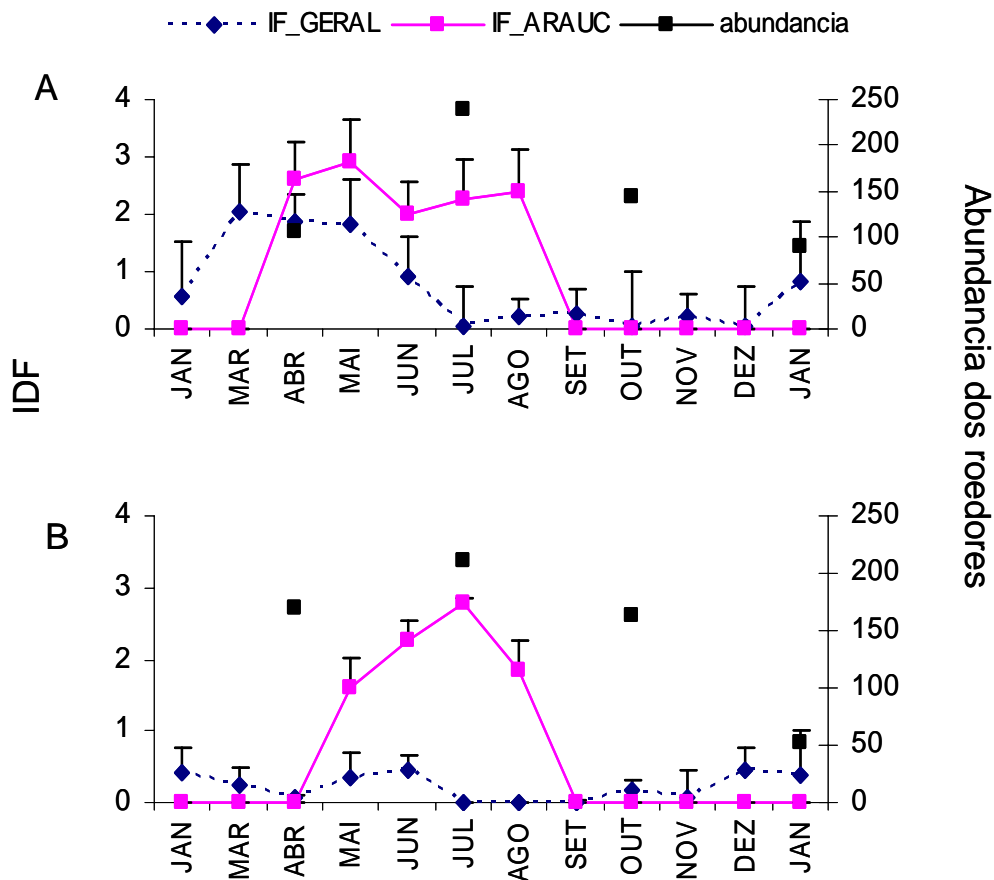


Fig. 9- Índice de Disponibilidade de Frutos (IDF) médios no solo da araucária (linha contínua) e dos frutos (linha pontilhada) e a abundância dos roedores (quadrados) nas áreas nativas (A) e nas áreas plantadas (B) entre janeiro de 2006 e janeiro de 2007 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. As barras indicam os desvios padrão.

A relação negativa que detectamos, com a menor remoção de sementes ocorrendo nas áreas de maior disponibilidade pode estar indicando uma possível estratégia de predação dependente da densidade, ou seja, nos locais onde o recurso é mais abundante a remoção seria menor (Vander Wall 2002). Kindel (1996) encontrou um maior número de sementes removidas no período de maior escassez da araucária e Lamberts (2003) atribuiu

as altas taxas de remoção da araucária (100% das sementes) à baixa produção de sementes no ano de estudo (2002).

Para plantas neotropicais em geral, os principais predadores pós-dispersão são os pequenos roedores (Wada e Uemura 1994, Ostfeld *et al.* 1997, Díaz *et al.* 1999, Edwards e Crawley 1999, Forget *et al.* 1999, Hulme e Hunt 1999, Kollmann e Buschor 2002, Kelt *et al.* 2004). No nosso estudo, os tratamentos de acesso a pequenos mamíferos (sem exclusão e exclusão de médios e grandes) tiveram maior remoção de sementes do que no tratamento de exclusão desses animais, indicando que os roedores são os principais predadores de sementes da araucária. Isso comprova que a área estudada não foge à regra geral para Floresta com Araucária, onde o posto de principais removedores de pinhões pertence à esse grupo de mamíferos (Muller 1986, Kindel 1996, Solórzano-Filho 2001, Lamberts 2003, Cademartori *et al.* 2004, Guglielmi 2004).

Em nosso estudo, apesar de uma alta abundância dos roedores, encontramos uma correlação negativa no outono com as taxas de remoção das sementes. Alguns autores evidenciaram uma relação positiva entre o aumento nas taxas de remoção de sementes e o aumento na densidade de roedores (Ostfeld *et al.* 1997, Schnurr *et al.* 2002). Entretanto, outros trabalhos demonstraram uma relação contrária, com uma diminuição na remoção de sementes nas áreas de maior abundância desses animais (Vander Wall 2002, Briani e Guimarães Jr 2007). Nestes casos, e em nosso estudo, os locais de maior abundância dos roedores e também de maior disponibilidade de sementes não refletiram em maiores taxas de remoção. Uma possível explicação seria a saciação dos predadores (Vander Wall 2002). Os animais consomem as sementes, mas em função da grande oferta, algumas escapam da predação e podem contribuir para o recrutamento das espécies de plantas (Janzen 1971,

Vander Wall 2002). Segundo Chauvet *et al.* (2004), quando em altas densidades, se a sobrevivência das sementes também é alta, a estratégia adotada pelas plantas seria a de saciação dos predadores. Quando a sobrevivência é baixa, a estratégia seria a de escape da predação. A maior sobrevivência das sementes nas áreas plantadas, local de maior disponibilidade e menor remoção detectada em nosso estudo, corrobora com a hipótese de saciação dos predadores.

Em relação à distância de remoção, em geral espera-se que em áreas com maior disponibilidade de sementes (ou durante eventos de “mast-seeding”; Vander Wall 2002) essas sejam removidas a distâncias maiores. Desta forma, a menor distância de remoção detectada nas áreas plantadas (com maior produção de sementes) em nosso estudo não seria esperada. As áreas nativas foram os únicos locais em que encontramos sementes enterradas e em todos os casos a linha estava a mais de 30 cm do solo. Essa remoção provavelmente foi realizada por cotias. Mello (2005) encontrou vestígios (pegadas) de cotias apenas nas áreas nativas. A maior distância média que detectamos pode ser pela maior ocorrência desses animais, que tendem a dispersar as sementes por maiores distâncias. Lamberts (2003) acompanhando a remoção de sementes da araucária em áreas nativas e áreas de plantação de *Pinus* sp encontrou diferença na distância de remoção entre os meses, sendo agosto, final do período de produção, o mês com a maior distância média de remoção. Já Xiao *et al.* (2005), avaliando a distância de remoção de *Castanopsis fargesii* também encontraram uma menor distância média de remoção em anos de maior oferta de sementes. Para a araucária, a maior parte dos trabalhos indicam uma distância média de dispersão curta (em torno de 2 a 4m), sendo as maiores distâncias atribuídas as cotias e aves (Kindel 1996, Solórzano-Filho 2001, Lambertz 2003).

Nossos resultados demonstraram que as áreas de Florestas com Araucária produzem frutos durante todos os meses do ano. No entanto, nos meses de inverno, a semente da araucária responde por boa parte do recurso disponível no solo, principalmente nas áreas de plantações dessa espécie. Em uma Floresta com araucária no Paraná, Marques *et al.* (2004) encontraram pouca variação na produção de frutos ao longo do ano. Já Paise e Vieira (2005), no entanto, detectaram que, no período de oferta dos pinhões, houve um menor número de indivíduos zoocóricos frutificando nesse mesmo tipo de floresta. Solórzano-Filho (2001) também sugere que a disponibilidade de outros recursos, que não os pinhões, diminuem entre os meses de abril a agosto em uma Floresta com araucária em São Paulo. A presença dos pinhões, nesse período de inverno, pode estar sendo importante para a manutenção das populações de animais que ocorrem nessas áreas e se alimentam desse recurso em época de maior escassez de frutos.

Os roedores são os principais predadores de sementes da araucária (Vieira e Iob, no prelo) e em nosso estudo apresentaram uma variação na abundância entre as estações do ano, sendo mais abundantes no inverno do que no verão. Encontramos relação positiva entre a abundância desses animais e a disponibilidade de frutos e sementes, principalmente no solo. A queda na abundância dos roedores, detectada no verão, pode, em parte, estar refletindo a baixa disponibilidade de frutos e sementes no solo a partir do mês de setembro, principalmente nas áreas plantadas. Cadermatori *et al.* (2004) encontraram altos picos populacionais de *Delomys dorsalis* durante os meses de inverno e relacionaram esse aumento com a disponibilidade dos pinhões. No entanto, Paise (2005) também detectou picos populacionais de *D. dorsalis* na transição outono-inverno em áreas de Floresta Atlântica típica (Floresta Ombrófila Densa) no sul do País, onde não há a ocorrência de *A.*

angustifolia. Os pequenos mamíferos, de forma geral, podem oscilar a abundância em resposta a variações locais de recursos e também a condições ambientais.

A abundância de frutos e sementes na maioria das florestas tropicais é altamente sazonal (Morellato *et al.* 2000) e algumas populações de animais frugívoros podem ser mantidas durante o período de baixa oferta de recursos pelas chamadas planta-chave. Segundo Peres (2000), uma planta-chave teria como característica a produção de uma grande quantidade de frutos durante o período de escassez de alimento, os quais são alvos de altas taxas de consumo, além da previsibilidade na oferta desse recurso. Desta forma, é possível que a araucária esteja atuando como uma planta-chave, pois as suas sementes são um recurso abundante, previsível (ocorrem anualmente sempre na mesma época - de abril a julho), e consumidas por uma grande proporção de vertebrados frugívoros/granívoros (Solórzano-Filho 2001). Além disso, durante os meses de produção de pinhões (outono/inverno), houve uma redução na quantidade de recursos disponíveis, já que ocorreu uma forte redução na quantidade de frutos produzidos nessa época de ano em áreas de Floresta com Araucária.

A exploração intensiva de sementes de árvores nativas pode comprometer a regeneração da população da espécie explorada (Baider 2000) e levar à redução ou até mesmo à extinção das populações de animais que dependem direta ou indiretamente desses recursos. A grande proporção de sementes consumidas pela fauna, aliada à remoção para fins comerciais, pode comprometer os processos de recrutamento de novos indivíduos (Auguspurger 1981). Em nosso estudo não avaliamos diretamente o impacto da extração de sementes, entretanto detectamos que os pinhões, pelo menos em alguns meses, foram praticamente os únicos recursos disponíveis no solo das florestas para os animais

frugívoros e granívoros. A retirada das sementes em grandes quantidades pode, potencialmente, levar a uma redução na disponibilidade de recursos e uma diminuição nas populações dos animais que consomem essas sementes.

Na maioria das áreas de Floresta Ombrófila Mista remanescentes os pinhões são amplamente removidos para consumo humano. Essa remoção adicional pode ter conseqüências nos processos de predação e dispersão e, por conseqüência, para o recrutamento e conservação da araucária. Esses efeitos podem ser especialmente relevantes em face dos resultados que obtivemos no presente estudo, que indicaram uma possível estratégia de predação dependente da densidade e saciação dos predadores. Com isso é ainda mais importante que caso a coleta das sementes para consumo humano seja levada em consideração em planos de manejo e conservação da *A. angustifolia*.

CONCLUSÕES

Nossos resultados demonstraram que aparentemente os recursos (frutos e sementes) estão disponíveis para a fauna consumidora o ano todo nas Florestas com Araucária. No período de inverno, entretanto, há uma diminuição dos frutos principalmente no solo. Nestes meses, os pinhões são praticamente as únicas sementes disponíveis no solo, principalmente nas áreas de plantação da araucária.

Nossos resultados indicaram também, uma possível estratégia de predação dependente da densidade para a araucária, com uma correlação negativa entre a produção de sementes e a remoção. Ou seja, as áreas de maior disponibilidade de sementes (plantações de araucária) apresentaram uma menor taxa de remoção. A correlação negativa entre a abundância dos roedores e as taxas de remoção indicaram possivelmente uma

saciação dos predadores. A maior sobrevivência das sementes detectada nas áreas plantadas (com a maior disponibilidade de pinhões e menor remoção) corroboram com essa estratégia.

A conservação das araucárias em seu ambiente natural não depende somente da interrupção do processo de derrubada das árvores ou ampliação da área coberta por esse tipo de vegetação. Deve haver também uma fiscalização ativa contra a caça, pois eventuais dispersores, principalmente as cotias, são alvos preferenciais dos caçadores e estão localmente extintos em várias áreas de Floresta Ombrófila Mista (E. M. Vieira, obs. pess.). Uma floresta intacta, porém sem a fauna associada, se descaracteriza como o sistema ecológico funcional que era originalmente (Redford 1992). No caso da araucária, a ausência das cotias e outros animais de maior porte que consomem pinhões, com o conseqüente aumento relativo do consumo de pinhões por pequenos roedores (cujas populações são bem menos afetadas por caça e fragmentação), pode levar a uma redução na qualidade dos “serviços de dispersão” fornecidos pelos animais e uma redução nas taxas de recrutamento da araucária.

Devido ao grau de devastação já sofrido pelas Florestas com Araucária e também à importância econômica desse pinheiro, torna-se essencial o manejo adequado da espécie para que sejam garantidos a conservação e o aproveitamento dos benefícios gerados pela espécie, pois a remoção descontrolada de suas sementes pode prejudicar ainda mais sua fauna associada. Para isso, é necessário que sejam realizados estudos mais detalhados sobre o impacto da extração das sementes realizada para fins econômicos em áreas naturais, e que haja um maior conhecimento de como as espécies que influenciam a distribuição da

araucária (seja como predadoras ou dispersoras de sementes) estão interagindo com essa árvore e também de quais fatores que estão atuando nessa interação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO ECOLÓGICA CANELA (ASSECAN). 1998. *Florestas Fortalezas Ameaçadas*. Cilon Estivalet (org.) (Documento no. 1).
- AUGUSPURGER, C. K. 1981. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology* 62:775-788.
- BACKES, A. 1999. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze no Brasil – II. *Pesquisas Serie Botânica* 49:31-51.
- BAIDER, C. 2000. *Demografia e ecologia de dispersão de frutos de Bertholletia excelsa (Lecythidaceae) em castanhas silvestres da Amazônia Oriental*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.
- BATALHA, M. A. & MARTINS, M. R. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Austral Journal of Botany* 2:149-161.
- BENCKE, C. S. C & MORELLATO, L. P. C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 269-275.

- BRIANI, D. C. & GUIMARÃES JR, P. R. 2007. Seed predation and fruit damage of *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) by *Oryzomys scotti* (Rodentia: Muridae) in the cerrado of central Brazil. *Acta Oecologica* 31: 8-12.
- CADEMARTORI, C. V., FABIÁN, M. E. & MENEGHETI, J. O. 2004. Variações na abundância de roedores (Rodentia, Sigmodontinae) em duas áreas de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências* 6: 147-167.
- CHAPMAN, C. A., WRANGHAM, R. & CHAPMAN, L. J. 1994. Indices of habitat-wide fruit abundance in Tropical Forests. *Biotropica* 26:160-171.
- CHAUVET, S. FEER, F. & FORGET, P. M. 2004. Seed fate of two sapotaceae species in a Guianan rain forest in the context of escape and satiation hypotheses. *Journal of Tropical Ecology* 20:1-9
- DEMATTIA, E. A., CURRAN, L. M. & RATHCKE, B. J. 2004. Effects of small rodents e large mammals on neotropical seeds. *Ecology* 85: 2161-2170.
- DEVELEY, P. F. & PERES, C. A. 2000. Resource seasonality and the structure of mixed species bird flocks in a coastal Atlantic forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 16: 33-53.
- DÍAZ, I., PAPIC, C. & ARMESTO, J. J. 1999. An assessment of post-dispersal seed predation in temperate rain forest fragments in Chiloé Island, Chile. *Oikos* 87: 228-238.
- EDWARDS, G. R. & CRAWLEY, M. J. 1999. Rodent seed predation and seedling recruitment in mesic grassle. *Oecologia* 118: 288-296.

- FEDRIANI, J. M. 2005. Do frugivorous mice choose where or what to feed on? *Journal of Mammalogy* 86: 576-586.
- FERREIRA, A. G. 1977. *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze: *germinação da semente e desenvolvimento da plântula*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo.
- FIGLIOLIA, M. B. & KAGEYAMA, P. Y. 1995. Dispersão de sementes de *Inga uruguensis* Hook. Et Arn. em floresta ripária do rio Mogi Guaçu, município de Mogi Guaçu – SP. *Revista Instituto Florestal* 7: 65-80.
- FLEMING, T. H. & WILLIAMS, C. F. 1990. Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Moraceae) in Costa Rican tropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology* 6: 163-178.
- FORGET, P. M. 1992. Seed removal and seed fate in *Gustavia superba* (Lecythidaceae). *Biotropica* 24: 408-414.
- FORGET, P. M. 1993. Post-dispersal predation and scatterhoarding of *Dipteryx panamensis* (Papilionaceae) seeds by rodents in Panama. *Oecologia* 94: 255-261
- FORGET, P. M. 1994. Recruitment pattern of *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae), a rodent-dispersed tree species in French Guiana. *Biotropica* 26: 408-419
- FORGET, P. M., KITAJIMA, K. & FOSTER, R. B. 1999. Pre and post-dispersal seed predation in *Tachigali versicolor* (Caesalpiniaceae): effects of timing of fruiting and variation among trees. *Journal of Tropical Ecology* 15: 61-81.
- FORGET, P. M., FEER, F., CHAUVET, S., JULLIOT, C., SIMMEN, B., BAYART, F. & PAGES-FEUILLADE, E. 2001. Post dispersal seed survival in frugivorous dispersed tree species. In: Forget, P.M. and Théry, M. (eds). *Nouragues: Dynamics and plant-animal interactions in a Neotropical Rainforest*. Kluwer, Dordrecht.

- FORGET, P. M., HAMMOND, D. S., MILLERON, T. & THOMAS R. 2002. Seasonality of fruiting and food hoarding by rodents in Neotropical forests: consequences for seed dispersal and seedling recruitment. In: Levey D., Silva W.R. and Galetti M. (eds), *Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation*. CABI, Publishing, Wallingford.
- FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24: 422-423.
- FRENCH, K. 1992. Phenology of fleshy fruits in a wet sclerophyle forest in southe astern Australia: are birds an important influence? *Oecologia* 90: 366-373.
- GALETTI, M. & PEDRONI, F. 1994. Seasonal diet of capuchinmonkeys (*Cebus apella*) in a semideciduous Forest in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10: 27-39.
- GALETTI, M., PIZO, M. A. & MORELLATO, P. C. 2003. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: Cullen Jr., L.; Rudran, R. & Valladares-Padua, C. (org.). *Métodos de estudos em Biologia da Conservação & Manejo da vida silvestre*. Curitiba, UFPR.
- GALETTI, M., DONATTI, M., PIRES, A.S., GUIMARÃES JR., P. R. & JORDANO, P. 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151: 141-149.
- GREENWOOD, J. J. D. 1985. Frequence-dependent selection by seed predators. *Oikos*: 195-210.

- GRIZ, L. M. S. & MACHADO, I. C. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.
- GUGLIELMI, I. 2004. *Predação de sementes e sobrevivência das plântulas afetando a distribuição de indivíduos de Araucaria angustifolia ao longo de uma borda de floresta com campo*. Dissertação de mestrado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- HOSHIZAKI, K. & HULME, P. E. 2002. Mast seeding and predator mediated indirect interactions in a forest community: evidence from post-dispersal fate of rodent-generated caches. In: Levey D., Silva W.R. and Galetti M. (eds), *Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation*. CABI, Publishing, Wallingford.
- HOWE, H. F. & MIRITI, M. N. 2000. No question: seed dispersal matters. *Trends Ecology Evolution* 15: 434-436.
- HOWE, H. F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In: Murray, D.R (ed.), *Seed dispersal*. Academic Press, Australia.
- HULME, P. E. & HUNT, M. K. 1999. Rodent post-dispersal seed predation in deciduous woodland: predator response to absolute and relative abundance of prey. *Journal of Animal Ecology* 68: 417-428.
- JANSEN, P. A., BONGERS, F. & HEMERIK, L. 2004. Seed mass and mast seeding enhance dispersal by a neotropical scatter-hoarding rodents. *Ecology Monograph* 74: 569-589

- JANZEN, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* 101: 501-528.
- JANZEN, D.H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- KELT, D. A., MESERVE, P. L., FORISTER, M. L., NABORS, L. K. & GUTIÉRREZ, J. R. 2004. Seed predation by birds e small mammals in semiarid Chile. *Oikos* 104: 133-141.
- KINDEL, E. A. I. 1996. *Padrões de dispersão e disposição espacial de Araucaria angustifolia (Bert.) Kuntze e suas relações com aves e mamíferos na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- KOLLMANN, J. & BUSCHOR, M. 2002. Edge effects on seed predation by rodents in deciduous forests of northern Switzerland. *Plant Ecology* 164: 249-261.
- KOLLMANN, J., COOMES, D. A. & WHITE, S. M. 1998. Consistencies in post-dispersal seed predation of temperate fleshy-fruited species among seasons, years and sites. *Functional Ecology* 12: 683-690.
- LAMBERTS, A. VON DER H. 2003. *Predação e sobrevivência de sementes de Araucaria angustifolia (Bert.) Kuntze em matas nativas e plantação de Pinus eliotti na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas.
- MANTOVANI, A., MORELLATO, L. P. C. & DOS REIS, M. S. 2004. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia (Bert.) O. Kuntze*. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 787-796.

- MARQUES, C. M., ROPER, J. J. & SALVAGGIO, A. P. B. 2004. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. *Plant Ecology* 173: 203-213.
- MATTOS, J.R. 1994. *O pinheiro brasileiro*. São Paulo.
- MELLO, A. 2005. *Distribuição da mastofauna de médio e grande porte em um mosaico florestal*. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- MORELLATO, L. P. C. & LEITÃO FILHO, H. F. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta mesófila na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* 50:163-173.
- MORELLATO, L. P. C., TALORA, D. C., TAKAHASI A., BENCKE C. C., ROMERA E. C. & ZIPPARRO V.B. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: A comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.
- MULLER, J. A. 1986. *A influência de roedores e aves na regeneração da Araucaria angustifolia (Bert.) O. Kütze*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná.
- OSTFELD, R. S., MANSON, R. H. & CANHAM, C. D. 1997. Effects of rodents on survival of tree seeds e seedlings invading old fields. *Ecology* 78: 1531-1542.
- PAISE, G. & VIEIRA, E. M. 2005. 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* 28: 615-625.
- PAISE, G. 2005. *A influência do clima e da disponibilidade de recursos alimentares em uma comunidade de pequenos mamíferos do sul do Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

- PERES, C. A. 1994. Composition, density and fruiting phenology of arborescent palms in Amazonian terra firme forest. *Biotropica* 26: 285-294.
- PERES, C. A. 2000. Identifying keystone plant resources in tropical forests: the case of gums from *Parkia* pods. *Journal of Tropical Ecology* 16: 287-317.
- PIMENTEL, D. S. & TABARELLI, M. 2004. Seed dispersal of the palm *Attalea oleifera* in a remnant of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 36: 74-84.
- REDFORD, K. H. 1992. The empty forest. *Bioscience* 42:412-422.
- ROSADO, R. M., FERREIRA, A. G., MARIATH, J. E. A. & COCUCCI, A. R. 1994. Amido no megagametófito de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze: degradação durante a germinação e o desenvolvimento do esporófito. *Acta Botânica Brasilica* 8: 35-43.
- SCHNEIDER, P. R., BRENA, D. A., FINGER, C. A. G., LONGHI, S. J., HOPPE, J. M., VINADÉ, L. F., BRUM, E. T., SALOMÃO, A. L. F. & SOLIGO, A. 1989. Plano de Manejo para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula - RS. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis: Santa Maria, RS.
- SCHNURR, J. L., OSTFELD, R. S. & CANHAM, C. D. 2002. Direct and indirect effects of mast seeding on rodent populations and tree seed survival. *Oikos* 96: 402-410.
- SCHUPP, E. W. 1988. Factors affecting post-dispersal seed survival in a tropical forest. *Oecologia* 76: 525-530.
- SHEPERD, J. D. & DITGEN, R. S. 2005. Human use and small mammal communities of *Araucaria* forest in Neuquén, Argentina. *Mastozoologia Neotropical* 12: 217-226.

- SILVIUS, M.K. & FRAGOSO, M.K. 2003. Red-rumped agouti (*Dasyprocta leporina*) home range use in an Amazonian Forest: implications for the aggregated distribution of Forest trees. *Biotropica*: 35: 74-83.
- SNOW, D.W. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos* 15: 274-281.
- SOARES, R.V. 1980. Considerações sobre a regeneração natural de *Araucaria angustifolia*. In: Problemas Florestais de Gênero *Araucaria*. Curitiba, Paraná.
- SOLÓRZANO-FILHO, J. A. 2001. *Demografia, fenologia e ecologia da dispersão de sementes de Araucaria angustifolia em uma população relictual em Campos do Jordão, SP*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- SOS MATA ATLÂNTICA. 1998. Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período de 1990-1995. Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto Sócio ambiental e Instituto de Pesquisas Espaciais, São Paulo.
- STEVENSON, P. R. 2004. Phenological patterns of woody vegetation at Tinigua Park, Colômbia: metodologicall comparisons with emphasis on fruit production. *Caldasia* 26:125-150.
- STRANZ, A. 2003. *Análise histórica da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (1965-2000): a utilização do sistema de informação geográfica como ferramenta para o monitoramento ambiental*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Trabalho de Conclusão de Curso.
- VANDER WALL, S. B. 2001. The evolutionary ecology of nut dispersal. *Botanical Review* 67: 74-117

- VANDER WALL, S. B. 2002. Masting in animal-dispersed pines facilitates seed dispersal. *Ecology* 83: 3508-3516.
- VANDER WALL, S. B., KUHN, K. M. & BECK, M. J. 2005. Seed removal, seed predation, and secondary dispersal. *Ecology* 86: 801-806.
- VIEIRA, E. M. & IOB, G. Dispersão e predação de sementes da araucária (*Araucaria angustifolia*). In Souza, A. F, Fonseca, C. D. S. (eds.). *Florestas com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. No prelo
- WADA, N. & UEMURA, S. 1994. Seed dispersal and predation by small rodents on the herbaceous understory plant *Symplocarpus renifolius*. *American Mid. Nat.* 132: 320-327.
- WALLACE, R.B. & PAINTER, R. L. E. 2002. Phenological patterns in a southern Amazonian tropical forest: implications for sustainable management. *Forest Ecology and Management* 160:19-33.
- WANG, B. C. & SMITH, T. B. 2002. Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 379-385.
- WOLFF, J. O. 1996. Population fluctuations of mast-eating rodents are correlated with production of acorns. *Journal of Mammalogy* 77: 850-856.
- XIAO, Z., ZHANG, Z. & WANG, Y. 2005 The effects of seed abundance on seed predation and dispersal by rodents in *Castanopsis fargesii* (Fagaceae). *Plant Ecology* 177:249-257.
- ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.

Mensagem final

“Se procurar bem, você acaba encontrando. Não a explicação
(duvidosa), mas a poesia (inexplicável) da vida.”

Carlos D. Andrade