

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação

RENATO GARCIA RODRIGUES

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ROEDORES E SUA RELAÇÃO
COM A PRESENÇA DE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O.KTZE.**

CURITIBA, 2014

RENATO GARCIA RODRIGUES

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ROEDORES E SUA RELAÇÃO COM
A PRESENÇA DE *Araucaria angustifolia* (BERT.)O.KTZE.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná

Orientadora: Prof. Dr^a. Lucélia Donatti

CURITIBA, 2014

SUMÁRIO

Resumo	1
Abstract	3
Introdução Geral	4
Referências Bibliográficas	6
Capítulo I: Variações temporais na estrutura da comunidade de roedores sob influência da disponibilidade de sementes de <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze, em uma área subtropical do Brasil.	8
Resumo	8
Abstract	9
Introdução	10
Métodos	12
<i>Área de Estudo</i>	12
<i>Delineamento amostral</i>	13
<i>Análise de Dados</i>	15
Resultados	18
Discussão	26
Referências Bibliográficas	31
Capítulo II: Alterações no uso de micro-habitat por roedores em decorrência da disponibilidade de sementes de <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze.	36
Resumo	36
Abstract	37
Introdução	38
Métodos	40
<i>Área de Estudo</i>	40
<i>Delineamento amostral</i>	41
<i>Análise de Dados</i>	42
Resultados	46
Discussão	51
Referências Bibliográficas	56
Apêndice 1: Lista de modelos lineares	62

Relação de Figuras

- Figura 1.1- localização da Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná localizada no sul do Brasil (A), está inserida numa região próxima às áreas de várzea do Rio Iguaçu numa paisagem caracterizada por diferentes culturas agrícolas e fragmentos de Floresta com Araucária (B). A Estação Experimental possui aproximadamente 32 hectares e foi subdividida em três áreas (I, II e III) representando diferentes estruturas vegetacionais baseadas na densidade de *A. angustifolia*, onde foram instalados os sistemas de captura (C).....14
- Figura 1.2- Valores de diversidade “*PIE*” nas três áreas amostrais na Estação Experimental da UFPR. Círculos fechados representam o período sem disponibilidade de sementes de *A. angustifolia* e círculos abertos o período com disponibilidade de sementes. Área I: alta densidade de *A. angustifolia*; Área II: média densidade de *A. angustifolia*; Área III: baixa densidade de *A. angustifolia*.....22
- Figura 1.3- Abundâncias por unidade de esforço (escala logarítmica) das espécies de roedores encontrados nas três áreas amostradas na Estação Experimental da UFPR durante as 17 sessões de captura. A disponibilidade de pinhão ocorreu entre os meses de abril (sessão 7) e agosto (sessão 11).....24
- Figura 1.4- Representação da estrutura da comunidade pela curva de abundância ranqueada para as três áreas amostradas na Estação Experimental da UFPR. Triângulos representam o período sem disponibilidade de sementes de *A. angustifolia* e círculos representam o período com oferta das sementes.....25
- Figura 2.1- Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná localizada no sul do Brasil (A), está inserida numa região próxima as áreas de várzea do Rio Iguaçu numa paisagem caracterizada por diferentes culturas agrícolas e fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (B). A Estação Experimental possui aproximadamente 32 hectares e foi subdividida em três áreas (I, II e III) representando diferentes estruturas vegetacionais baseadas na densidade de *A. angustifolia*, onde foram instalados os sistemas de captura (C).....42
- Figura 2.2- Abundâncias relativas (indivíduos/noite) das espécies de roedores da Estação Experimental da UFPR durante 17 sessões de captura. A disponibilidade de pinhão ocorreu entre os meses de abril (sessão 7) e agosto (sessão 11).....47
- Figura 2.3- Intensidade de uso (Kernel fixo $h=10$) de *A. montensis* nas três fitofisionomias presentes da Estação Experimental da UFPR ao longo dos cinco períodos relacionados a oferta de sementes de *A. angustifolia*.48
- Figura 2.4- Intensidade de uso (Kernel fixo $h=10$) de *O. nigripes* nas três fitofisionomias presentes da Estação Experimental da UFPR ao longo dos cinco períodos relacionados a oferta de sementes de *A. angustifolia*.49

Relação de Tabelas

Tabela 1.1- Variação no número e proporção de capturas totais, de indivíduos capturados e de recapturas por espécie nos dois sistemas de armadilhas instalados na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, Brasil.	19
Tabela 1.2- Comparação entre os dois sistemas de armadilhas utilizados na Estação Experimental da UFPR quanto à massa e o tamanho corporal médio dos indivíduos capturados de <i>A. montensis</i> e <i>O. nigripes</i>	19
Tabela 1.3- Resultados da ANOVA dois fatores (disponibilidade e área mais interação) para diversidade, abundâncias ranqueadas e abundância das duas espécies mais frequentes. Os valores significativos estão representados em negrito	21
Tabela 2.1- Divisão de períodos relacionados a disponibilidade de sementes de <i>A. angustifolia</i> entre setembro de 2003 e março de 2005. Todos os períodos possuem três sessões de captura com exceção do período onde ocorreu a disponibilidade de pinhões denominado “ <i>disponibilidade</i> ”.	43
Tabela 2.2- Descrição das variáveis de micro-habitat mensurados na Estação Ecológica da UFPR e utilizadas para construção dos modelos lineares para intensidade e uso de <i>A. montensis</i> e <i>O. nigripes</i> , as variáveis foram agrupadas segundo suas características.	45
Tabela 2.3- Índice de dispersão de Morisita (I_d) e valor de significância (p) para as duas espécies mais abundantes por período relacionado a disponibilidade de pinhão, em cada uma das três fitofisionomia encontradas na Estação Experimental da UFPR. Valores significativos ($\alpha=0,05$) estão destacados em negrito.	47
Tabela 2.4- Modelos lineares de intensidade de uso selecionados para de <i>A. montensis</i> e <i>O. nigripes</i> na Estação Experimental da UFPR considerando o conjunto total de dados e subdivididos em relação a disponibilidade ou não de pinhões. As variáveis de micro-habitat (descritas na Tabela 2) contidas em cada modelo são seguidas pelo sinal de cada termo indicando a natureza da correlação. Variação de AIC_c (ΔAIC_c) a partir do modelo mais plausível, graus de liberdade (df) e peso explicativo (w).	51

Resumo

As causas das variações temporais na abundância de roedores e, conseqüentemente, na estrutura da comunidade ainda não são claras, sendo tratadas de forma superficial e geralmente atribuídas a sazonalidades climáticas e períodos reprodutivos. Além disso, os fatores extrínsecos que influenciam no modo como espécies diferentes de roedores coexistem e utilizam o habitat ainda são pouco entendidos. A oferta de recursos alimentares sazonais e em grande quantidade possui forte influência nas alterações populacionais e grande capacidade de modificar as relações entre diferentes espécies de roedores e seu micro-habitat. Contudo, é raro a identificação de um evento ou item alimentar em específico como agente motivador dessas variações. Na região sul do Brasil, uma espécie conhecida por disponibilizar grande quantidade de sementes no chão da floresta, é a gimnosperma *Araucaria angustifolia*. Suas sementes, conhecidas como pinhões, constituem importante recurso alimentar para aves e roedores, pois são dispersas durante o inverno, período pelo qual ocorre uma queda na produção de frutos zoocóricos na floresta. Dessa forma, áreas com altas densidades de *A. angustifolia* podem ao mesmo tempo tornar o chão da floresta altamente atrativo para roedores no período de dispersão de suas sementes, como também serem pouco atraentes quando esse recurso não é ofertado, devido a sua relação negativa com outras espécies arbóreas. Assim, através do estudo de captura, marcação e recaptura avaliamos as variações espaciais e temporais no uso do hábitat e na composição e estrutura da comunidade de roedores durante os períodos com e sem oferta de sementes de *A. angustifolia*. Também verificamos se as possíveis variações na comunidade de roedores e na distribuição espacial de suas espécies em micro escala são influenciadas por diferentes densidades de *A. angustifolia*. O local de estudo escolhido foi a Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, município de São João do Triunfo, no sul do Brasil, onde foram selecionadas três fitofisionomias diferenciadas por parâmetros fitossociológicos e pela estrutura populacional das araucárias. Os resultados estão divididos em dois capítulos, o primeiro avalia, numa escala temporal e espacial, a influência da oferta de pinhão na estrutura da comunidade, e o segundo analisa as possíveis variações no uso do habitat diante dos períodos com e sem oferta desse recurso alimentar. No geral foram amostradas cinco espécies de roedores: *Akodon montensis*, *Thaptomys nigrita*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oligoryzomys flavescens* e *Sooretamys angouya*. A espécie dominante durante todo o estudo foi *A. montensis*, a qual foi responsável pela maior abundância em todas as sessões e em todas as áreas amostradas. A disponibilidade de sementes de araucária aumenta a diversidade independente da área, quando a representatividade da maior abundância diminuiu significativamente em relação ao período sem a oferta desse recurso. Foi possível avaliar parâmetros de uso de habitat para as duas espécies mais abundantes, *A. montensis* e *O. nigripes*. De forma geral, as duas espécies apresentaram distribuição espacial aleatória e alteraram o uso do habitat durante o período de oferta de pinhões, embora durante o período de disponibilidade de pinhões elas se mostrem agregadas na área com maior densidade de *A. angustifolia*. Em nosso estudo, a disponibilidade de pinhões no solo da floresta afetou a comunidade

de roedores aumentando sua diversidade, alterando sua composição, diminuindo a dominância. Além disso, influenciou na utilização de habitat pelos roedores, onde durante a oferta de sementes *O. nigripes* intensificou o uso em locais com maior estrutura de vegetação herbácea e *A. montensis* intensificou o uso em pontos com menor cobertura de dossel.

Palavras chave: Roedores, araucária, diversidade, micro-habitat

Abstract

The causes of temporal variations in the abundance of rodents and community structure are complex, discussed superficially and generally attributed to climate seasonality and reproductive periods. Furthermore, the extrinsic factors that affect how different rodent species coexist and habitat use are not very well understood. The availability of large quantities of seasonal food resources has a strong influence on population changes and can modify the relationships between rodents and their microhabitat. However, it is difficult to identify an event or specific food items as motivator of these variations. In Southern Brazil, the gymnosperm *Araucaria angustifolia* provides a large amount of seeds on the forest floor. These seeds are an important food source for birds and rodents because they are dispersed during the winter when the production of zoochore fruits in the forests are decreased. Thus, areas with high densities of *A. angustifolia* while that offer lots of food for rodents resource, may not be attractive at the same intensity when this feature is not available. Spatial and temporal variations in habitat use and the composition and structure of rodent community were evaluate during periods with and without supply of Brazilian pine seeds through the study of capturing, marking and recapturing. Also check if the possible variations in the rodent community and the spatial distribution of its species in micro scale are influenced by different densities of *A. angustifolia*. The study was conducted at the Experimental Station of the Federal University of Paraná, São João do Triunfo, where three different areas were selected by phytosociological parameters and population structure of Brazilian pine. The results are presented in two chapters, first evaluates a temporal and spatial scale, the influence of seeds` supply in community structure, and the second examines possible variations in habitat use on the periods with and without supply of this food resource. Five species of rodents were sampled: *Akodon montensis*, *Thaptomys nigrita*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oligoryzomys flavescens* e *Sooretamys angouya*. *A. montensis* was the species dominant and responsible for greater abundance in all sessions and in all sampled areas. The availability of Brazilian pine seeds increased the diversity when the representativeness of the greater abundance decreased significantly over the period without offering this feature. It was possible to evaluate parameters of habitat use for the two most abundant species, *A. montensis* e *O. nigripes*. In general, these two species, during the period of seeds`availability, had a random spatial distribution, they aggregated in the area *A. angustifolia* highest density. The results showed that the supply of seeds in the soil forest affected the rodents` community increasing its diversity, by changing its composition and decreasing dominance. In addition, the two species changed the habitat use during the period of seeds` offer. *O. nigripes* used the herbaceous stratum were seeds are available and *A. montensis* intensified use in locations where canopy cover were lower than others.

Key words: rodents, araucaria, diversity, microhabitat

Introdução Geral

A resposta dos roedores ao incremento de recurso alimentar pode variar entre diferentes escalas, o que pode causar aumento da densidade de espécies raras, além de um incremento na riqueza como consequência da imigração de espécies de diferentes setores para a região com maior disponibilidade de recurso (Orland e Kelt, 2007). Assim, essa disponibilidade, muitas vezes sazonal, pode alterar o uso do habitat de algumas espécies, fazendo com que estas passem a utilizar áreas com atributos distintos àqueles anteriormente utilizados (Anderson et al., 2006; Sokolova et al., 2014). Logo, o recurso alimentar é considerado como um elemento chave para o entendimento dos processos ecológicos na estrutura de comunidades e no uso do hábitat por pequenos roedores, uma vez que pode afetar a dominância, a agregação, promover imigração, além de afetar a territorialidade e a organização social (Ostfeld, 1990; Rosário et al, 2008; Sundell et al. 2012; Rémy et al., 2014a,b).

Quando a oferta de alimentos tem sua origem em propágulos vegetais, a alteração na densidade de roedores pode trazer mudanças no recrutamento e, conseqüentemente, na distribuição populacional das espécies vegetais que disponibilizaram esse recurso, uma vez que roedores agem tanto como predadores quanto dispersores de sementes (Forget e Milleron, 1991; DeMattia et al., 2004; Gómez et al., 2007). Dessa forma, o entendimento sobre essa interação traz importantes contribuições para compreensão da dinâmica e distribuição de algumas espécies vegetais (DeMattia et al., 2004).

Na região subtropical brasileira onde ocorre a formação florestal úmida conhecida Floresta com Araucária, anualmente é ofertada uma grande quantidade de sementes de grande potencial energético (Mattos, 2011). Essas sementes, conhecidas genericamente como pinhões, são dispersas pela gimnosperma *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze, espécie arbórea dominante que constitui o estrato emergente da floresta (Souza, 2007) podendo alcançar mais de 30 metros de altura (Sanquetta et al., 2001; Chassot et al., 2011). Embora seja a mais abundante dentre as espécies arbóreas, não apresenta distribuição homogênea principalmente entre indivíduos jovens, possuindo maior densidade em locais que apresentem certo grau de distúrbio (Souza et al., 2008).

A disponibilidade das sementes de araucária para os roedores não ocorre de forma igualitária no tempo e no espaço. O ciclo reprodutivo da araucária leva em média 24 meses e a quantidade de sementes produzidas varia sazonalmente e localmente (Mantovani et al., 2004; Figueiredo Filho et al., 2011). O período de dispersão dos pinhões ocorre no outono e principalmente no e inverno, quando as sementes estão disponíveis no solo e há uma expressiva diminuição na produção de frutos zoocóricos, representando uma importante fonte de alimento para mamíferos e aves (Mantovani et al., 2004; Paise e Vieira, 2005; Souza et al., 2010). Os roedores são considerados nesse contexto, importantes agentes predadores e dispersores das sementes de *Araucaria angustifolia* (Bordignon e Monteiro-Filho, 2000; Guglielme e Ganade, 2006; Vieira et al. 2006; Iob e Vieira, 2008), dessa forma, a araucária pode agir como elemento importante no modo como roedores se relacionam com o ambiente.

Assim, o presente estudo traz uma avaliação da influência de *Araucaria angustifolia* na estrutura da comunidade e no uso do habitat de pequenos roedores num fragmento florestal que apresenta diferentes fitofisionomias, possibilitando avaliar não só a disponibilidade sazonal das sementes de araucária, mas também a existência de padrões espaciais em pequena escala vinculados a densidade dessa espécie.

O estudo norteia seus objetivos nos seguintes questionamentos: (i) a oferta sazonal dos pinhões no solo da floresta altera a composição, a diversidade e a estrutura da comunidade de roedores? (ii) caso ocorram, essas alterações respondem a variações espaciais relacionadas à densidade de araucárias? (iii) A presença de indivíduos fêmeas de Araucária afeta a distribuição em microescala dos roedores durante o período de disponibilidade de suas sementes? (iv) Quais variáveis de micro-habitat podem influenciar os padrões de utilização de habitat das espécies de roedores na área? (v) Roedores alteram seu modo de utilização do habitat durante o período de disponibilidade de pinhão?

Para isso dividimos o presente trabalho em dois capítulos:

Capítulo I - Variações temporais na estrutura da comunidade de roedores sob influência da disponibilidade de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, em uma área subtropical do Brasil.

Capítulo II - Alterações no uso de micro-habitat por roedores em decorrência da disponibilidade de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.

Referências Bibliográficas

- Anderson, C. S., Meikle, D. B., Cady, A. B. e Schaefer, R. L. 2006. Annual Variation in Habitat Use by White-footed Mice, *Peromyscus leucopus*: The Effects of Forest Patch Size, Edge and Surrounding Vegetation Type. *The Canadian Field-Naturalist* 120: 192-198.
- Bordignon, M. O. e Monteiro-filho, E. L. A. 2000. O papel do serelepe *Sciurus ingrami* Thomas, 1901 como dispersor do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar*. 3(2): 139-144.
- Chassot, T., Fleig, F. D., Finger, C. A. G. e Longhi, S. J. 2011. Modelos de crescimento em diâmetro de árvores individuais de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em Floresta Ombrófila Mista. *Ciência Florestal*. 21 (2): 303-313.
- DeMattia, E. A., Curran, L. M., e Rathcke, B. J. 2004. Effects of small rodents and large mammals on Neotropical seeds. *Ecology*, 85(8): 2161-2170.
- Figueiredo-Filho, A., Orellana, E., Nascimento, F., Dias, A. N. e Inoue, M. T. 2011. Produção de sementes de *Araucaria angustifolia* em plantio e em floresta natural no centro-sul do Estado do Paraná. *Floresta* 41(1): 155-162.
- Forget, P. M., e Milleron, T. 1991. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panama. *Oecologia*. 87(4): 596-599.
- Gómez, J. M., Puerta-Piñero, C. e Schupp, E. W. 2007. Effectiveness of rodents as local seed dispersers of Holm oaks. *Oecologia* 155(3): 529-537.
- Guglielme, I. e Ganade, G. 2006. Predação de sementes afetando a distribuição de indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao longo de uma borda de floresta com campo. *Neotropical Biology and Conservation*. 1(2): 62– 71.
- Job, G. e Vieira, E. M. 2008. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and ‘large’ mammals. *Plant Ecol*. 198:185–196.
- Mantovani, A., Morellato, L.P.C. e Reis, M.S. 2004. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Revista Bras. de Botânica* 27: 787-796
- Mattos, J.R. 2011 O pinheiro brasileiro. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2011. 700p.
- Ostfeld, R. S. 1990. The Ecology of Territoriality in Small Mammals. *TREE* 5(12): 411-415.
- Paise, G. e 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 (3): 615-625.
- Rosário, I. T, Cardoso, P. E., Mathias, M. L. 2008. Is habitat selection by the Cabrera vole (*Microtus cabrerai*) related to food preferences? *Mammalian biology* 73: 423–429.
- Sanquetta, C. R., Pizzatto, W., Netto, S. P. Eisfeld, R. L. e Figueiredo-Filho, A. 2001. Estrutura vertical de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. *Revista de Ciências Exatas e Naturais* 3(1): 59-73.

- Sokolova, N. A., Sokolov, A. A., Ims, R. A., Skogstad, G., Lecomte, N., Sokolov, V. A., Yoccoz, N. G., Ehrlich, D. 2014. Small rodents in the shrub tundra of Yamal (Russia): Density dependence in habitat use? *Mammalian Biology* 79: 306–312.
- Souza, A. F. 2007. Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: The case of *Araucaria angustifolia* in South America. *Austral Ecology*. 32: 524– 533.
- Souza, A. F., Forgiarini, C., Longhi, S. J. e Brena, D. A. 2008. Regeneration patterns of a long-lived dominant conifer and effects of logging in Southern South America. *Acta Oecologica*. 34: 221-232.
- Sundell, J., Church, C. e Ovaskainen, O. 2012. Spatio-temporal patterns of habitat use in voles and shrews modified by density, season and predators. *Journal of Animal Ecology* 81: 747–755.
- Rémy, A., Galliard, J. F. L., Odden, M e Andreassen, H. P. 2014a. Concurrent effects of age class and food distribution on immigration success and population dynamics in a small mammal. *Journal of Animal Ecology* 83(4): 813-822.
- Rémy, A., Odden, M., Richard, M., Stene, M. T., Galliard, J. F. L., e Andreassen, H. P. 2014b. Food distribution influences social organization and population growth in a small rodent. *Behavioral Ecology* 24(4): 832-841.
- Vieira, E. M., Paise, G. e Machado, P. H. D. 2006. Feeding of small rodents on seeds and fruits: a comparative analysis of three species of rodents of the Araucaria forest, southern Brazil. *Acta Theriologica*. 51 (3): 311– 318.

Capítulo I: Variações temporais na estrutura da comunidade de roedores sob influência da disponibilidade de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, em uma área subtropical do Brasil.

Renato Garcia Rodrigues, Lucelia Donatti, Emygdio L. A. Monteiro-Filho

Resumo

Variações temporais na abundância de roedores e, conseqüentemente, na estrutura da comunidade são bem documentadas. Entretanto, as causas dessas mudanças não são claras sendo tratadas de forma superficial e geralmente atribuídas a sazonalidades climáticas e períodos reprodutivos. A oferta de alimentos também é citada como causa de alterações populacionais, mas é raro a identificação de um evento ou item alimentar em específico como agente motivador dessas variações. Nas florestas úmidas com alta diversidade, devido a grande amplitude de recursos disponíveis aos roedores, essa identificação se torna um exercício de grande complexidade. Contudo, nas florestas subtropicais úmidas da região sul do Brasil, caracterizadas por baixas temperaturas no inverno e uma menor riqueza vegetal, a espécie arbórea dominante *Araucaria angustifolia* é responsável por disponibilizar anualmente uma grande quantidade de sementes que servem de importante recurso alimentar para médios e pequenos mamíferos. Assim, através do estudo de captura, marcação e recaptura avaliamos as variações temporais na composição e estrutura da comunidade de roedores durante os períodos com e sem oferta de sementes de *A. angustifolia*. Também verificamos se as possíveis variações na comunidade de roedores são influenciadas por diferentes densidades dessa espécie. O local de estudo escolhido foi a Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, município de São João do Triunfo, onde foram selecionadas três fitofisionomias diferenciadas por parâmetros fitossociológicos e pela estrutura populacional das araucárias. As capturas foram realizadas utilizando dois sistemas: armadilhas ativas e armadilhas de interceptação e queda (*pitfall*). Foram amostradas cinco espécies de roedores: *Akodon montensis*, *Thaptomys nigrita*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oligoryzomys flavescens* e *Sooretamys angouya*. A espécie dominante durante todo o estudo foi *A. montensis*, a qual foi responsável pela maior abundância em todas as sessões e em todas as áreas amostradas. *S. angouya*, uma espécie escansorial, semi-arborícola, foi capturada nas três fitofisionomias apenas durante o período de disponibilidade de pinhão. Nas áreas onde as araucárias estão presentes em maior quantidade, houve uma marcada sazonalidade nos valores de diversidade, com sua elevação coincidindo com o primeiro mês de dispersão das sementes de araucária. Durante o período de disponibilidade de pinhão, a representatividade da maior abundância diminuiu significativamente em relação ao período sem a oferta desse recurso. A disponibilidade de pinhão pode afetar a utilização de

habitat pelos roedores, fazendo com que estes utilizem com maior frequência o estrato baixo da floresta em busca desse recurso, possibilitando sua captura. Logo, a disponibilidade de pinhões no solo da floresta afetou a comunidade de roedores aumentando sua diversidade, alterando sua composição e diminuindo a dominância. A disponibilidade de pinhões afetou toda área de estudo, não ficando restrito apenas aos setores onde a presença de araucária é maior. Dessa forma, nosso estudo contribui para uma tentativa de descrever um padrão mais geral de alterações locais na comunidade de roedores, auxiliando na elucidação da relação araucária/roedores.

Palavras- chave: Roedores, Floresta de Araucária, diversidade

Abstract

Temporal changes in the abundance of rodents and community structure are well studied. However, the causes of these changes are not well understood, and are discussed superficially and generally attributed to climate seasonality and reproductive periods. The food supply is also cited as a cause of population changes, but it is rare to identify an event or specific food items as motivating these variations agent. In forests with high diversity due to the wide range of available resources rodents, this identification becomes an exercise of great complexity. However, in the humid subtropical forests`Brazil southern , characterized by low temperatures in winter and less vegetation, the dominant tree species *Araucaria angustifolia* is responsible for providing a large amount of seeds that are an important food resource annually for medium and small mammals. Thus, through the study of capturing, marking and recapturing evaluate temporal variations in the composition and structure of rodent community during periods with and without supply of *A. angustifolia* seeds. Also check if the possible variations in the rodent community are influenced by different densities of this species. The study was conducted at the Experimental Station of the Federal University of Paraná, São João do Triunfo, where three different areas were selected by phytosociological parameters and population structure of Araucaria. Two capture systems: active traps and pitfall traps and fall (pitfall) were used. Five species of rodents were sampled: *Akodon montensis*, *Thaptomys nigrita*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oligoryzomys flavescens* e *Sooretamys angouya*. *A. montensis* was the species dominant and responsible for greater abundance in all sessions and in all sampled areas. *S. angouya*, semi arboreal species, was captured in the three vegetation types only during the period of pinion`s availability. In areas where pines are present in larger quantities, there was a seasonality in the values of diversity, with its elevation coinciding with the first month of Araucaria`s seed dispersal. During the period of pinion`s availability, the representativeness of the greater abundance decreased significantly in relation to the period without resource. The availability of pinion can affect how rodents use the habitat, using more frequently the lower stratum of the forest, allowing his capture. Therefore, the supply of pinion`s

forest soil affected the rodents` community increasing its diversity, by changing its composition and decreasing dominance.

Keywords: Araucaria Forest, Rodents, Community Ecology

Introdução

Populações naturais de roedores apresentam grandes variações temporais em sua densidade relacionadas, principalmente, com padrões climáticos, períodos reprodutivos, presença de predadores, competidores e oferta de alimentos (Anderson e Erlinge 1977; Taitt e Krebs 1981; Brown e Munger 1985; Kenagy e Barnes 1988; Mares e Ernest 1995; Kelt 1999; Turchin e Batzli 2001; Jordão et al. 2010; Prevedello et al. 2013).

Tais fatores comumente estão de forma direta ou indireta relacionados, o que pode confundir a importância de cada um na geração dos padrões populacionais. Assim, estudos experimentais centrados na manipulação de um ou mais fatores, principalmente recursos alimentares e presença de predadores, trouxeram importantes informações sobre os ciclos populacionais e também sua influência sobre a estrutura da comunidade de roedores (Brown e Munger 1985; Orland e Kelt 2007).

A resposta dos roedores ao incremento de recurso alimentar pode variar entre diferentes escalas, o que pode causar um aumento de densidade de espécies raras, além de um aumento na riqueza como consequência da imigração de espécies de diferentes setores para a região com maior disponibilidade de recurso (Orland e Kelt 2007). Além disso, dependendo se a população é aberta ou fechada, as mudanças nas densidades de roedores causadas por elevações na oferta de alimentos podem estar relacionadas principalmente a imigração e a presença de predadores (Prevedello 2013).

Quando a oferta de alimentos tem sua origem em propágulos vegetais, a alteração na densidade de roedores pode trazer alterações no recrutamento e consequentemente na distribuição populacional futura das espécies vegetais que disponibilizaram esse recurso, uma vez que roedores agem tanto como predadores quanto dispersores de sementes (Forget e Milleron 1991; DeMattia et al. 2004; Gómez et al. 2007). Dessa forma, o entendimento sobre essa interação traz importantes

contribuições para compreensão da dinâmica e distribuição de algumas espécies vegetais (DeMattia et al. 2004).

A atuação de roedores como importantes agentes predadores e dispersores de sementes é reportada para a mais representativa gimnosperma brasileira, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze. (Bordignon e Monteiro-Filho 2000; Guglielme e Ganade 2006; Vieira et al. 2006; Iob e Vieira 2008). Essa espécie está distribuída nos planaltos subtropicais brasileiros no sul do país e em altitudes elevadas no sudeste, devido a sua destacada representatividade, empresta seu nome à formação florestal (Leite e Klein 1990) denominada Floresta com Araucária ou Floresta Ombrófila Mista. A Floresta com Araucária, que já cobriu cerca de 200.000 Km² do território brasileiro, atualmente possui aproximadamente 2% de sua área total em bom estado de conservação (Koch e Corrêa 2002) e no Estado do Paraná, onde foi realizado esse estudo, resta apenas 0,8% de área considerada conservada (Castella e Brites 2004).

A Araucária dispersa anualmente grandes quantidades de sementes (também conhecidas como pinhão), iniciando em meados do outono e durante todo o inverno (Mantovani et al., 2004), momento em que ocorre uma diminuição na temperatura e também na disponibilidade de frutos zoocóricos (Paise e Vieira, 2005). O ciclo reprodutivo dessa espécie é lento, podendo durar 24 meses entre a polinização e a maturação das sementes e a quantidade de sementes pode variar tanto regionalmente quanto temporalmente (Mantovani et al., 2004; Figueiredo Filho et al., 2011). A araucária, embora seja a mais abundante dentre as espécies arbóreas, não apresenta distribuição homogênea principalmente entre indivíduos jovens, possuindo maior densidade em locais que apresentem certo grau de distúrbio (Souza et al., 2008).

Por todas essas características, a disponibilidade das sementes de araucária para os roedores não ocorre de forma igualitária no tempo e no espaço. Assim, esse estudo objetivou avaliar a influência dessa oferta de alimento na comunidade de roedores numa escala temporal e espacial, relacionando essa comunidade à estrutura vegetacional a partir de diferentes densidades de araucárias. Para isso, norteamos nossas avaliações em dois questionamentos: (i) a oferta sazonal dos pinhões no solo da floresta altera a composição, a diversidade e a estrutura da comunidade de roedores? (ii) caso ocorram, essas alterações respondem a variações espaciais relacionadas à densidade de araucárias?

Métodos

Área de Estudo

Este estudo foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná localizada no município de São João do Triunfo (25°41'20"S 50°09'47"W), apresenta uma área de 32 hectares de vegetação nativa situada em uma região de exploração florestal e culturas anuais próximas às áreas de várzea do Rio Iguaçu (Muller, 1986) (Figura 1/A,B). O clima predominante na região, segundo a Classificação Climática de Köppen, é do tipo Cfb (subtropical úmido mesotérmico), com temperatura média anual de 17 °C e caracterizado por clima subtropical sempre úmido com chuvas abundantes no verão. Os verões são frescos com temperatura média de 22°C durante o mês mais quente, e o inverno apresenta mais de cinco geadas noturnas por ano. Por não possuir estação seca, a precipitação média anual é elevada, encontrando-se em torno de 1.526 mm (Schaaf, 2006; dados coletados na área de estudo).

A vegetação da área de estudo caracteriza-se como pertencente à Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária. Esta composição florestal é caracterizada pela associação da *Araucaria angustifolia* com diferentes grupos de espécies, como imbuia [*Ocotea porosa* (Mez.) L.Barroso], erva-mate [*Ilex paraguayensis* (St.Hil)] e vários membros das famílias Lauraceae e Myrtaceae (Longhi, 1980). A Estação Experimental é composta de 33 talhões de aproximadamente um hectare cada e possui histórico de utilização recente, com corte de araucárias de grande porte até 1972, exploração de erva mate (antes de 1972), incêndio em 1982 afetando quatro talhões e exploração e poda de erva-mate em 1983. A partir desta data não houve intervenções humanas de grande intensidade (Schaff et al., 2006).

Essas alterações formaram um mosaico composto por diferentes fitofisionomias, onde a presença das araucárias é mais intensa nas áreas de maior histórico de uso, enquanto áreas com pouca ou nenhuma araucária apresentam uma maior densidade de espécies das famílias Lauraceae e Myrtaceae. Assim, foi possível distinguir na Estação Experimental três diferentes áreas relacionadas a densidade de araucárias adultas.

Delineamento amostral

Foram instalados em cada fitofisionomia um sistema amostral com 40 armadilhas ativas, metálicas de arame galvanizado com 45cm x 25cm x 25cm, distribuídas em estações equidistantes 16 metros uma das outras formando uma grade de 5 colunas e 8 linhas e cobrindo uma área de 0,71 hectares (Figura 1C). No total, as três grades receberam juntas 120 armadilhas armadas no primeiro dia e iscadas com bananas, milho e óleo de fígado de bacalhau. Também foram construídos seis conjuntos de armadilhas de interceptação e queda (pitfall) distribuídas em dois conjuntos por fitofisionomia. Cada conjunto consistiu de quatro baldes de 60L enterrados equidistantes 12,5 metros, com suas aberturas transpassadas por uma lona montada verticalmente formando uma linha de 55 metros de comprimento. Assim como as armadilhas ativas, as armadilhas de interceptação e queda foram abertas no primeiro dia e verificadas diariamente ao amanhecer.

Para descrever e diferenciar as três fitofisionomias foram utilizados parâmetros fitossociológicos descritos por Scahff et al. (2006) e Lana (2013) e a estrutura populacional das araucárias em cada uma dessas áreas, disponibilizadas por Valente et al. (2010). A “Área I” foi caracterizada pela predominância de araucárias adultas no dossel, com 47 indivíduos presentes na grade de armadilhas ativas, sendo 23 fêmeas e 24 machos além de uma densidade geral de 132ind/ha e dominância relativa de aproximadamente 68% entre as espécies arbóreas com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) igual ou superior a 20cm.

A “Área II”, caracterizada por apresentar estrato arbóreo com presença de araucárias adultas, sendo 38 indivíduos presentes na grade de armadilhas ativas, 14 fêmeas e 24 machos, com distribuição agregada, além de uma densidade geral de 97 ind/ha e uma dominância relativa de aproximadamente 36%. Nessa área também ocorrem espécies arbóreas de maior porte com maiores valores de importância. Por fim, a “Área III” é descrita com ocorrência baixa de araucárias possuindo sete indivíduos adultos presentes na grade de armadilhas ativas, sendo uma fêmea e seis machos com distribuição agregada. De forma geral a área apresenta densidade aproximada de 48ind/ha e dominância de 28%, entretanto, tais avaliações nessa área foram geradas com nível de inclusão de 10cm DAP (Lana, 2013).

Os esforços de captura ocorreram durante cinco noites consecutivas ao longo de 14 e quatro noites durante as últimas três sessões, totalizando 17 sessões de captura entre setembro de 2003 e março de 2005. O intervalo entre sessões foi de 30 dias com exceção do intervalo entre novembro e janeiro de 2003/2004 e, no mesmo período de 2004/2005. Nessas ocasiões o intervalo foi de aproximadamente 45 dias.

Todos os roedores capturados foram submetidos a procedimentos de marcação através de brincos numerados (National Band and Tag Co.), avaliados quanto ao sexo e período reprodutivo, medidos e soltos no mesmo ponto. A execução desse estudo foi registrado no IBAMA sob processo nº 02017.008381/2003-72.

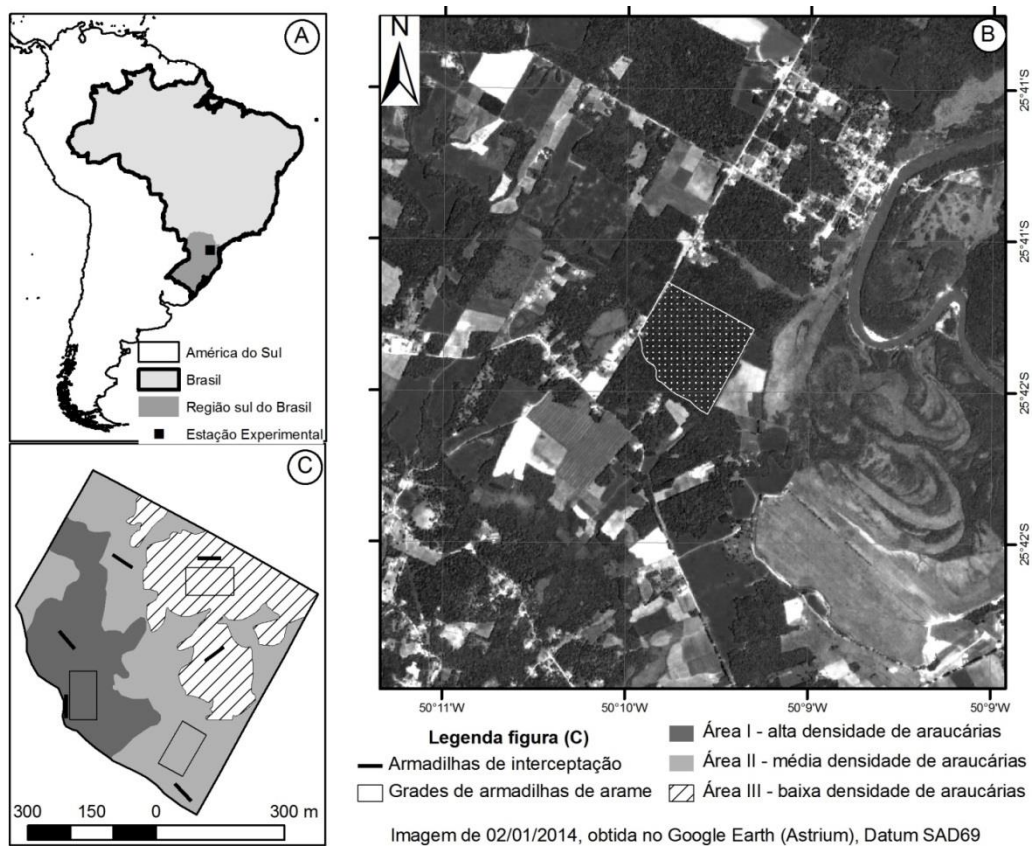


Figura 1.1- localização da Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná localizada no sul do Brasil (A), está inserida numa região próxima às áreas de várzea do Rio Iguaçu numa paisagem caracterizada por diferentes culturas agrícolas e fragmentos de Floresta com Araucária (B). A Estação Experimental possui aproximadamente 32 hectares e foi subdividida em três áreas (I, II e III) representando diferentes estruturas vegetacionais baseadas na densidade de *A. angustifolia*, onde foram instalados os sistemas de captura (C).

O sucesso de capturas de roedores foi avaliado separadamente para os dois sistemas de armadilhas (armadilhas ativas e armadilhas de interceptação e queda). A eficiência de cada sistema em relação à captura de diferentes tamanhos e massa de roedores foram verificadas através do teste *t*-student para as espécies capturadas nos diferentes sistemas e que possuíram abundâncias para tal abordagem.

A riqueza de espécies esperada para a área foi estimada através do método *Chao 1* (Chao, 1984), onde através de dados de abundância, é realizada uma estimativa do número de espécies não amostradas, baseada no número observado de espécies representadas por um e por dois indivíduos. Também estimamos a riqueza através do índice *Jackknife 1* que estima a riqueza baseada em dados de ocorrência tendo por base o número de espécies ocorrendo em apenas uma amostra (Magurran, 2004). As estimativas de riqueza para os dois métodos foram calculadas no software EstimateS (Colwell, 2013).

A diversidade foi calculada através do índice *PIE* ou Probabilidade de Encontros Interspecíficos (Equação 1) (Hurlbert, 1971). Trata-se de um índice de equidade simples que não apresenta problemas com premissas de difícil atendimento, por exemplo, a necessidade de todas as espécies estarem representadas numa amostra (premissa do índice Shannon-Wiener). Também não é sensível ao tamanho amostral ou à riqueza de espécies (como a maior parte dos índices mais utilizados) e possui valores probabilísticos de fácil compreensão. O índice *PIE* pode ser entendido de forma simples como: a probabilidade de retirar aleatoriamente um segundo indivíduo do total amostrado e ele ser de uma espécie distinta da primeira (Olszewski, 2004; Gotelli, 2008). Embora apresente vantagens, por ser um dos mais explicativos índices de diversidade, ele é raramente utilizado (Rambo e Faeth, 1999; Hamilton, 2005).

$$PIE = \left(\frac{N}{N-1}\right) \cdot (1 - \sum_{n=1}^S (p_i)^2) \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: *N* é o número total de indivíduos da amostra, *S* é a riqueza e *p_i* é a abundância relativa da espécie *i*.

Considerando que a oferta de pinhões é sazonal, subdividimos nossos dados em dois períodos distintos. O primeiro deles, denominado “sem disponibilidade” agrupa os dados das seis sessões de captura realizadas anteriormente à disponibilidade do pinhão (setembro de 2003 – março de 2004), além das seis sessões subsequentes (setembro de 2004 – março de 2005). O segundo período agrupa os dados do momento em que ocorre a dispersão autocórica das sementes da araucária, momento em que essas se tornam disponíveis no solo da floresta (abril de 2004 – agosto de 2004), chamamos esse período de “disponibilidade”. Além da variação temporal, a disponibilidade de pinhões também varia espacialmente devido às diferentes densidades de araucárias fêmeas adultas nas três fitofisionomias amostradas.

A influência da variação temporal e espacial decorrente da oferta de pinhões sobre a diversidade de roedores para as três áreas amostradas foi avaliada através de Anova bifatorial (com dados transformados para arco-seno) para experimentos não balanceados (Langsrud, 2003), onde também foi avaliada a significância da interação entre os fatores (disponibilidade de pinhões e fitofisionomia). Essa interação causa um aumento da complexidade analítica, entretanto, pode demonstrar importantes padrões e significados biológicos (Gotelli e Ellison, 2011). A hipótese nula testada foi de não existência de interação entre os fatores, sendo a hipótese alternativa (existência da interação) elaborada como: a variação da diversidade ocorreu entre as áreas com predominância e pouca ocorrência de araucária durante o período de disponibilidade de pinhão. No caso da hipótese nula referente à interação entre os fatores não ser rejeitada, a análise prossegue através da avaliação da diferença dos dois fatores isoladamente (Gotelli e Ellison, 2011). Nesse caso a hipótese nula passa a ser a não existência de diferença de diversidade entre as áreas e também entre os períodos de disponibilidade de pinhão. Análises de variância multifatorial foram utilizadas em outros estudos com sucesso para testar diferenças na estrutura da comunidade de pequenos mamíferos entre diferentes locais e períodos (*e.g.* Bayne e Hobson, 1998; Carey, 2000; Monadjem e Perrin, 2003; Vieira e Monteiro-Filho, 2003) como também a influência desses organismos na remoção de sementes de araucária no Brasil (Job e Vieira, 2008).

A estrutura da comunidade foi descrita através das curvas de *ranking* abundância (*cf.* Krebs, 1999; *cf.* Magurran, 2004), sendo construídas, para cada área, duas diferentes curvas representando os

diferentes períodos de disponibilidade de pinhão. Dessa forma, objetivamos avaliar alterações na distribuição das abundâncias relativas e na dominância nas três áreas e nos diferentes períodos. Para isso, cada sessão de captura foi considerada como uma réplica tomada ao longo do tempo, sendo a média das abundâncias relativas ranqueadas desconsiderando suas identidades taxonômicas (Tokeshi, 1993; Magurran, 2004; Bersier e Sugihara, 2007).

Essa forma de demonstração da estrutura da comunidade é eficaz, pois agrupa os atributos de diversidade (total de espécies, total de indivíduos e abundância relativa das espécies) e permite comparações entre comunidades com composições específicas distintas (Foster e Dunstan, 2010). Entretanto, deve-se ressaltar a fragilidade das avaliações puramente visuais dessas informações (MacGill et al., 2007), assim, pretendemos usar tais representações como ilustrações de possíveis padrões temporais na distribuição das abundâncias nas diferentes áreas e nos dois períodos distintos.

A variação da representatividade da maior abundância ranqueada foi avaliada quanto à diferença entre áreas e períodos através de uma Anova bifatorial não balanceada (dados transformados para arco-seno). Novamente a hipótese nula testada foi de não existência de interação entre os fatores e a hipótese alternativa foi a existência de variação na abundância relativa entre as áreas com predominância e pouca ocorrência de araucária, durante o período de disponibilidade de pinhão. No caso de não rejeição da hipótese nula referente à interação entre os fatores, a análise prossegue testando as hipóteses nulas de não existência de diferença na abundância relativa entre as áreas e também entre os períodos de disponibilidade de pinhão isoladamente. Da mesma forma, esses testes foram realizados para a segunda e terceira maiores abundâncias.

Por fim, a abundância total (indivíduos/noite) das espécies inventariadas no estudo foram igualmente avaliadas quanto a existência de diferenças entre as áreas e períodos de disponibilidade de pinhão, assim como a existência de significância na interação entre esses fatores através da análise de variância bifatorial. O número de indivíduos capturados por unidade de esforço pode representar satisfatoriamente o tamanho populacional (Carey, 2000) e foi utilizado considerando o fato de que as diferentes áreas estão próximas e contidas mesmo fragmento, sendo possível o fluxo livre entre as grades e conjuntos de interceptação e queda. Assim, um possível deslocamento temporário entre

diferentes áreas não seria detectado pelo MNKA (Número Mínimo de Animais Vivos), por considerar uma ausência intercalada como presença na área.

As análises de variância bifatorial foram realizadas com testes de permutação (9999 permutações) quando os dados não apresentassem homogeneidade de variância e normalidade dos resíduos mesmo após transformações. As estimativas de riqueza foram calculadas através do programa EstimateS (Colwell, 2013) e as análises de variância bifatoriais foram realizadas utilizando o programa R 3.1.0 (R Development Core Team, 2014).

Resultados

Durante o período de setembro de 2003 e março de 2005 foi realizado, nas 17 sessões de captura, um esforço total de 9.840 armadilhas/noite nas três grades de armadilhas, e 1.968 armadilhas/noite nos sistemas de armadilhas de interceptação e queda (pitfall). No total, ocorreram 1.107 capturas no sistema de grades (sucesso de 11,2%) e 108 capturas nas armadilhas de interceptação e queda (sucesso de 5,5%). Foram amostradas cinco espécies de roedores: *Akodon montensis* (Thomas, 1973) (204 indivíduos e 665 capturas); *Thaptomys nigrita* (Lichtenstein, 1829) (19 indivíduos e 22 capturas); *Oligoryzomys nigripes* (Olfers, 1818) (41 indivíduos e 75 capturas); *Oligoryzomys flavescens* (Waterhouse, 1837) (13 indivíduos e 14 capturas); e *Sooretamys angouya* (Fischer, 1814) (05 indivíduos e 06 capturas). O número de armadilhas ativas desarmadas sem captura foi de 1,28% do total.

Os dois sistemas de armadilhas possibilitaram amostrar diferentes espécies da assembleia de roedores da área. Indivíduos de *O. flavescens* foram capturados apenas nas armadilhas de interceptação e queda, já *T. nigrita* ocorreu apenas uma vez nas armadilhas ativas. As demais espécies de roedores foram capturadas nos dois sistemas, entretanto, com predominância nas armadilhas ativas, tanto no número de capturas totais quanto no número de indivíduos recapturados (Tabela 1). No total, as armadilhas ativas capturaram sete vezes mais que as armadilhas de interceptação e queda, além de capturar 2,35 vezes mais indivíduos diferentes e ser responsável por mais de 97% das recapturas.

Apenas quatro indivíduos de *A. montensis* e três de *O. nigripes* foram capturados nos dois tipos de armadilhas, sendo os demais, capturados e recapturados através do mesmo sistema.

A massa e o tamanho corporal médio dos indivíduos capturados em cada um dos sistemas variaram significativamente para as espécies *A. montensis* e *O. nigripes* (Tabela 2), para as quais foi possível executar tal comparação. As armadilhas de interceptação e queda capturaram indivíduos preferencialmente menores, tanto em relação à massa quanto ao tamanho corporal (Tabela 2). As armadilhas ativas possibilitaram acessar diferentes classe de tamanho e massa de *A. montensis*, contudo não amostraram os os menores indivíduos de *O. nigripes*, que foram capturados apenas nas armadilhas de interceptação e queda.

Tabela 1.1- Variação no número e proporção de capturas totais, de indivíduos capturados e de recapturas por espécie nos dois sistemas de armadilhas instalados na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, Brasil.

Espécies	Capturas totais			Número de indivíduos			Recapturas		
	Armadilhas ativas N (%)	Interceptação e queda N (%)	Total de capturas (%)	Armadilhas ativas N (%)	Interceptação e queda N (%)	Total de capturas (%)	Armadilhas ativas N (%)	Interceptação e queda N (%)	Total de capturas (%)
<i>A. montensis</i>	616 (92,6)	49 (7,4)	665(85)	164(80,4)	40 (19,6)	204(72,3)	452 (98,0)	9 (2,0)	461(92,2)
<i>T. nigrita</i>	1 (4,5)	21 (95,5)	22(2,8)	1 (5,3)	18 (94,7)	19(6,7)	-	3 (100)	3(0,6)
<i>O. nigripes</i>	64 (85,3)	11 (14,7)	75(9,6)	30 (73,2)	11 (26,8)	41(14,5)	34 (100)	-	34(6,8)
<i>O. flavescens</i>	-	14 (100)	14(1,8)	-	13 (100)	13(4,6)	-	1 (100)	1(0,2)
<i>S. angouya</i>	4 (66,7)	2 (33,3)	6(0,8)	3 (60)	2 (40)	5(1,8)	1 (100)	-	1(0,2)
Total (%)	685 (87,6)	97 (12,4)	782(100)	198 (70,2)	84 (29,8)	282(100)	487 (97,4)	13 (2,6)	500(100)

Tabela 1.2- Comparação entre os dois sistemas de armadilhas utilizados na Estação Experimental da UFPR quanto à massa e o tamanho corporal médio dos indivíduos capturados de *A. montensis* e *O. nigripes*.

Espécies	Massa				Tamanho corporal			
	Armadilhas ativas Média (DP) (N)	Interceptação e queda Média (DP) (N)	<i>t</i>	<i>p</i>	Armadilhas ativas Média (DP) (N)	Interceptação e queda Média (DP) (N)	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>A. montensis</i>	30,85 (8,42) (331)	19,06 (7,52) (44)	8,82	<0,001	102,24 (10,14) (330)	85,99 (12,15) (44)	9,73	<0,001
<i>O. nigripes</i>	24,87 (4,23) (42)	14,7 (4,60) (11)	6,94	<0,001	90,80 (5,25) (42)	73,88 (6,58) (11)	9,02	<0,001

A riqueza total da assembleia de roedores (cinco espécies) amostrada nos dois sistemas de armadilhas foi alcançada na sétima sessão de capturas (abril de 2004), entretanto, na quarta sessão as quatro espécies mais frequentes já haviam sido capturadas. Assim, a estimativa de riqueza *Chao 1* alcançou um valor máximo de 5,0 espécies na nona amostragem (DP=0,29) não variando mais até a 17ª (5,0 espécies; DP = 0,08). Já o estimador Jackknife 1 estabilizou numa riqueza máxima esperada de 5,0 espécies na 15ª amostragem (DP<0,001).

A equidade média, considerada aqui com um índice de diversidade expressa pelo *PIE* (Probabilidade de Encontros Interespecíficos) (Hurlbert, 1971), calculada com o agrupamento de todos os diferentes sistemas de armadilhas e sem distinções de área foi de *PIE*=0,26 (DP=0,27). A transformação em arco-seno resultou no atendimento às restrições de normalidade e homogeneidade de variâncias, possibilitando a abordagem paramétrica. Os valores de *PIE* diferiram significativamente apenas entre os períodos com e sem disponibilidade de pinhão, sendo que a diversidade do período com oferta desse recurso (média=0,41; DP=0,22) foi significativamente maior quando comparada ao período sem disponibilidade (média=0,19; DP=0,26) (Tabela 3). Mesmo não havendo diferença significativa entre as diferentes fitofisionomias, a variação temporal nos valores do índice *PIE* foram distintas em cada uma das áreas (Figura 2).

Para a área I e II, onde as araucárias estão presentes em maior quantidade, houve uma marcada sazonalidade nos valores de diversidade. O índice *PIE* demonstra a dominância monoespecífica inicial das áreas I (sessões: 2, 3, 5 e 6) e II (sessões 1-6) com valores iguais a zero (Figura 2). A partir da sétima sessão de captura (abril – 2004) devido ao surgimento das demais espécies, o índice foi elevado nas duas áreas. No entanto, *PIE* assume valores iguais a zero novamente a partir da 15ª sessão de capturas, quando uma nova dominância monoespecífica surgiu mantendo-se assim até o final do estudo. O período onde ocorreu a elevação da diversidade coincidiu, em seu início, com o primeiro mês de disponibilidade das sementes de araucária, e perdurou por mais três meses após seu término. Tal período apresentou características distintas entre as áreas I e II, enquanto na primeira verificou-se uma maior homogeneidade no índice (média=0,43; CV=0,12) e na segunda ocorreu uma ampla variação (média=0,46; CV=0,51). Na área III (ausência de indivíduos de *A. angustifolia*) a diversidade oscilou sem um padrão sazonal aparente (Figura 2).

Tabela 1.3- Resultados da ANOVA dois fatores (disponibilidade e área mais interação) para diversidade, abundâncias ranqueadas e abundância das duas espécies mais frequentes. Os valores significativos estão representados em negrito

	Variável	Fator	<i>g.l.</i>	Razão - <i>F</i>	<i>p</i>
Diversidade*	<i>PIE</i>	área	2	0,616	0,544
		disponibilidade pinhão	1	8,504	<0,01†
		área:disponibilidade	2	1,115	0,337
Ranking/ Abundância*	1º abundância	área	2	0,933	0,389
		disponibilidade pinhão	1	6,636	0,013†
		área:disponibilidade	2	1,327	0,275
	2º abundância	área	2	1,882	0,164
		disponibilidade pinhão	1	5,518	0,023†
		área:disponibilidade	2	1,063	0,354
	3º abundância	área	2	0,256	0,775
		disponibilidade pinhão	1	2,141	0,150
		área:disponibilidade	2	0,364	0,696
Espécie**	<i>A. montensis</i>	área	2	0,251	0,787
		disponibilidade pinhão	1	0,873	0,365
		área:disponibilidade	2	0,185	0,831
	<i>O. nigripes</i>	área	2	0,102	0,907
		disponibilidade pinhão	1	0,292	0,562
		área:disponibilidade	2	0,669	0,516

*Anova bifatorial paramétrica com dados transformados em arco-seno.

** Anova bifatorial com teste de permutação (9.999 permutações).

† Diferença significativa ($\alpha < 0.05$).

A abundância das espécies (medida como indivíduos/noite) variou nas sessões e também na área amostral (Figura 3), afetando conseqüentemente a diversidade. Nas Áreas I e II a dominância monoespecífica (registrada por $PIE = 0$) se deu para *A. montensis* até a sexta sessão de captura, seguido pelo surgimento de outras três espécies (*O. flavescens*, *O. nigripes* e *S. angouya*). A captura dessas espécies coincide com o período inicial da disponibilidade das sementes da araucária (7ª sessão- abril de 2004). Na Área III, ao contrário das demais, quatro das cinco espécies registradas já haviam sido capturadas nas primeiras quatro sessões e continuaram sendo capturadas no decorrer do estudo. *Sooretamys angouya*, uma espécie escansorial visualizada utilizando estrato arbóreo, foi capturada nas três áreas apenas no período com disponibilidade de pinhão.

Embora as três fitofisionomias estejam próximas e conectadas, o trânsito de roedores entre as três áreas é aparentemente incomum, pois apenas um indivíduo foi capturado em diferentes áreas. No caso, um indivíduo macho de *A. montensis* capturado como filhote no mês de agosto de 2004 na área I, recapturado em setembro nessa mesma área, e posteriormente capturado em outubro de 2004 na área III, já em estado reprodutivo.

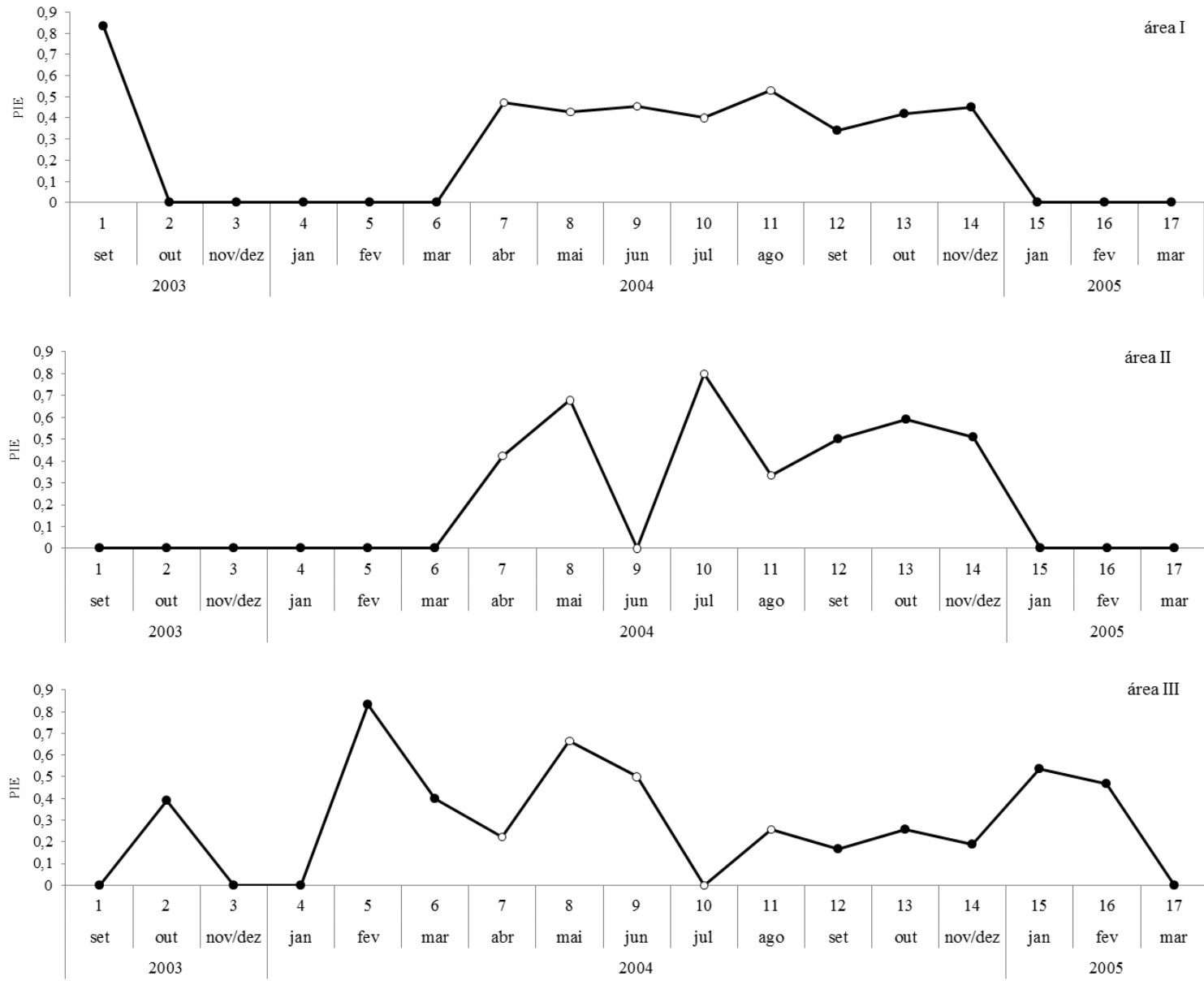


Figura 1.2- Valores de diversidade “PIE” nas três áreas amostrais na Estação Experimental da UFPR. Círculos fechados representam o período sem disponibilidade de sementes de *A. angustifolia* e círculos abertos o período com disponibilidade de sementes. Área I: alta densidade de *A. angustifolia*; Área II: média densidade de *A. angustifolia*; Área III: baixa densidade de *A. angustifolia*.

A espécie *A. montensis* foi a única capturada em todas as sessões quando avaliado o conjunto de fitofisionomias agrupados. Em janeiro de 2004, contudo, essa espécie não foi observada na área I, quando nenhum roedor foi capturado. As demais espécies variaram em relação a sua presença (ou probabilidade de captura), sendo muitas vezes não capturadas por diversas sessões seguidas.

Embora tenham sido inventariadas cinco espécies de roedores, essa riqueza nunca foi verificada numa mesma sessão de captura, sendo no máximo capturadas quatro espécies numa mesma sessão. Isso ocorreu no mês de junho de 2004 na área I e em duas oportunidades na área II (abril e julho de 2004), todas essas ocasiões ocorreram no período de disponibilidade de pinhões sobre o solo da floresta (abril 2004 até agosto de 2004). Na área III, por sua vez, foram capturados no máximo três espécies simultaneamente, sem vínculo com o período de disponibilidade das sementes da araucária (Figura 1.3).

Essa comparação permitiu constatar alterações na distribuição das abundâncias relativas e consequentemente da dominância em relação aos períodos com e sem disponibilidade de pinhão sobre o solo da floresta (Figura 1.4). Na Área I, o período sem disponibilidade apresentou até três espécies ocorrendo simultaneamente e amplamente dominada pela espécie mais abundante. Já a distribuição das abundâncias relativas no período com disponibilidade de pinhão apresentou o acréscimo de uma espécie, além da diminuição da dominância resultante da maior representatividade das demais espécies, principalmente a segunda maior abundância.

De maneira muito similar, a área II apresentou aumento de uma espécie durante o período de disponibilidade de pinhão, a dominância também diminuiu ocorrendo uma maior representatividade da segunda e terceira espécies mais abundantes. A distribuição das abundâncias relativas para a área III apresentou padrões distintos do visualizado para as demais áreas, onde as curvas se mostraram sobrepostas e não ocorreu aumento no número de espécies capturadas simultaneamente.

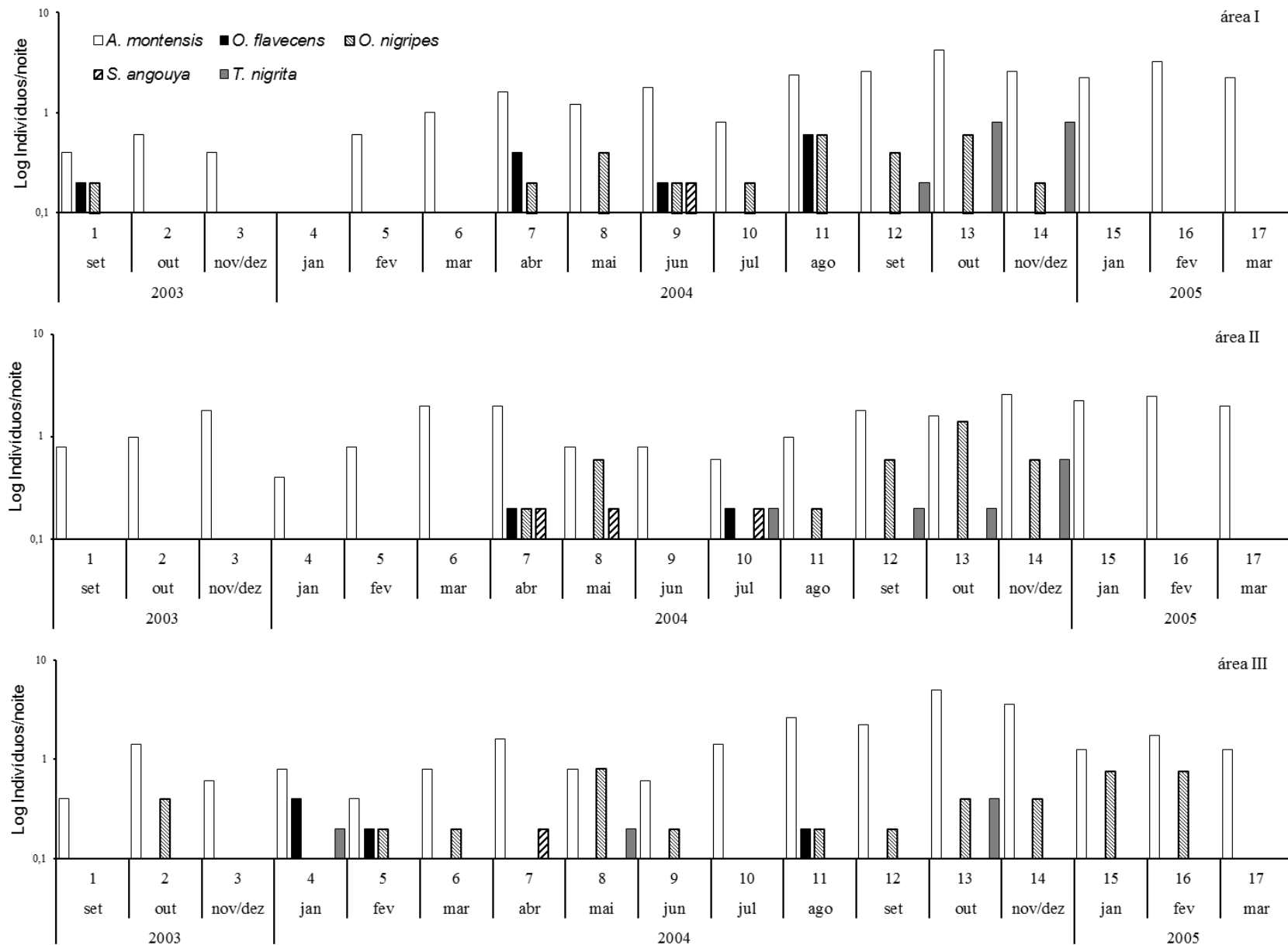


Figura 1.3- Abundâncias por unidade de esforço (escala logarítmica) das espécies de roedores encontrados nas três áreas amostradas na Estação Experimental da UFPR durante as 17 sessões de captura. A disponibilidade de pinhão ocorreu entre os meses de abril (sessão 7) e agosto (sessão 11).

A avaliação da representatividade da primeira e segunda abundâncias ranqueadas em relação à disponibilidade de pinhão e as fitofisionomias (Áreas I, II e III), demonstrou a não significância da interação entre os fatores, assim como a não existência de diferença entre áreas. Entretanto, durante o período com disponibilidade de pinhão a representatividade média da maior abundância foi significativamente menor em comparação ao período onde esse recurso não estava disponível (Figura 1.4; Tabela 1.3). A representatividade da segunda maior abundância, ao contrário, foi maior durante o período com disponibilidade de pinhão quando comparada a ausência desse recurso (Tabela 1.3). A análise da variação da terceira maior abundância não apresentou significância em relação à interação entre os fatores, assim como não demonstrou diferença significativa entre os períodos relacionados à disponibilidade de pinhão e também às diferentes fitofisionomias (Tabela 1.3).

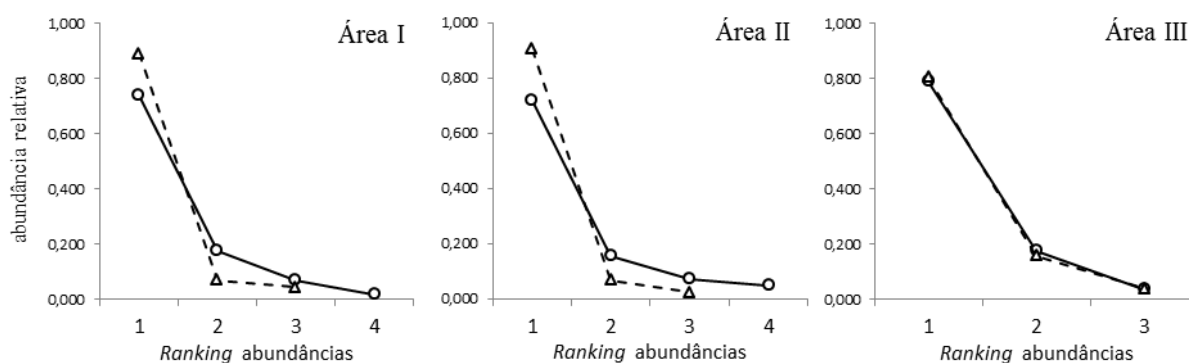


Figura 1.4- Representação da estrutura da comunidade pela curva de abundância ranqueada para as três áreas amostradas na Estação Experimental da UFPR. Triângulos representam o período sem disponibilidade de sementes de *A. angustifolia* e círculos representam o período com oferta das sementes.

Como mencionado anteriormente, *Akodon montensis* foi a espécie dominante durante todo o estudo. Nota-se também que essa espécie foi a responsável pela maior abundância em todas as sessões e em todas as áreas amostradas (Figura 1.3). Assim, foi possível avaliar se a diminuição da representatividade da espécie dominante durante o período de disponibilidade de pinhão seria causado pela possível diminuição de sua abundância. Através de uma Anova bifatorial por permutação para os dados de abundância dessa espécie, verificamos a não significância da interação entre os fatores (área e disponibilidade de pinhão), assim como a não diferença entre as áreas. Também não foi verificado diferenças na abundância de *A. montensis* na presença ou ausência de pinhões. Fato semelhante foi

verificado para a espécie *O. nigripes*, com a não significância na interação entre fatores, não diferindo também em relação a área e ao período de forma isolada.

Discussão

A riqueza de roedores inventariada na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná através dos dois sistemas de captura é similar a outros estudos realizados na Floresta com Araucária, onde a riqueza variou entre quatro e sete espécies (Cademartori *et al.*, 2004; Dalmargo e Vieira, 2005; Cademartori *et al.*, 2008). Estudos realizados em outras formações vegetacionais da Floresta Atlântica do sul do Brasil reportam uma riqueza ligeiramente superior, variando entre sete e nove espécies de roedores (Graipel *et al.*, 2006; Lima *et al.*, 2010, Melo *et al.*, 2011).

Assim, através dos dados agrupados provenientes dos dois tipos de sistemas de captura, os estimadores de riqueza demonstraram que um aumento de esforço em tempo (amostra) ou número de indivíduos capturados não afetaria o número esperado de espécies. Dessa forma, podemos considerar que a composição da comunidade de roedores da Estação Experimental foi satisfatoriamente amostrada. A combinação de diferentes armadilhas pode trazer uma maior acurácia nas estimativas de riqueza e também na composição da comunidade de pequenos mamíferos (Garden *et al.*, 2007; Caceres *et al.*, 2011; Stokes, 2013).

Armadilhas ativas e armadilhas de interceptação e queda foram responsáveis por amostrar diferentes espécies de roedores, fato também verificado em outros estudos com esses organismos (Umetsu, 2006; Torre *et al.*, 2010; Caceres *et al.*, 2011. Melo *et al.*, 2011), onde o sistema de interceptação e queda capturou um número maior de espécies. Essas armadilhas têm mostrado eficiência na captura de espécies semi-fossoriais (Umetsu, 2006), também aqui verificado para *T. nigrita*. Os dois sistemas de armadilhas também amostraram diferentes subamostras das populações dos roedores, onde armadilhas de interceptação e queda foram responsáveis pela captura de indivíduos menores incluindo juvenis. Fato também verificado para as espécies *Microtus townsendiie* e *Microtus pennsylvanicus* nos campos de gramíneas no Canadá (Boonstra e Krebs, 1978; Boonstra e Rood,

1984). Esse padrão foi encontrado por Umetsu (2006) estudando diferentes locais na Floresta Atlântica brasileira, onde foi observada uma maior eficiência das armadilhas de interceptação e queda quando comparadas as armadilhas ativas. De maneira distinta, constatamos que as armadilhas de interceptação e queda montadas na Estação Experimental foram menos eficientes quanto ao número de capturas totais, número de indivíduos capturados e principalmente em número de recapturas.

Com os dados agrupados dos dois sistemas de captura, o índice *PIE* se mostrou uma forma eficaz de verificar alterações sazonais, de fácil obtenção e significado biológico claro, demonstrou que a disponibilidade de pinhão elevou a diversidade média em relação ao período sem a oferta desse recurso, sendo isso facilmente observado nas áreas I e II. A não significância da interação entre os fatores demonstra que o efeito da dispersão do pinhão na diversidade não está limitado aos sítios com presença de *A. angustifolia* durante o período de sua disponibilidade. Assim, a disponibilidade de pinhão afeta a diversidade de forma geral na área de estudo.

Além da diversidade, a oferta de sementes de araucária também afetou a dominância da comunidade. Assim, quando avaliadas as curvas de distribuição de abundâncias para as diferentes áreas e períodos verificamos semelhanças estruturais entre as áreas I e II, com a diminuição da dominância durante o período de disponibilidade de pinhão, além do acréscimo de uma quarta espécie. O aporte sazonal de alimento pode ter consequência no aumento da abundância de espécies raras assim como da riqueza (Kelt, 1999).

Avaliando a representatividade das abundâncias ranqueadas verificamos que a disponibilidade de pinhões produziu uma diminuição significativa na dominância no período com oferta desse recurso. Esse efeito, contudo, não está restrito apenas à área sob maior influência de araucárias (não significância da interação entre fatores e não verificação de diferenças entre áreas). Durante esse mesmo período a segunda maior abundância amplia sua representatividade também sem vínculo com qualquer uma das áreas em específico. A terceira maior abundância observada na área não apresentou diferenças significativas na interação entre os fatores, nem tampouco entre os períodos e áreas. Isso demonstra que o aumento na homogeneidade está atrelado principalmente num aumento da segunda maior abundância e o surgimento de uma quarta espécie habitando simultaneamente a área durante o período de oferta de pinhões.

Coincidentemente, a dominância na área estudada pode ser vinculada a uma espécie em particular, *A. montensis*, que foi mais frequente em todas as áreas durante todas as sessões. Entretanto, sua abundância não apresentou diferenças significativas para nenhum dos fatores, mostrando que a diminuição de sua representatividade na distribuição das abundâncias não ocorreu por uma possível diminuição em seu tamanho populacional. De forma similar, *O. nigripes* que foi a segunda espécie mais comum, não apresentou diferenças em sua abundância entre os períodos, nem entre áreas. Isso reforça o fato de que a simples avaliação das abundâncias de cada espécie e suas variações no tempo pode não ser suficiente para descrever padrões nas variações da estrutura de uma comunidade.

De maneira geral, uma maior disponibilidade de recurso alimentar é causador de alterações populacionais de roedores sendo correlacionados com aumentos em suas densidades (Vieira, 1997; Gonzalez et al., 2000; Jaksic e Lima, 2003; Meserve et al., 2003; Holz e Palma, 2012), entretanto, diferentes respostas podem ser encontradas dependendo da escala (Orland e Kelt, 2007) e das características das populações (Prevedello et al., 2013). Num experimento de aumento na disponibilidade de alimento numa comunidade de roedores no deserto norte americano, foi observada uma diminuição na diversidade em resposta ao incremento alimentar (Orland e Kelt, 2007). Resposta contrária ao observado quando ocorreu aumento da oferta alimentar como resultado de mudanças climáticas causadas pelo El Niño (1997-1998). Assim, os autores descrevem que os incrementos pontuais (experimentais) de recursos alimentares podem trazer respostas distintas daquela observadas em macro-escala (Orland e Kelt, 2007).

Embora as sementes de araucárias sejam irregularmente ofertadas e amplamente disponibilizadas quanto maior a densidade de árvores fêmeas adultas, seu período de produção é regionalmente sincronizado (Souza et al., 2010). Isso tornaria a oferta das sementes um fenômeno de maior âmbito podendo explicar além do aumento da diversidade de roedores, o fato da não verificação da significância da interação entre os fatores, como também a não verificação de diferenças entre as três fitofisionomias.

Variações na composição de comunidades de roedores são frequentemente vinculadas às estações secas e úmidas, que, por sua vez, são vinculadas aos períodos reprodutivos e às ofertas de recurso (Mills et al., 1992; Mares e Ernest, 1995; Vieira, 1997; Talamoni e Dias, 1999). Estações

secas ou úmidas não parece ser um fator determinante para a área estudada, uma vez que para essa região do Brasil não ocorrem estações secas bem definidas, sendo considerada uma área úmida preponderantemente.

Nas áreas com predominância de araucárias (áreas I e II) o período sem disponibilidade de pinhões, como mencionado anteriormente, foi dominado basicamente por uma única espécie. Essas áreas apresentam histórico de uso mais intenso e uma estrutura florística mais pobre em espécies arbóreas quando comparada com a área III (Schaff, 2006; Lana, 2013), o que pode estar influenciando negativamente a captura da maior parte das espécies de roedores durante o período sem disponibilidade de pinhões, seja pela ausência ou por uma menor probabilidade de captura.

A estrutura contínua entre as fitofisionomias e sua proximidade possibilitaria o fluxo de indivíduos entre áreas. Assim, considerando que o aumento na imigração de roedores é reportada como consequência de incremento na disponibilidade de recurso alimentar (Prevedello et al., 2013; Rémy et al., 2014; Sokolova et al., 2014), deslocamentos entre setores do fragmento estudado poderiam explicar a não captura de algumas espécies durante a não disponibilidade de pinhão nas áreas I e II. Entretanto, em todo o decorrer do estudo foi observado apenas um único evento onde um mesmo indivíduo (*A. montensis* - jovem) foi capturado em diferentes fitofisionomias, todas as demais recapturas, independente da espécie, ocorreram nas mesmas áreas da primeira captura.

Não obstante, alterações nas probabilidade de captura não pode ser descartadas. A espécie dominante *A. montensis* tem hábito cursorial e é, predominantemente, onívora-insetívora (Talamoni e Dias, 1999) permitindo habitar espaços menos conservados como observado por Püttker et al. (2008). *O. nigripes* também pode habitar espaços menos conservados, entretanto esta espécie possui hábito escansorial e dieta herbívora alimentando-se frequentemente de sementes (Alho et al., 1986; Oliveira e Bonvicino, 2006). Assim, durante períodos sem a oferta de pinhões, *O. nigripes* estaria presente na área, mas buscando fontes de alimento nos estratos arbustivo ou arbóreo, não sendo capturada por nenhum dos dois sistemas de captura nas áreas I e II. O mesmo pode ter ocorrido com *O. flavescens*, também com hábitos herbívoros e escansorial (Oliveira e Bonvicino, 2006).

Logo, a disponibilidade de pinhão afetaria a utilização de habitat pelos roedores, fazendo com que estes utilizassem com maior frequência o estrato baixo da floresta em busca desse recurso

tornando-os mais suscetíveis à captura. O fato de *Sooretamys angoya*, uma espécie visualizada utilizando o estrato arbóreo na área de estudo, ser capturada nas três áreas apenas durante o período de disponibilidade de pinhão reforça essa possibilidade. Já na área III, onde se encontra o setor mais conservado da Estação Experimental (cf. Lana, 2013), tais espécies poderiam se manter presentes em grande parte do tempo ou utilizar o solo da floresta com maior intensidade.

A existência de uma relação negativa entre abundância de *A. angustifolia* com a abundância de angiospermas arbóreas (cf. Souza et al., 2007) foi observada na Estação Experimental, o que somado ao fato de que a dispersão das sementes da araucária ocorrerem geralmente no período de menor frutificação na Floresta com Araucária (Paise e Vieira, 2005), tornariam as áreas I e II, ou ao menos seu estrato baixo, locais favoráveis à presença de algumas espécies de roedores herbívoros apenas no momento de disponibilidade de pinhão.

Observamos que o aumento da diversidade e a ocorrência das demais espécies nas áreas I e II perduraram por mais três sessões após o final da disponibilidade de pinhões, sendo este possivelmente a última sessão de captura onde ocorreu a dispersão autocórica das sementes de araucária. Embora nesse momento, na área de estudo as sementes se apresentassem em quantidade muito inferior aos meses de maio e junho (obs. pessoal), as sementes dispersas em agosto estariam potencialmente disponíveis nos meses subsequentes, visto que as mesmas podem manter sua viabilidade por mais de cem dias (Lorenzi, 2000).

Assim, a amplitude da influência da disponibilidade de pinhões estaria vinculada a produção de sementes em cada estação reprodutiva da araucária e também ao momento de sua dispersão. A formação das sementes dessa espécie apresenta pulsos de maior e menor produção e tempo de amadurecimento (Mantovani et al., 2004), muitas vezes considerados ciclos regulares (Mattos, 2011) ou como mais recentemente, vinculadas a disponibilidade de recurso (como níveis de incidência solar e pluviosidade) durante seu ciclo reprodutivo (Souza et al, 2010). Dessa forma, uma grande produção de sementes aliada a uma maior disponibilidade ao período final da dispersão, poderia influenciar a diversidade, composição e a estrutura da comunidade de roedores por um tempo maior.

A disponibilidade de pinhões no solo da floresta afetou a comunidade de roedores aumentando sua diversidade, alterando sua composição e diminuindo a dominância. Possivelmente tal efeito ocorra

em diversas outras áreas sob a distribuição da *A. angustifolia* no Brasil, afetando comunidades com composições distintas o que dificulta uma comparação caso essa seja realizada com foco nas abundâncias específicas. Embora as sementes dessa espécie não sejam ofertadas de forma igualitária, uma vez que a distribuição de araucárias fêmeas adultas na área não se dá de forma homogênea, o efeito do aumento desse recurso alimentar não ficou restrito a setores onde sua presença é maior. Afetando assim toda a área de estudo, fato que em parte pode ser explicado pela dispersão sincrônica dessas sementes, tornando-a um recurso amplo numa escala regional. A oferta de pinhão pode também estar promovendo deslocamentos entre áreas, embora aparentemente mais possível que esteja afetando o modo de utilização de habitat dos roedores. Isso explicaria a captura sazonal de espécies escansoriais e semi-arborícolas nas áreas com maior densidade de araucárias apenas durante a disponibilidade de suas sementes.

Referências Bibliográficas

- Alho, C. J. R., Pereira, L. A., e Paula, A. C. 1986. Patterns of habitat utilization by small mammal populations in cerrado biome of Central Brazil. *Mammalia*. 50: 447-460.
- Anderson, M. e Erlinge, S. 1977. Influence of predation on rodent populations. *Oikos*. 29: 591-597.
- Bayne, E. M. e Hobson, K. A. 1998. The effects of habitat fragmentation by forestry and agriculture on the abundance of small mammals in the southern boreal mixedwood forest. *Canadian Journal of Zoology*. 76: 62-69.
- Bersier, L-F. e Sugihara, G. Species Abundance Patterns: The Problem of Testing Stochastic Models. *Journal of Animal Ecology*. 66(5): 769-774.
- Boonstra, R. e Krebs, C. J. 1978. Pitfall Trapping of *Microtus townsendii*. Reprinted from *Journal of Mammalogy*. 59(1): 136-148.
- Boonstra, R. e Rood, F. H. 1984. Efficiency of pitfalls versus live traps in enumeration of populations of *Microtus pennsylvanicus*. *Canadian Journal of Zoology*. 62: 758-765.
- Bordignon, M. O. e Monteiro-filho, E. L. A. 2000. O papel do serelepe *Sciurus ingrami* Thomas, 1901 como dispersor do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar*. 3(2): 139-144.
- Brown, J. H., e J. C. Munger. 1985. Experimental manipulation of a desert rodent community: food addition and species removal. *Ecology* 66: 1545-1563.
- Cáceres, N. C., Nápoli, R. P. e Hannibal, W. 2011. Differential trapping success for small mammals using pitfall and standard cage traps in a woodland savannah region of southwestern Brazil. *Mammalia*. 75: 45-52.

- Cademartori, C. V., Fabián, M. E. e Menegheti, J. O. 2004. Variações na abundância de roedores (Rodentia, Sigmodontinae) em duas áreas de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. bras. Zool.* 6(2): 147-167.
- Cademartori, C. V., Marques, R. V. e Pacheco, S. M. 2008. Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Zoociências*. 10(3): 187-194.
- Carey, A. B. 2000. Effects of New Forest Management Strategies on Squirrel Populations. *Ecological Applications*. 10(1): 248-257.
- Castella, P. R. e Brites, R. M. 2004. A floresta com Araucária no Paraná. *FUPEF*. p:233
- Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of statistics*. 265-270.
- Dalmagro, A. D. e Vieira, E. M. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. *Austral Ecology*. 30: 353-362.
- DeMattia, E. A. Curran, L. M. e Rathcke, B. J. 2004. Effects of small rodents and large mammals on neotropical seeds. *Ecology*. 85(8): 216-2170.
- Ernest, K. A. e Mares, M. A. 1986. Ecology of *Nectomys squamipes*, the neotropical Water rat, in central Brazil: home range, habitat selection, reproduction and behaviour. *Journal of Zoology*. 210: 599-612.
- Forget, P. M., e Milleron, T. 1991. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panama. *Oecologia*, 87(4): 596-599.
- Foster, S. D. e Dunstan, P. K. 2010. The Analysis of Biodiversity Using Rank Abundance Distributions. *Biometrics*. 66: 186-195.
- Galiano, D. 2013. Dinâmica populacional e efeitos de variáveis ambientais sobre a fauna de pequenos mamíferos em um fragmento de Floresta com Araucária no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul– UFRGS. Porto Alegre – RS. 67p.
- Gómez, J. M., Puerta-Piñero, C., Schupp, E. W. 2007. Effectiveness of rodents as local seed dispersers of Holm oaks. *Oecologia*. 155(3): 529-537.
- Gonzalez, L. A., Murua, R. e Jofre, C. 2000. Habitat utilization of two muroid species in relation to population outbreaks in southern temperate forests of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 489-495.
- Gotelli, N. J. 2008. *Ecologia*. Quarta Edição. Londrina: Editora Planta. 289 p.
- Gotelli, N. J. e Ellison, A. M. 2011. *Princípios de Estatística em Ecologia*. Porto Alegre: Artmed. 528p.
- Graipel, M. E., Cherem, J. J., Monteiro-Filho, E. L. A. e Glock, L. 2006. Dinâmica populacional de marsupiais e roedores no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Mastozoología Neotropical*. 13(1): 31-49.
- Guglielme, I. e Ganade, G. 2006. Predação de sementes afetando a distribuição de indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao longo de uma borda de floresta com campo. *Neotropical Biology and Conservation*. 1(2): 62-71.

- Hamilton, A. J. 2005. Species diversity or biodiversity?. *Journal of Environmental Management*. 75: 89-92.
- Holz, A. e Palma, E. 2012. Floraciones de bambúes en Chile y Argentina: actual floración masiva del colihue, historia natural y riesgos asociados. *Revista Bosque Nativo* 50: 40-46.
- Hurlbert, S. H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*. 52(4): 577-586.
- Iob, G. e Vieira, E. E. M. 2008. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. *Plant Ecol*. 198:185-196.
- Jaksic, F. M. e Lima, M. 2003. Myths and facts on ratadas: bamboo blooms, rainfall peaks and rodent outbreaks in South America. *Austral Ecology*. 28(3): 237-251.
- Jordão, J. C., Ramos, F. N. e Silva, V. X. 2010. Demographic parameters of *Akodon montensis* (Mammalia: Rodentia) in an Atlantic Forest remnant of Southeastern Brazil. *Mammalia*. 74: 395-400.
- Kelt, D. A. 1999. Assemblage structure and quantitative habitat relations of small mammals along an ecological gradient in the Colorado Desert of southern California. *Ecography*. 22: 659-673.
- Kenagy, G. J. e Barnes, B. M. 1988. Seasonal reproductive patterns in four coexisting rodent species from the cascade mountains, Washington. *Journal of Mammalogy*. 69(2): 274-292.
- Koch, Z. e Corrêa, M. C. 2002. Araucária: a floresta do Brasil Meridional. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002. 148 p.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. 2nd ed. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc.
- Krebs, C. J. 2009. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 6ª ed. Benjamin Cummings, San Francisco. 655 pp.
- Lana, M. D. 2013. Dinâmica e prognose do crescimento em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no sul do Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba-PR. 187p.
- Langsrud, Ø. 2003. ANOVA for unbalanced data: Use Type II instead Type III sums of square. *Statistics and Computing*. 13: 163-167.
- Leite, P. F. e Klein, R. M. 1990. Vegetação. In: Leite, P.F.; Klein, R.M. *Geografia do Brasil: Região Sul*. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v. 2 .
- Lima, D., Azambuja, B. O., Camilotti., V. L. e Cáceres, N. C. 2010. Small mammal community structure and microhabitat use in the austral boundary of the Atlantic Forest, Brazil. *Zoologia*. 27 (1): 99-105.
- Longhi, S. J. 1980. A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze., no sul do Brasil. Curitiba. Dissertação de Mestrado. UFPR.
- Lorenzi, H. 2000. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 3a. ed. Instituto Plantarum. São Paulo.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. 1st ed. Blackell Publishing, Oxford. 256p.

- Mantovani, A., Morellato, L.P.C. e Reis, M.S. 2004. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Revista Bras. de Botânica* 27: 787-796
- Mares, M. A. e Ernest, K. A. 1995. Population and Community Ecology of Sarnal Mammals in a gallery Forest of Central Brazil. *Journal of Mammalogy*. 76(3): 750-768.
- Mattos, J.R. 2011 O pinheiro brasileiro. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2011. 700p.
- McGill, B. J., Etienne, R. S., Gray, J. S., Alonso, D., Anderson, M. J., Benecha, H. K., Dornelas, M., Enquist, B. J., Green, J. L., He, F., Hurlbert, A. H., Magurran, A. E., Marquet, P. A., Maurer, B. A., Ostling, A., Soykan, C. U., Ugland, K. I. e White, E. P. 2007. Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework. *Ecology Letters*. 10: 995-1015.
- Melo, G. L., Sponchiado, J., Machado, A. F. e Cáceres, N. C. 2011. Small-mammal community structure in a South American deciduous Atlantic Forest. *Community Ecology*. 12(1): 58-66.
- Meserve, P. L., Kelt, D. A., Milstead, W. B. e Gutiérrez, J. R. 2003. Thirteen Years of Shifting TopDown and Bottom-Up Control. *BioScience*. 53(7): 633- 646.
- Mills, J. N., Ellis, B. A., McKee, K. T., Maiztegui, J. I. e Childs, J. E. 1992. Reproductive Characteristics of Rodent Assemblages in Cultivated Regions of Central Argentina. *Journal of Mammalogy*. 73(3): 515-526.
- Monadjem, A. e Perrin, M. 2003. Population fluctuations and community structure of small mammals in a Swaziland grassland over a three-year period. *African Zoology*. 38(1): 127-137.
- Muller, J. A. 1986. A influência de roedores e aves na regeneração da *Araucaria angustifolia*. Tese de mestrado. UFPR
- Oliveira, J. A. e Bonvicino, C. R. 2006. Ordem Rodentia. In: Reis, N. R., Peracchi, A. L., Fandiño-Mariño, H. e Rocha, V. J. (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. pp. 347-406. Nélío R. Reis, Londrina, 437p.
- Olszewski, T. D. 2004. A unified mathematical framework for the measurement of richness and evenness within and among multiple communities. *Oikos*. 104: 377-387.
- Orland, M. C. e Kelt, D. A. 2007. Responses of a Heteromyid Rodent Community to Large- and Small-scale Resource Pulses: Diversity, Abundance, and Home-range Dynamics. *Journal of Mammalogy*. 88(5): 1280-1287.
- Paise, G. e 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 Brasil. Bot.* 28(3): 615-625.
- Prevedello, J. A., Dickman, C. R., Vieira, M. V. e Vieira, E. M. 2013. Population responses of small mammals to food supply and predators: a global meta-analysis. *Journal of Animal Ecology*. 82(5): 927-936.
- Püttker, T., Pardini, R., Meyer-Lucht, Y. e Sommer, S. 2008. Responses of five small mammal species to micro-scale variations in vegetation structure in secondary Atlantic Forest remnants, Brazil. *BMC Ecology*. 8(9): 1-10.
- Rambo, J. L. e Faeth, S. H. 1999. Effect of Vertebrate Grazing on Plant and Insect Community Structure. *Conservation Biology*. 13(5): 1047-1054.

- Souza, A. F. 2007. Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: The case of *Araucaria angustifolia* in South America. *Austral Ecology*. 32: 524– 533.
- Souza, A. F., Forgiarini, C., Longhi, S. J. e Brena, D. A. 2008. Regeneration patterns of a long-lived dominant conifer and effects of logging in Southern South America. *Acta Oecologica*. 34: 221-232.
- Souza, A. F., Matos, D. U., Forgiarini, C. e Martinez, J. 2010. Seed crop size variation in the dominant South American conifer *Araucaria angustifolia*. *Acta Oecologica*. 36: 126-134.
- Stokes, V. L. 2013. Trappability of introduced and native rodents in different trap types in coastal forests of south-eastern Australia. *Australian Mammalogy*. 35: 49-53.
- Taitt, M.J. e Krebs, C.J. 1981. The effect of extra food on small rodent populations: II. Voles (*Microtus townsendii*). *Journal of Animal Ecology*. 50: 125-137.
- Talamoni, S. A. e Dias, M. M. 1999. Population ecology of small mammals in southeastern Brazil. *Mammalia*. 63 (2): 167-181.
- Tokeshi, M. 1993. Species Abundance Patterns and Community Structure. *Advances in Ecological Research*. 24: 111-186.
- Torre, I., Guixé, D. e Sort, F. 2010. Comparing Three Live Trapping Methods for Small Mammal Sampling in Cultivated Areas of Ne Spain. *Hystrix It. J. Mamm.* 21(2): 147-155.
- Turchin, P. e Batzli, G. O. 2001. Availability of food and the population dynamics of arvicoline rodents. *Ecology*. 82(6): 1521-1534.
- Umetsu, F., Naxara, L. e Pardini, R. 2006. Evaluating the efficiency of pitfall traps for sampling small mammals in the neotropics. *Journal of Mammalogy*. 87(4): 757-765.
- Valente, T. P., Negrelle, R. R. B. e Sanquetta, C. R. 2010. Regeneração de *Araucaria angustifolia* em três fitofisionomias de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Iheringia, Série Botânica*. 65(1):17-24.
- Vieira, E. M. e Monteiro-Filho, E. L. A. 2003. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 19(05): 501-507.
- Vieira, E. M., Paise, G. e Machado, P. H. D. 2006. Feeding of small rodents on seeds and fruits: a comparative analysis of three species of rodents of the *Araucaria* forest, southern Brazil. *Acta Theriologica*. 51 (3): 311-318.
- Vieira, M. V. 1997. Dynamics of a rodent assemblage in a Cerrado of Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. 57 (1): 99-107.

Capítulo II: Alterações no uso de micro-habitat por roedores em decorrência da disponibilidade de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.

Renato Garcia Rodrigues, Luiz Francisco Coelho, Thiago PiazzettaValente, Lucélia Donatti, Emygdio

L. A. Monteiro-Filho

Resumo

A coexistência de roedores é frequentemente vinculada à diferenciação no modo como utilizam o habitat, sendo que este uso pode ser reflexo de diversos fatores extrínsecos. Variações populacionais, presença de competidores interespecíficos e disponibilidade de recurso são alguns dos quais frequentemente são reportados. A oferta de recursos alimentares sazonais e em grande quantidade possui ampla capacidade de modificar as relações entre os roedores e seu micro-habitat, fazendo com que esses passem a utilizar áreas com atributos diferentes àqueles anteriormente utilizados. Dessa forma, quanto maior a plasticidade do uso do habitat, maiores serão as chances de coexistência. Na região sul do Brasil, a gimnosperma *Araucaria angustifolia* domina a estrutura arbórea da formação vegetal conhecida como Floresta com Araucária. Essa árvore é responsável pela disponibilização de grande quantidade de sementes no chão da floresta que constituem importante recurso alimentar para aves e roedores. Conhecidas como pinhões, essas sementes são dispersas durante o inverno, período pelo qual ocorre uma diminuição na produção de frutos zoocóricos na floresta. Dessa forma, áreas com altas densidades de *A. angustifolia* ao mesmo tempo em que ofertam grande quantidade de recurso alimentar para roedores, podem não ser atrativas na mesma intensidade quando esse recurso não está disponível. O presente estudo objetivou avaliar a influência da disponibilidade de pinhões na distribuição espacial de roedores em micro escala e caracterizar o uso do habitat, verificando possíveis alterações sazonais em suas relações com micro-habitat num fragmento com diferentes densidades de *A. angustifolia*. Assim, durante 17 sessões de captura e um esforço amostral de 9.940 armadilhas/noite em três diferentes áreas, foram amostrados quatro espécies de roedores (*Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes*, *Thaptomys nigrita*, *Sooretamys angouya*). Foi possível avaliar parâmetros de uso de habitat para as duas espécies mais abundantes, *A. montensis* e *O. nigripes*, que juntas concentraram 97% do total do indivíduos capturados. De forma geral, as duas espécies apresentaram distribuição espacial aleatória, embora durante o período de disponibilidade de pinhões elas se mostrem agregadas na área com maior densidade de *A. angustifolia*. Mesmo durante os períodos em que foi constatada distribuição aleatória, determinados pontos de captura apresentaram uma maior intensidade de uso evidenciando certo grau de preferência. Entretanto, não foi possível verificar uma

relação desse fato com a área de influência dos indivíduos femininos de *A. angustifolia*. As duas espécies alteraram o uso do habitat durante o período de oferta de pinhões. *O. nigripes*, com hábitos escansoriais, utilizou preferencialmente o estrato herbáceo enquanto havia disponibilidade de pinhão, contudo, durante o período sem a oferta dessa semente apresentou relação negativa com esse micro-habitat.

Palavras chave: roedores, Floresta com Araucária, recurso alimentar

Abstract

The rodents' coexistence is often linked to differentiation in the way they use the habitat, and this use may reflect several extrinsic factors. Population variations, interspecific competition and resource availability are some of these factors. The availability of food resources has ample capacity to modify the relationship between rodents and their micro-habitat, causing these to shift to areas with different attributes to those used previously. Thus, the greater plasticity of habitat use, the greater chances of coexistence. In Southern Brazil, the gymnosperm *Araucaria angustifolia* dominates the arboreal structure of the plant formation, Araucaria Forest. This tree is responsible for a large amount of seeds on the forest floor that are an important food source for birds and rodents. These seeds are dispersed during the winter, when the production of zoochore fruits in the forests are decreased. Thus, areas with high densities of *A. angustifolia* while that offer lots of food for rodents resource, may not be attractive at the same intensity when this feature is not available. The purpose of this study was evaluate the influence of seeds' availability in the spatial distribution of rodents in micro scale and characterize habitat use, checking for possible seasonal changes in their relationships with micro-habitat in a fragment with different densities of *A. angustifolia*. Four species of rodents were sampled (*Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes*, *Thaptomys nigrita*, *Sooretamys angouya*), during 17 capture and sampling effort of 9,940 trap / nights in three different areas. *A. montensis* e *O. nigripes*, two most abundant species, (concentrated 97% of the total individuals captured) it was possible to evaluate parameters of habitat use. Although, during the period of seeds' availability, these species had a random spatial distribution, they aggregated in the area *A. angustifolia* highest density. Some capture points showed a higher intensity of use showing some preference, even in periods when it was found the random distribution. However, it was not possible to verify a relation of these fact with the influence area of of *A. angustifolia* female individuals. The two species changed the habitat use during the period of seeds' offer. *O. nigripes* used the herbaceous stratum were seeds are available, however, during the period without this seed , showed a negative relationship with this micro-habitat.

Keywords: Araucaria Forest, Rodent, Food resource.

Introdução

A diferenciação de uso do habitat por roedores é relatada como um importante mecanismo de promoção da coexistência desses organismos (Jorgensen, 2004; Tews et al., 2004), podendo ocorrer em diversas dimensões do relacionamento entre uma espécie e o ambiente, como, por exemplo, o período diário de atividade (Vieira e Baumgarten, 1995; Graipel et al, 2003) ou as variáveis de micro-habitat como estrutura da vegetação (Dueser e Shugart Jr, 1978; Goodin et al., 2009; Leimgruber et al, 2014). A identificação dos processos que desencadeiam essa segregação é um passo importante para conservação ou manejo dessas espécies (Tews et al., 2004; Russell e Ruffino, 2011; Haby et al., 2013).

O micro-habitat utilizado por uma espécie pode ser resposta a inúmeros fatores, desde variações na densidade populacional (Sokolova et al, 2014), passando pela presença de outras espécie potencialmente competidoras na área (Tikhonov et al., 2009; Poidexter et al., 2012) até a capacidade de evitar predadores (Manson e Stiles, 1998; Melo et al., 2013; Leimgruber et al., 2014). Assim, espécies que possuem maior plasticidade quanto ao uso do habitat, permitindo alterá-lo em determinados momentos, possuem maior capacidade de coexistir (Sundell et al., 2012).

A oferta sazonal de recurso alimentar pode alterar o uso do habitat de algumas espécies, fazendo com que passem a utilizar áreas com atributos distintos àqueles anteriormente utilizadas (Anderson et al., 2006; Sokolova et al., 2014). Essa disponibilidade ainda pode afetar a agregação, promover imigração, além de afetar a territorialidade e a organização social (Ostfeld, 1990; Rosário et al, 2008; Sundell et al. 2012; Rémy et al., 2014a, b). Em uma recente revisão, Prevedello et al. (2013) destacam a predação e a imigração como fatores importantes para o entendimento das variações populacionais causadas pela oferta experimental de alimento.

Para a América do Sul são reportadas intensas variações no tamanho populacional de roedores cricetídeos pelo aumento na oferta de alimento em decorrência da frutificação de espécies de bambus (Gonzalez et al., 2000; Jaksic e Lima, 2003; Holz e Palma, 2012). No Brasil muitos estudos mencionam a influência da oferta de alimentos nos ciclos populacionais, entretanto, geralmente relacionam essas variações à períodos climáticos distintos de umidade e temperatura (Alho et al., 1986; Mares e Ernest, 1995; Vieira, 1997; Talamoni e Dias, 1999; Abreu et al., 2014). Isso poderia

ser explicado pela dificuldade em identificar itens alimentares específicos como causadores de incremento populacional em florestas tropicais de alta diversidade, onde existe uma grande gama de recursos a serem explorados (*cf.* Vieira et al., 2006).

Contudo, na região subtropical brasileira onde ocorre a formação florestal úmida conhecida por Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária, anualmente é ofertada uma grande quantidade de sementes de grande potencial energético (Mattos, 2011) justamente pela árvore que nomeia essa formação. A araucária *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze é a espécie arbórea dominante e sua copa constitui o estrato emergente da floresta (Souza, 2007) podendo alcançar mais de 30 metros de altura (Sanquetta et al., 2001; Chassot et al., 2011).

O ciclo reprodutivo da araucária leva em média 24 meses e a quantidade de sementes produzidas, também conhecidas como pinhões, varia temporalmente e espacialmente (Mantovani et al., 2004; Figueiredo Filho et al., 2011). Entretanto, apresenta dispersão sincrônica em escala regional (Souza et al., 2010), fazendo com que suas sementes sejam disponibilizadas em grande quantidade a partir de meados do outono e durante todo o inverno (Mantovani et al., 2004). Nesse momento, em que ocorrem as temperaturas mais baixas do ano e uma representativa diminuição na produção de frutos zoocóricos, os pinhões representam uma importante fonte de alimento para mamíferos e aves (Paise e Vieira, 2005). Os roedores especificamente, são considerados importantes agentes predadores e dispersores das sementes de *Araucaria angustifolia* (Bordignon e Monteiro-Filho, 2000; Guglielme e Ganade, 2006; Vieira et al. 2006; Iob e Vieira, 2008).

Uma importante característica da Floresta com Araucária é sua relação negativa entre angiospermas arbóreas e as araucárias, onde estas se estabelecem a partir de locais com certo grau de distúrbio, como surgimento de clareiras, se tornando dominante e com alto recrutamento. Caso a fonte de distúrbio desapareça, araucárias mais antigas estruturam o dossel ao longo do processo de sucessão, quando ocorre o surgimento do sub-bosque e também o crescimento de árvores angiospermas. Com isso, diminui-se o recrutamento das araucárias, mas mantendo seu domínio por sua característica de longevidade (Souza, 2007; Souza et al., 2008).

Áreas com diferentes estruturas populacionais de araucárias podem refletir diferentes estágios sucessionais, e por consequência, diferentes estruturas da vegetação e de micro-habitat. Desta forma,

áreas com alta densidade de araucárias tanto podem tornar o estrato baixo da floresta atrativo ao disponibilizarem grandes quantidades de sementes, quanto podem apresentar condições menos favoráveis nos momentos onde essa oferta não ocorre, uma vez que apresentam menor quantidade de espécies de angiospermas arbóreas. Esse fato pode obrigar que os roedores apresentem variações e uma maior flexibilidade no seu uso do habitat.

Dessa forma, o presente estudo objetiva avaliar possíveis variações no uso do habitat de espécies de roedores mediado pela presença de diferentes densidades de araucárias e a disponibilidade de suas sementes no interior de um mesmo fragmento, localizado na região sul do Brasil. Para isso, pretendemos responder aos seguintes questionamentos: (i) A presença de indivíduos fêmeas de Araucária afeta a distribuição em microescala dos roedores durante o período de disponibilidade de suas sementes? (ii) Quais variáveis de micro-habitat podem influenciar os padrões de utilização de habitat das espécies de roedores na área? (iii) Roedores alteram seu modo de utilização do habitat durante o período de disponibilidade de pinhão?

Métodos

Área de Estudo

A Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná localizada no município de São João do Triunfo (25°41'20"S 50°09'47"W) , apresenta uma área de 32 hectares de mata nativa situada em uma região de exploração florestal e culturas anuais próxima às áreas de várzea do Rio Iguaçu (Muller, 1986) (Figura 1/A,B). O clima predominante na região, segundo a Classificação Climática de Koppen, é do tipo Cfb (subtropical úmido mesotérmico), caracterizado por clima subtropical sempre úmido com chuvas abundantes no verão. Os verões são frescos com temperatura média de 22°C durante o mês mais quente, temperatura média anual de 17 °C e mais de cinco geadas noturnas por ano. Por não possuir estação seca, a precipitação média anual é elevada, encontrando-se em torno de 1.526 mm (Schaaf et al, 2006; dados coletados na área de estudo, 2004 e 2005).

A vegetação da área de estudo caracteriza-se como pertencente à Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária. A Estação Experimental é composta de 33 talhões de aproximadamente 1 hectare cada e seu histórico de utilização recente formaram um mosaico composto por diferentes fitofisionomias onde a presença das araucárias é mais intensa nas áreas onde houve maior uso, enquanto áreas com pouca ou nenhuma araucária apresentam uma maior densidade de espécies das famílias Lauraceae e Myrtaceae (Schaff et al., 2006). Assim, foi possível distinguir na Estação Experimental em três diferentes áreas relacionadas à densidade de araucárias adultas.

Delineamento amostral

Foram instalados em cada área um sistema amostral com 40 armadilhas metálicas de arame galvanizado com 45cm x 25cm x 25cm (comprimento x largura x altura), distribuídas em estações equidistantes 16 metros uma das outras formando uma grade de 5 colunas e 8 linhas e cobrindo uma área de 0,71 hectares (Figura 1/C). As três áreas amostrais foram diferenciadas por parâmetros fitossociológicos descritos por Scahff et al. (2006) e Lana (2013) e a estrutura populacional das araucárias em cada uma dessas áreas foi analisada por Valente et al. (2010) (ver Capítulo I para maiores detalhes). No total as três áreas receberam juntas 120 armadilhas ativas, armadas em seus pontos no primeiro dia e iscadas com bananas, milho e óleo de fígado de bacalhau.

Os esforços de captura ocorreram durante cinco noites consecutivas ao longo de 14 sessões e quatro noites durante as últimas três sessões, totalizando 17 sessões de captura entre setembro de 2003 e março de 2005. O intervalo entre sessões foi de 30 dias com exceção do intervalo entre novembro e janeiro de 2003/2004 e de 2004/2005. Nessas ocasiões o intervalo foi de aproximadamente 45 dias.

Todos os roedores capturados foram submetidos a procedimentos de marcação através de brincos numerados (National Band and Tag Co.), avaliados quanto ao sexo e período reprodutivo, medidos e soltos no mesmo ponto. A execução desse estudo foi registrado no IBAMA sob processo nº 02017.008381/2003-72.

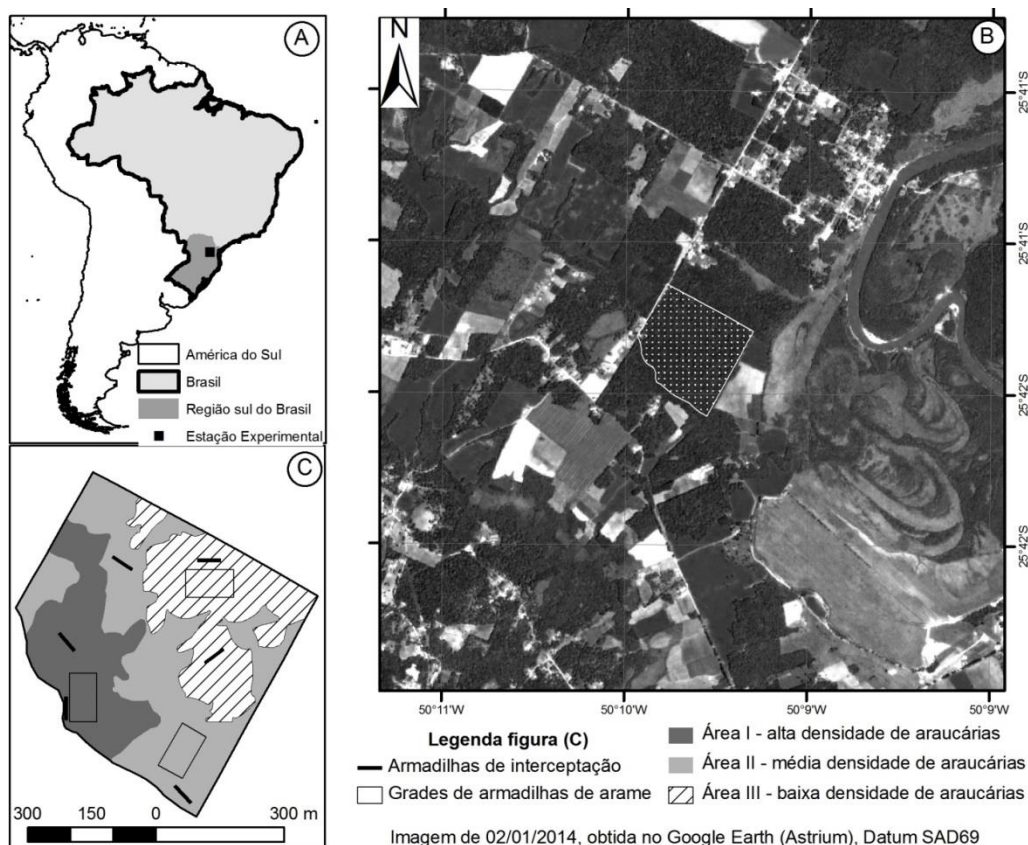


Figura 2.1- Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná localizada no sul do Brasil (A), está inserida numa região próxima as áreas de várzea do Rio Iguaçu numa paisagem caracterizada por diferentes culturas agrícolas e fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (B). A Estação Experimental possui aproximadamente 32 hectares e foi subdividida em três áreas (I, II e III) representando diferentes estruturas vegetacionais baseadas na densidade de *A. angustifolia*, onde foram instalados os sistemas de captura (C).

Análise de Dados

A fim de demonstrar variações quantitativas de cada espécie ao longo do estudo as abundâncias relativas foram calculadas a partir do número de indivíduos capturados por noite de esforço para cada sessão de captura. Considerando que a oferta das sementes de araucária é sazonal, subdividimos nossos dados em diferentes períodos quanto a disponibilidade de pinhões. Como na área de estudo a duração da dispersão autocórica dessas sementes no ano de 2004 durou cinco meses (de abril a agosto), denominamos esse intervalo como o período de *disponibilidade*. As demais sessões de captura, denominadas como *sem disponibilidade*, foram subdivididas em momentos imediatamente anteriores (janeiro a março de 2004 e 2005) e posteriores (setembro a novembro/dezembro de 2003 e

2004) a disponibilidade de pinhão, como descrito na Tabela 1. Possibilitando assim, uma melhor avaliação das possíveis mudanças temporais no uso do espaço pelos roedores.

Para compreender a influência dos atributos ambientais presentes em cada ponto de captura sobre a abundância das espécies e de identificar possíveis mudanças na utilização do habitat em virtude da disponibilidade de pinhões, nós avaliamos a dispersão desses organismos na área e, posteriormente, verificamos a existência de setores e pontos de captura com maior intensidade de uso ao longo do estudo. Por fim, identificamos variáveis explicativas para os padrões observados de intensidade de uso, tanto na presença quanto na ausência das sementes de araucária.

Tabela 2.1- Divisão de períodos relacionados a disponibilidade de sementes de *A. angustifolia* entre setembro de 2003 e março de 2005. Todos os períodos possuem três sessões de captura com exceção do período onde ocorreu a disponibilidade de pinhões denominado “*disponibilidade*”.

ano	período	duração	característica
2003	pós disponibilidade 1	sessão 1 (setembro 2003) sessão 3 (nov/dez 2003)	Período imediatamente após a oferta de pinhões do ano de 2003.
	pré disponibilidade 1	sessão 4 (janeiro 2004) sessão 6 (março 2004)	Período anterior a oferta de pinhões do ano de 2004 .
2004	disponibilidade	sessão 7 (abril 2004) sessão 11 (agosto 2004)	Período com oferta de pinhões.
	pós disponibilidade 2	sessão 12 (setembro 2004) sessão 14 (nov/dez 2004)	Período imediatamente após a oferta de pinhões do ano de 2004.
2005	pré disponibilidade 2	sessão 15 (janeiro 2005) sessão 17 (março 2005)	período anterior a oferta de pinhões do ano de 2005.

O número de indivíduos capturados em cada armadilha nos diferentes períodos foi utilizado para calcular o índice padronizado de dispersão de Morisita (Krebs, 1999), onde cada ponto de captura foi considerado um quadrante. O objetivo dessa análise foi verificar a existência de variações no padrão de dispersão das espécies de roedores em cada fitofisionomia e nos diferentes períodos de disponibilidade de sementes de araucária, para isso foi utilizado o parâmetro “*dispindmorisita*” incluso no pacote Vegan (Oksanen et al., 2013) do programa R 3.1.0 (R Core Team, 2014).

A intensidade de uso foi avaliada utilizando o estimador de densidade Kernell fixo (Worton, 1989), uma técnica estatística não paramétrica de interpolação onde uma distribuição de pontos ou eventos é transformada numa “superfície contínua” (Carvalho & Câmara, 2004; Barcellos et al., 2007). Esse método é amplamente aplicada para cálculos de áreas de vida e utilização de habitat (ou distribuição de uso) de animais (Worton, 1989). No presente estudo utilizamos o estimador Kernel para gerar a superfície de utilização de habitat dos roedores durante os períodos relacionados à oferta

de pinhões em cada uma das três fitofisionomias. Como os pontos de captura são posições sistemáticas e não aleatórias, utilizamos o número médio de indivíduos capturados por sessão como atributo para cada ponto no espaço, obtendo a superfície de intensidade de uso para cada espécie que apresentou número de capturas adequado à análise.

A área de influência das *A. angustifolia* fêmeas foi calculada pela estimativa de densidade Kernel, através da espacialização de todas as árvores femininas encontrados em cada uma das áreas amostradas. Os polígonos de influência dessa espécie foram construídos contendo 75% da densidade estimada e sobreposta a superfície de uso pelos roedores. Essa medida de influência representa aproximadamente a área sob cobertura da copa, portanto a área aproximada que recebe a maior parte dos pinhões dispersos na área. Objetivamos assim, verificar possíveis influências da presença das araucárias na intensidade de uso dos roedores nos diferentes períodos relacionados à disponibilidade de suas sementes.

A intensidade de uso por roedores e a influência das araucárias na área foram construídas utilizando a “amplitude de banda” equivalente a 10 metros (estatística h) e o tamanho de *pixel* utilizado para as superfícies de densidade equivalentes a um metro. As estimativas de densidade Kernel foram realizadas no programa ArcMap 9.3 (ESRI) utilizando a extensão Hawth's Analysis Tools (Beyer, 2004).

O número médio de indivíduos capturados por sessão amostral para cada armadilha foi utilizado como variável dependente também na construção de modelos explicativos da intensidade de uso. Foram medidas nove variáveis independentes de micro-habitat em cada ponto de captura, essas variáveis representam quatro diferentes características gerais do habitat (Tabela 2). As variáveis HERB, VEG1 e DOSS foram medidas no interior de um círculo com raio de dois metros a partir do ponto de captura, essa área foi subdividida em quatro quadrantes sendo um deles escolhido aleatoriamente para a avaliação de frequência através de uma parcela de 0,5m² contendo 100 subdivisões (*cf.* Freitas et al., 2002).

As variáveis DAP e DIST foram medidas num raio de 3 metros a partir do ponto de captura, nessa mesma área as variáveis TRC e BRC foram contadas. A variável ARAUC é a média dos valores dos *pixels* referentes à influência das araucárias fêmeas (obtidos pela estimativa Kernel) contidas

numa área de 5,3 metros de raio, cujo centro é cada ponto de captura. Esse raio foi escolhido por representar um terço da distância entre diferentes pontos de captura.

Tabela 2.2- Descrição das variáveis de micro-habitat mensurados na Estação Ecológica da UFPR e utilizadas para construção dos modelos lineares para intensidade e uso de *A. montensis* e *O. nigripes*, as variáveis foram agrupadas segundo suas características.

característica	variável	descrição
estrutura do estrato herbáceo	HERB	cobertura do estrato herbáceo ao nível do solo (%)
	VEG1	adensamento do estrato herbáceo entre 0,5 e 1,0 metro de altura, medida de estrutura vertical do estrato herbáceo(%)
	HERB + VEG1	efeito aditivo
estrutura vertical da vegetação (arbustivo arbóreo)	DAP	Média do DAP (cm) das duas maiores árvores num raio de 3 metros do ponto de captura
	DIST	média da distância (m) das duas maiores árvores num raio de 3 metros do ponto de captura
	DIST + DAP	efeito aditivo
Dossel	DOSS	cobertura do dossel (%)
	ARAUC	influência de araucárias fêmeas (média dos valores dos <i>pixels</i> baseado na medida Kernell/h=10) sobre um raio de 5,3 metros a partir do ponto de captura.
	DOSS + ARAUC	efeito aditivo
refúgios	TRC	quantidade de troncos maiores que 20cm de diâmetro e 50cm de comprimento no solo num raio de 3 metros do ponto de captura
	BRC	quantidade de buracos no solo maiores que 5cm de diâmetro num raio de 3 metros do ponto de captura
	TRC + BRC	efeito aditivo

Para avaliar a relação dessas variáveis independentes com a intensidade de uso dos roedores, foram construídos modelos lineares simples contendo apenas uma das variáveis de micro-habitat, além de modelos com os efeitos aditivos das variáveis de cada característica geral de habitat (Tabela 2) e do modelo global, contendo todas as variáveis (Torres et al., 2014). A seleção de modelos explicativos foi realizada através do Critério de Informação de Akaike corrigido (AICc) (Burnham e Anderson, 1998 e 2004), comparando todos os modelos candidatos mais o modelo neutro (construído apenas com a constante).

O AIC é um critério que considera a qualidade do ajuste e o número de variáveis envolvidas, sendo que menores valores de AIC indicam melhores modelos (Mazerolle, 2006). Os modelos com variação de AICc ($\Delta AICc$) < 2, foram igualmente considerados para identificação das variáveis

explicativas da intensidade de uso dos roedores. Essa variação de AIC representa forte semelhança estatística entre os modelos (Lebreton et al., 1992). Também foi usado o peso de AICc (w_i) e a relação de evidência (w_1/w_j) ou verossimilhança relativa, para medir o poder explicativo de determinado modelo em relação a outro (Johnson e Omland, 2004; Mazerolle, 2006). Os modelos foram comparados utilizando a função *ICtab* presente no pacote *bbmle* (Bolker e R Development Core Team, 2014) do programa R 3.1.0 (R Core Team, 2014)

Resultados

Entre o período de setembro de 2003 e março de 2005 foram realizadas 685 capturas de quatro espécies de roedores num esforço de 9.840 armadilhas/noite. Do total de capturas, aproximadamente 90% (N=616) foram de uma única espécie, *Akodon montensis*, que também concentrou 82% (N=164) de todos os indivíduos amostrados. A segunda espécie mais abundante foi *Oligoryzomys nigripes*, que representou 9,3% (N=64) do total de capturas e 15% (N=30) do total de indivíduos capturados. Outras duas espécies, *Sooretamys angouya* e *Thaptomys nigrita* representaram juntas menos de 1% do total de capturas, com quatro e um indivíduos respectivamente.

A abundância relativa (indivíduos/noite de captura) dessas espécies variou no decorrer do estudo, com maiores valores encontrados ao final da primavera de 2004 (Figura 2), *Sooretamys angouya* foi capturado apenas durante o período de disponibilidade de sementes de araucária nas três fitofisionomias avaliadas. Já *Thaptomys nigrita* foi capturado uma única vez no período pós-disponibilidade de pinhão na área I, dessa forma, *S. angouya* e *T. nigrita* não foram incluídas nas análises desse capítulo. A espécie mais abundante, *A. montensis*, por sua vez, foi capturada em todas as sessões de captura e *O. nigripes* foi capturada em 13 das 17 sessões.

A distribuição espacial das duas espécies mais abundantes variaram em relação aos diferentes períodos de disponibilidade de sementes de araucária e também entre as três diferentes fitofisionomias, como observado através do índice padronizado de dispersão espacial de Morisita (Tabela 3). Na área I, onde ocorre maior quantidade de indivíduos fêmeas de araucária, *Akodon montensis* apresentou distribuição agregada durante a disponibilidade de pinhão, destoando dos demais períodos analisados

na mesma área. Essa espécie não apresentou valores significativos do índice de Morisita em nenhum dos períodos analisados na área II. Já na área III, que possui apenas um indivíduo fêmea de araucária, *A. montensis* apresentou distribuição agregada durante o período imediatamente anterior à oferta de pinhões.

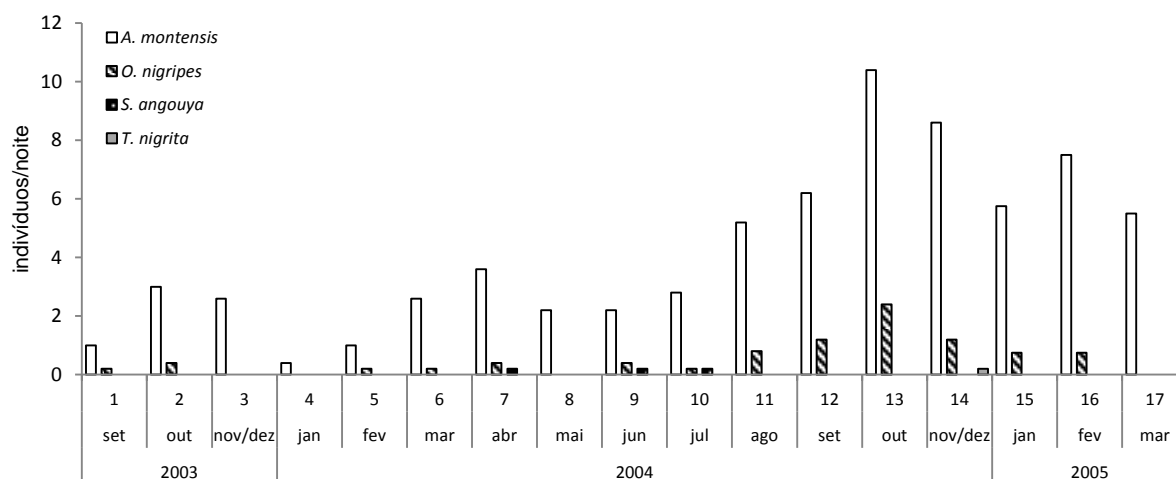


Figura 2.2- Abundâncias relativas (indivíduos/noite) das espécies de roedores da Estação Experimental da UFPR durante 17 sessões de captura. A disponibilidade de pinhão ocorreu entre os meses de abril (sessão 7) e agosto (sessão 11).

Para *Oligoryzomys nigripes*, foi possível avaliar sua distribuição apenas durante o período de disponibilidade de pinhão e o período imediatamente após esse evento, tanto para a área I quanto para a II. Entretanto, enquanto que na área I essa espécie apresentava distribuição agregada, na área II não foram verificados valores significativos no índice de Morisita. Na área III, foi possível avaliar a distribuição de *O. nigripes* em todos os períodos, sendo que imediatamente após a disponibilidade de pinhão em 2004 foi observado valores significativos de agregação.

Tabela 2.3- Índice de dispersão de Morisita (I_d) e valor de significância (p) para as duas espécies mais abundantes por período relacionado a disponibilidade de pinhão, em cada uma das três fitofisionomias encontradas na Estação Experimental da UFPR. Valores significativos ($\alpha=0,05$) estão destacados em negrito.

		<i>A. montensis</i>					<i>O. nigripes</i>				
		pós1	pré1	disponibilidade	pós2	pré2	pós1	pré1	disponibilidade	pós2	pré2
I	I_d	0,023	0,339	0,507	0,334	-0,102	-	-	0,545	0,591	-
	p	0,43	0,07	<0,001	0,08	0,61	-	-	<0,001	<0,0001	-
II	I_d	-0,052	-0,051	-0,175	0,246	0,305	-	-	-0,033	0,052	-
	p	0,54	0,54	0,71	0,14	0,10	-	-	0,52	0,38	-
III	I_d	0,262	0,591	0,288	0,123	0,009	-0,098	-0,065	-0,033	0,508	0,256
	p	0,13	<0,0001	0,11	0,28	0,45	0,61	0,56	0,52	0,01	0,14

De maneira geral, constatamos que os indivíduos se distribuem aleatoriamente no interior das grades, agregando-se em períodos determinados, com destaque para quando ocorre a oferta de pinhões na área I. Contudo, mesmo nos períodos com distribuição aleatória, é possível observar que determinados partes da grade se mantêm regularmente com maiores níveis de intensidade de captura, demonstrando a existência de setores de maior utilização (Figuras 3 e 4).

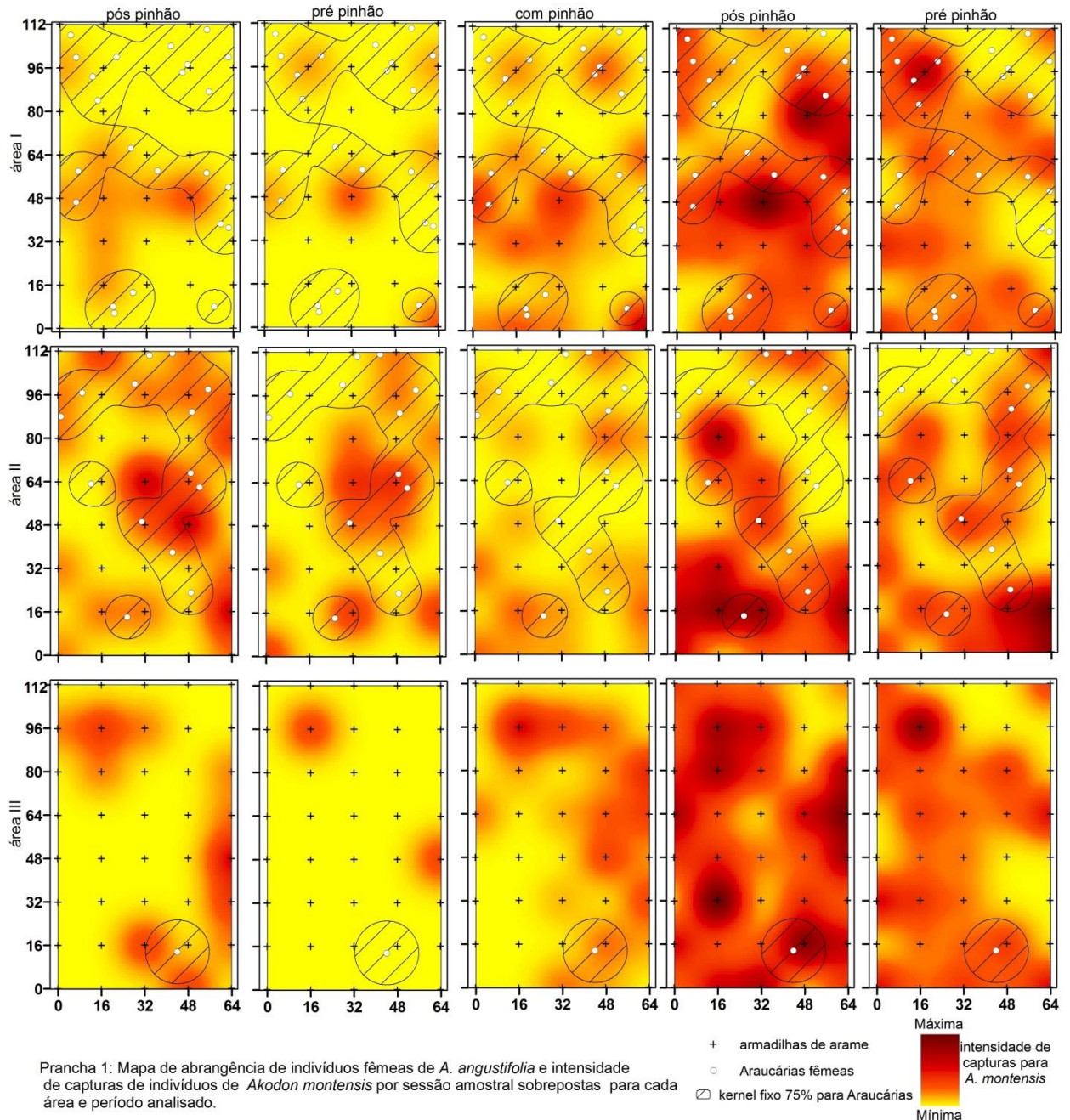


Figura 2.3- Intensidade de uso (Kernel fixo $h=10$) de *A. montensis* nas três fitofisionomias presentes da Estação Experimental da UFPR ao longo dos cinco períodos relacionados a oferta de sementes de *A. angustifolia*.

Não foi possível, mesmo durante o período de disponibilidade de pinhão, vincular pontos de maior utilização por *A. montensis* com os setores sob influência direta das araucárias fêmeas nas três áreas. A intensidade de uso dessa espécie não apresenta vínculo com a área de influência das araucárias nem mesmo na área I, onde ocorre a mais alta densidade dessa árvore e *A. montensis* apresentou distribuição agregada.

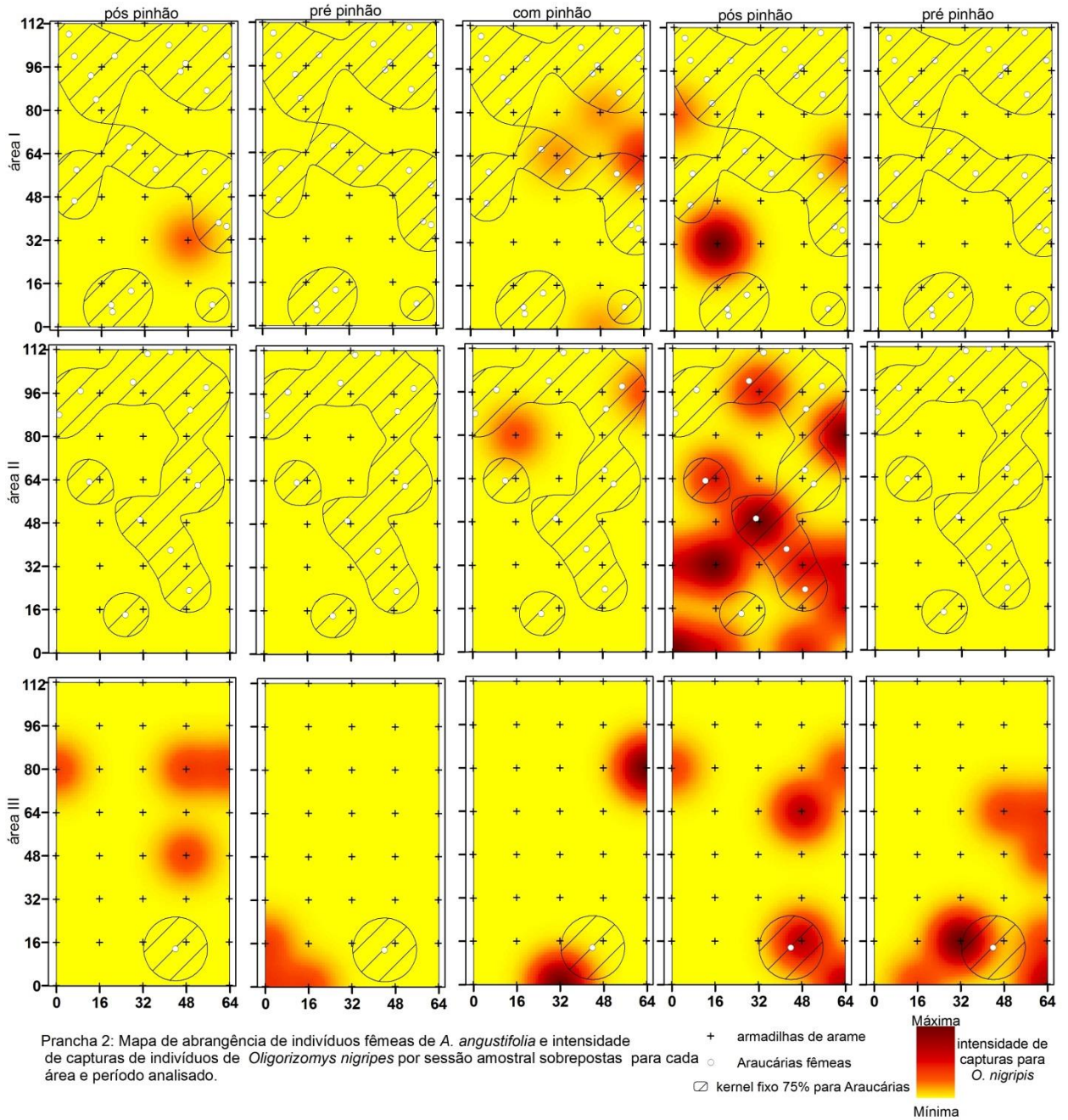


Figura 2.4- Intensidade de uso (Kernel fixo $h=10$) de *O. nigripes* nas três fitofisionomias presentes da Estação Experimental da UFPR ao longo dos cinco períodos relacionados a oferta de sementes de *A. angustifolia*.

Para *Oligoryzomys nigripes* observa-se que a área III foi a única onde ocorreram capturas durante todo o estudo. Nessa área pode-se observar que a partir do período de disponibilidade de pinhões, um dos setores que apresentam grande intensidade de uso encontra-se sob influência da única araucária fêmea presente. Nas áreas I e II, que apresentam maior quantidade de araucárias, observamos uma utilização desigual no decorrer do estudo, uma vez que as capturas de *O. nigripes* estiveram concentradas apenas nos períodos com disponibilidade de pinhão e pós disponibilidade no ano de 2004.

Através da análise de uso do microhabitat para *A. montensis* verificamos que os modelos com as variáveis de estrutura do estrato herbáceo e a cobertura do dossel se mostraram mais adequadas para explicar as variações observadas na intensidade de uso durante o estudo (Tabela 4). Entretanto, quando avaliamos os períodos de disponibilidade de pinhão separadamente, constatamos que a intensidade de uso é explicada por diferentes modelos. Durante a oferta das sementes de araucária *A. montensis* responde negativamente a cobertura do dossel, sendo que esse modelo explica a variação dos dados 2,85 vezes melhor que o segundo modelo mais ajustado (Apêndice 1). No período sem a disponibilidade de pinhão, a intensidade de uso é melhor explicada pelo modelo aditivo da estrutura do estrato herbáceo, apresentando uma relação positiva com a cobertura e adensamento (Tabela 4). Esse modelo é 3,5 vezes superior ao segundo melhor modelo explicativo. Vale destacar que o segundo melhor modelo, para ambos os períodos, apresentou variação de AICc superior a 2,0. Assim, foram desconsiderados para efeito de explicação do uso do habitat (Apêndice 1).

A intensidade de uso do habitat por *O. nigripes*, desconsiderando os períodos de disponibilidade de pinhão, não pôde ser caracterizada uma vez que o modelo nulo se mostrou satisfatoriamente ajustado aos dados observados ($\Delta AICc < 2,0$). Contudo, quando avaliamos os períodos de forma separada, constatamos que a intensidade de uso dessa espécie é explicada pelos modelos contendo a estrutura do estrato herbáceo, com relação positiva tanto para as duas variáveis do modelo aditivo quanto para a variável de cobertura herbácea isolada (Tabela 4). Esses dois modelos juntos são 5,36 vezes superior ao terceiro modelo melhor ajustado, que possui $\Delta AICc > 2,0$ (Apêndice 1).

Para o período sem disponibilidade de pinhões, os modelos que melhor explicaram a intensidade de uso por *O. nigripes* ($\Delta AICc < 2,0$) foram os que continham a variável de influência das araucárias fêmeas e dois modelos de estrutura do estrato herbáceo (cobertura e aditivo). Os modelos de influência das araucárias e da cobertura herbácea obtiveram o mesmo valor de AICc podendo ser considerados igualmente plausíveis (Tabela 4). Um ponto que consideramos importante está na alteração no sentido da relação entre a intensidade de uso e as variáveis de estrutura herbácea nos períodos com e sem disponibilidade de pinhões. Visto que, durante a disponibilidade desse recurso alimentar a intensidade de uso por *O. nigripes* está positivamente relacionada à estrutura do estrato herbáceo quando há ausência de pinhões essa relação se mostra negativa. Assim, conforme a hipótese inicialmente levantada, as duas espécies mais abundantes variaram a forma de uso do habitat durante a disponibilidade das sementes de *A. angustifolia*.

Tabela 2.4- Modelos lineares de intensidade de uso selecionados para de *A. montensis* e *O. nigripes* na Estação Experimental da UFPR considerando o conjunto total de dados e subdivididos em relação a disponibilidade ou não de pinhões. As variáveis de micro-habitat (descritas na Tabela 2) contidas em cada modelo são seguidas pelo sinal de cada termo indicando a natureza da correlação. Variação de AIC_c (ΔAIC_c) a partir do modelo mais plausível, graus de liberdade (df) e peso explicativo (*w*).

	geral				disponibilidade							
	modelos (coef.)	$\Delta AICc$	df	<i>w</i>	sem pinhão				com pinhão			
					modelos (coef.)	$\Delta AICc$	df	<i>w</i>	modelos (coef.)	$\Delta AICc$	df	<i>w</i>
<i>A. montensis</i>	HERB+VEGI (+ +)	0,0	4	0,248	HERB+VEGI (+ +)	0,0	4	0,620	DOSSSEL (-)	0,0	3	0,400
	VEGI (+)	0,8	3	0,168								
	DOSSSEL (-)	1,3	3	0,131								
<i>O. nigripes</i>	ARAUC (-)	0,0	3	0,311	ARAUC (-)	0,0	3	0,265	HERB+VEGI(+ +)	0,0	4	0,319
	nulo	1,8	2	0,129	HERB (-)	0,0	3	0,264	HERB (+)	0,9	3	0,201
					HERB+VEGI (- -)	1,4	4	0,130				

Discussão

A riqueza de roedores encontrada na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná através do sistema de captura por armadilhas ativas foi similar a outros estudos na região subtropical do Brasil, onde também foram encontradas quatro espécies (Cademartori et al., 2004; Dalmagro e Vieira, 2005, Melo et al, 2013). As espécies *Akodon montensis* e *Oligoryzomys nigripes* também são reportados como detentoras das maiores abundâncias em estudos na Floresta Ombrófila Mista (Cademartori et al., 2004; Dalmagro e Vieira, 2005, Galiano, 2013) e na Floresta Atlântica Decidual

(Lima et al., 2010; Melo et al, 2011 e 2013), sendo consideradas espécies não vulneráveis a processos de fragmentação (Pütker et al, 2008). A abundância de *A. montensis* e *O. nigripes* foi maior ao final da primavera de 2004 considerando todas as áreas somadas, embora com grande variação nos padrões de ocorrência entre as diferentes fitofisionomias (capítulo I).

Também na Floresta com Araucária no sul do Brasil, Dalmagro e Vieira (2005) consideraram as duas espécies como generalistas quanto ao uso do habitat, apresentando distribuição não agregada como reflexo da menor relação com a estrutura de micro-habitat (*cf.* Seamon e Adler, 1996) quando comparado a espécie *Delomys dorsalis*. Essa mesma característica foi relatada para pequenos mamíferos em floresta decídua também no sul do Brasil, onde a heterogeneidade espacial do ambiente foi considerada pouco importante (Melo, 2011). De forma geral, o padrão de distribuição não agregado também foi observado na Estação Experimental da UFPR. Entretanto, em nosso estudo verificamos a ocorrência de alterações sazonais nesse padrão com *A. montensis* e *O. nigripes* apresentando agregação espacial em determinados períodos.

Variações temporais nos padrões de distribuição espacial foram vinculados à oferta de alimentos num estudo experimental com *Myodes glareolus*, onde as fêmeas apresentaram maior agregação quando submetidas à tratamentos de oferta de alimentos disponibilizados de forma espacialmente concentrados (Rémy, 2014). Variações sazonais de agregação também foram encontradas para *Rattus argentiventer* em cultivos de arroz, mas vinculados aos períodos reprodutivos (Tristiani et al., 2000).

Na área I, onde ocorreu a maior densidade de araucárias fêmeas, a oferta de suas sementes poderia influenciar a agregação observada, contudo, a dispersão das sementes dessa espécie ocorre de forma sincrônica (Souza et al., 2010) e as araucárias apresentam distribuição homogênea nessa área (Valente, 2010). Dessa forma, esse recurso não estaria disponibilizado de forma concentrada como no experimento de Rémy et al. (2014). Além disso, na área II, que também apresenta alta densidade de araucárias, não foi observado agregação para as espécies. Não observamos também, durante o período de disponibilidade de pinhão, relação espacial diferenciada entre a área de influência das araucárias e a intensidade de uso através da sobreposição da densidade Kernel, dessa forma outros fatores podem ter influenciado a agregação.

Como o índice de dispersão de Morisita foi calculado tendo como base armadilhas individualizadas, agregações significativas demonstram concentração de diferentes indivíduos num mesmo ponto de captura, o que consideramos como um indício da existência de vínculo entre a presença dos roedores e atributos de micro-habitat, mesmo que durante momentos específicos. Também verificamos que existiram setores que apresentaram uma maior intensidade de uso inclusive durante os períodos de distribuição aleatória das duas espécies de roedores nas áreas. A maior utilização de setores específicos indica que determinados pontos de captura concentraram atributos que possibilitaram a manutenção de um indivíduo residente por maiores intervalos de tempo e permitiu a presença de um número maior de indivíduos distintos usando o mesmo setor. Esses dados respaldam a ideia de que atributos de micro-habitat influenciaram a presença e intensidade de uso de *A. montensis* e *O. nigripes*.

Assim, verificamos que a intensidade de uso apresentada por *Akodon montensis* durante o presente estudo, sem considerarmos os períodos com e sem oferta de pinhão, foi explicada tanto por uma relação positiva com o estrato herbáceo, quanto negativa com a intensidade e cobertura do dossel. Essa última medida possui uma relação lógica com o estrato herbáceo, uma vez que uma cobertura de dossel mais aberta proporciona maior entrada de luz no interior da floresta, o que por sua vez favorece o crescimento do estrato herbáceo.

A relação da *A. montensis* com o estrato herbáceo também foi verificada por Dalmagro e Vieira (2005) na Floresta com Araucária, por Goodnin et al. (2009) na floresta decídua no Paraguai e por Melo et al (2013) na floresta decídua no sul do Brasil. Nesses estudos, assim como verificado por nós, *A. montensis* prefere áreas com maior estrutura de vegetação herbácea. Por outro lado, estudos apresentam diferenças quanto ao sentido dessa relação para a cobertura do dossel. Enquanto que os trabalhos de Pütker et al. (2008), Goodnin et al. (2009) e Abreu et al. (2014) apresentam uma relação negativa, o de Dalmagro e Vieira (2005) encontraram uma relação positiva, que pode ser explicada por um estrato herbáceo menos desenvolvido encontrado no local desse estudo (Abreu et al., 2014). Sem um estrato herbáceo desenvolvido, a espécie evitaria predação buscando locais com copas densas e fechadas. Ainda é reportado a relação de *A. montensis* para habitats com predominância de bambu para a floresta decídua no sul do Brasil (Lima et al., 2010).

Quando avaliamos a relação entre o micro-habitat e a intensidade de uso de *A. montensis* nos períodos com e sem oferta pinhões verificamos que no período de ausência destas sementes, esse roedor é capturado em maior estrutura da vegetação herbácea. O vínculo com vegetação herbácea geralmente são descritos como resultado de proteção contra predadores (Vieira et al., 2005; Dalmagro e Vieira, 2005; Goodnin et al, 2009; Sponchiado et al.,2012; Melo et al., 2013; Abreu et al., 2014).

Durante o período de oferta de pinhão na Estação Experimental da UFPR verificamos que *A. montensis* é capturado em locais com menor cobertura de dossel, sendo essa a variável explicativa mais plausível para a intensidade de uso dessa espécie no período. Esse padrão pode ser reflexo da dispersão autocórica das sementes de araucária, que se desprendem do estróbilo na copa dessas árvores caindo verticalmente até o solo. Assim, uma menor intensidade de cobertura das copas abaixo das araucárias, produziria uma oferta de pinhões mais agregada no solo, facilitando o encontro desse recurso. Vieira et al. (2006) através de ofertas de sementes e frutos em cativeteiro verificaram que, dentre os itens disponibilizados, *A. montensis* não consumiu pinhões. Em contraste, verificamos esse item alimentar na dieta desse roedor através de análise de conteúdo estomacal de animais mortos acidentalmente durante o estudo (dados não publicados).

Roedores foram considerados os principais responsáveis pela remoção de pinhões das proximidades da planta mãe por Iob e Vieira (2008), que também encontraram uma taxa de pinhões removidos e não consumidos de proximadamente 4%, fazendo desses animais potenciais dispersores. Numa avaliação da potencial regenerativo das araucárias desenvolvido por Valente et al. (2010) no interior das grades onde foram capturados os roedores na Estação Experimental da UFPR, relatam a germinação de grande quantidade de pinhões parcialmente predadas. Este fato, ligado a maior intensidade de uso dessa espécie em pontos com maior entrada de luz durante a disponibilidade de pinhão, pode fazer de *A. montensis* um importante dispersor de *A. angustifolia*, uma vez que pode estar depositando suas sementes em micro sítios adequados a sua germinação e estabelecimento (Souza et al. 2008). Relação negativa a cobertura do dossel também é reportada por Abreu et al, (2014) na Floresta com Araucária, porém nesse estudo não houve avaliação diferenciada em relação a oferta de pinhões.

Assim como *A. montensis*, *Oligoryzomys nigripes* é considerada uma espécie generalista habitando diferentes formações florestais (Oliveira e Bonvicino, 2006), mas possui hábitos escansoriais utilizando tanto o chão como o estrato arbustivo (Vieira e Monteiro-Filho, 2003). Assim, quando avaliamos a intensidade de uso dessa espécie desconsiderando os diferentes períodos, verificamos que nenhum modelo explicativo foi satisfatório para vincular os padrões observados às variáveis ambientais de micro-habitat. O que reforça o aspecto generalista desse roedor. Entretanto, quando avaliamos separadamente a intensidade de uso em relação à oferta das sementes de araucária observamos que essa espécie altera drasticamente sua relação com as variáveis de micro-habitat.

Durante o período sem a disponibilidade das sementes de araucária, foi possível constatar três modelos igualmente plausíveis para explicar a intensidade de uso de *O. nigripes* nas áreas. O primeiro apresenta uma relação negativa à influência das araucárias fêmeas e os outros dois modelos demonstram uma relação negativa com a vegetação herbácea, tanto sua cobertura quanto a densidade. Em síntese, verificamos que esse roedor na maior parte do tempo evita áreas sob influência das araucárias e locais com grande quantidade de herbáceas.

As araucárias possuem relação negativa com angiospermas arbóreas (Souza, 2007), esse fato se confirma tanto na área I quanto na área II, embora nesta com menor intensidade (Schaff, 2006; Lana, 2013). Essa dominância das araucárias verificadas nessas duas áreas pode fazer com que o chão da floresta seja um local que oferece poucos recursos à manutenção de *O. nigripes*, mesmo ela sendo generalista. Isso explicaria a intensidade de uso diminuir em relação à influência das araucárias durante o período sem oferta de pinhões. Porém, Vieira et al. (2006) e Job e Vieira (2008) relatam que essa espécie consome as sementes de araucária, sendo considerada um importante predador de sementes e potencial dispersor. Essa espécie, então, deve utilizar de alguma forma os espaços de influência ou mesmo de ocorrência das araucárias para ter acesso aos pinhões, principalmente o chão da floresta. Na estação Experimental da UFPR isso significaria alterar seu modo de utilização de habitat.

Assim, verificamos que *Oligoryzomys nigripes* altera seu modo de uso do habitat durante o período de disponibilidade de pinhões no solo da floresta passando a utilizar o estrato herbáceo. Nesse período as variáveis de estrutura da vegetação estão relacionadas positivamente com o aumento da

intensidade de uso desse roedor, comportamento contrário ao observado na ausência dos pinhões. Esse comportamento está em acordo com a característica generalista dessa espécie (cf. Pütker et al., 2008), podendo variar o uso do habitat para acessar recursos disponíveis temporariamente. Variações sazonais e espaciais no modo de uso do habitat de roedores também podem ocorrer devido a alterações na densidade populacional (Sundell et al., 2012) e na disponibilidade de recurso, onde espécies podem se deslocar entre habitats marginais afim de buscar melhores condições de sobrevivência (Anderson et al., 2006).

Constatamos assim, que a disponibilidade de pinhões altera a maneira como *A. montensis* e *O. nigripes* se relacionam com o habitat, uma vez que a primeira espécie intensifica o uso de locais com menor cobertura de dossel, e a segunda, uma espécie escansorial, utiliza o micro-habitat de forma oposta entre a oferta e a ausência desse recurso alimentar.

Referências Bibliográficas

- Abreu, M. S. L. e Oliveira, L. R. 2014. Patterns of arboreal and terrestrial space use by non-volant small mammals in an Araucaria forest of southern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 86(2): 807-819.
- Alho, C. J. R., Pereira, L. A. e Paula, A. C. 1986. Patters of habiat utilization by small mammal populations in cerrado biome of Central Brazil. *Mammalia*. 50: 447-460.
- Anderson, C. S., Meikle, D. B., Cady, A. B. e Schaefer, R. L. 2006. Annual Variation in Habitat Use by White-footed Mice, *Peromyscus leucopus*: The Effects of Forest Patch Size, Edge and Surrounding Vegetation Type. *The Canadian Field-Naturalist* 120: 192-198.
- Barcellos, C., Silva, S. A. e Andrade, A. L. S. S. 2007. Análise de dados em forma de pontos. In: Santos, S. M. e Souza, W. V. (orgs). *Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública*. Brasília : Ministério da Saúde. 120 p.
- Beyer, H. L. 2004. Hawth's Analysis Tools for ArcGIS.
- Bolker, B. e R Development Core Team. 2014. *bbmle: Tools for general maximum likelihood estimation*. R package version 1.0.17.
- Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H. e White, J. S. S. 2008. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution* 24 (3): 127-135.
- Bordignon, M. O. e Monteiro-filho, E. L. A. 2000. O papel do serelepe *Sciurus ingrami* Thomas, 1901 como dispersor do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar*. 3(2): 139-144.

- Burnham, K. P. e Anderson, D. R. 2004. Multimodel Inference Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods Research*. 33(2): 261-304.
- Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 1998. Model selection and inference: a practical information. Theoretic Approach. Springer, New York, p. 353
- Cademartori, C. V., Fabián, M. E. e Menegheti, J. O. 2004. Variações na abundância de roedores (Rodentia, Sigmodontinae) em duas áreas de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil *Rev. bras. Zooloógicas*. 6(2): 147-167.
- Cademartori, C. V., Marques, R. V. e Pacheco, S. M. 2008. Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Zooloógicas*. 10(3): 187-194.
- Carvalho, M. S. e Câmara, G. 2004. Análise de eventos pontuais. In: Druck, S., Carvalho, M.S., Câmara, G. e Monteiro, A. V. M. (Eds.). *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília, EMBRAPA.
- Chassot, T, Fleig, F. D., Finger, C. A. G. e Longhi, S. J. 2011. Modelos de crescimento em diâmetro de árvores individuais de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em Floresta Ombrófila Mista. *Ciência Florestal*, 21 (2): 303-313.
- Dalmagro, A. D. e Vieira, E. M. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. *Austral Ecology*. 30: 353-362.
- Dueser, R. D. e Shugart Jr, H. H. 1978. Microhabitats in a Forest-Floor Small Mammal Fauna. *Ecology* 59(1): 89-98.
- Ferreira, A. R. A. M. 2011. Microhabitat factors affecting nest site selection and breeding success of tree-nesting Bonelli's Eagles (*Aquila fasciata*). Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa-Faculdade de Ciências- Lisboa. Lisboa, Portugal. 48p.
- Figueiredo-Filho, A., Orellana, E., Nascimento, F., Dias, A. N. e Inoue, M. T. 2011. Produção de sementes de *Araucaria angustifolia* em plantio e em floresta natural no centro-sul do Estado do Paraná. *Floresta* 41(1): 155-162.
- Freitas, S. R., Cerqueira, R. e Vieira, M. V. 2002. A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. *Brazilian Journal of Biology* 62(4B): 795-800.
- Galiano, D. 2013. Dinâmica populacional e efeitos de variáveis ambientais sobre a fauna de pequenos mamíferos em um fragmento de Floresta com Araucária no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul– UFRGS. Porto Alegre – RS. 67p.
- Galiano, D; Kubiak, B. B.; Marinho, J. R. e Freitas, T. R. O. 2013. Population dynamics of *Akodon montensis* and *Oligoryzomys nigripes* in an Araucaria forest of Southern Brazil. *Mammalia* 77(2): 173-179.
- Gonzalez, L. A., Murua, R. e Jofre, C. 2000. Habitat utilization of two muroid species in relation to population outbreaks in southern temperate forests of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 489-495.

- Goodin, D. G., Paige, R., Owen, R. D., Ghimire, K., Koch D. E., Chu Y. K. e Jonsson, C. B. 2009. Microhabitat characteristics of *Akodon montensis*, a vector for hantavirus, and hantaviral seroprevalence in an Atlantic Forest site, in eastern Paraguay. *Journal of Vector Ecology* 34 (1):104-113.
- Graipel, M. E., Miller, P. R. M. e Glock, L. 2003. Padrão de atividade de *Akodon montensis* e *Oryzomys russatus* na Reserva Volta Velha, Santa Catarina, Sul do Brasil. *Journal of Neotropical Mammalogy* 10(2):255-260.
- Guglielme, I. e Ganade, G. 2006. Predação de sementes afetando a distribuição de indivíduos de *Araucaria angustifolia* ao longo de uma borda de floresta com campo. *Neotropical Biology and Conservation*. 1(2): 62-71.
- Haby, N. A., Conran, J. G. e Carthew, S. M. 2013. Microhabitat and vegetation structure preference: an example using southern brown bandicoots (*Isoodon obesulus obesulus*). *Journal of Mammalogy*, 94(4):801-812.
- Holz, A. e Palma, E. 2012. Floraciones de bambúes en Chile y Argentina: actual floración masiva del colihue, historia natural y riesgos asociados. *Revista Bosque Nativo* 50: 40-46.
- Iob, G. e Vieira, E. E. M. 2008. 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*, 198:185-196.
- Jaksic, F. M., e Lima, M. 2003. Myths and facts on ratadas: bamboo blooms, rainfall peaks and rodent outbreaks in South America. *Austral Ecology*. 28(3): 237-251.
- Johnson, J. B. e Omland, K. S. 2004. Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*. 19(2): 101-108.
- Jorgensen, E. E. 2004. Small mammal use of microhabitat reviewed. *Journal of Mammalogy*. 85(3): 531-539.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. 2nd ed. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc.
- Krebs, C. J. 2009. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 6ª ed. Benjamin Cummings, San Francisco. 655 pp.
- Lana, M. D. 2013. Dinâmica e prognose do crescimento em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no sul do Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba-PR. 187p.
- Lebreton, J. D., Burnham, K. P., Clobert, J., e Anderson, D. R. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological monographs*. 62(1): 67-118.
- Leimgruber, P., McShea, W. J., Songer, M. 2014. Vertical habitat segregation as a mechanism for coexistence in sympatric rodents. *Mammalian Biology*. 79: 313–317
- Lima, D. O., Azambuja, B. O., Camilotti., V. L. e Cáceres, N. C. 2010. Small mammal community structure and microhabitat use in the austral boundary of the Atlantic Forest, Brazil. *Zoologia*. 27 (1): 99-105.

- Manson, R. H., e Stiles, E. W. 1998. Links between microhabitat preferences and seed predation by small mammals in old fields. *Oikos*, 37-50.
- Mantovani, A., Morellato, L.P.C. e Reis, M.S. 2004. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Revista Bras. de Botânica* 27: 787-796
- Mares, M. A. e Ernest, K. A. 1995. Population and Community Ecology of Ssmall Mammals in a gallery Forest of Central Brazil. *Journal of Mammalogy*. 76(3): 750-768.
- Mattos, J.R. 2011 O pinheiro brasileiro. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2011. 700p.
- Mazerolle, M. J. 2006. Improving data analysis in herpetology: using Akaike's Information Criterion (AIC) to assess the strength of biological hypotheses. *Amphibia-Reptilia*. 27: 169-180.
- Melo, G. L., Miotto, B., Peres, B. e Cáceres, N. C. 2013. Microhabitat of small mammals at ground and understory levels in a deciduous, southern Atlantic Forest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 85 (2): 727-736.
- Melo, G. L., Sponchiado, J., Machado, A. F. e Cáceres, N. C. 2011. Small-mammal community structure in a South American deciduous Atlantic Forest. *Community Ecology*. 12(1): 58-66.
- Muller, J. A. 1986. A influência de roedores e aves na regeneração da *Araucaria angustifolia*. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H. e Wagner, H. 2013. VEGAN: Community Ecology. Package. R package version 2.0-10.
- Oliveira, J. A. e Bonvicino, C. R. 2006. Ordem Rodentia. In: Reis, N. R., Peracchi, A. L., Fandiño-Mariño, H. e Rocha, V. J. (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. pp. 347-406. Nélio R. Reis, Londrina, 437p.
- Ostfeld, R. S. 1990. The Ecology of Territoriality in Small Mammals. *TREE* 5(12): 411-415.
- Paise, G. e 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 (3): 615-625.
- Poindexter, C. J., Schnell, G. D., Sánchez-Hernández, C., Romero-Almaraz, M. L., Kennedy, M. L., Best, T. L., Wooten, M. C., Owen, R. D. 2012. Variation in habitat use of coexisting rodent species in a tropical dry deciduous Forest. *Mammalian Biology* 77: 249-257.
- Prevedello, J. A., Dickman, C. R., Vieira, M. V. e Vieira, E. M. 2013. Population responses of small mammals to food supply and predators: a global meta-analysis. *Journal of Animal Ecology*. 82(5): 927- 936.
- Püttker, T., Pardini, R., Meyer-Lucht, Y. e Sommer, S. 2008. Responses of five small mammal species to micro-scale variations in vegetation structure in secondary Atlantic Forest remnants, Brazil. *BMC Ecology*. 8(9): 1-10.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.

- Rémy, A., Galliard, J. F. L., Odden, M e Andreassen, H. P. 2014a. Concurrent effects of age class and food distribution on immigration success and population dynamics in a small mammal. *Journal of Animal Ecology* 83(4): 813-822.
- Rémy, A., Odden, M., Richard, M., Stene, M. T., Galliard, J. F. L., e Andreassen, H. P. 2014b. Food distribution influences social organization and population growth in a small rodent. *Behavioral Ecology* 24(4): 832-841.
- Rosário, I. T, Cardoso, P. E. e Mathias, M. L. 2008. Is habitat selection by the Cabrera vole (*Microtus cabreræ*) related to food preferences? *Mammalian biology* 73: 423-429.
- Russell, J. C. e Ruffino, L. 2012. The influence of spatio-temporal resource fluctuations on insular rat population dynamics. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. 279(1729): 767-774
- Sanquetta, C. R., Pizzatto, W., Netto, S. P. Eisfeld, R. L. e Figueiredo-Filho, A. 2001. Estrutura vertical de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. *Revista de Ciências Exatas e Naturais*. 3(1): 59-73.
- Schaaf, L. B., Figueiredo Filho, A., Galvão, F. e Sanquetta, C. R. 2006. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. *Revista Árvore*. 30(2): 283-295.
- Seamon, J. O. e Adler, G. H. 1996. Population performance of generalist and specialist rodents along habitat gradients. *Canadian Journal of Zoology*. 74(6):1130-1139.
- Sokolova, N. A., Sokolov, A. A., Ims, R. A., Skogstad, G., Lecomte, N., Sokolov, V. A., Yoccoz, N. G. e Ehrlich, D. 2014. Small rodents in the shrub tundra of Yamal (Russia): Density dependence in habitat use? *Mammalian Biology* 79: 306-312.
- Souza, A. F. 2007. Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: The case of *Araucaria angustifolia* in South America. *Austral Ecology*. 32: 524-533.
- Souza, A. F., Forgiarini, C., Longhi, S. J. e Brena, D. A. 2008. Regeneration patterns of a long-lived dominant conifer and effects of logging in Southern South America. *Acta Oecologica*. 34: 221-232.
- Souza, A. F., Matos, D. U. e Forgiarini, C. 2010a. Aleatoriedades explicam produtividade de sementes de Araucária. *Scientific American Brasil*. p:76-79.
- Souza, A. F., Matos, D. U., Forgiarini, C. e Martinez, J. 2010b. Seed crop size variation in the dominant South American conifer *Araucaria angustifolia*. *Acta Oecologica*. 36: 126-134.
- Sponchiado, J., Melo, G. L. e Cáceres, N.C. 2012. Habitat selection by small mammals in Brazilian Pampas biome, *Journal of Natural History*, 46:21-22, 1321-1335
- Sundell, J., Church, C. e Ovaskainen, O. 2012. Spatio-temporal patterns of habitat use in voles and shrews modified by density, season and predators. *Journal of Animal Ecology* 81: 747-755.
- Talamoni, S. A. e Dias, M. M. 1999. Population ecology of small mammals in southeastern Brazil. *Mammalia*. 63 (2): 167-181.

- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielborger, K., Wichmann, M. C., Schwager, M. e Jeltsch, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31: 79-92.
- Tikhonov, I. A., Tikhonova, G. N. e Osipova, O. V. 2009. Influence of intra-and interspecific competition on daily activity of common (*Microtus arvalis*) and East European (*Microtus rossiaemeridionalis*) voles in experiments. *Russian Journal of Ecology*. 40(1): 55-60.
- Tristiani, H., Murakami, O. e Kuno, E. 2000. Rice plant damage distribution and home range distribution of the ricefield rat *Rattus argentiventer* (Rodentia: Muridae). *Belgican Journal of Zoology*. 130 (2): 83-91.
- Torres, R. T., Santos, J. e Fonseca, C. 2014. Factors influencing red deer occurrence at the southern edge of their range: A Mediterranean ecosytem. *Mammalian Biology*. 79: 52-57.
- Valente, T. P., Negrelle, R. R. B. e Sanquetta, C. R. 2010. Regeneração de *Araucaria angustifolia* em três fitofisionomias de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Iheringia, Série Botânica*, 65(1):17-24.
- Vieira, E. M. e Baumgarten, L. C. 1995. Daily activity patterns of small mammals in a cerrado área from central Brazil. 1995. *Journal of Tropical Ecology*. 11: 255-262.
- Vieira, E. M. e Monteiro-Filho, E. L. A. 2003. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 19(05): 501– 507.
- Vieira, E. M., Iob, G., Briani, D. C. e Palma, A. R. T. 2005. Microhabitat selection and daily movements of two rodents (*Necomys lasiurus* and *Oryzomys scotti*) in Brazilian Cerrado, as revealed by a spool-and-line device. *Mammalian Biology* 70 (6): 359-365.
- Vieira, E. M., Paise, G. e Machado, P. H. D. 2006. Feeding of small rodents on seeds and fruits: a comparative analysis of three species of rodents of the Araucaria forest, southern Brazil. *Acta Theriologica*. 51 (3): 311- 318.
- Vieira, M. V. 1997. Dynamics of a rodent assemblage in a Cerrado of Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. 57 (1): 99-107.
- Worton, B. J. 1989. Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology*. 70(1): 164-168.

Apêndice 1: Lista de modelos lineares de intensidade de uso de *A. montensis* e *O. nigripes* para variáveis de micro-habitat na Estação Experimental da UFPR. Variação de AICc (ΔAIC_c) em relação ao modelo mais plausível, graus de liberdade (df) e peso explicativo (w). Os modelos considerados plausíveis ($\Delta AIC_c < 2,0$) estão destacados em negrito e o modelo neutro (composto apenas do intercepto) está grifado.

	geral				disponibilidade							
	modelos (coef.)	ΔAIC_c	df	w	sem pinhão				com pinhão			
					modelos (coef.)	ΔAIC_c	df	w	modelos (coef.)	ΔAIC_c	df	w
<i>A. montensis</i>	HERB+VEG1	0,0	4	0,248	HERB+VEG1	0,0	4	0,620	DOSEL	0,0	3	0,400
	VEG1	0,8	3	0,168	VEG1	2,5	3	0,177	DOSS+ARAUC	2,0	4	0,145
	DOSEL	1,3	3	0,131	HERB	4,7	3	0,059	<u>neutro</u>	2,8	2	0,099
	HERB	2,2	3	0,083	<u>neutro</u>	6,1	2	0,030	BRC	4,0	3	0,054
	<u>neutro</u>	2,3	2	0,079	DOSS	6,8	3	0,021	DIST	4,3	3	0,047
	DOSS+ARAUC	3,0	4	0,055	ARAUC	7,3	3	0,016	ARAUC	4,4	3	0,045
	BRC	3,3	3	0,047	BRC	7,3	3	0,016	TRC	4,4	3	0,045
	ARAUC	3,5	3	0,043	DIST	7,5	3	0,014	DAP	4,5	3	0,042
	DIST	3,6	3	0,042	TRC	7,8	3	0,013	HERB	4,9	3	0,035
	TRC	3,9	3	0,036	DAP	8,1	3	0,011	VEG1	4,9	3	0,035
	DAP	4,3	3	0,029	DOSS+ARAUC	8,4	4	0,009	TRC+BRC	5,8	4	0,022
	TRC+BRC	5,1	4	0,020	TRC+BRC	9,2	4	0,006	DIST+DAP	6,2	4	0,018
	DIST+DAP	5,7	4	0,015	DIST+DAP	9,7	4	0,005	HERB+VEG1	7,0	4	0,012
	satur	8,9	10	0,003	satur	10,3	10	0,004	satur	13,8	10	<0,001
<i>O. nigripes</i>	ARAUC	0,0	3	0,311	ARAUC	0,0	3	0,265	HERB+VEG1	0,0	4	0,319
	<u>neutro</u>	1,8	2	0,129	HERB	0,0	3	0,264	HERB	0,9	3	0,201
	DOSS+ARAUC	2,0	4	0,115	HERB+VEG1	1,4	3	0,130	DAP	2,4	3	0,097
	HERB	2,6	3	0,085	DOSS+ARAUC	2,1	4	0,091	DIST+DAP	2,8	4	0,077
	DOSS	3,3	3	0,059	<u>neutro</u>	2,7	2	0,068	DIST	3,1	3	0,067
	BRC	3,6	3	0,051	DIST	4,2	3	0,032	VEG1	3,2	3	0,063
	DAP	3,6	3	0,050	VEG1	4,4	3	0,029	<u>neutro</u>	3,4	2	0,059
	DIST	3,9	3	0,045	BRC	4,6	3	0,026	DOSS	4,6	3	0,032
	TRC	3,9	3	0,045	DOSS	4,6	3	0,026	BRC	5,4	3	0,022
	VEG1	3,9	3	0,045	DAP	4,8	3	0,025	TRC	5,4	3	0,022
	HERB+VEG1	4,7	4	0,029	TRC	4,8	3	0,024	ARAUC	5,5	3	0,021
	DIST+DAP	5,7	4	0,018	DIST+DAP	6,4	4	0,011	DOSS+ARAUC	6,7	4	0,011
	TRC+BRC	5,7	4	0,018	TRC+BRC	6,8	4	0,009	TRC+BRC	7,4	4	0,008
	satur	14,1	10	<0,001	satur	11,0	10	0,001	satur	9,3	10	0,003