

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA  
DIVERSIDADE E MANEJO DA VIDA SILVESTRE

Maury Sayão Lobato Abreu

PADRÕES NO USO DO ESPAÇO ARBÓREO E TERRESTRE POR PEQUENOS  
MAMÍFEROS NÃO VOADORES EM UMA ÁREA DE FLORESTA COM ARAUCÁRIA DO  
RIO GRANDE DO SUL, SUL DO BRASIL

São Leopoldo

2012

Maury Sayão Lobato Abreu

PADRÕES NO USO DO ESPAÇO ARBÓREO E TERRESTRE POR PEQUENOS  
MAMÍFEROS NÃO VOADORES EM UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DO RIO  
GRANDE DO SUL, SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade do Vale  
do Rio dos Sinos como requisito parcial para a  
obtenção do título de Mestre em Biologia, pelo  
Programa de Pós-Graduação em Biologia –  
Diversidade e Manejo da Vida Silvestre.

Orientadora: Dra. Larissa Rosa de Oliveira.

São Leopoldo

2012

## Ficha Catalográfica

A162p	<p>Abreu, Maury Sayão Lobato. Padrões no uso do espaço arbóreo e terrestre por pequenos mamíferos não voadores em uma área de floresta com araucária do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil / Maury Sayão Lobato Abreu. – 2012. 74 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Biologia, 2012.</p> <p>“Orientadora: Dra. Larissa Rosa de Oliveira.”</p> <p>1. Complexidade. 2. Disponibilidade de alimento. 3. Estratificação vertical. 4. Heterogeneidade. 5. Marsupiais. 6. Microhabitat. 7. Roedores. I. Título.</p>
	CDU 57

Catálogo na publicação: Bibliotecário Flávio Nunes – CRB 10/1298

*Dedico este trabalho a todos aqueles que enfrentam as  
dificuldades e correm atrás de seus sonhos.*

*“Não abandones teus sonhos.  
Sem eles podes continuar a existir,  
mas deixarás de viver”.*  
*- Mark Twain -*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Maury Ramos Abreu e Cassandra Alves Sayão Lobato Abreu, que sempre me apóiam e incentivam, desde que surti em casa com aquela história maluca de fazer vestibular pra Biologia. Meus pais também auxiliaram a execução deste estudo com apoio financeiro e logístico. Por tudo isso e muito mais, muitíssimo obrigado!

Agradeço à profa. Dra. Larissa Rosa de Oliveira, que aceitou o desafio de me orientar mesmo eu insistindo em trabalhar com pequenos mamíferos terrestres. Também pela amizade, ensinamentos e a paciência em meus momentos de estresse e correria.

À Nathalia dos Santos Freitas, por todo o carinho, amor e apoio emocional e logístico, e pelo auxílio nas atividades de campo. De todas as coisas que aconteceram ao longo desses dois anos, conhecê-la certamente foi a melhor de todas. Te amo.

Agradeço ao meu antigo orientador da graduação, Dr. Emerson Monteiro Vieira, que me apresentou, ensinou e despertou em mim o interesse pelo estudo da ecologia de pequenos mamíferos.

À colega Msc. Cristiane Forgiarini, que fez a caracterização da vegetação na minha grade de amostragem (já que eu sou, assumidamente, um zero à esquerda em botânica).

A todos os amigos, colegas e alunos que apesar de toda a chuva, frio e isolamento da civilização, me apoiaram durante as atividades de campo: Msc. Cristiane Forgiarini, Fábio Oliveira, Guilherme Schmitz, Nathalia Freitas, Msc. Paulo Tomasi, Msc. Simone Oliveira e Thais Monero.

Ao Msc. Paulo Tomasi e à Andressa Wieliczko, que ministraram comigo o curso “Ecologia de mamíferos: teoria e prática”, cuja renda foi destinada para compra de parte das armadilhas de captura que utilizei neste estudo.

Agradeço aos colegas do Laboratório de Ecologia de Mamíferos, Adriano Duarte, Ana Paula Borges, Fabrícia Barbieri, Fernando Lopes, Lúcia Fraga e Rodrigo Machado, pelas discussões e conversas de descontração, e pela realização do curso “Técnicas de estudo de mamíferos aquáticos”, cuja parte da renda foi destinada à realização de atividades de campo deste estudo.

A todos os professores do PPG em Biologia da Unisinos pelos ensinamentos.

Aos meus colegas Msc. Leonardo Urruth, Msc. Fábio Piccin e Msc. Cristiane Forgiarini, e à professora Dra. Luciane Crossetti, pelas conversas, discussões e apoio sobre as análises multivariadas.

Aos professores Dr. Pablo Albonoz e Dr. Uwe Schulz por me permitirem usar o espaço do Laboratório de Ictiologia e a balança de precisão para determinar a biomassa dos invertebrados.

Agradeço ao prof. Dr. Alexandre Christoff da Ulbra e ao prof. Dr. Victor Hugo Valiati da Unisinos, pelo auxílio na identificação dos pequenos mamíferos.

À Fernanda Fraga pelo auxílio e paciência na resolução das questões burocráticas.

Ao prof. Dr. Cláudio Augusto Mondin, e à Paulo Rubem Becker e Maria da Graça Coiro, do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais da PUCRS, pelo apoio fornecido no CPCN Pró-Mata. Agradeço também aos caseiros que recepcionam os pesquisadores no CPCN Pró-Mata, sempre atenciosos e prestativos.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) pela autorização de captura e coleta.

Agradeço aos pesquisadores que participaram de minha banca de avaliação de Mestrado, Dra. Cristina Varga Cademartori e Dr. Emerson Monteiro Vieira, que fizeram considerações e correções a uma versão anterior deste manuscrito.

Agradeço muito ao celta vermelho da minha mãe que enfrentou bravamente a estrada monstruosa que conduz ao CPCN Pró-Mata, por ter sobrevivido (aos trancos e barrancos). Ele é pequenininho, mas agüentou firme e forte todo o material de campo (que inclui umas 50 tomahawks)!

Agradeço aos meus sogros, Geraldo Freitas e Trícia Kersting, por me emprestarem o reboque para levar o material. Pois é, o celta é guerreiro, mas também não faz milagre...

E seguindo o exemplo de um colega, agradeço a todos os roedores, marsupiais e insetos que se dispuseram a colaborar com o estudo.

E “não” agradeço aos graxains e gatos que mexiam nas armadilhas e reduziram meu sucesso de captura no solo! Pô, podiam ter dado uma ajudinha né!

## RESUMO

Neste estudo investiguei os padrões de uso do espaço arbóreo e terrestre por pequenos mamíferos não-voadores em diferentes estratos florestais em uma área de floresta com araucária (domínio da Mata Atlântica) localizada em São Francisco de Paula (29°29'06.84''S; 50°12'24.88''W), sul do Brasil. Os espécimes foram capturados, marcados e recapturados em quatro amostragens, cada uma com seis noites de duração, entre fevereiro e novembro de 2011. As armadilhas foram instaladas no solo, no sub-bosque e no dossel (50 em cada estrato) em uma grade de 10x10 estações de captura. Com base na estrutura da vegetação, determinei a complexidade e heterogeneidade do habitat em cada estação de captura. Através de métodos coleta e contagem, estimei a disponibilidade de recursos alimentares (frutos, sementes e invertebrados) para cada estrato e medi 12 variáveis de microhabitat ligadas à estrutura da vegetação. Procurei verificar a existência de associação entre complexidade e heterogeneidade com a diversidade e riqueza de pequenos mamíferos. Além disso, testei a hipótese de associação entre as espécies e os estratos, o uso dos estratos e a disponibilidade de recursos alimentares e entre as variáveis de microhabitat e a abundância das espécies. Como resultados, encontrei um total de oito espécies de roedores e duas de marsupiais durante todo o estudo, com nove espécies presentes no solo, sete no sub-bosque e quatro no dossel. Três espécies foram essencialmente terrestres (*Akodon serrensis*, *Thoptomys nigrita* e *Monodelphis dimidiata*) e uma foi essencialmente arborícola (*Juliomys* sp.). Não houve associação entre complexidade e heterogeneidade com a riqueza e diversidade de pequenos mamíferos ( $P > 0,1$  para todas as comparações). Contudo, detectei que as espécies mais abundantes apresentaram preferência por um dos estratos, sendo *A. montensis*, *A. serrensis* e *Delomys dorsalis* altamente associadas ao solo ( $P < 0,005$ ). O marsupial *Gracilinanus microtarsus* foi a única espécie de pequeno mamífero associada significativamente à disponibilidade de recurso alimentar no dossel ( $P < 0,01$ ). A maioria dos pequenos mamíferos foi influenciada por variáveis de microhabitat diferentes. A ausência de correlação da complexidade e da heterogeneidade do habitat com a riqueza e diversidade dos pequenos mamíferos possivelmente está associada à escala espacial e escala temporal que utilizei. Os resultados sugerem que a frequência de uso dos estratos pelos pequenos mamíferos não é fortemente influenciado pela disponibilidade de alimento, mas possivelmente por outros fatores como predação e/ou competição. As preferências por microhabitat pelas espécies são condizentes com as preferências por estratos verticais, e explicaram grande parte da ocupação do espaço pelos pequenos mamíferos.

*Palavras-chave:* Complexidade. Disponibilidade de alimento. Estratificação vertical. Heterogeneidade. Marsupiais. Microhabitat. Roedores.

## ABSTRACT

### PATTERNS OF USE OF ARBOREAL AND TERRESTRIAL SPACE BY NON-VOLANT SMALL MAMMALS IN AN ARAUCARIA FOREST AREA OF RIO GRANDE DO SUL, SOUTHERN BRAZIL

In this study I investigated patterns in the use of arboreal and terrestrial space by non-volant small mammals on different forest layers in an araucaria forest area (Atlantic Forest domain) in São Francisco de Paula municipality (29°29'06.84''S; 50°12'24.88''W), Southern Brazil. The specimens were captured, marked and recaptured during four sampling periods, each one with six nights of sampling, between February and November 2011. The traps were installed on the ground, understory and canopy (50 on each) on a 10x10 grid. The habitat complexity and heterogeneity was determined in each trap stations based on vegetation structure. I estimated the food resource availability (fruits, seeds and invertebrates) for every layer using collect and counting methods, and I also measured 12 microhabitat variables related to vegetation structure. In order to verify association of the complexity and heterogeneity with the diversity and richness of small mammals I used the Pearson linear correlation test. Furthermore, I tested the association hypothesis between species and layers, layer use and food resource availability, and the microhabitat variables and the species abundance. As results, I found eight rodent species and two marsupials during the whole study, with nine species on the ground, seven on the understory, and four on the canopy. Three species was essentially terrestrial (*Akodon serrensis*, *Thaptomys nigrita* and *Monodelphis dimidiata*) and one was essentially arboreal (*Juliomys* sp.). There was no association of the complexity and heterogeneity to the small mammals richness and diversity ( $P > 0,1$  for all comparisons). However, I detected that the most abundant species showed a preference for some layer, with *Akodon montensis*, *A. serrensis* and *Delomys dorsalis* highly associated with the ground ( $P < 0,005$ ). The marsupial *Gracilinanus microtarsus* was the only small mammal species significantly associated to the resource availability on the canopy ( $P < 0,01$ ). The majority of small mammals was influenced by different microhabitat variables. The absence of correlation of the habitat complexity and heterogeneity with the small mammals' richness and diversity was possibly due to the spatial and temporal scale used. The results suggested that the frequency of use of layers by small mammals were not strongly influenced by food availability, but probably by other factors like predation risk and competition. The microhabitat preferences of the species were consistent with the vertical layer used, and explained a great part of the space use by small mammals.

*Key words:* Complexity. Food availability. Heterogeneity. Marsupials. Microhabitat. Rodents. Vertical stratification.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo. (A) Mapa do Brasil, com o estado do Rio Grande do Sul em cinza; (B) Mapa do Rio Grande do Sul, com o município de São Francisco de Paula em cinza; (C) Mapa da área total do CPCN Pró-Mata, com ponto cinza indicando a posição da grade de amostragem; (D) Imagem de satélite da localização da grade de amostragem. Fonte: Google Earth 6.1.0.5001 (capturado em 22 dez 2011). ..... p. 24

Figura 2: Disponibilidade de recursos alimentares e total de capturas de pequenos mamíferos no CPCN Pró-Mata em cada estrato e em cada período de amostragem. Os símbolos representam as estações do ano ( $\square$  = verão;  $\diamond$  = outono;  $\Delta$  = inverno;  $\circ$  = primavera), e as cores representam os estratos (branco para o solo, preto para o sub-bosque e cinza para o dossel). ..... p. 38

Figura 3: Diagrama de ordenação da análise de redundância das espécies de pequenos mamíferos com as variáveis ambientais. As espécies são indicadas pelas siglas e as variáveis são indicadas pelas setas. Legenda: AKMO = *Akodon montensis*; AKSE = *Akodon serrensis*; DELD = *Delomys dorsalis*; GRMI = *Gracilinanus microtarsus*; JULI = *Juliomys* sp.; %VS = porcentagem de cobertura vegetal no solo; %SD = porcentagem de solo descoberto; A03 = distância da árvore com DAP entre 3 cm e 10 cm mais próxima; A10 = distância da árvore com DAP a cima de 10 cm mais próxima; ABR = número de abrigos em potencial; ADO = altura do dossel; BR1 = número de bromélias a até 1 m de altura; BR2 = número de bromélias entre 1,1 m e 5 m de altura; BR3 = número de bromélias a cima de 5 m de altura; CDO = porcentagem de cobertura de dossel; NA2 = número de árvores e arbustos com DAP entre 10,1 cm e 20 cm; NA3 = número de árvores e arbustos com DAP entre 20,1 e 40 cm; NA4 = número de árvores e arbustos com DAP a cima de 40 cm; OB1 = obstrução horizontal a 0,5 m de altura; OB3 = obstrução horizontal a 1,5 m de altura; PFS = profundidade do folhiço no solo. ..... p. 41

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Número de indivíduos (n), número de capturas por espécie, riqueza e abundância em cada estrato vertical e em cada período de amostragem no CPCN Pró-Mata. .... p. 34
- Tabela 2: Indivíduos que se moveram entre os estratos verticais durante todo o período de amostragem. Sexo: M = macho, F = fêmea. Nas capturas, a letra entre parênteses identifica o período de amostragem em que o registro ocorreu (V = verão, O = outono, I = inverno, P = primavera). .... p. 36
- Tabela 3: Número de frutos e sementes, biomassa de invertebrados (em gramas) e índice de disponibilidade de recursos alimentares em cada um dos estratos verticais e durante cada período de amostragem. .... p. 38
- Tabela 4: Correlações entre a disponibilidade de recursos alimentares em cada estrato e em cada período do ano, e as capturas das espécies de pequenos mamíferos com maior número de capturas no CPCN Pró-Mata (g.l. = 2 para todas as comparações). .... p. 38
- Tabela 5: Análise de redundância apresentando a correlação entre as variáveis de microhabitat e as espécies de pequenos mamíferos nos dois primeiros eixos de ordenação. RDA1 = primeiro eixo de ordenação; RDA2 = segundo eixo de ordenação. .... p. 40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%FS	Porcentagem de folhiço no solo
%SD	Porcentagem de solo descoberto
%VS	Porcentagem de vegetação no solo
A03	Distância da árvore com DAP entre 3 cm e 10 cm mais próxima da estação de captura
A10	Distância da árvore com DAP acima de 10 cm mais próxima da estação de captura
ABR	Número de abrigos em potencial
ADO	Altura do dossel
BR1	Número de bromélias a até 1,0 m de altura
BR2	Número de bromélias entre 1,1 m e 5 m de altura
BR3	Número de bromélias acima de 5 m de altura
CCA	Análise de Correspondência Canônica (do inglês <i>Canonical Correspondence Analysis</i> )
CDO	Cobertura do dossel
CIN	Conectividade inferior, medida abaixo de 5 metros
CPCN Pró-Mata	Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata
CSU	Conectividade inferior, medida a cima de 5 metros
DAP	Diâmetro à altura do peito
DCA	Análise de Correspondência Destendenciada (do inglês <i>Detrended Correspondence Analysis</i> )
FLONA SFP	Floresta Nacional de São Francisco de Paula
NA1	Número de árvores com DAP entre 2 cm e 10 cm
NA2	Número de árvores com DAP entre 10,1 cm e 20 cm
NA3	Número de árvores com DAP entre 20,1 cm e 40 cm

NA4 .....	Número de árvores com DAP acima de 40,1 cm
OB1 .....	Obstrução horizontal a 0,5 m de altura
OB2 .....	Obstrução horizontal a 1,0 m de altura
OB3 .....	Obstrução horizontal a 1,5 m de altura
PFS .....	Profundidade do folhiço
PCA .....	Análise de Componentes Principais (do inglês <i>Principal Components Analysis</i> )
PNAS .....	Parque Nacional de Aparados da Serra
RDA .....	Análise de Redundância (do inglês <i>Redundancy Analysis</i> )
RDA1 .....	Primeiro eixo de ordenação da Análise de Redundância
RDA2 .....	Segundo eixo de ordenação da Análise de Redundância
VDO .....	Volume de vegetação no dossel
VSB .....	Volume de vegetação no sub-bosque
VSO .....	Volume de vegetação no solo

## SUMÁRIO

1.	Apresentação .....	p. 15
2.	Introdução .....	p. 19
3.	Material e Métodos .....	p. 23
4.	Resultados .....	p. 33
5.	Discussão .....	p. 44
6.	Considerações Finais .....	p. 59
7.	Referências Bibliográficas .....	p. 62

## 1. APRESENTAÇÃO

A Mata Atlântica é um dos biomas mais diversos e ameaçados do mundo, com cerca de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares e 740 espécies de vertebrados endêmicos (PINTO et al., 2006). Sua formação original cobria uma área de 1.300.000 km<sup>2</sup>, estendendo-se, no Brasil, dos estados do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (MORELLATO; HADDAD, 2000). Entretanto, a intensa degradação e fragmentação reduziram esse bioma a cerca de 8% de sua formação original, tornando a Mata Atlântica o terceiro *hotspot* de biodiversidade mundial (MITTERMEIER et al., 2005). Hoje a Mata Atlântica é formada por um conjunto de “ilhas” de floresta cercadas por um “mar” de áreas agrícolas e urbanas (TABARELLI et al., 2009), formando uma paisagem altamente fragmentada. Essa redução e fragmentação dos habitats terrestres tem se mostrado uma das maiores ameaças à biodiversidade (NOSS et al., 2006), tendo efeito tanto nas espécies como nos processos ecológicos (e.g. DONOSO et al., 2003; FISCHER; LINDENMAYER, 2007). O resultado é uma redução na riqueza e/ou abundância de espécies nos fragmentos.

Noss et al. (2006) apresentam dois componentes principais como resultado da fragmentação do habitat: a redução da área de um tipo de habitat e a mudança na configuração do habitat. Esses dois componentes geram uma série de efeitos nocivos. Um destes efeitos é a perda da diversidade de microhabitats, definido por Morris (1987) como o conjunto de variáveis ambientais que afetam o comportamento dos indivíduos. Mudanças na configuração do habitat tendem a provocar mudanças na disponibilidade de microhabitats, o que terá efeitos significativos em espécies que, porventura, ocorram em microhabitats preferenciais. Outro efeito nocivo da fragmentação é a redução da heterogeneidade e complexidade ambiental. Grandes extensões de floresta geralmente são ambientes altamente heterogêneos e complexos. Estudos têm demonstrado que a heterogeneidade do habitat é um importante componente na riqueza de espécies (AUGUST, 1983; BOECKLEN, 1986), basicamente porque esses ambientes podem abrigar uma vasta amplitude de nichos ecológicos. A complexidade, definida por August (1983) como um desenvolvimento vertical do ambiente, também cumpre este papel, permitindo que as espécies ocupem diferentes estratos verticais da floresta, facilitando assim a partilha de recursos. Com a fragmentação, o ambiente torna-se menos complexo, com uma paisagem mais homogênea (TABARELLI et al., 2009), e isso leva a uma deterioração na qualidade do habitat e redução na disponibilidade de nicho e diversidade de microhabitats. Uma vez que por definição um nicho não pode ser ocupado por mais do que uma espécie, a redução na disponibilidade de nichos automaticamente leva a uma redução no número de espécies que habitarão o ambiente

fragmentado. Por estes motivos, tornou-se crucial compreender os padrões de coexistência e uso do habitat por espécies que habitam florestas tropicais (WELLS et al., 2004).

Os pequenos mamíferos compõem o grupo mais diversificado entre os mamíferos. Segundo Merritt (2010), este grupo inclui todos os mamíferos com menos de 5 kg, e representa 90% dos mamíferos do mundo. Na região Neotropical, os pequenos mamíferos terrestres (que excluem os morcegos) são representados principalmente por roedores e marsupiais, havendo pelo menos 250 espécies descritas no Brasil (LEW et al., 2006; ROSSI et al., 2006; BONVICINO et al., 2008; LEITE et al., 2008). Estes organismos ocupam uma grande variedade de habitats com características diversas, tanto no solo quanto nos estratos superiores da floresta (EMMONS; FEER, 1997; MERRITT, 2010). Eles são a base alimentar de boa parte dos vertebrados de grande porte, principalmente canídeos (e.g. ARAGONA; SETZ, 2001; JUAREZ; MARINHO-FILHO, 2002; ABREU et al., 2010), felinos (e.g. BISCEGLIA et al., 2008; SOUZA; BAGER, 2008; TÓFOLI et al., 2009) e algumas aves de rapina (e.g. JAKSIC; YÁÑEZ, 1979; MORRIS, 1979; SPECHT et al., 2008). Os pequenos mamíferos também podem atuar como dispersores de sementes (CÁCERES et al., 1999; JANSEN; FORGET, 2001; CÁCERES, 2002; CHAUVET et al., 2004; HORN et al., 2008) e de esporos de fungos (JANOS et al., 1995), potenciais polinizadores (GRIBEL, 1988; VIEIRA et al., 1991) e influenciar uma série de outros componentes ecológicos das comunidades em que ocorrem, podendo inclusive ter importância na manutenção de espécies de interesse econômico. Este é o caso da *Araucaria angustifolia*, cujas sementes são consumidas e dispersadas por pequenos mamíferos (IOB; VIEIRA, 2008), demonstrando assim a grande importância desses animais para a conservação e manutenção do equilíbrio dos ecossistemas que ocupam.

Fonseca et al. (1996) citaram 84 espécies de pequenos mamíferos não-voadores ocorrentes na Mata Atlântica. Atualmente, este número é maior, visto que novas espécies foram descobertas desde então (e.g. CHRISTOFF et al., 2000; VOOS et al., 2005; LEITE et al., 2008; PARESQUE et al., 2009). Embora estes organismos tenham sido foco de estudos recentes sobre os padrões do uso do espaço (e.g. PÜTTKER et al., 2008; DINUCCI et al., 2008; LIMA et al., 2010), ainda se sabe pouco sobre a utilização do habitat e segregação de espécies de pequenos mamíferos em florestais tropicais (WELLS et al., 2004). De acordo com Lima et al. (2010), a maior parte dos estudos sobre uso do espaço por pequenos mamíferos da Mata Atlântica concentram-se na porção central do bioma, enquanto a região sul permanece pouco conhecida. Além disso, a maior parte destes estudos concentra-se nas espécies mais abundantes em cada região, deixando algumas espécies de pequenos mamíferos altamente carentes quanto a informações sobre sua ecologia. São exemplo disso os roedores do gênero *Juliomys*. Das três espécies conhecidas deste gênero (*J.*

*ossitenuis*, *J. pictipes* e *J. rimofrons*), sabe-se que *J. pictipes* está presente na Mata Atlântica do sul do Brasil, onde informações sobre sua ecologia e comportamento são altamente restritas. Além disso, Paresque et al. (2009) descreveram um novo cariótipo para o gênero, sugerindo a existência de uma possível nova espécie de *Juliomys* presente no Parque Nacional de Aparados da Serra, município de Cambará do Sul, Rio Grande do Sul.

Em uma revisão sobre os estudos com vertebrados arborícolas em florestas tropicais, Kays e Allison (2001) concluíram que os primatas constituem os organismos mais estudados entre os mamíferos arborícolas, presentes em 44,7% das publicações. Os roedores, embora mais diversos (WILSON; REEDER, 2005), estão presentes em apenas 0,07% do total de publicações analisadas por estes autores. Além disso, os autores ainda chamaram a atenção para o fato de que apesar de as publicações com vertebrados arborícolas terem aumentado levemente nos últimos 10 anos, apenas as publicações com primatas têm aumentado em número, enquanto para todos os demais grupos de vertebrados o número de publicações parece estar estagnado (KAYS; ALLISON, 2001).

Neste estudo, procurei investigar padrões na ocupação do habitat por pequenos mamíferos para compreender como ocorre a partilha de recursos entre esses organismos tão diversos e tão similares morfologicamente. Este estudo foi conduzido no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata, uma área particular pertencente à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, localizado no nordeste deste mesmo estado. Realizei amostragens para avaliar a composição da comunidade de pequenos mamíferos em três diferentes alturas da floresta: no solo, no sub-bosque (a até 5 metros de altura) e no dossel (acima dos 5 metros de altura). Mensurei a complexidade e a heterogeneidade do habitat, através de metodologia adaptada da literatura (AUGUST, 1983; GRELE, 2003), para verificar se estas variáveis, em escala local, têm influência na riqueza e diversidade de pequenos mamíferos. Realizei análises para verificar se as diferentes espécies que estudei apresentavam preferências no uso dos três estratos verticais mencionados e avaliei a disponibilidade de recursos alimentares em cada um dos estratos florestais que amostréi para verificar a existência de associação entre estas variáveis. Mensurei algumas características estruturais da floresta que podem potencialmente influenciar a ocupação do habitat por estes organismos. A escolha destas características estruturais foi baseada na literatura (e.g. LACHER JR.; ALHO, 1989; FREITAS et al., 2002; DALMAGRO; VIEIRA, 2005). Desta forma, o capítulo que segue apresenta novas informações sobre a ecologia de espécies pouco conhecidas de pequenos mamíferos não voadores, através da análise da partilha de recursos entre as espécies que habitam a Mata Atlântica. Os resultados apresentados aqui poderão auxiliar na criação de estratégias de manejo e conservação da fauna deste bioma,

disponibilizando informações sobre a importância da estrutura da vegetação na coexistência das espécies.

A área onde o estudo foi realizado pertence ao Domínio da Mata Atlântica, formação florestal de Floresta Ombrófila Mista. Além dos problemas gerais da fragmentação de habitat que afetam a Mata Atlântica, atualmente a Floresta Ombrófila Mista ainda sofre impactos adicionais devido à intensa exploração do pinhão, semente do pinheiro brasileiro, *Araucaria angustifolia*, espécie dominante nesta formação florestal (LEIRA, 2002). Estudos realizados no Rio Grande do Sul apontam esta espécie como de extrema importância para a fauna de pequenos mamíferos, visto que sua semente é um item muito utilizado por estes organismos durante épocas do ano em que outros itens alimentares são bastante escassos (CADEMARTORI et al., 2002; IOB; VIEIRA, 2008; PERINI, 2010).

Apresento minha dissertação em um capítulo único, sob as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

## 2. INTRODUÇÃO

Espécies similares que coexistem espacialmente em uma área apresentam alguma diferença em suas estratégias de forrageio, uso do habitat ou padrão de uso do tempo que permite a partilha de recursos (SCHOENER, 1974). Para os pequenos mamíferos não voadores, representados principalmente por pequenos roedores e marsupiais, estudos têm apontado diferentes mecanismos de segregação de espécies. Entre eles diferenças na dieta (MESERVE, 1976; LEITE et al., 1996), no uso do tempo (POWELL et al., 1981; VIEIRA; BAUMGARTEN, 1995; GRAIPEL et al., 2003a) e do espaço (LEITE et al., 1996; BUSCH et al., 2001), e interações interespecíficas (KALCOUNIS-RÜPPELL; MILLAR, 2002). Contudo, ainda se conhece pouco sobre a utilização do habitat e segregação de espécies de comunidades de pequenos mamíferos em florestas tropicais, possivelmente devido às dificuldades em se realizar estudos nestes ecossistemas altamente complexos (WELLS et al., 2004).

Estudos têm demonstrado a existência de uma relação entre a riqueza e diversidade de espécies com a complexidade e heterogeneidade do habitat para muitos organismos, incluindo lagartos (PIANKA, 1967), aves (NIEMI; HANOWSKI, 1984; BOECKLEN, 1986), pequenos mamíferos terrestres (ROSENZWEIG; WINAKUR, 1969; KOTLER; BROWN, 1988; FONSECA, 1989; GRELLE, 2003) e morcegos (MEYER et al., 2004). Embora os termos complexidade e heterogeneidade ambiental sejam utilizados em diferentes contextos (TEWS et al., 2004), August (1983) definiu complexidade como uma variação vertical da floresta, enquanto a heterogeneidade representaria a variabilidade horizontal. Segundo este autor, ambientes mais complexos e heterogêneos podem abrigar uma vasta amplitude de nichos ecológicos, o que, segundo Morin (1999), pode proporcionar aumento na riqueza e diversidade de espécies. A ampla heterogeneidade e alta complexidade das florestas tropicais (KRICHER, 1997; MORIN, 1999) podem ser representadas pela estratificação vertical (GRELLE, 2003; PREVEDELLO et al., 2008), a qual consiste no uso diferenciado dos estratos verticais, e o uso de poções diferentes da mata por parte das espécies, representado pelas preferências que cada espécie apresenta com relação ao uso de microhabitat (e.g. LACHER JR.; ALHO, 1989; NAXARA et al., 2009; LIMA et al., 2010).

Entre os muitos organismos que habitam os estratos superiores de uma floresta, estão os pequenos mamíferos arborícolas. No Brasil, muitos estudos têm sido desenvolvidos abordando a diversidade deste grupo (e.g. CUNHA; VIEIRA, 2002; GRAIPEL et al., 2003b; GRELLE, 2003; VIEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2003; LAMBERT et al., 2005; GRAIPEL et al., 2006), demonstrando que a comunidade arborícola pode ser diversa, complexa e bastante diferente das

comunidades do solo. Contudo, os pequenos mamíferos arborícolas ainda são pouco estudados, devido à dificuldade em se amostrar o dossel das florestas (LAMBERT et al., 2005), e para muitas espécies dados ecológicos detalhados são praticamente inexistentes (KAYS; ALLISON, 2001).

Muitos fatores podem ser apontados como responsáveis pela diversidade de pequenos mamíferos no dossel das florestas. A estratificação vertical é considerada uma forma de favorecer a partilha de recursos (VIEIRA, 2006), uma vez que aumenta a área que pode ser ocupada pelos organismos. Segundo Cunha e Vieira (2002), a associação entre a estratificação vertical e os hábitos alimentares demonstra a importância do uso vertical do habitat para a coexistência de marsupiais didelfídeos na Mata Atlântica do sudeste do Brasil. Na mesma região, Leite et al. (1996) demonstraram que o uso diferenciado do espaço vertical tem importante influência na coexistência de três marsupiais didelfídeos. Rader e Krockenberger (2006) sugeriram que o comportamento arborícola de dois roedores australianos está relacionado ao acesso de recursos alimentares nos estratos superiores. Vieira (2006) aponta ainda a proteção contra predadores terrícolas como fator que propicia vantagens aos animais arborícolas, enquanto Sushma e Singh (2006) sugeriram que o uso de um estrato intermediário da floresta pelo esquilo gigante indiano, *Ratufa indica*, pode ser explicado como uma forma de evitar predadores aéreos. Na floresta com araucária do Rio Grande do Sul, Abreu et al. (2010) sugeriram que o hábito escalador dos roedores do gênero *Oligoryzomys* poderia reduzir a predação destes roedores por duas espécies de canídeos (*Cerdocyon thous* e *Lycalopex gymnocercus*). Essa hipótese foi corroborada pela ausência de roedores do mencionado gênero na dieta desses carnívoros no sul do Brasil, apesar da alta incidência destes roedores em armadilhas de captura.

Apesar de todos esses estudos, algumas regiões do Brasil são muito carentes de informação sobre a diversidade de pequenos mamíferos acima do nível do solo. No estado do Rio Grande do Sul, o estudo de Cademartori et al. (2008) foi o único que investigou ativamente a composição de pequenos mamíferos no dossel de florestas. Neste trabalho, as autoras verificaram que quanto maior a cobertura do dossel, mais frequente a captura de pequenos mamíferos arborícolas. Contudo, não há informações sobre as relações entre os pequenos mamíferos arborícolas e outras variáveis da estrutura do habitat tais como a disponibilidade de recursos alimentares, a complexidade e a heterogeneidade do habitat para o Rio Grande do Sul.

Diversos fatores podem influenciar a preferência de um organismo a um determinado tipo de habitat, como interações ecológicas, abundância de recursos e a estrutura do habitat (SIMONETTI; OTAÍZA, 1982). A presença e abundância de predadores influenciam a alocação de tempo e energia por parte de um organismo em estratégias de proteção (SIMONETTI, 1989).

A competição, tanto intra como interespecífica, também tem forte influência na capacidade de um organismo em ocupar o habitat, visto que a presença dos competidores reduz a capacidade do organismo em explorar os recursos (ROSENZWEIG, 1981; KREBS; DAVIES, 1996). Os indivíduos capazes de maximizar a diferença entre os benefícios e o custo e risco em explorar um tipo de habitat tendem a ser favorecidos pela seleção natural (SIMONETTI, 1989).

Pequenas variações físicas e químicas podem influenciar a alocação de tempo e energia no uso do habitat por parte de pequenos mamíferos. Estas pequenas variações caracterizam o que é chamado de microhabitat, segundo definição de Morris (1987). Segundo Simonetti (1989), os pequenos mamíferos não-voadores usam certos microhabitats mais frequentemente do que outros, o que sugere que eles percebem diferenças na qualidade destes microhabitats. Pequenas variações na estrutura do ambiente têm sido utilizadas para explicar padrões na ocupação do habitat e segregação de espécies por parte destes organismos em várias regiões, incluindo ambientes artificiais (FALKENBERG; CLARKE, 1998), desertos (JONES et al., 2001), pradarias (JACOB; BROWN, 2000), florestas de eucalipto (CUNNINGHAM et al., 2005), florestas tropicais chilenas (MURÚA; GONZÁLEZ, 1982), no Pantanal brasileiro (LACHER JR.; ALHO, 1989) e na Mata Atlântica brasileira (NAXARA et al., 2009; LIMA et al., 2010).

A maior parte dos estudos sobre preferências de microhabitat por pequenos mamíferos restringem-se a espécies terrestres ou escansoriais (e.g. LACHER JR.; ALHO, 1989; DALMAGRO; VIEIRA, 2005; LIMA et al., 2010), havendo muito pouca informação sobre as espécies que ocupam os estratos mais elevados das florestas. Além disso, a maior parte dos estudos sobre uso do habitat por pequenos mamíferos da Mata Atlântica foram realizados na região sudeste do Brasil (MOURA et al., 2005; DINUCCI et al., 2008; PÜTTKER et al., 2008; NAXARA et al., 2009), com somente dois estudos realizados na região sul (DALMAGRO; VIEIRA, 2005; LIMA et al., 2010).

Em uma revisão dos estudos sobre o uso do microhabitat por pequenos mamíferos da América do Norte, Jorgensen (2004) chamou a atenção para o fato de que desde o estudo de Prince (1978) convencionou-se a determinar o microhabitat de pequenos mamíferos unicamente em termos de estrutura da vegetação. Contudo, o autor ressalta o fato de que esta é apenas uma das dimensões de nicho. Outros fatores, como o uso diferenciado dos estratos verticais (VIEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2003; LAMBERT et al., 2005; CADEMARTORI et al., 2008), a disponibilidade de recursos alimentares (THOMPSON, 1987), e a presença de espécies competidoras (BOWERS, 1986; TURNER; GRANT, 1987) também podem influenciar a preferência de algumas espécies de pequenos mamíferos por certos microhabitats. Assim, torna-

se necessário estudar variáveis de microhabitat que contemplem estes fatores e sua influência na ocupação do habitat por pequenos mamíferos.

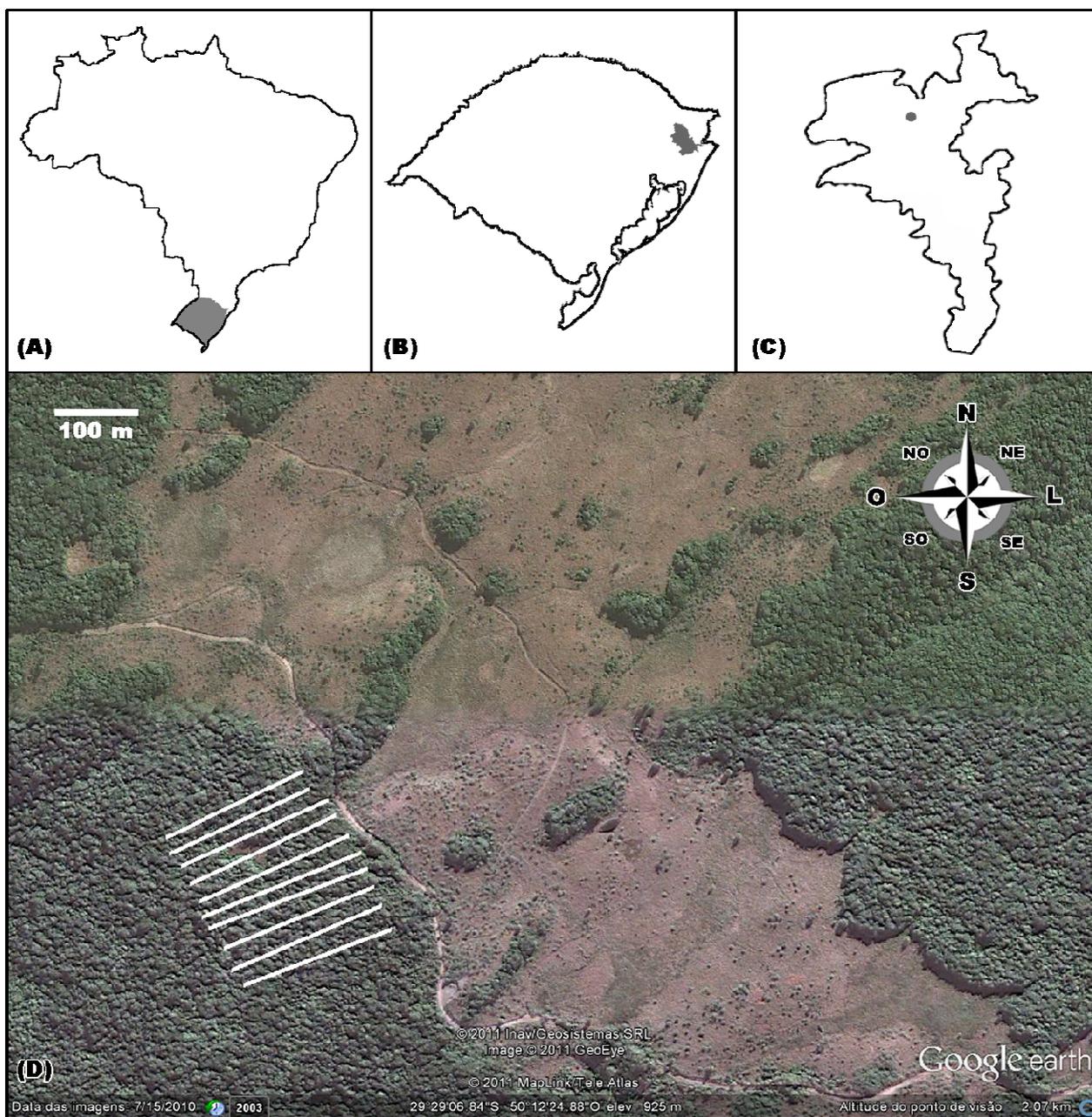
No presente estudo, investiguei os padrões no uso dos espaços terrestre e arbóreo por pequenos mamíferos não-voadores em uma área de floresta com araucária, Domínio da Mata Atlântica, localizada no estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. Desta forma, procurei responder as seguintes questões: (I) Existe relação entre a variação vertical (complexidade) e a variação horizontal (heterogeneidade) do habitat e a diversidade e riqueza de pequenos mamíferos? (II) Há diferenças na composição da comunidade de pequenos mamíferos entre diferentes estratos verticais da floresta? (III) Há relação entre a variação anual na disponibilidade de recursos alimentares e o uso dos diferentes estratos verticais pelas espécies de pequenos mamíferos? (IV) Pequenas variações na estrutura da vegetação podem influenciar a ocupação de porções do habitat pelas diferentes espécies de pequenos mamíferos, considerando as particularidades de cada espécie?

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

Realizei o estudo no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró-Mata), uma área de preservação particular pertencente à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). O CPCN Pró-Mata possui aproximadamente 4.500 hectares e está localizado no município de São Francisco de Paula (29°29'06.84''S; 50°12'24.88''W), a nordeste do estado do Rio Grande do Sul, entre 600 e 900 m acima do nível do mar (IOB; VIEIRA, 2008) (Figura 1). A região apresenta clima marcadamente sazonal e mesotérmico, com temperatura média anual de 14,5 °C e precipitação média de 2.252 mm por ano. A vegetação inclui florestas com araucária (Floresta Ombrófila Mista), áreas de campo e Floresta Ombrófila Densa nas áreas mais baixas (IOB; VIEIRA, 2008).

A grade de amostragem que utilizei neste estudo estava inserida em uma área do Domínio da Mata Atlântica com formação de Floresta Ombrófila Mista. Ela caracteriza-se pela presença de *Araucaria angustifolia*, espécie típica desta formação florestal. Contudo, a área de amostragem apresentava essa espécie vegetal em baixa densidade, comparado a outras áreas de Floresta Ombrófila Mista da região, o que pode significar que a grade de amostragem encontra-se em uma região de transição inicial da Floresta Ombrófila Mista para a Floresta Ombrófila Densa. As demais espécies vegetais mais marcantes dentro da grade (estimadas visualmente) são *Acca selowiana*, *Cabralea canjerana*, *Cinnamomum glaziovii*, *Cupania vernalis*, *Eugenia uruguayensis*, *Gordonia acutifolia*, *Ilex microdonta*, *Ilex paraguariensis*, *Inga vera*, *Lamanonia ternata*, *Myrsine laetevirens*, *Myrsine umbellata*, *Ocotea* sp., *Pilocarpus pennatifolius*, *Podocarpus lambertii*, *Roupala brasiliensis*, *Sapium glandulatum*, *Siphoneugenia reitzii*, *Solanum sanctaecatharinae*, *Vernonia discolor*, *Xylosma pseudosalzamannii* e *Zanthoxylum rhoifolium*. Algumas estações de captura estavam inseridas dentro ou próximas a áreas de bambu do gênero *Chusquea*.



**Figura 1:** Localização da área de estudo. (A) Mapa do Brasil, com o estado do Rio Grande do Sul em cinza; (B) Mapa do Rio Grande do Sul, com o município de São Francisco de Paula em cinza; (C) Mapa da área total do CPCN Pró-Mata, com ponto cinza indicando a posição da grade de amostragem; (D) Imagem de satélite da localização da grade de amostragem. Fonte: Google Earth 6.1.0.5001 (capturado em 22 dez 2011).

### 3.2. Metodologia para captura dos pequenos mamíferos

Para a realização da amostragem de pequenos mamíferos, utilizei a técnica de captura, marcação e recaptura. Para a captura, utilizei armadilhas do tipo gaiola modelos *Sherman* e *Tomahawk*. A maioria dos pequenos mamíferos tem dieta onívora (EMMONS; FEER, 1997), mas algumas espécies podem apresentar preferências por itens de natureza animal ou vegetal. Por este motivo utilizei dois tipos de isca, esperando assim aumentar o número de espécies atraídas. O primeiro tipo de isca consistiu em uma mistura de banana, farinha de milho, óleo de fígado de bacalhau e essência de baunilha, e o segundo tipo consistiu de pedaços de bacon em cubos (VIEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2003; CÁCERES et al., 2007). Os diferentes tipos de isca e tipos de armadilhas foram distribuídos igualmente entre os estratos em estações de captura escolhidas aleatoriamente para que estes fatores não interferissem a comparação entre os estratos verticais.

Posicionei as armadilhas em 10 linhas paralelas, 20 m uma da outra, para uma maior independência entre as estações de captura. Em cada linha foram estabelecidas 10 estações de captura, também a uma distância de 20 m uma da outra, formando assim uma grade de 10x10 (100 estações de captura) e uma área total de 180x180 m (3,24 ha) de amostragem. Dentro da grade, em estações escolhidas aleatoriamente, coloquei 50 armadilhas no solo, 50 no sub-bosque (entre 1 m e 5 m de altura, presas em galhos e vegetação) e 50 no dossel (acima de 5 m de altura em plataformas suspensas, conforme a metodologia proposta por Vieira e Monteiro-Filho (2003)). Para este estudo determinei a região de sub-bosque entre 1 m e 5 m de altura, e o dossel a cima de 5 m de altura. A maioria das armadilhas do dossel (70%) estava localizada entre 8 m e 10 m de altura, com a mais alta localizada a 12 m e a mais baixa a 5 m. Toda vez que um animal era capturado, a armadilha que o capturou foi movida para uma nova estação de captura que não continha nenhuma armadilha naquele momento para aquele estrato vertical. Tomei essa medida para reduzir o número de recapturas e para aumentar o número de estações de captura amostradas durante cada evento de amostragem (VIEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2003; DALMAGRO; VIEIRA, 2005). Desta maneira, pude amostrar praticamente todas as estações de captura.

Para a coleta de dados sazonais sobre as populações dos pequenos mamíferos, realizei uma amostragem para cada estação do ano (verão, outono, inverno e primavera), nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro de 2011. A amostragem consistiu em uma série de captura de seis noites, totalizando 24 noites de captura no ano. Os animais capturados foram identificados quanto à espécie e sexo, medidos, marcados com brinco metálico (*ear-tags*, marca National Band e Tag Co., Newport, KY, USA) e liberados no mesmo local da captura, de acordo com as normas

da Sociedade Americana de Mastozoólogos (SIKES et al., 2011). Este estudo possuía licença para captura e coleta dos animais (Sisbio nº 23791-1).

A identificação dos pequenos mamíferos foi feita por morfologia externa. Para as espécies de difícil identificação foram coletados indivíduos-testemunho que foram taxidermizados e identificados por morfologia craniana e sequências da região controle do DNA mitocondrial. Estes espécimes foram utilizados como coleção de referência. Os animais coletados foram depositados na coleção do Laboratório de Ecologia de Mamíferos da Unisinos, e no Museu de Ciências Naturais da Ulbra.

### *3.3. Complexidade e heterogeneidade do habitat*

Para estimar a complexidade e a heterogeneidade do habitat realizei uma série de medidas de variáveis ambientais, modificadas a partir das medidas utilizadas por August (1983) e Grelle (2003).

Para estimar a complexidade, realizei as seguintes medidas:

1. volume de vegetação no dossel (VDO);
2. volume de vegetação no sub-bosque (VSB);
3. volume de vegetação no solo (VSO);
4. conectividade inferior (CIN) (medida abaixo de 5 metros);
5. conectividade superior (CSU) (medida acima de 5 metros);
6. altura do dossel (ADO) (medida exatamente acima da estação de captura).

Seguindo a metodologia adotada por August (1983) e Grelle (2003), posicionei-me no centro de cada estação de captura e estimei visualmente todas as medidas em uma escala padronizada de 0 a 3, considerando uma área com 100 m<sup>2</sup>, centralizado na estação de captura. Para as medidas de volume de vegetação, o valor 0 indicou ausência total de vegetação e o valor 3 indicou vegetação densa, com muito pouca penetração de luz. Para as medidas de conectividade, um valor 0 indicou nenhuma conectividade entre folhas, galhos e cipós, e 3 indicou total conectividade entre a vegetação. Para a altura do dossel, utilizei as seguintes escalas padronizadas:

- valor 0: dossel abaixo de 3 m,
- valor 1: dossel entre 3,1 m e 6 m,
- valor 2: dossel entre 6,1 m e 10 m e
- valor 3: dossel acima de 10 m.

Realizei estas medidas uma vez em cada estação de captura, durante o verão (fevereiro de 2011), conforme August (1983) e Grelle (2003). A partir da soma dos valores de cada uma das

medidas foi determinado o índice de complexidade do habitat para cada estação de captura (AUGUST, 1983; GRELE, 2003), sendo a variação deste índice entre 0 e 18.

Para estimar a heterogeneidade do habitat em cada estação de captura calculei a média do diâmetro à altura do peito (DAP) de todas as árvores com DAP superior a 3 cm que estavam dentro da mesma área de 100 m<sup>2</sup> em cada estação de captura. A partir destes valores foi estimado o desvio padrão desta média, o qual foi considerado como o índice de heterogeneidade (modificado de August (1983) e Grele (2003)). Essas medidas foram tomadas uma única vez durante o verão (fevereiro de 2011) em cada estação de captura, conforme August (1983) e Grele (2003). Para esta parte do estudo as mudanças sazonais na estrutura da vegetação não foram consideradas, por questões logísticas.

#### 3.4. Disponibilidade de recursos alimentares nos estratos

Para avaliar a disponibilidade de recursos alimentares para os pequenos mamíferos, realizei um levantamento da disponibilidade de invertebrados, frutos e sementes na área. Esse levantamento foi realizado paralelamente à amostragem de pequenos mamíferos.

Para determinar a disponibilidade de invertebrados no solo, utilizei 30 armadilhas de queda (*pitfall*) (SOUTHWOOD, 1994) de 300 ml contendo uma mistura de água, detergente, sal e álcool. Estas armadilhas consistem em copos plásticos, enterrados de modo que a abertura fique paralela ao solo. Como essa mesma metodologia não pôde ser aplicada nos estratos superiores, no sub-bosque e dossel utilizei 60 armadilhas adesivas (fitas “pega-mosca”) de aproximadamente 15 cm de comprimento para captura de invertebrados (30 em cada estrato). Todos os invertebrados capturados em cada um dos estratos foram conservados em álcool hidratado (70%) e, posteriormente, foram secados a 40 °C durante aproximadamente 15 minutos com o auxílio de uma estufa elétrica. A biomassa seca de invertebrados disponível em cada um dos três estratos foi determinada com o auxílio de uma balança de precisão (precisão de 0,1 mg).

Para estimar a disponibilidade de frutos utilizei dois métodos de contagem descritos por Galetti et al. (2006). Durante cada amostragem (verão, outono, inverno e primavera), determinei aleatoriamente seis pontos dentro da grade de armadilhas, a partir dos quais estabeleci uma transecção linear (com direção definida aleatoriamente) de 20 m de comprimento e 2 m de largura. Dentro dessas transecções, contei a quantidade total de frutos e sementes no solo, no sub-bosque (entre 1 m e 5 m de altura) e no dossel (acima de 5 m de altura, com auxílio de um binóculo). Devido à dificuldade em alcançar a copa, não foi possível determinar a biomassa dos frutos e sementes. Neste caso, utilizei apenas a quantidade de itens em cada estrato como indicativo da abundância.

### 3.5. Associação com os microhabitats

Para verificar preferências das espécies quanto à ocupação do habitat, medi algumas variáveis de microhabitat que podem potencialmente influenciar a distribuição espacial dos pequenos mamíferos. Para tanto, dividi cada estação de captura em quatro quadrantes de 25 m<sup>2</sup> (totalizando os mesmos 100 m<sup>2</sup> em cada estação de captura mencionados no item 3.2). Calculei cada uma das variáveis abaixo dentro de cada um dos quadrantes no verão (fevereiro de 2011) e no inverno (agosto de 2011):

1. porcentagem de cobertura vegetal no solo (%VS), considerando apenas gramíneas e vegetação de até 10 cm;
2. porcentagem de cobertura de folhiço no solo (%FS), considerando somente vegetação morta ou em decomposição;
3. porcentagem de solo descoberto (%SD), sem a presença de qualquer tipo de vegetação ou folhiço;
4. obstrução horizontal em três diferentes alturas: 0,5 m (OB1), 1,0 m (OB2) e 1,5 m (OB3);
5. porcentagem da cobertura do dossel (CDO);
6. profundidade do folhiço no solo (PFS);
7. distância da árvore com DAP entre 3 cm e 10 cm mais próxima (A03);
8. distância da árvore com DAP superior a 10 cm mais próxima (A10);
9. número de abrigos em potencial dentro de cada quadrante de 25 m<sup>2</sup> (ABR) (*e.g.* buracos e troncos ocos);
10. número de bromélias dentro de cada quadrante em três diferentes alturas: até 1,0 m (BR1), entre 1,1 m e 5 m (BR2), e acima de 5 m (BR3).

Para medir as variáveis %VS, %FS, %SD, OB1, OB2 e OB3 utilizei como ferramenta um quadrado de 0,5 m x 0,5 m com 25 quadrículas (cada quadrícula representando 4%). A metodologia que utilizei foi de acordo com a descrita por Freitas et al. (2002) com modificações para o tamanho do quadrado. Posicionei-me aproximadamente no centro de cada quadrante para realizar tais medidas, com o quadrado voltado na direção contrária à estação de captura. Determinei a porcentagem da cobertura do dossel pela análise de quatro imagens fotográficas digitais (obtidas uma em cada quadrante). Cada imagem fotográfica foi transformada em uma imagem em preto e branco, sendo preta a área coberta e sem penetração de luz, e branca a área clara com penetração de luz, e utilizei o programa *Gap Light Analyser* (FRAZER et al., 1999) para verificar a proporção de *pixels* pretos em relação a *pixels* brancos. Estimeei a profundidade do

folhiço com o uso de uma régua de madeira graduada em milímetros (DALMAGRO; VIEIRA, 2005).

Também medi as variáveis mencionadas abaixo em cada estação de captura, uma única vez durante o verão (fevereiro de 2011).

11. altura do dossel (ADO) medida exatamente acima da estação de captura;

12. número de árvores e arbustos com DAP entre 2 cm e 10 cm (NA1), entre 10,1 cm e 20 cm (NA2), entre 20,1 cm e 40 cm (NA3) e DAP acima de 40,1 cm (NA4).

Estimei a altura do dossel com o auxílio de um bastão de madeira (DALMAGRO; VIEIRA, 2005). Calculei as variáveis NA1, NA2, NA3 e NA4 dentro de uma área de 100 m<sup>2</sup> com a estação de captura no centro da área. Embora estas duas últimas medidas tenham sido realizadas somente durante o verão, elas não variaram de modo marcante durante o período de amostragem (observação do autor). As demais variáveis apresentaram variação nos valores comparando os dois períodos em que foram estimadas.

### 3.6. Análise dos dados

Utilizei o índice de Shannon-Wiener ( $H = -\sum P_i \times \ln P_i$ , onde  $P_i$  é a proporção dos indivíduos da espécie  $i$ ; (SHANNON; WEAVER, 1949)) para determinar a diversidade de pequenos mamíferos em cada estação de captura e em cada estrato vertical. Este teste dá maior ênfase às espécies raras, e é o mais frequentemente utilizado em estudos sobre os efeitos da complexidade e heterogeneidade sobre a riqueza e diversidade de pequenos mamíferos (AUGUST, 1983; GRELE, 2003). Para avaliar a relação da riqueza e da diversidade de pequenos mamíferos com a complexidade e a heterogeneidade do habitat utilizei o teste de correlação linear de Pearson (AUGUST, 1983; ZAR, 1996; GRELE, 2003).

Para avaliar diferenças na composição de espécies entre os estratos utilizei uma análise de variáveis categóricas através de uma tabela de contingência e realizei o teste de qui quadrado ( $\chi^2$ ) (ZAR, 1996). Também utilizei este método de análise para verificar se as espécies apresentaram alguma preferência por um dos estratos verticais. Para isso, comparei o número de capturas observadas de cada espécie em cada estrato com o número de capturas esperado em cada estrato, baseado no esforço total em armadilhas-noite para cada estrato (VIEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2003; RADER; KROCKENBERGER, 2006). Não realizei nenhum teste estatístico para espécies com menos de 10 capturas no total. Para este teste a minha hipótese alternativa (H1) foi que as capturas da espécie em cada estrato diferem de um padrão homogêneo esperado. A hipótese nula (H0) foi que as espécies são capturadas de maneira homogênea entre os estratos, e por isso não possuem uma preferência clara por um dos estratos verticais.

Utilizei uma adaptação da técnica descrita por Bergallo e Magnusson (2004) para produzir um índice geral de disponibilidade de recursos alimentares em cada um dos estratos verticais ao longo do ano de amostragem. Este índice foi feito considerando cada um dos três estratos separadamente. O valor de cada item (frutos/sementes e invertebrados) em cada estação do ano (verão, outono, inverno e primavera) foi transformado na proporção do total encontrado durante toda a amostragem em cada um dos estratos verticais. Para isso, dividi o valor encontrado em um evento de amostragem pelo total encontrado no mesmo estrato em todo o período do estudo (considerando os estratos separadamente). Posteriormente, calculei o arco-seno da raiz quadrada das proporções encontradas e somei os resultados obtidos para frutos/sementes e invertebrados. Desta forma, este índice deu valores iguais a frutos, sementes e invertebrados, e incorporou a variação sazonal na disponibilidade de alimento. Este índice não considerou a variação na disponibilidade de alimento entre os estratos verticais pelo fato de eu ter utilizado metodologias diferentes em cada um dos estratos. As armadilhas *pitfalls* podem capturar invertebrados de grande porte que geralmente não são capturados nas fitas pega-mosca. Além disso, a visualização de frutos no dossel pode ter sido prejudicada pela altura e cobertura de dossel, o que poderia causar erros na comparação entre os estratos. A comparação sazonal, entretanto, não sofre estes problemas pelo fato de ter sido utilizada a mesma metodologia e os mesmos parâmetros em cada estrato ao longo de toda a amostragem.

Após determinar o índice de disponibilidade de alimento em cada estrato e em cada período, utilizei o teste de correlação linear de Pearson para avaliar a relação entre os recursos e o uso dos estratos pelos pequenos mamíferos (um teste para cada estrato,  $n = 4$  comparações por estrato). Para esta análise utilizei o número total de capturas (considerando todas as espécies e todos os indivíduos) em cada estrato como indicativo do uso do estrato pelos pequenos mamíferos, e comparei o total de capturas com o índice de disponibilidade de recurso alimentar gerado. Para este teste minha hipótese alternativa (H1) foi de que a variação sazonal na captura de pequenos mamíferos em cada um dos estratos deve estar relacionada à disponibilidade de recursos alimentares neste mesmo estrato. Minha hipótese nula (H0) foi de que a variação sazonal nas capturas dos pequenos mamíferos em cada estrato não está relacionada à disponibilidade de alimento, mas a outros fatores.

Posteriormente, realizei esta análise de maneira mais refinada, testando as espécies separadamente e comparando o total de capturas da espécie em um estrato durante cada amostragem, com o índice de disponibilidade de alimento no mesmo estrato. Também utilizei o teste de correlação linear de Pearson para a realização desta análise. Nesta ocasião, realizei comparações apenas nas situações em que registrei pelo menos 10 capturas da espécie para um

determinado estrato. Com isso, pude verificar se a variação que encontrei ao longo do ano na captura de cada espécie em um determinado estrato estava relacionada à variação na disponibilidade de alimento no estrato ao longo do ano. Um resultado não-significativo indicaria que outros fatores, diferentes da disponibilidade de recurso alimentar, estariam influenciando a flutuação no uso do estrato vertical pela espécie de pequeno mamífero (H0). Como hipótese alternativa (H1), um resultado significativo nesta correlação indicaria que a flutuação no uso do estrato pela espécie está relacionada à disponibilidade de recurso alimentar.

As medidas de microhabitat que tomei foram transformadas antes da realização das análises, de forma a gerar dois valores por estação de captura, sendo um valor referente ao primeiro semestre (verão) e outro referente ao segundo semestre (inverno). Para as variáveis numéricas relacionadas à abundância (ABR, BR1, BR2, BR3, NA1, NA2, NA3 e NA4), transformei cada uma das medidas como densidade por metro quadrado, de acordo com Cerqueira e Freitas (1999). Para as variáveis numéricas que não representavam abundância (PFS, A03 e A10), calculei a média aritmética em cada estação de captura, de acordo com Dalmagro e Vieira (2005). Para as variáveis A03 e A10, todos os valores nulos (ou seja, quadrantes onde não havia nenhuma árvore naquela categoria) foram substituídos pelo maior valor de distância possível (5 metros). Tomei esta medida porque estas variáveis representam a dispersão espacial das árvores. Uma vez que estas variáveis são transformadas através da média, ao utilizar um valor nulo eu estaria desconsiderando o fato de não haver nenhuma árvore com estas medidas na unidade amostral. Para todas as variáveis que representavam porcentagem (%VS, %FS, %SD, OB1, OB2, OB3 e CDO), calculei a média aritmética do arco-seno dos valores (ZAR, 1996; VIEIRA et al., 2005). Contudo, não realizei transformações na variável ADO, e utilizei os valores brutos da altura de dossel em cada estação de captura. Considerei o número de indivíduos de cada espécie em cada estação de captura como um indicativo de uso daquela estação de captura. Para que os dados fossem independentes, considerei somente a primeira captura de cada indivíduo (considerando todas as amostragens) nas análises sobre preferências de microhabitat.

As variáveis %FS, OB2 e NA1 foram descartadas *a priori* das análises, por estarem fortemente correlacionadas a outras variáveis. Utilizei somente as espécies com pelo menos 10 indivíduos capturados para a realização das análises. Uma vez que as análises de ordenação utilizam medidas de distâncias (HAIR JR. et al., 2005), todas as estações de captura que não continham nenhuma espécie de pequeno mamífero capturada foram desconsideradas.

Para reduzir o número de fatores que descrevem a estrutura da vegetação, utilizei uma análise multivariada de ordenação. Para determinar qual o tipo de análise mais adequada (linear ou unimodal) realizei previamente uma análise de correspondência destendenciada (*Detrended*

*Correspondence Analysis*, DCA) com os dados das variáveis de microhabitat e com a matriz de espécies. Segundo Lepš e Šmilauer (1999), deve-se observar os resultados obtidos no comprimento dos gradientes (*lengths of gradient*) e se o maior valor for superior a 4.0, significa que os dados são muito heterogêneos, e muitas variáveis não apresentam uma resposta linear, por isso um método unimodal (como DCA e CCA) é mais adequado. Quando o comprimento dos gradientes apresenta valores inferiores, então o uso de uma análise linear (como PCA e RDA) é mais apropriado (LEPŠ; ŠMILAUER, 1999). A partir dos resultados que obtive nesta análise exploratória, decidi utilizar um método linear na análise dos dados.

Utilizei uma análise de redundância (*Redundancy Analysis*, RDA) para verificar associação entre a abundância das espécies em cada estação de captura e as variáveis de microhabitat que registrei nestas mesmas estações de captura. Este tipo de análise de ordenação combina uma análise de regressão com uma análise de componentes principais (*Principal Component Analysis*, PCA) (BORCARD et al., 2011) e é baseada em duas matrizes de dados, sendo uma a matriz resposta (abundância dos pequenos mamíferos) e a outra a matriz de fatores que influenciam a matriz resposta (medidas de microhabitat) (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). A RDA utiliza uma matriz de distâncias lineares para comparar as variáveis. Todos os dados, bióticos e abióticos, foram transformados por logaritmo na base 10 para tornar a distribuição dos dados normal, somando-se 1 para eliminar valores negativos na abundância das espécies ( $\log_{10}+1$ ). Para verificar a significância dos eixos de ordenação, realizei 1000 permutações aleatórias após a ordenação dos dados. Para quantificar a associação entre as variáveis de microhabitat e os eixos de ordenação gerados, utilizei uma correlação linear de Pearson.

As análises de correlação e de qui-quadrado foram realizadas no programa *Bioestat 5.0* (AYRES, 2007). A análise de redundância foi realizada no programa Projeto R 2.13.1 (© 2011 *The R Foundation for Statistical Computing*), utilizando o pacote *vegan* (OKSANEN et al., 2011).

#### 4. RESULTADOS

Desconsiderando as armadilhas que falharam, o esforço efetivo total despendido durante este estudo foi de 3.047 armadilhas-noite (= medida de esforço amostral que representa o número total de noites que as armadilhas ficaram preparadas para captura multiplicado pelo número de armadilhas usadas). Considerei como falhas as armadilhas que estavam fechadas sem nenhum indivíduo capturado, que estavam abertas sem isca, e que por ventura tivessem caído do estrato arbóreo. O esforço efetivo que obtive foi diferente entre os estratos: 843 armadilhas-noite no solo, 1.090 armadilhas-noite no sub-bosque, e 1.114 armadilhas-noite no dossel.

O sucesso de captura (total de capturas dividido pelo esforço amostral) que obtive foi de 4,92%. Considerando as amostragens separadamente, os sucessos de captura foram 5,02% no verão, 3,18% no outono, 9,43% no inverno e 2,57% na primavera. O sucesso de captura também variou entre os estratos verticais: 9,85% no solo, 3,39% no sub-bosque e 2,51% no dossel.

Durante todo o período do estudo, capturei 103 indivíduos pertencentes a oito espécies de roedores e duas espécies de marsupiais (Tabela 1). Também capturei um filhote do gênero *Oligoryzomys* cuja espécie não pôde ser identificada devido ao fato de o animal ser muito jovem.

Não detectei correlação significativa entre a riqueza de espécies e a complexidade do habitat nos estratos estudados ( $R = -0,09$ , g.l. = 98,  $P = 0,38$ ) ou a heterogeneidade do habitat ( $R = 0,07$ , g.l. = 98,  $P = 0,51$ ). Da mesma maneira, não encontrei correlação entre a diversidade de espécies e a complexidade ( $R = -0,06$ , g.l. = 98,  $P = 0,53$ ) ou heterogeneidade do habitat nos estratos estudados ( $R = 0,12$ , g.l. = 98,  $P = 0,23$ ).

Os dados de riqueza e abundância em cada estrato vertical estudado e em cada período de amostragem são apresentados na Tabela 1. A composição e abundância de pequenos mamíferos variaram entre os estratos verticais ao longo da amostragem ( $\chi^2 = 115,628$ , g.l. = 18,  $P < 0,001$ ). Encontrei a maior abundância e maior riqueza de espécies no solo (70 indivíduos de nove espécies), seguido do sub-bosque (29 indivíduos de sete espécies) e do dossel (23 indivíduos de quatro espécies). A diversidade de espécies que encontrei no solo e no sub-bosque foi muito similar (1,77 no solo e 1,78 no sub-bosque), mas ela foi menor no dossel (1,06).



O roedor *Thaptomys nigrita* e o marsupial *Monodelphis dimidiata* foram registrados somente no solo (Tabela 1). Contudo não foi possível realizar inferências sobre preferência por estratos devido ao baixo número amostral destas espécies. O roedor *Akodon serrensis* também foi encontrado somente no solo ( $\chi^2 = 11,33$ , g.l. = 2,  $P = 0,003$ ), enquanto a outra espécie do gênero, *A. montensis*, apresentou duas capturas no sub-bosque, cada uma de um indivíduo. Uma captura de sub-bosque ocorreu em uma armadilha posicionada sobre um grande tronco caído, e a outra sobre um tronco diretamente conectado ao solo. Desta maneira, pode-se considerar a espécie terrestre ( $\chi^2 = 29,85$ , g.l. = 2,  $P < 0,0001$ ). O roedor *Delomys dorsalis* apresentou, em meu estudo, um comportamento primariamente terrestre, mas com alguma atividade arborícola ( $\chi^2 = 20,45$ , g.l. = 2,  $P < 0,0001$ ). O roedor *Sooretamys angouya* apresentou um comportamento generalista, com atividade arborícola e terrestre (não foi possível realizar inferências sobre preferência por estratos devido ao baixo número amostral desta espécie).

Por outro lado, *Juliomys* sp. mostrou-se uma espécie essencialmente arborícola ( $\chi^2 = 7,73$ , g.l. = 2,  $P = 0,02$ ), estando presente somente nos estratos superiores. O marsupial *Gracilinanus microtarsus* também foi primariamente arborícola, mas a análise sobre preferência pelos estratos por parte desta espécie não foi significativa ( $\chi^2 = 5,27$ , g.l. = 2,  $P = 0,07$ ). Para as duas espécies do gênero *Oligoryzomys*, *O. flavescens* e *O. nigripes*, registrei atividade arborícola e terrestre de maneira aproximadamente equivalente, mas não realizei teste estatístico devido ao baixo número de capturas. Durante a primavera, registrei um indivíduo de *O. flavescens* movimentando-se entre os três estratos (Tabela 2). Isso sugere que as duas espécies de roedores deste gênero que registrei no CPCN Pró-Mata podem utilizar os estratos de maneira equitativa. Também pude detectar outros movimentos entre os estratos por parte de outros indivíduos (Tabela 2). A espécie *G. microtarsus* foi aquela com maior número de indivíduos movimentando-se entre os estratos verticais (Tabela 2).

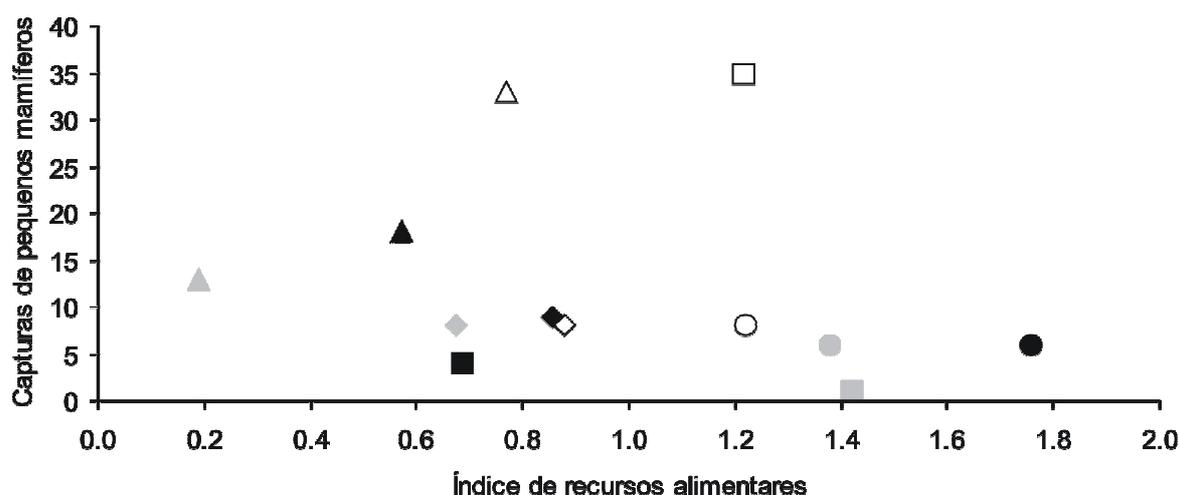


Durante o período de amostragem, encontrei o maior número de frutos durante a primavera para todos os estratos (Tabela 3). A biomassa de invertebrados, entretanto, não apresentou este mesmo padrão. No solo e no dossel, a maior biomassa registrada ocorreu no verão, enquanto no sub-bosque a primavera foi o período com maior biomassa de invertebrados (Tabela 3). Considerando o índice de disponibilidade de recurso alimentar, encontrei a maior disponibilidade de alimento no solo e no dossel durante o verão, enquanto no sub-bosque a disponibilidade de recurso alimentar foi maior na primavera (Tabela 3). O inverno foi o período em que detectei o menor índice de disponibilidade de recurso alimentar em todos os estratos (Tabela 3).

Não encontrei correlação significativa entre o índice de disponibilidade de recursos alimentares nos estratos e o total de capturas de pequenos mamíferos em cada estrato (solo:  $R = 0,1$ , g.l. = 2,  $P = 0,9$ ; sub-bosque:  $R = -0,45$ , g.l. = 2,  $P = 0,55$ ; dossel:  $R = -0,91$ , g.l. = 2,  $P = 0,08$ ; Figura 2). Realizei teste de correlação entre a disponibilidade total de recurso alimentar e as capturas das espécies de pequenos mamíferos apenas para *A. serrensis*, *A. montensis*, *D. dorsalis*, *Juliomys* sp. e *G. microtarsus*. Para as demais espécies, não obtive capturas suficientes que possibilitassem a realização dos testes estatísticos. A variação sazonal nas capturas de *G. microtarsus* no dossel estiveram negativa e significativamente associadas à disponibilidade de recurso alimentar neste estrato (Tabela 4). Isto indica que este marsupial utiliza o dossel principalmente nos períodos de menor disponibilidade de alimento neste estrato. Para todas as demais espécies as relações não foram significativas. O roedor arborícola *Juliomys* sp. apresentou uma correlação forte ( $R = -0,77$ ) com a disponibilidade de alimento no dossel, mas este resultado não foi significativo. Este resultados sugerem que para a maioria das espécies de pequenos mamíferos, não há relação entre a variação no uso dos estratos verticais e a variação na disponibilidade de recursos alimentares.

**Tabela 3:** Número de frutos e sementes, biomassa de invertebrados (em gramas) e índice de disponibilidade de recursos alimentares em cada um dos estratos verticais durante cada período de amostragem.

Estação	Número de frutos e sementes			Biomassa de Invertebrados (g)			Disponibilidade de Alimento		
	Solo	Sub-Bosque	Dossel	Solo	Sub-Bosque	Dossel	Solo	Sub-Bosque	Dossel
Verão	74	13	18	2,9373	0,053	0,6468	1,2152	0,6873	1,4188
Outono	133	247	31	0,707	0,0269	0,0605	0,8771	0,8565	0,6753
Inverno	64	103	1	0,2681	0,0139	0,0114	0,7675	0,5729	0,1892
Primavera	171	938	158	1,3643	0,0789	0,0795	1,2186	1,7565	1,3795



**Figura 2:** Disponibilidade de recursos alimentares e total de capturas de pequenos mamíferos no CPCN Pró-Mata em cada estrato e em cada período de amostragem. Os símbolos representam as estações do ano ( $\square$  = verão;  $\diamond$  = outono;  $\Delta$  = inverno;  $\circ$  = primavera), e as cores representam os estratos (branco para o solo, preto para o sub-bosque e cinza para o dossel).

**Tabela 4:** Correlações entre a disponibilidade de recursos alimentares em cada estrato e em cada período do ano, e as capturas das espécies de pequenos mamíferos com maior número de capturas no CPCN Pró-Mata (g.l. = 2 para todas as comparações).

	<i>A. serrensis</i>	<i>A. montensis</i>	<i>D. dorsalis</i>	<i>Juliomys</i> sp.	<i>G. microtarsus</i>
Solo	$R = 0,09$ $P = 0,9$	$R = -0,39$ $P = 0,6$	$R = -0,08$ $P = 0,91$	*	*
Sub-Bosque	*	*	*	*	$R = -0,06$ $P = 0,94$
Dossel	*	*	*	$R = -0,77$ $P = 0,22$	$R = -0,99$ $P < 0,01$

\* Não realizei análises estatísticas para estes estratos devido ao baixo número de capturas registradas.

Realizei as análises de seleção de microhabitat somente com as cinco espécies de pequenos mamíferos mais abundantes na área de estudo: *Akodon montensis*, *Akodon serrensis*, *Delomys dorsalis*, *Juliomys* sp. e *Gracilinanus microtarsus*, sendo esta última o único marsupial utilizado nas análises.

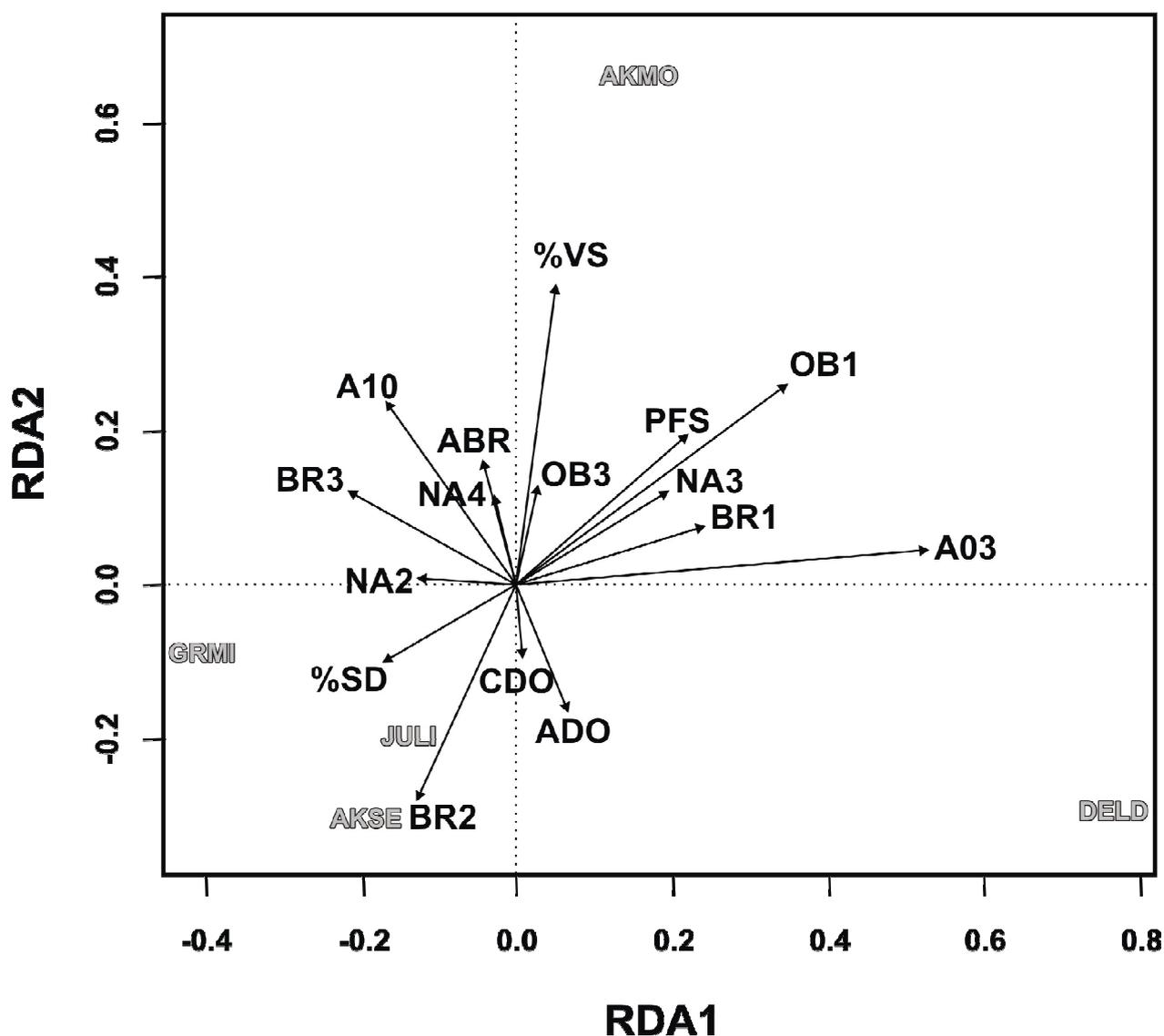
A análise de redundância produziu cinco eixos de ordenação, sendo que os dois primeiros eixos explicaram 63,95% da variação dos dados (RDA1 = 35,88%; RDA2= 28,07%,  $F = 1,447$ ,  $P = 0,02$ ). As variáveis que mais contribuíram para o primeiro eixo de ordenação (RDA1) foram a distância da árvore com DAP entre 3 cm e 10 cm mais próxima (A03) e o número de bromélias abaixo de 1 m de altura (BR1). O número de árvores com DAP entre 10 cm e 20 cm (NA2) e o número de bromélias acima de 5 m de altura (BR3) atuaram de maneira inversa, estando inversamente relacionados ao primeiro eixo (Tabela 5). O primeiro eixo de ordenação representa basicamente a densidade e dispersão de árvores de pequeno porte. Altos valores para este eixo representam áreas com árvores pequenas pouco abundantes, e distantes entre si. Além disso, este eixo também indica uma grande abundância de bromélias abaixo de 1 m e uma baixa abundância acima de 5 m.

O segundo eixo de ordenação (RDA2) teve uma maior contribuição das variáveis porcentagem de vegetação no solo (%VS), obstrução horizontal a 1,5 m de altura (OB3) e o número de árvores com DAP superior a 40 cm (NA4) (Tabela 5). A cobertura do dossel (CDO) foi a variável que atuou mais fortemente de maneira negativa. Este eixo esteve positivamente associado à densidade da vegetação próxima ao solo e a baixa cobertura de dossel. Altos valores para este eixo indicam áreas com vegetação rasteira densa, com grande número de árvores de grande porte, mas com copas pouco desenvolvidas e, conseqüentemente, uma baixa cobertura de dossel. Estas árvores de maior porte também estão bastante dispersas espacialmente, o que contribui para o dossel mais aberto. Os resultados indicaram que a maioria das espécies de pequenos mamíferos foi influenciada por variáveis de microhabitat diferentes (Figura 3).

**Tabela 5:** Análise de redundância apresentando a correlação entre as variáveis de microhabitat e as espécies de pequenos mamíferos nos dois primeiros eixos de ordenação. RDA1 = primeiro eixo de ordenação; RDA2 = segundo eixo de ordenação.

Variáveis / Espécies	RDA1	RDA2
ADO	0.53436	-0.84526
%VS	0.22297	0.97483 *
%SD	-0.94336	-0.33178
OB1	0.91216	0.40984
OB3	0.33889	0.94083 *
CDO	0.04045	-0.99918 *
PFS	0.88195	0.47134
A03	0.99790 *	0.06472
A10	-0.77437	0.63274
ABR	-0.41858	0.90818
BR1	0.97978 *	0.20006
BR2	-0.62340	-0.78190
BR3	-0.95314 *	0.30254
NA2	-0.99986 *	0.01653
NA3	0.93241	0.36140
NA4	-0.41446	0.91007 *
<i>A. montensis</i>	0.17422	0.98471 *
<i>A. serrensis</i>	-0.74889 *	-0.66270
<i>D. dorsalis</i>	0.93791 *	-0.34687
<i>G. microtarsus</i>	-0.93922 *	-0.34333
<i>Juliomys sp.</i>	-0.76147 *	-0.64820

\* variáveis que mais contribuíram para cada eixo.



**Figura 3:** Diagrama de ordenação da análise de redundância das espécies de pequenos mamíferos com as variáveis ambientais. As espécies são indicadas pelas siglas e as variáveis são indicadas pelas setas. Legenda: AKMO = *Akodon montensis*; AKSE = *Akodon serrensis*; DELD = *Delomys dorsalis*; GRMI = *Gracilinanus microtarsus*; JULI = *Juliomys* sp.; %VS = porcentagem de cobertura vegetal no solo; %SD = porcentagem de solo descoberto; A03 = distância da árvore com DAP entre 3 cm e 10 cm mais próxima; A10 = distância da árvore com DAP a cima de 10 cm mais próxima; ABR = número de abrigos em potencial; ADO = altura do dossel; BR1 = número de bromélias a até 1 m de altura; BR2 = número de bromélias entre 1,1 m e 5 m de altura; BR3 = número de bromélias a cima de 5 m de altura; CDO = porcentagem de cobertura de dossel; NA2 = número de árvores e arbustos com DAP entre 10,1 cm e 20 cm; NA3 = número de árvores e arbustos com DAP entre 20,1 e 40 cm; NA4 = número de árvores e arbustos com DAP a cima de 40 cm; OB1= obstrução horizontal a 0,5 m de altura; OB3 = obstrução horizontal a 1,5 m de altura; PFS = profundidade do folhiço no solo.

A presença de *A. serrensis* foi influenciada principalmente pelo número de bromélias no sub-bosque, entre 1 m e 5 m de altura (BR2), e pela porcentagem de solo descoberto (%SD). A porcentagem de vegetação no solo (%VS) teve uma influência negativa, assim como a obstrução horizontal junto ao solo (OB1) e a profundidade do folhíço (PFS). De uma maneira geral, a espécie preferiu áreas mais abertas e com menor quantidade de vegetação. Por outro lado, *A. montensis* apresentou um padrão oposto, estando positivamente associado à porcentagem de vegetação no solo (%VS) e negativamente à porcentagem de solo descoberto (%SD). A altura (ADO) e a cobertura do dossel (CDO) exerceram influência negativa no uso de microhabitat por *A. montensis*, enquanto a obstrução horizontal próxima ao solo (OB1) teve influência positiva. Estes resultados indicaram que *A. montensis* preferiu regiões com grande quantidade de vegetação arbórea baixa, com dossel pouco desenvolvido e sub-bosque relativamente bem desenvolvido.

*Juliomys* sp. também apresentou associação com o número de bromélias no sub-bosque (BR2) e com a porcentagem de solo descoberto (%SD). Contudo, para *Juliomys* sp. a altura (ADO) e a cobertura do dossel (CDO) também indicaram uma influência positiva na ocupação do microhabitat. Este roedor também mostrou associação com a dispersão de árvores de menor porte, com DAP entre 3 cm e 10 cm (A03). *Juliomys* sp. preferiu regiões da mata com dossel bastante desenvolvido e com maior agrupamento de árvores de pequeno porte.

Por sua vez, para *G. microtarsus*, o único marsupial incluído nas análises, as variáveis mais importantes para a ocupação do microhabitat foram a densidade de bromélias acima de 5 m de altura (BR3), a densidade de árvores com DAP inferior a 20 cm (NA2) e a porcentagem de solo descoberto (%SD). A altura e a cobertura do dossel (ADO e CDO) também tiveram uma influência positiva na ocupação do microhabitat por este marsupial, embora de maneira menos importante. A distância das árvores com DAP entre 3 cm e 10 cm mais próximas (A03) exerceu influência negativa. Neste sentido, este marsupial pareceu preferir regiões com maior densidade e maior proximidade de árvores de pequeno porte, com dossel relativamente bem desenvolvido.

O roedor *D. dorsalis* mostrou associação positiva à maior distância da árvore com DAP entre 3 cm e 10 cm mais próxima (A03) e associação negativa com a maior distância da árvore com DAP superior a 10 cm mais próxima (A10). A altura do dossel (ADO) também foi uma variável importante, enquanto que a densidade de árvores de pequeno porte (DAP inferior a 20 cm) (NA2) influenciou este roedor de modo negativo. O número de bromélias acima de 5 m de altura (BR3) teve uma influência negativa na distribuição da espécie, enquanto as bromélias do

solo (BR1) tiveram uma influência positiva. Desta maneira, *D. dorsalis* preferiu regiões com árvores de grande porte mais agrupadas, e com dossel bem desenvolvido.

## 5. DISCUSSÃO

### *5.1. Relações entre riqueza e diversidade com complexidade e heterogeneidade do habitat*

Neste estudo não encontrei uma influência significativa da complexidade e heterogeneidade do habitat na riqueza e diversidade de pequenos mamíferos não voadores no CPCN Pró-Mata. August (1983) sugeriu que o aumento da complexidade estaria relacionado a um aumento na disponibilidade de recursos, e com isso um aumento na riqueza. Paglia et al. (1995) também sugeriu que o aumento na heterogeneidade ambiental poderia diminuir a probabilidade de encontro interespecífico, minimizando os efeitos da competição, e assim aumentando a diversidade local. Contudo, os resultados encontrados na literatura em geral ainda não revelaram um padrão bem definido.

Na Venezuela, em um estudo realizado em quatro tipos de habitats (savana, área inundada, área seca e floresta decídua), August (1983) não encontrou relação entre a riqueza e diversidade de pequenos mamíferos com estas variáveis ambientais. O resultado foi positivo apenas quando o autor considerou toda a fauna de mamíferos, encontrando assim uma relação significativa com a heterogeneidade ambiental, mas não com a complexidade. Paglia et al. (1995) também não encontraram efeito da heterogeneidade na riqueza e diversidade de pequenos mamíferos (os autores não avaliaram os efeitos da complexidade). Em outro estudo, realizado na Mata Atlântica do sudeste do Brasil, Fonseca (1989) encontrou a maior diversidade de pequenos mamíferos em habitats com sub-bosque bem desenvolvido. Embora este autor tenha usado o termo heterogeneidade para se referir às variáveis ambientais avaliadas, as medidas tomadas representariam melhor um índice de complexidade ambiental (segundo definições de August (1983)). As medidas tomadas por Fonseca (1989) demonstraram um desenvolvimento vertical da floresta e não necessariamente um desenvolvimento horizontal. Este autor também não realizou amostragem da comunidade de pequenos mamíferos nos estratos superiores, grupo que tende a ser mais afetado pela complexidade ambiental. Grelle (2003), em outro estudo realizado na Mata Atlântica do sudeste do Brasil, encontrou relação entre a riqueza de pequenos mamíferos e a complexidade ambiental (mas não com a heterogeneidade). Diferentemente de Fonseca (1989), Grelle (2003) utilizou armadilhas no dossel da floresta, tendo assim maior representatividade da comunidade arborícola. Já no Cerrado brasileiro, Santos e Henriques (2010) verificaram que a complexidade do habitat foi um dos principais determinantes na composição das comunidades de pequenos mamíferos em duas áreas de campo rupestre.

Os resultados que obtive neste estudo não corroboraram a hipótese de que o aumento na complexidade vertical e o desenvolvimento horizontal da floresta tenham influência sobre a

riqueza e a diversidade de espécies. Contudo, o fato de eu ter registrado espécies com hábito essencialmente arborícola ainda sugere que o desenvolvimento vertical dos estratos tem influência na partilha do espaço entre os pequenos mamíferos na área de estudo. Embora a complexidade e a heterogeneidade do ambiente não tenham tido uma influência clara sobre a riqueza e a diversidade de pequenos mamíferos na área de estudo, elas ainda podem ter um efeito significativo na composição da comunidade. Williams et al. (2002) mostraram que a riqueza e diversidade de espécies na grade da sua amostragem foi apenas fracamente explicada pela complexidade e heterogeneidade espacial em uma comunidade de pequenos mamíferos australianos. Por outro lado, os mesmos autores verificaram que a composição da assembléia de pequenos mamíferos esteve relacionada à estrutura da vegetação da grade de amostragem.

Alguns fatores (não excludentes) podem ajudar a explicar a ausência de correlação entre complexidade, heterogeneidade, riqueza e diversidade de pequenos mamíferos no CPCN Pró-Mata. A primeira questão que deve ser considerada diz respeito ao tempo de duração deste estudo. Segundo Tews et al. (2004), a correlação entre a heterogeneidade do habitat e a diversidade de animais pode ser instável. Se os padrões de diversidade de espécies apresentam uma variação ano a ano, isto pode ter grandes implicações na relação encontrada. É possível que a correlação entre a diversidade e riqueza de pequenos mamíferos e variáveis de heterogeneidade e complexidade seja detectável apenas em estudos de longo prazo, visto que comunidades de pequenos mamíferos podem apresentar grande flutuação anual (e.g. GRAIPEL et al., 2006). O histórico da área de estudo também pode ter tido influência neste aspecto. A área do CPCN Pró-Mata é composta por antigas fazendas onde se praticava plantação de milho e trigo, pecuária extensiva e a exploração seletiva do pinheiro brasileiro, *A. angustifolia* (BLOCHTEIN et al., 2011). Estes fatores podem ter causado impactos consideráveis na mata e nas populações de pequenos mamíferos. Desta maneira, a comunidade pode ainda estar em desequilíbrio, o que torna ainda mais difícil detectar relações de riqueza, diversidade, complexidade e heterogeneidade.

O uso de uma única grade de captura também pode ter tido efeito negativo nos resultados que obtive. Williams et al. (2002) sugeriram que a ausência de uma réplica entre habitats pode ter influenciado os resultados obtidos por August (1983) na Venezuela. Esta ausência de réplica de habitat também pode ter influenciado os resultados que obtive no CPCN Pró-Mata.

Os resultados que obtive no CPCN Pró-Mata sugerem que estimativas visuais obtidas em escala local durante um período curto de amostragem (um ano) não seriam suficientes para revelar padrões de relação entre complexidade, heterogeneidade, riqueza e diversidade de espécies de pequenos mamíferos neotropicais. Um período de amostragem maior e/ou o uso de

réplicas de áreas de amostragem seriam necessários para que estas relações possam ser observadas de maneira apropriada.

### 5.2. Abundância de pequenos mamíferos e uso dos estratos verticais

Durante este estudo registrei oito espécies de roedores e duas espécies de marsupiais na comunidade de pequenos mamíferos. Este padrão de riqueza é similar ao padrão encontrado em outros estudos com pequenos mamíferos em áreas de Floresta Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul. Dalmagro e Vieira (2005) registraram seis espécies de roedores e um único marsupial no Parque Nacional de Aparados da Serra (PNAS). Em uma região próxima ao estudo de Dalmagro e Vieira (2005), e também próxima ao CPCN Pró-Mata, Cademartori et al. (2008) encontraram sete roedores na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA SFP). Recentemente, entre 2007 e 2008, Sarti (2009) registrou a presença de 11 pequenos mamíferos no mesmo fragmento florestal onde realizei o presente estudo no CPCN Pró-Mata (outras três espécies foram registradas somente em área de campo adjacente). De uma maneira geral, as espécies que compõem as comunidades de pequenos mamíferos destes estudos são muito similares, sendo *D. dorsalis* e *A. montensis* os roedores mais abundantes. Contudo, no presente estudo registrei, pela primeira vez na região, indivíduos da espécie *Akodon serrensis*, cujos espécimes testemunho foram identificados através de marcadores moleculares, morfologia craniana e morfologia externa. Segundo Bonvicino et al. (2008), a distribuição desta espécie se limitaria ao extremo norte do Rio Grande do Sul, na fronteira com o estado de Santa Catarina. O limite sul de distribuição deste roedor ainda não é bem definido, e a presença de *A. serrensis* no CPCN Pró-Mata amplia a área de distribuição desta espécie no estado do Rio Grande do Sul.

A maioria dos estudos com pequenos mamíferos realizados em áreas de Mata Atlântica brasileira registram a maior abundância destes organismos nos meses de verão (e.g. PAGLIA et al., 1995; PARDINI et al., 2005; PARDINI; UMETSU, 2006; NAXARA et al., 2009). Contudo, o maior sucesso de captura que registrei ocorreu durante a amostragem de inverno, fato que é corroborado por outros estudos realizados no Rio Grande do Sul (e.g. CADEMARTORI et al., 2004). Cademartori et al. (2004) e Iob e Vieira (2008) sugeriram que este padrão provavelmente está relacionado à maior disponibilidade do pinhão (semente de *Araucaria angustifolia*) neste período, considerado um recurso alimentar importante para pequenos mamíferos. Embora Perini (2010) tenha demonstrado que este não é o único fator envolvido, Vieira et al. (2011) sugeriram que o padrão de produção de pinhão na FLONA SFP pode ter controlado as populações de roedores durante seu estudo. Durante as amostragens que realizei no CPCN Pró-Mata as sementes e frutos que encontrei no solo não foram identificados quanto à espécie, mas durante o outono

muitas das sementes encontradas eram sabidamente de *A. angustifolia*. Contudo, não registrei sementes desta espécie durante a amostragem de inverno, transcorrida em agosto. Todas as sementes de *A. angustifolia* que encontrei no inverno haviam sido consumidas. Muitas destas sementes apresentavam marcas de dentes de roedores.

A maior taxa de disponibilidade de sementes de *A. angustifolia* no solo costuma ocorrer entre março e junho (FERREIRA; HANDRO, 1979; MANTOVANI et al., 2004). Em meu estudo, durante o mês de maio de 2011 (outono), a abundância dos roedores ainda era baixa. Este fato poderia ser explicado pelo retardo temporal em resposta na abundância do alimento disponível (BEGON et al., 2007). Em síntese, nas amostragens de outono e inverno a população de pequenos mamíferos poderia ter aumentado, em resposta ao aumento de pinhão na mata nos meses anteriores. Contudo, durante a amostragem de inverno a maior parte desta semente já havia sido consumida. A abundância de roedores, por outro lado, permaneceu alta devido ao tempo de resposta à baixa disponibilidade de alimento.

Em meu estudo, a composição e abundância das espécies variaram significativamente entre os diferentes estratos verticais. Malcolm (1991), em um estudo realizado na Floresta Amazônica, demonstrou que o uso de armadilhas no dossel da floresta revelou a presença de uma fauna rica e abundante que não estava evidente no solo. McClearn et al. (1994) também afirmaram que a abundância de espécies do gênero *Caluromys* pode ser subestimada caso não sejam usadas armadilhas nos dosséis. Além disso, Meserve (1977) sugeriu que o uso dos estratos superiores pode ser um importante fator para reduzir a competição entre as espécies na comunidade de pequenos mamíferos. Os resultados que obtive durante as amostragens no CPCN Pró-Mata reforçam estas considerações.

Embora a maior riqueza de pequenos mamíferos deste estudo tenha sido registrada no solo, os resultados mostraram que os estratos superiores também foram frequentemente utilizados por estes organismos. Das dez espécies que registrei, o roedor *Juliomys* sp. apresentou comportamento essencialmente arborícola, sendo registrado com mais frequência no dossel. O marsupial *G. microtarsus* também se mostrou bastante arborícola, tendo utilizado os três estratos de maneira similar. O hábito escalador destas duas espécies é bem conhecido na literatura. Graipel (2003) registrou maior abundância de *G. microtarsus* no sub-bosque da Mata Atlântica de Santa Catarina, sul do Brasil. Em uma área de Mata Atlântica do sudeste brasileiro, Vieira e Monteiro-Filho (2003) registraram *Juliomys* (= *Wilfredomys*) *pictipes* e *G. microtarsus* nos três estratos verticais (solo, sub-bosque e dossel), mas ambos com maior incidência nos estratos superiores. Também em área de Mata Atlântica da região sudeste, Prevedello et al. (2008) registraram capturas de *G. microtarsus* e *J. pictipes* no solo e no dossel. Estes autores não

utilizaram armadilhas no sub-bosque, mas registraram *G. microtarsus* utilizando ninhos artificiais instalados no sub-bosque e no dossel. Oliveira-Santos et al. (2008) relataram registros fotográficos de *J. pictipes* nos estratos superiores no sul do Brasil (estado de Santa Catarina), embora estes autores não tenham quantificado o uso dos estratos por este roedor. No Rio Grande do Sul, Cademartori et al. (2008) registraram *Juliomys* sp. apenas no estrato arbóreo (entre seis e 13 metros de altura), na FLONA SFP, em Floresta Ombrófila Mista. O marsupial *G. microtarsus* também foi registrado em estudos com amostragem restrita ao solo (PARDINI et al., 2005; DINUCCI et al., 2008; A.A. PERINI com. pess.).

As duas espécies do gênero *Oligoryzomys* (*O. flavescens* e *O. nigripes*) que capturei em meu estudo não apresentaram uma clara diferença na preferência por estratos. Este padrão também foi observado por Vieira e Monteiro-Filho (2003). O roedor *Sooretamys angouya* foi classificado por Fonseca et al. (1996) e Bonvicino et al. (2008) como um animal de hábito terrestre. Contudo, obtive capturas de indivíduos desta espécie nos três estratos verticais (embora todos com baixa frequência). Adicionalmente, detectei que um indivíduo movimentou-se do sub-bosque para o solo. Durante uma amostragem preliminar que realizei na área de estudo também verifiquei que outro indivíduo desta espécie realizou movimento do dossel para o sub-bosque. Este comportamento arborícola de *S. agouya* já havia sido registrado por Cademartori et al. (2008) e Sarti (2009).

Três espécies mostraram-se essencialmente terrestres, os roedores *A. serrensis* e *T. nigrita*, e o marsupial *M. dimidiata*. Estas espécies apresentam adaptações morfológicas que ajudam a explorar o ambiente terrestre, com cauda curta e coloração escura (ROSSI et al., 2006; BONVICINO et al., 2008). As três espécies também apresentam alguma similaridade nos itens alimentares explorados. Fonseca et al. (1996) classificaram as espécies de *Monodelphis* como insetívoras-onívoras, embora alguns estudos sugeriram que estes marsupiais incluem também pequenos vertebrados em sua dieta (BUSCH; KRAVETZ, 1991; CASELLA; CÁCERES, 2006). Pinotti et al. (2011) encontraram restos de plantas e artrópodes em estômagos de indivíduos de *T. nigrita*. Não há muitas informações sobre a dieta de *A. serrensis*, mas em um experimento de consumo de frutos e sementes Vieira et al. (2003) averiguaram que esta espécie se alimentou da polpa de frutos e sementes pequenas ou médias (< 10 mm de diâmetro).

Os pequenos mamíferos mais abundantes no solo foram as espécies *A. montensis*, *A. serrensis* e *D. dorsalis*. Cademartori et al. (2008) também encontraram *A. montensis* e *D. dorsalis* como as espécies mais abundantes no solo, na FLONA SFP, não havendo nenhum registro destas espécies no estrato arbóreo. Vieira e Monteiro-Filho (2003) também registraram *A. montensis* e *D. dorsalis* somente no solo. Em meu estudo *A. montensis* e *D. dorsalis* foram registrados

também no sub-bosque, embora as duas capturas de sub-bosque de *A. montensis* tenham ocorrido em grandes troncos caídos no solo e de fácil acesso. Embora os roedores do gênero *Akodon* sejam considerados típicos de solo e apresentem características morfológicas típicas de animais adaptados a este estrato, alguns autores têm registro de indivíduos de algumas espécies do gênero no estrato arbóreo. Vieira e Monteiro-Filho (2003) registraram *A. serrensis* no sub-bosque, em cima de um grande tronco caído. Sarti (2009) registrou *A. montensis* e *A. paranaensis* também em estrato arbóreo, também em situações com alguma facilitação de subida. Isto sugere que estes roedores podem utilizar o estrato arbóreo mais próximo ao solo de maneira casual quando há alguma estrutura que facilite o acesso. O hábito arborícola de *D. dorsalis* também foi registrado por Cademartori et al. (2005) e por Sarti (2009). É possível que este roedor utilize ocasionalmente os estratos mais baixos da floresta como uma estratégia de fuga de predadores (e.g. ABREU et al., 2010) ou ao acesso a recursos alimentares. Embora não tenha sido possível realizar inferências estatísticas, registrei o maior número de capturas de *D. dorsalis* em sub-bosque durante o inverno (3 capturas), quando a disponibilidade de alimento no solo foi menor.

Segundo Vieira e Monteiro-Filho (2003), marsupiais didelfídeos seriam o grupo de pequenos mamíferos mais comumente capturado nos estratos superiores em florestas tropicais. Esta afirmação se baseia nos estudos de Malcolm (1991), McClearn et al. (1994), Grelle (2003), entre outros mencionados pelos autores. Contudo, assim como Vieira e Monteiro-Filho (2003) não encontraram este mesmo padrão, em meu estudo os marsupiais também foram pouco representativos nos estratos superiores. *G. microtarsus* foi o único marsupial registrado no estrato arbóreo. Quatro outras espécies de marsupiais arborícolas (*Caluromys lanatus*, *Didelphis albiventris*, *D. aurita*, e *Micoureus paraguayanus*) poderiam estar presentes na área de estudo (EMMONS; FEER, 1997; ROSSI et al., 2006), mas nenhuma delas foi registrada. A razão da ausência destas espécies na área de estudo requer novas investigações.

Na Floresta Amazônica da Guiana Francesa, Charles-Dominique et al. (1981) afirmaram que espécies de mamíferos com similaridades na dieta e no tamanho corporal geralmente vivem em estratos diferentes. Os resultados encontrados por Vieira e Monteiro-Filho (2003) na Mata Atlântica do sudeste do Brasil também sugeriram que diferenças no uso dos estratos ocorrem entre espécies potencialmente competidoras. Grelle (2003) encontrou diferenças no uso dos estratos entre *Micoureus demerarae* e *Metachirus nudicaudatus*, duas espécies de marsupiais de porte mediano e que utilizam itens alimentares similares (ROSSI et al., 2006). Durante meu estudo, este tipo de relação pode ser a explicação das diferenças no uso dos estratos entre *Juliomys* sp. e as duas espécies de *Oligoryzomys* registradas. Indivíduos destas espécies são morfológicamente similares e podem explorar recursos similares. Desta forma, a ocupação de

diferentes estratos verticais poderia favorecer a coexistência destes roedores, reduzindo a sobreposição de nichos através da utilização de habitats diferentes. A relação negativa que encontrei entre *Juliomys* sp. e a disponibilidade de recursos nos estratos suportam estas considerações. Se roedores dos gêneros *Oligoryzomys* e *Juliomys* exploram recursos similares, o uso preferencial do estrato arbóreo por *Juliomys* sp. que registrei no CPCN Pró-Mata poderia significar que este roedor explora um estrato com menos recurso alimentar, mas por sua especialização no deslocamento arbóreo, consegue explorar estes recursos com maior eficácia. Já os roedores do gênero *Oligoryzomys* que registrei poderiam obter recursos em vários estratos, mas sem a mesma eficácia de *Juliomys* sp.

Os pequenos mamíferos registrados no CPCN Pró-Mata poderiam ser classificados em quatro grupos como proposto por Vieira e Monteiro-Filho (2003). Primeiramente o grupo das espécies essencialmente terrestres, composto por *M. dimidiata*, *T. nigrita* e *A. serrensis*. Embora *A. montensis* tenha sido registrado no sub-bosque em duas ocasiões, ambos os registros ocorreram apenas por haver grandes estruturas de facilitação a este estrato (e.g. troncos grossos). Os registros de roedores deste gênero encontrados na literatura também seguem este padrão (VIEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2003; SARTI, 2009). Por estes motivos, é mais prudente incluir *A. montensis* no grupo destas espécies restritas ao solo. O segundo grupo, que inclui somente o roedor *D. dorsalis*, inclui espécies escansoriais que utilizam primariamente o solo e os estratos mais baixos da floresta. O terceiro grupo se constitui pelas espécies escansoriais que utilizam o solo, o sub-bosque e o dossel, e incluiu, em meu estudo, as espécies *O. flavescens*, *O. nigripes* e *S. angouya*. Por fim, o quarto grupo inclui as espécies estritamente arborícolas, com pouca ou nenhuma captura no solo, como *Juliomys* sp. e *G. microtarsus*. A composição de espécies em cada um destes grupos no CPCN Pró-Mata foi coerente com a composição encontrada por Vieira e Monteiro-Filho (2003). Contudo, a riqueza de espécies registrada por Vieira e Monteiro-Filho (2003) ainda foi muito maior do que a que registrei no CPCN Pró-Mata. Estas diferenças poderiam estar relacionadas ao esforço amostral e às particularidades ambientais de cada região.

### 5.3. Disponibilidade de recursos alimentares nos estratos

Durante meu estudo não encontrei correlação significativa entre a variação sazonal na disponibilidade de recursos alimentares nos estratos e as capturas dos pequenos mamíferos em cada um destes estratos. Também não encontrei correlações significativas nas análises para a maioria das espécies, à exceção de *G. microtarsus*. Isto sugere que a disponibilidade de alimento em diferentes alturas da floresta não foi um fator determinante na frequência de uso dos estratos verticais para estas espécies. Em uma área de Mata Atlântica do sudeste do Brasil, Cunha e Vieira

(2005) também não encontraram diferenças na atividade arbórea de *Didelphis aurita*, um marsupial de hábito generalista, entre períodos de maior ou menor disponibilidade de frutos, um recurso alimentar importante para a espécie (FREITAS et al., 1997). Outros fatores, como a competição e a predação poderiam exercer maior influência na preferência dos estratos por parte das espécies de pequenos mamíferos do CPCN Pró-Mata.

O marsupial *G. microtarsus*. apresentou, em meu estudo, uma correlação significativa e negativa com a disponibilidade de alimento no dossel. No sub-bosque essa relação também foi negativa, porém foi fraca ( $R = -0,06$ ) e não significativa. As duas únicas capturas de *G. microtarsus* no solo ocorreram durante o inverno, período em que a disponibilidade de recursos alimentares foi menor. É possível que em períodos de menor disponibilidade de alimento, *G. microtarsus* aumente sua atividade de forrageio, aumentando assim a taxa de captura deste marsupial. Além disso, considerando a ausência de uma preferência pelos estratos verticais detectada para este marsupial, é possível que em períodos de escassez de alimento *G. microtarsus* utilize os estratos verticais de maneira mais generalista. Durante o inverno, período de menor índice de recurso alimentar em todos os estratos, a espécie foi registrada nos três estratos.

Durante meu estudo, utilizei o número de frutos e a biomassa de invertebrados como índices da disponibilidade de recursos alimentares nos estratos. A maioria das espécies de pequenos mamíferos neotropicais apresenta hábito alimentar insetívoro-onívoro (EMMONS; FEER, 1997; ROSSI et al., 2006; BONVICINO et al., 2008). Contudo, outros itens também poderiam constituir recursos alimentares potencialmente importantes para a fauna de roedores e marsupiais, como fungos e néctar de flores. Ao norte de Queensland, na Austrália, Rader e Krockenberger (2006) encontraram uma correlação entre as capturas arbóreas dos roedores *Melomys cervinipes* e *Pogonomys mollipilosus* e a floração de algumas espécies de árvores. No caso dos pequenos mamíferos arborícolas que registrei no CPCN Pró-Mata, *G. microtarsus* é considerada uma espécie oportunista que se alimenta tanto de insetos como frutos (MARTINS et al., 2006; MARTINS; ARAÚJO, 2008), mas não há registros desta espécie visitando flores. Algumas plantas epífitas também poderiam representar um importante recurso alimentar nos estratos superiores. Vieira e Izar (1999) registraram consumo de *Anthurium harrisii* por *G. microtarsus* no Parque Estadual Intervales, no sudeste do Brasil, e sugeriram que as aráceas (família Araceae) seriam uma importante fonte de alimento para mamíferos arborícolas e semi-arborícolas. Durante a realização deste estudo, não verifiquei a presença de espécies desta família de plantas na grade de amostragem no CPCN Pró-Mata, apesar de não ter sido realizada uma busca especificamente ativa. Por outro lado, verifiquei que as bromélias, plantas epífitas da

família Bromeliaceae, tiveram influência na ocupação do habitat por *G. microtarsus* (ver item 5.4).

O índice de disponibilidade de recurso alimentar que utilizei dá igual valor a frutos, sementes e invertebrados. Entretanto, as espécies poderiam perceber estes itens de maneira diferente, e poderiam apresentar preferência por algum deles. Em estudo realizado no sudeste do Brasil, em área de floresta semidecídua e cerrado, Talamoni et al. (2008) classificaram *A. montensis* como um roedor onívoro, sendo os insetos um item alimentar importante. Na floresta com araucária da região sul do Brasil, Vieira et al. (2006) registraram consumo de frutos, invertebrados e fungos por *A. montensis*. A preferência pelo solo por parte desta espécie poderia estar relacionada à maior disponibilidade de invertebrados neste estrato. Situação similar ocorreu com *D. dorsalis*, encontrado primariamente no solo, onde os invertebrados foram mais abundantes. Este roedor foi considerado por Emmons e Feer (1997) como insetívoro-onívoro, embora estudos em área de floresta com araucária registrem consumo de sementes em maior proporção do que invertebrados e fungos (VIEIRA et al., 2006). Pinotti et al. (2011) verificaram que *D. sublineatus*, uma espécie congênica, consumiu em suas análises mais itens vegetais do que artrópodes, mas teve quantidades consideráveis de ambos. As capturas de *D. dorsalis* no sub-bosque durante o inverno poderiam sugerir que no período em que os invertebrados no solo são pouco abundantes, este roedor utilizaria os estratos superiores em busca de frutos. Jekanoski e Kaufman (1995) verificaram que na ausência de frutos no solo os roedores frugívoros *Reithrodontomys megalotis*, *Peromyscus maniculatus* e *P. leucopus* forrageavam intensamente no estrato arbóreo, enquanto em períodos de grande abundância de frutos todas as espécies reduziam o uso dos estratos superiores.

Outro fator importante a ser considerado é o retardo no tempo de resposta dos pequenos mamíferos (em termos de crescimento populacional) à abundância na disponibilidade do alimento. Em minhas análises comparei o uso dos estratos pelos pequenos mamíferos com a disponibilidade de recurso alimentar no mesmo período, sem considerar a situação dos meses anteriores. Na Estação Ecológica de Aracuri, sul do Brasil, Perini (2010) encontrou uma correlação relativamente alta ( $R > 0,7$ ) entre a abundância de duas espécies de *Oligoryzomys* e a abundância de pinhões (sementes de *Araucaria angustifolia*) em meses anteriores. É possível que haja um atraso no tempo de resposta por parte dos pequenos mamíferos à disponibilidade de recurso alimentar nos estratos. Dessa maneira, o aumento na disponibilidade de recurso alimentar em um estrato poderia aumentar a taxa de reprodução dos pequenos mamíferos provocando, um aumento no tamanho populacional das espécies em períodos posteriores. Cademartori et al.

(2005) sugeriram este tipo de situação na população de *D. dorsalis* em estudo realizado na FLONA de São Francisco de Paula, sul do Brasil.

Os resultados que obtive no CPCN Pró-Mata demonstraram que a disponibilidade de recurso alimentar não foi um fator determinante na frequência de uso dos estratos verticais pelos pequenos mamíferos que estudei. Isto não significa que este fator não tenha influência no uso do estrato arbóreo por algumas espécies, mas que a disponibilidade de alimento provavelmente atua em sinergia com outros fatores (como risco de predação e competição) para determinar a ocupação dos estratos por pequenos mamíferos.

#### 5.4. Associação com os microhabitats

Os resultados que obtive indicaram que as duas espécies do gênero *Akodon* selecionam variáveis de microhabitat diferentes. Estas diferenças em micro-escala resultaram em uma preferência diferenciada por parte das espécies entre pequenas porções da floresta, e poderiam ajudar a explicar a co-existência destes roedores filogeneticamente próximos. *A. montensis* preferiu locais com maior densidade vegetal junto ao solo, menor cobertura de dossel e maior obstrução horizontal no solo. *A. serrensis*, por outro lado, preferiu áreas com menor porcentagem de vegetação no solo, maior porcentagem de solo descoberto e maior densidade de bromélias entre 1 m e 5 m. Desta maneira, *A. montensis* esteve associado a áreas com vegetação de solo bastante densa e grande quantidade de folhiço, enquanto *A. serrensis* preferiu porções mais abertas da mata.

Em estudo realizado no PNAS, em um fragmento com sub-bosque pouco desenvolvido, Dalmagro e Vieira (2005) verificaram que *A. montensis* apresentou preferência por ambientes com maior cobertura de dossel. Eles sugeriram que esse resultado provavelmente reflete uma tentativa da espécie em evitar predadores aéreos. Na Mata Atlântica do sudoeste do Brasil, Püttker et al. (2008), por outro lado, encontraram resultado inverso a Dalmagro e Vieira (2005), e sugeriram uma associação negativa entre a abundância de *A. montensis* e a cobertura de dossel. Em meu estudo, a cobertura de dossel também apresentou uma influência negativa na ocupação do habitat por *A. montensis*, corroborando as observações de Püttker et al. (2008). Em uma área de floresta decídua na porção central do estado do Rio Grande do Sul, Lima et al. (2010) verificaram que esta mesma espécie de roedor esteve associada à abundância de bambus. Embora eu não tenha avaliado esta variável em meu estudo, ela poderia estar relacionada à obstrução horizontal junto ao solo, variável que foi considerada importante para *A. montensis* no CPCN Pró-Mata.

No Chile, Murúa e González (1982) sugeriram que a espécie *Akodon olivaceus* preferiu áreas com maior cobertura de vegetação no solo, de maneira similar ao que encontrei para *A. montensis* no CPCN Pró-Mata. Variáveis ligadas à cobertura da vegetação mais baixa também se mostraram importantes na abundância de *Akodon azarae* em um estudo realizado em um agroecossistema pampeano da Argentina (BUSCH et al., 2001). Este estudo sugeriu que a associação encontrada entre *A. azarae* e os arbustos de *Baccharis* sp. poderia estar relacionada à maior disponibilidade de invertebrados sob esta planta. Segundo os autores, a vegetação abaixo dos arbustos de *Baccharis* sp. costuma reduzir o risco de predação por outros organismos, principalmente predadores aéreos. A associação que encontrei entre *A. montensis* e áreas com maior densidade da vegetação poderia estar relacionada ao acesso a recursos alimentares. Áreas com maior biomassa de plantas no solo tendem a ter maior abundância de invertebrados (HECK JR.; WETSTONE, 1977), um recurso alimentar importante para esta espécie de roedor (TALAMONI et al., 2008). A proteção contra predadores terrestres e aéreos fornecida pela maior densidade de vegetação junto ao solo também poderia ter influência na ocupação do habitat por *A. montensis*, conforme sugeriram Busch et al. (2001). Contudo, a associação negativa de *A. montensis* com a cobertura de dossel, que encontrei no CPCN Pró-Mata, contrariou os resultados de Dalmagro e Vieira (2005). Isto possivelmente está relacionado ao fato de o fragmento estudado por Dalmagro e Vieira (2005) não apresentar um sub-bosque bem desenvolvido, e por isso não haveria muita cobertura vegetal próxima ao solo. Nesta ocasião, a proteção proporcionada pela cobertura vegetal próxima ao solo que detectei no CPCN Pró-Mata, poderia estar sendo substituída pela cobertura do dossel.

A preferência por áreas mais abertas com menor porcentagem de vegetação junto ao solo que observei para *A. serrensis* poderia estar relacionada ao fato de que caules e arbustos interfeririam no movimento destes pequenos animais de hábito estritamente terrestre e acabariam por revelar sua presença a grandes predadores (SIMONETTI, 1989). Por outro lado, áreas com menor densidade de vegetação no solo não ofereceriam muitas oportunidades de abrigo para escape de predação. Portanto, seria esperado que os pequenos mamíferos evitassem áreas deste tipo. O fato de *A. serrensis* possuir pelos de coloração mais escura no dorso e ventre de coloração dourada pode ser uma estratégia de defesa para dificultar a detecção por predadores. Em um experimento artificial, Simonetti (1989) percebeu que espécies do gênero *Akodon* apresentavam um comportamento de “congelamento” (= *freezing*) quando percebiam a presença da silhueta de alguns predadores. Permanecer imóvel em um ambiente com pouca vegetação, mais adequado para camuflagem por parte de um animal com coloração escura, poderia ser uma estratégia de defesa adotada por *A. serrensis*, o que o tornaria mais difícil de ser detectado por predadores.

*Juliomys* sp. foi o único roedor utilizado nas análises de ordenação com hábito estritamente arborícola. As variáveis ligadas à qualidade do dossel foram bastante importantes para esta espécie. A maior dispersão de árvores de menor porte apresentou uma associação negativa, enquanto que a densidade destas mesmas árvores teve uma influência positiva. Os resultados indicaram que *Juliomys* sp. preferiu regiões com maior densidade e maior agrupamento de árvores de pequeno porte, com dossel bem desenvolvido. Isto possivelmente estaria relacionado ao hábito arborícola da espécie, visto que árvores de menor porte poderiam ser mais fáceis de escalar. Cunha e Vieira (2002) mostraram que suportes com menor diâmetro foram mais utilizados por três espécies de marsupiais arborícolas do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. Segundo estes autores, os marsupiais com hábito arborícola ou semi-terrestre tenderiam a distribuir sua massa corporal em diferentes suportes, com cada membro e a cauda preênsil segurando diferentes suportes. Além disso, o fato de estas árvores de pequeno porte estarem mais próximas umas das outras poderia favorecer o desenvolvimento de estruturas que facilitariam o acesso e o deslocamento aos estratos superiores e tornariam o ambiente verticalmente mais complexo (RADER; KROCKENBERGER, 2006). No CPCN Pró-Mata, percebi este tipo de comportamento por parte de alguns indivíduos de *Juliomys* sp., que demonstraram grande habilidade manual e cauda articulada. Em algumas situações, entretanto, este roedor também se valeu de velocidade e agilidade para escalar grandes troncos inclinados.

Os resultados que obtive na análise de ordenação mostraram que *G. microtarsus* foi influenciado principalmente por variáveis ligadas ao uso do estrato arbóreo. A densidade de árvores de pequeno porte (DAP entre 10 cm e 20 cm) e a qualidade do dossel (altura e cobertura do dossel) foram variáveis importantes para este marsupial, que apresentou hábito arborícola e terrestre. A dispersão espacial das árvores de pequeno porte também teve influência na ocupação do microhabitat por *G. microtarsus*. Estas relações provavelmente estão associadas à maior complexidade estrutural do estrato arbóreo, que facilitaria o acesso e o deslocamento neste ambiente (CUNHA; VIEIRA, 2002; RADER; KROCKENBERGER, 2006), assim como ocorreu com *Juliomys* sp. A associação mais fraca entre a abundância de *G. microtarsus* e a altura e cobertura do dossel poderia estar relacionada a uma preferência pela porção intermediária da estratificação vertical da floresta, que confere proteção contra predadores terrestres e aéreos (SUSHMA; SINGH, 2006). No CPCN Pró-Mata, *G. microtarsus* esteve presente em todos os estratos, mas a maior parte das capturas ocorreu no sub-bosque (as diferenças, contudo, não foram significativas).

No sudeste do Brasil, Püttker et al. (2008) encontraram *G. microtarsus* associado a áreas mais perturbadas, com menor cobertura do dossel. Embora em meu estudo a cobertura do dossel

tenha tido uma menor influência na ocupação do microhabitat por este marsupial, a relação foi positiva. A escolha por áreas com maior cobertura do dossel que observei para este marsupial poderia estar relacionada à menor exposição ao sol em períodos muito quentes ou, inversamente, maior proteção contra a chuva.

Em meu estudo, o número de bromélias nos estratos superiores (BR2 e BR3) foram variáveis importantes para as duas espécies de pequenos mamíferos com maior atividade arborícola, *Juliomys* sp. e *G. microtarsus*. O uso de bromélias como uma possível variável explicativa da seleção de microhabitat por pequenos mamíferos foi mencionada apenas no estudo de Lacher Jr. e Alho (1989). Estes autores verificaram que a abundância do roedor equimídeo *Thrichomys apereoides* foi influenciada pela presença de bromélias. As bromélias acumulam água das chuvas nas rosetas formadas por suas folhas e fornecem um microhabitat adequado para os invertebrados (MESTRE et al., 2001), podendo, assim, constituir uma fonte de recurso alimentar. A associação que encontrei com a densidade de bromélias poderia estar relacionada à obtenção de alimento na forma de invertebrados e de água.

Os dados que obtive neste estudo sugeriram que *D. dorsalis* preferiu áreas com maior distância entre as árvores de pequeno porte (A03) e menor distância entre as árvores de grande porte (A10). Dalmagro e Vieira (2005) verificaram que esta espécie de roedor também esteve associada à distância entre árvores (que não fossem *A. angustifolia*), e sugeriram que isto poderia estar relacionado à disponibilidade de frutos no solo. A associação negativa entre *D. dorsalis* e a distância das árvores de maior porte também poderia estar relacionada ao acesso aos estratos superiores, ocasionalmente utilizados por este roedor, talvez como uma estratégia de escape de predadores (ABREU et al., 2010). As capturas de *D. dorsalis*, que registrei em sub-bosque, ocorreram em armadilhas instaladas em troncos grossos e árvores de grande porte. Em meu estudo, a abundância de *D. dorsalis* apresentou uma associação negativa com a densidade de árvores de pequeno porte, o que também poderia estar relacionado à maior disponibilidade de invertebrados. No norte do Brasil, Lambert et al. (2006) encontraram maior biomassa de invertebrados relacionada à diminuição da densidade de árvores. Se esta relação estiver ocorrendo para as árvores de pequeno porte do CPCN Pró-Mata, esta pode ser uma explicação da associação negativa que encontrei para *D. dorsalis*.

Não há estudos sobre preferência de microhabitat por *D. dorsalis* em outras regiões do Brasil. Püttker et al. (2008) apresentaram dados que sugerem que *D. sublineatus*, uma espécie congênica à *D. dorsalis*, não demonstrou associação a nenhuma das variáveis de microhabitat estudadas pelos autores. Contudo, em um outro estudo realizado na mesma região, Naxara et al. (2009) verificaram que durante a estação fria e seca (junho a setembro) *D. sublineatus* foi

influenciado pela quantidade de pequenos gravetos no solo (5-15 cm) e a umidade do folhíço. A quantidade de gravetos no solo poderia estar relacionada à obtenção de alimento (fungos e invertebrados que usam estes gravetos como refúgio, conforme McCay (2000)) e refúgio de predadores (NAXARA et al., 2009). Em meu estudo não averigui quantidade de gravetos no solo, mas a variável profundidade do folhíço (PFS) oferece informações similares. No CPCN Pró-Mata *D. dorsalis* pareceu sofrer pouca influência por parte desta variável, embora a associação tenha sido positiva.

No CPCN Pró-Mata, a densidade de abrigos teve muito pouca influência na ocupação do habitat pela maioria das espécies de pequenos mamíferos que analisei. Contudo, os resultados obtidos por Dalmagro e Vieira (2005) no PNAS demonstraram que o número de abrigos em potencial foi uma variável importante na ocupação do habitat por *D. dorsalis*. O número de abrigos tende a reduzir o tempo durante o qual o animal permanece exposto a predadores (SIMONETTI, 1989), e por isto esta variável poderia ter forte influência na escolha do microhabitat por pequenos mamíferos. Contudo, Simonetti (1989) demonstrou, em um estudo experimental, que a inserção de abrigos artificiais não modificou a preferência pelo habitat por pequenos mamíferos chilenos. Este resultado sugere que os abrigos teriam pouca influência. É provável que outras variáveis da estrutura da vegetação, como a densidade de árvores e arbustos, e a cobertura vegetal perto do solo e do dossel, tenham maior influência na proteção contra predadores do que a densidade de abrigos.

Os resultados que encontrei durante meu estudo no CPCN Pró-Mata e a comparação com os resultados obtidos por outros autores em outras regiões apontam para uma variação geográfica na preferência de microhabitats para algumas espécies de pequenos mamíferos. Jorgensen (2004) chamou a atenção para o fato de que o fenômeno do microhabitat não é o único a explicar a coexistência de espécies de pequenos mamíferos. Fatores como interações ecológicas (e.g. predação e competição) também teriam forte influência na ocupação do habitat por estes organismos. Em um experimento de exclusão de indivíduos para reduzir a densidade de roedores, Bowers (1986) verificou que algumas espécies, em um dos locais estudados, modificaram sua preferência por certos microhabitats conforme se reduzia a abundância total de roedores. Com isso, o autor sugeriu que interações inter e intra-específicas poderiam desempenhar um papel importante na preferência de microhabitats. Contudo, cabe considerar que este padrão foi observado em somente uma das três áreas estudadas por este autor. Em um estudo similar realizado no Texas, Turner e Grant (1987) não encontraram efeito significativo na preferência de microhabitat de duas espécies de roedores após a remoção de uma terceira espécie competidora.

Não se pode desconsiderar a hipótese de que as interações ecológicas podem ter influência na seleção de habitat (ROSENZWEIG, 1981) e, por conseguinte, na preferência por microhabitats. Por exemplo, na área de estudo de Püttker et al. (2008), o roedor *A. montensis* coexiste com espécies diferentes daquelas registradas por Dalmagro e Vieira (2005), por Lima et al. (2010) e das que registrei no CPCN Pró-Mata. Esse fato poderia explicar as diferenças encontradas na preferência de microhabitat para esta espécie nos diferentes locais onde ela foi estudada. As diferenças na comunidade vegetal também podem exercer influência e podem ser responsáveis pelas diferenças que encontrei.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados que obtive neste estudo forneceram importantes informações acerca da diversidade e coexistência de pequenos mamíferos na Mata Atlântica do sul do Brasil. Em meu estudo, a complexidade e a heterogeneidade do habitat (*sensu* AUGUST, 1983) em escala local não tiveram influência na riqueza e diversidade de pequenos mamíferos. Contudo, verifiquei uma variação na composição de espécies entre três estratos verticais da floresta (solo, sub-bosque e dossel). Isto sugere que o desenvolvimento vertical, com estruturas que facilitam o acesso aos estratos superiores (RADER; KROCKENBERGER, 2006), tem influência na coexistência das espécies e, por conseguinte, na diversidade e riqueza local. Além disso, também verifiquei que pequenas variações na estrutura do habitat ajudaram a explicar a ocupação do espaço terrestre e arborícola pelas espécies de pequenos mamíferos. Desta maneira, o desenvolvimento horizontal do habitat, que é a definição para heterogeneidade do habitat segundo August (1983), também tende a favorecer a partilha de recursos e a co-existência das espécies.

Observei que *Juliomys* sp. foi um roedor essencialmente arborícola, enquanto *G. microtarsus* mostrou-se um marsupial mais generalista, tendo utilizado os três estratos de maneira similar. Contudo, caso eu tivesse utilizado somente armadilhas no solo, *Juliomys* sp. estaria ausente nas amostragens, e *G. microtarsus* seria sub-amostrado. Outras espécies com alguma atividade arborícola, como *S. angouya* e *O. nigripes*, também poderiam ter sido subestimadas em uma amostragem restrita ao solo. Esses resultados mostram a necessidade em se realizar estudos em comunidades de pequenos mamíferos arborícolas, para compreender os fatores que favorecem a partilha de recursos entre as espécies (e.g. MESERVE, 1977; CUNHA; VIEIRA, 2002; SUSHMA; SINGH, 2006; WELLS et al., 2006).

O fato dos resultados não indicarem a existência de influência da heterogeneidade e da complexidade do habitat sobre a riqueza e diversidade de pequenos mamíferos poderia estar relacionado à escala temporal e espacial que utilizei. Contudo, uma vez que os pequenos mamíferos respondem positivamente em uma micro-escala, conforme avaliado pelo uso de diferentes microhabitats (e.g. DALMAGRO; VIEIRA, 2005; PÜTTKER et al., 2008; LIMA et al., 2010), a avaliação da complexidade e heterogeneidade nesta mesma escala poderia oferecer respostas mais concretas sobre a coexistência de pequenos mamíferos simpátricos. A avaliação da heterogeneidade de habitats em diferentes formações florestais poderia fornecer respostas em mesoescala, explicando a coexistência de espécies em uma mesma região geográfica, mas não forneceria respostas sobre a partilha de recursos no mesmo local. Os resultados que obtive neste estudo sugeriram que as variáveis que definem complexidade e heterogeneidade ambiental

podem ser muito mais amplas do que as medidas de vegetação adotadas por tantos autores (e.g. AUGUST, 1983; PAGLIA et al., 1995; GRELE, 2003), e podem estar relacionadas à escala espacial e temporal utilizada (TEWS et al., 2004).

Embora este estudo não seja dirigido a verificar os efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de pequenos mamíferos, os resultados que obtive mostraram a necessidade em preservar grandes porções de floresta nativa, de modo a preservar a diversidade de microhabitats. De maneira geral, as cinco espécies de pequenos mamíferos mais abundantes no CPCN Pró-Mata estiveram associadas a diferentes variáveis de microhabitat, o que poderia indicar que cada espécie possui sua preferência quanto às porções da mata a explorar. Estas variações tendem a reduzir encontros interespecíficos e facilitar a coexistência das espécies em uma mesma região. Além disso, muitas das variáveis de microhabitat que analisei fornecem estruturas que facilitam o acesso aos estratos superiores, propiciando assim uma melhor partilha do espaço tri-dimensional.

O acesso a recursos disponíveis no dossel, antes que estes fiquem disponíveis no solo, pode ser uma explicação para o comportamento arborícola de algumas espécies de pequenos mamíferos (RADER; KROCKENBERGER, 2006). Os resultados do meu estudo não permitem uma comparação entre estratos, mas sugerem que a variação nas capturas dos pequenos mamíferos que observei nos diferentes estratos não está relacionada à disponibilidade de alimento, exceto para *G. microtarsus*. Em períodos de escassez de alimento este marsupial parece aumentar sua atividade generalista, explorando todos os estratos. Para as demais espécies, os resultados sugeriram que outros fatores, como a competição com outros pequenos mamíferos ou a fuga de predadores (ABREU et al., 2010) têm maior influência no uso dos estratos.

As duas espécies de pequenos mamíferos com hábito mais arborícola (*Juliomys* sp. e *G. microtarsus*) apresentaram associação com a densidade de bromélias no estrato arbóreo. Isto pode representar uma associação com acesso a recursos alimentares de qualidade, uma vez que as bromélias armazenam água e invertebrados no interior das rosetas (MESTRE et al., 2001). É possível que a qualidade do alimento disponível tenha maior influência na escolha do habitat do que a abundância de alimento. Assim, um item alimentar pouco abundante pode ser particularmente importante, e pode exercer maior influência na preferência dos estratos do que outros itens mais abundantes. Embora as bromélias influenciem a ocupação de porções do habitat, isto não significaria que a disponibilidade de alimento seja determinante na escolha do estrato por parte dos pequenos mamíferos arborícolas que analisei.

Encontrei padrões de preferência de microhabitat condizentes com os padrões observados para algumas das espécies em estudos realizados em outras regiões. Entretanto, também pude perceber que em algumas situações os resultados foram opostos aos registrados por outros autores

em outras regiões do Brasil (DALMAGRO; VIEIRA, 2005; PÜTTKER et al., 2008; LIMA et al., 2010). O microhabitat não é o único fenômeno a determinar o uso do espaço por pequenos mamíferos (JORGENSEN, 2004). Várias interações ecológicas como, por exemplo, a competição (ROSENZWEIG, 1981) e as relações animal-planta, tendem a exercer importante influência no uso do habitat. Por isso, torna-se importante conhecer as interações e os motivos que levam as espécies a selecionar certos tipos de habitat ou microhabitat em cada região, para então procurar padrões gerais de cada espécie.

No presente estudo apresentei dados sobre o uso do espaço vertical e preferências de microhabitat por *Juliomys* sp., um gênero de roedor muito pouco conhecido na maior parte do Brasil. Ainda não há confirmação da espécie à qual pertencem os indivíduos deste gênero que capturei no CPCN Pró-Mata (embora haja garantia de que todos os indivíduos pertencem à mesma espécie). Sabe-se da presença de *J. pictipes* no estado (BONVICINO et al., 2008) e de um novo cariótipo registrado em indivíduos capturados no Parque Nacional de Aparados da Serra, a cerca de 35 quilômetros de minha grade de captura no CPCN Pró-Mata (PARESQUE et al., 2009). Em meu estudo, este roedor teve comportamento essencialmente arborícola e apresentou associação com áreas de vegetação de pequeno diâmetro que facilitam o acesso ao estrato arbóreo, e com a densidade de bromélias nestes estratos (sobretudo no sub-bosque). O comportamento arborícola das espécies de *Juliomys* é bastante conhecido na literatura (VIEIRA; MONTEIRO-FILHO, 2003; PREVEDELLO et al., 2008; OLIVEIRA-SANTOS et al., 2008; CADEMARTORI et al., 2008), mas não há dados disponíveis com informações mais apuradas sobre o uso do habitat por estes roedores. Os dados deste estudo fornecem os primeiros indícios sobre os fatores que influenciam a ocupação do habitat por roedores do gênero *Juliomys*. Entretanto, novos estudos ainda são necessários para compreender melhor o comportamento arborícola e os fatores que influenciam o uso do habitat por estes animais.

Embora os mamíferos constituam um grupo carismático que atrai a atenção humana, ainda há muitas lacunas de conhecimento no que tange a ecologia deste grupo. Muito ainda pode e deve ser feito para ampliar o conhecimento que se têm destes organismos que, em muitas ocasiões, desempenham funções ecológicas importantes à sociedade humana, como a polinização e a dispersão de sementes. Por estes motivos, conhecer os padrões de uso do espaço, da partilha de recursos e de coexistência de espécies são imprescindíveis para que estratégias de conservação e manejo possam ser traçadas de maneira apropriada. Afinal, não há como preservar aquilo que não se conhece.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.S.L.; WIELICZKO, A.R.; MESQUITA, A.; VIEIRA, E.M. Consumo de pequenos mamíferos por canídeos simpátricos do sul do Brasil: sobreposição de nichos e seleção de presas. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 5, n. 1, p. 16-23, 2010.

ARAGONA, M.; SETZ, E.Z.F. Diet of the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus* (Mammalia: Canidae), during wet and dry seasons at Ibitipoca State Park, Brazil. **Journal of Zoology, London**, v. 254, p. 131-136, 2001.

AUGUST, P.V. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. **Ecology**, v. 64, n. 6, p. 1495-1507, 1983.

AYRES, M. **BioEstat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. 5ª ed. Pará, 2007. Software.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. Porto Alegre: Artmed, 2007.

BERGALLO, H.G.; MAGNUSSON, W.E. Factors affecting the use of space by two rodent species in Brazilian Atlantic forest. **Mammalia**, v. 68, n. 2-3, p. 121-132, 2004.

BISCEGLIA, S.B.C.; PEREIRA, J.A.; TETA, P.; QUINTANA, R.D. Food habits of Geoffroy's cat (*Leopardus geoffroyi*) in the central Monte desert of Argentina. **Journal of Arid Environments**, v. 72, n. 6, p. 1120-1126, 2008.

BLOCHTEIN, B.; VILLWOCK, J.A.; MONDIN, C.A.; LAHM, R.A.; FONTANA, C.; HOPPE, L.; JUNIOR, D.N.S.; WILK, E.O.; MELLO, R.S.P. **Plano de manejo – Pró-Mata**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Instituto do Meio Ambiente, 2011.

BOECKLEN, W.J. Effects of habitat heterogeneity on the species-area relationships of forest birds. **Journal of Biogeography**, v. 13, n. 1, p. 59-68, 1986.

BONVICINO, C.R.; OLIVEIRA, J.A.; D'ANDREA, P.S. **Guia dos roedores do Brasil**, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Rio de Janeiro: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R**. New Your: Springer, 2011.

BOWERS, M.A. Geographic comparison of microhabitats used by three heteromyids in response to rarefaction. **Journal of Mammalogy**, v. 67, n. 1, p. 46-52, 1986.

BUSCH, M.; KRAVETZ, F.O. Diet composition of *Monodelphis dimidiata* (Marsupialia, Didelphidae). **Mammalia**, v. 55, n. 4, p. 619-621, 1991.

BUSCH, M.; MINO, M.H.; DADON, J.R.; HODARA, K. Habitat selection by *Akodon azarae* and *Calomys laucha* (Rodentia, Muridae) in pampean agroecosystems. **Mammalia**, v. 65, n. 1, p. 29-48, 2001.

CÁCERES, N.C. Food habits and seed dispersal by the white-eared opossum, *Didelphis albiventris*, in Southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 37, n. 2, p. 97-104, 2002.

CÁCERES, N.C.; BORNSCHEIN, M.R.; LOPES, W.L.; PERCEQUILLO, A.R. Mammals of the Bodoquena Mountains, southwest Brazil: an ecological and conservation analysis. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 426-435, 2007.

CÁCERES, N.C.; DRITTRICH, V.A.O.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Fruit consumption, distance of seed dispersal and germination of solanaceous plants ingested by common opossum (*Didelphis aurita*) in southern Brazil. **Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie)**, v. 54, n. 3, p. 225-234, 1999.

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

CADEMARTORI, C.V.; FABIÁN, M.E.; MENEGHETI, J.O. Biologia reprodutiva de *Delomys dorsalis* (Hensel, 1872) – Rodentia, Sigmodontinae – em área de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. **Mastozoologia Neotropical**, v. 12, n. 2, p. 133-144, 2005.

CADEMARTORI, C.V.; MARQUES, R.V.; PACHECO, S.M. Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 10, n. 3, p. 187-194, 2008.

CADEMARTORI, C.V.; MARQUES, R.V.; PACHECO, S.M.; BAPTISTA, L.R.M.; GARCIA, M. Roedores ocorrentes em floresta ombrófila mista (São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul) e a caracterização de seu habitat. **Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia**, v. 15, n. 1, p. 61-86, 2002.

CASELLA, J.; CÁCERES, N.C. Diet of four small mammals species from Atlantic Forest patches in South Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 1, n. 1, p. 5-11, 2006.

CERQUEIRA, R.; FREITAS, S.R. A new study method of microhabitat structure of small mammals. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 219-223, 1999.

CHARLES-DOMINIQUE, P.; ATRAMENTOWICZ, M.; CHARLES-DOMINIQUE, M.; GÉRARD, H.; HLADIK, A.; HLADIK, C.M.; PRÉVOST, M.F. Les mammifères frugivores arboricoles nocturnes d'une forêt guyanaise: inter-relations plantes-animaux. **Revue d'Ecologie (Terre Vie)**, v. 35, p. 341-436, 1981.

CHAUVET, S.; FEER, F.; FORGET, P.M. Seed fate of two Sapotaceae species in a Guianan rain forest in the context of escape and satiation hypotheses. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, p. 1-9, 2004.

CHRISTOFF, A.U.; FAGUNDES, V.; SBALQUEIRO, I.J.; MATTEVI, M.S.; YONENAGA-YASSUDA, Y. Description of a new species of *Akodon* (Rodentia: Sigmodontinae) from southern Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 81, n. 3, p. 838-851, 2000.

CUNHA, A.A.; VIEIRA, M.V. Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic forest of Brazil. **Journal of Zoology, London**, v. 258, p. 419-426, 2002.

CUNHA, A.A.; VIEIRA, M.V. Age, season, and arboreal movements of the opossum *Didelphis aurita* in an Atlantic rain forest of Brazil. **Acta Theoriologica**, v. 50, n. 4, p. 551-560, 2005.

CUNNINGHAM, R.B.; LINDENMAYER, D.B.; MACGREGOR, C.; BARRY, S.; WELSH, A. Effects of trap position, trap history, microhabitat and season on capture probabilities of small mammals in a wet eucalypt forest. **Wildlife Research**, v. 32, n. 8, p. 657-671, 2005.

DALMAGRO, A.D.; VIEIRA, E.M. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. **Austral Ecology**, v. 30, n. 4, p. 353-362, 2005.

DINUCCI, K.L.; SILVA, H.S.; GEISE, L. Preferência de microhabitat de quatro espécies de marsupiais (Mammalia, Didelphimorphia) da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro e considerações sobre a metodologia. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A.L.; SANTOS, G.A.S.D. (Org.). **Ecologia de mamíferos**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2008, p 19-31.

DONOSO, D.S.; GREZ, A.A.; SIMONETTI, J.A. Effects of forest fragmentation on the granivory of differently sized seeds. **Biological Conservation**, v. 115, n. 1, p. 63-70, 2003.

EMMONS, L.H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: a field guide**. 2nd ed. Chicago: University of Chicago, 1997.

FALKENBERG, J.C.; CLARKE, J.A. Microhabitat use of deer mice: effects of interspecific interaction risks. **Journal of Mammalogy**, v. 79, n. 2, p. 558-565, 1998.

FERREIRA, A.G.; HANDRO, W. Aspects of seed germination in *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 2, n. 1, p. 7-13, 1979.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D.B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, n. 3, p. 265-280, 2007.

FONSECA, G.A.B. Small mammal species diversity in Brazilian tropical primary and secondary forests of different sizes. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, n. 3, p. 381-422, 1989.

FONSECA, G.A.B.; HERRMAN, G.; LEITE, Y.L.R.; MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS, A.B.; PATTON, J.L. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. **Occasional Papers in Conservation Biology**, v. 4, p. 1-38, 1996.

FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. **Gap light analyser (GLA)**: imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, 1999.

FREITAS, S.R.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M.V. A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4B, p. 795-800, 2002.

FREITAS, S.R.; MORAES, D.A.; SANTORI, R.T.; CERQUEIRA, R. Habitat preference and food use by *Metachirus nudicaudatus* and *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae) in a Restinga Forest at Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 57, n. 1, p. 93-98, 1997.

GALETTI, M.; PIZO, M.A.; MORELLATO, P.C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2006, p. 395-422.

GRAIPEL, M.E. A simple ground-based method for trapping small mammals in the forest canopy. **Mastozoología Neotropical**, v. 10, n. 1, p. 177-181, 2003.

GRAIPEL, M.E.; MILLER, P.R.M.; GLOCK, L. Padrão de atividade de *Akodon montensis* e *Oryzomys russatus* na Reserva Volta Velha, Santa Catarina, sul do Brasil. **Mastozoología Neotropical**, v. 10, n. 2, p. 255-260, 2003a.

GRAIPEL, M.E.; CHEREM, J.J.; MILLER, P.R.M.; GLOCK, L. Trapping small mammals in the forest understory: a comparison of three methods. **Mammalia**, v. 67, n. 4, p. 551-558, 2003b.

GRAIPEL, M.E.; CHEREM, J.J.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A.; GLOCK, L. Dinâmica populacional de marsupiais e roedores no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. **Mastozoología Neotropical**, v. 13, n. 1, p. 31-49, 2006.

GRELLE, C.E.V. Forest structure and vertical stratification of small mammals in a secondary Atlantic Forest, southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 38, n. 2, p. 81-85, 2003.

GRIBEL, R. Visits of *Caluromys lanatus* (Didelphidae) to flowers of *Pseudobombax tomentosum* (Bombacaceae): a probable case of pollination by marsupials in Central Brazil. **Biotropica**, v. 20, n. 4, p. 344-347, 1988.

HAIR JR., J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. 5th ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HECK JR., K.L.; WETSTONE, G.S. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. **Journal of Biogeography**, v. 4, n. 2, p. 135-142, 1977.

HORN, G.B.; KINDEL, A. HARTZ, S.M. *Akodon montensis* (Thomas, 1913) (Muridae) as a disperser of endozoochoric seeds in a coastal swamp forest of southern Brazil. **Mammalian Biology**, v. 73, n. 4, p. 325-329, 2008.

IOB, G.; VIEIRA, E.M. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and "large" mammals. **Plant Ecology**, v. 198, n. 2, p. 185-196, 2008.

JACOB, J.; BROWN, J.S. Microhabitat use, giving-up densities and temporal activity as short- and long-term anti-predator behaviors in common voles. **Oikos**, v. 91, n. 1, p. 131-138, 2000.

JAKSIC, F.M.; YÁÑEZ, J.L. The diet of barn owl in Central Chile and its relation to the availability of prey. **The Auk**, v. 96, n. 3, p. 619-621, 1979.

JANOS, D.P.; SAHLEY, C.T.; EMMONS, L.H. Rodent dispersal of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in Amazonian Peru. **Ecology**, v. 76, n. 6, p. 1852-1858, 1995.

- JANSEN, P.A.; FORGET, P.M. Scatterhoarding rodents and tree regeneration. In: BONGERS, F.; CHARLES-DOMINIQUE, P.; FORGET, P.M.; THÉRY, M. (Org.). Dynamics and plant-animal interactions in a neotropical rainforest. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2001, p. 275-288.
- JEKANOSKI, R.D.; KAUFMAN, D.W. Use of simulated herbaceous canopy by foraging rodents. **American Midland Naturalist**, v. 133, n. 2, p. 304-311, 1995.
- JONES, M.; MANDELIK, Y.; DAYAN, T. Coexistence of temporally partitioned spiny mice: roles of habitat structure and foraging behavior. **Ecology**, v. 82, n. 8, p. 2164-2176, 2001.
- JORGENSEN, E.E. Small mammal use of microhabitat reviewed. **Journal of Mammalogy**, v. 85, n. 3, p. 531-539, 2004.
- JUAREZ, K.M.; MARINHO-FILHO, J. Diet, habitat use, and home range of sympatric canids in central Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 4, p. 925-933, 2002.
- KALCOUNIS-RÜPPELL, M.C.; MILLAR, J.S. Partitioning of space, food, and time by syntopic *Peromyscus boyllii* and *P. californicus*. **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 2, p. 614-625, 2002.
- KAYS, R.; ALLISON, A. Arboreal tropical forest vertebrates: current knowledge and research trends. **Plant Ecology**, v. 153, n. 1-2, p. 109-120, 2001.
- KOTLER, B.P.; BROWN, J.S. Environmental heterogeneity and the coexistence of desert rodents. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 19, p. 281-307, 1988.
- KREBS, J.R.; DAVIES, N.B. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Atheneu Editora, 1996.
- KRICHER, J. **A Neotropical companion**. Princeton: Princeton University Press, 1997.
- LACHER JR., T. E.; ALHO, C.J.R. Microhabitat use among small mammals in the Brazilian Pantanal. **Journal of Mammalogy**, v. 70, n.2, p. 396-401, 1989.
- LAMBERT, T.D.; MALCOLM, J.R.; ZIMMERMAN, B.L. Variation in small mammal species richness by trap height and trap type in southeastern Amazonia. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 5, p. 982-990, 2005.
- LAMBERT, T.D.; MALCOLM, J.R.; ZIMMERMAN, B.L. Amazonian small mammal abundances in relation to habitat structure and resource abundance. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 4, p. 766-776, 2006.
- LEIRA, P.F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência e Ambiente**, v. 24, p. 51-73, 2002.

LEITE, Y.L.R.; CHRISTOFF, A.U.; FAGUNDES, V. A new species of Atlantic Forest tree rat, genus *Phyllomys* (Rodentia, Echimyidae) from southern Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 4, p. 845-851, 2008.

LEITE, Y.L.R.; COSTA, L.P.; STALLINGS, J.R. Diet and vertical space use of three sympatric opossums in a Brazilian Atlantic forest reserve. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, n. 3, p. 435-440, 1996.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2nd English ed. The Netherlands: Elsevier Science B.V., 1998.

LEPŠ, J.; ŠMILAUER, P. **Multivariate analysis of ecological data**. České Budějovice: University of South Bohemia, 1999.

LEW, D.; PÉREZ-HERNÁNDEZ, R.; VENTURA, J. Two new species of *Philander* (Didelphimorphia, Didelphidae) from northern South America. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 2, p. 224-237, 2006.

LIMA, D.O.; AZAMBUJA, B.O.; CAMIOTTI, V.L.; CÁCERES, N.C. Small mammal community structure and microhabitat use in the austral boundary of the Atlantic Forest, Brazil. **Zoologia**, v. 27, n. 1, p. 99-105, 2010.

MALCOLM, J.R. Comparative abundance of neotropical small mammals by trap height. **Journal of Mammalogy**, v. 72, n. 1, p. 188-192, 1991.

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

MARTINS, E.G.; BONATO, V.; PINHEIRO, H.P.; REIS, S.F. Diet of the gracile mouse opossum (*Gracilinanus microtarsus*) (Didelphimorphia: Didelphidae) in a Brazilian cerrado: patterns of food consumption and intrapopulation variation. **Journal of Zoology**, v. 269, n. 1, p. 21-28, 2006.

MARTINS, E.G.; ARAÚJO, M.S. Sex and season affect individual-level diet variation in the neotropical marsupial *Gracilinanus microtarsus* (Didelphidae). **Biotropica**, v. 40, n. 1, p. 132-135, 2008.

MCCAY, T.S. Use of woody debris by cotton mice (*Peromyscus gossypinus*) in a southeastern pine forest. **Journal of Mammalogy**, v. 81, n. 2, p. 527-535, 2000.

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

MERRITT, J.F. **The biology of small mammals**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2010.

MESERVE, P.L. Food relationships of a rodent fauna in a California costal sage scrub community. **Journal of Mammalogy**, v. 57, n. 2, p. 300-319, 1976.

MESERVE, P.L. Three dimensional home ranges of cricetid rodents. **Journal of Mammalogy**, v. 58, n. 4, p. 549-558, 1977.

MESTRE, L.A.M.; ARANHA, J.M.R.; ESPER, M.L.P. Macroinvertebrate fauna associated to the bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, Southern Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, n. 1, p. 89-94, 2001.

MEYER, C.F.J.; SCHWARZ, C.J.; FAHR, J. Activity patterns and habitat preferences of insectivorous bats in a West African forest-savanna mosaic. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, p. 397-407, 2004.

MITTERMEIER, R.A.; GIL, P.R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOUREX, J.; FONSECA, G.A.B. **Hotspots revisitados**. Mexico City: CEDEX, 2005.

MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: the brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4B, p. 786-792, 2000.

MORIN, P.J. Causes and consequences of diversity. In: MORIN, P.J. (Org.). **Community ecology**. Oxford: Blackwvll Science, 1999, p. 305-338.

MORRIS, D.W. Ecological scale and habitat use. **Ecology**, v. 68, n. 2, p. 362-369, 1987.

MORRIS, P. Rats in the diet of the barn owl (*Tyto alba*). **Journal of Zoology**, v. 189, p. 540-545, 1979.

MOURA, M.C.; CAPARELLI, A.C.; FREITAS, S.R.; VIEIRA, M.V. Scale-dependent habitat selection in three didelphid marsupials using the spool-an-line technique in the Atlantic forest of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, p. 337-342, 2005.

MURÚA, R.; GONZÁLEZ, L.A. Microhabitat selection in two chilean cricetid rodents. **Oecologia**, v. 52, n. 1, p. 12-15, 1982.

NAXARA, L.; PINOTTI, B.T.; PARDINI, R. Seasonal microhabitat selection by terrestrial rodents in and old-growth Atlantic forest. **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 2, p. 404-415, 2009.

NIEMI, G.J.; HANOWSKI, J.M. Relationships of breeding birds to habitat characteristics in logged areas. **Journal of Wildlife Management**, v. 48, n. 2, p. 438-443, 1984.

NOSS, R.; CSUTI, B.; GROOM, M.J. Habitat fragmentation. In: GROOM, M.J.; MEFFE, G.K.; CARROLL, C.R. (Org.). **Principles of conservation biology**. Massachusetts: Sinauer Associates Inc, 2006, p. 213-251.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.; WAGNER, H. **Vegan**: community ecology package. R package version 1.17-12. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=vegan>> Acessado em 2 nov 2011.

OLIVEIRA-SANTOS, L.G.R.; TORTATO, M.A.; GRAIPEL, M.E. Activity patterns of Atlantic Forest small arboreal mammals as revealed by camera traps. **Journal of Tropical Ecology**, v. 24, p. 563-567, 2008.

PAGLIA, A.P.; JÚNIOR, P.D.M.; COSTA, F.M.; PEREIRA, R.F.; LESSA, G. Heterogeneidade estrutural e diversidade de pequenos mamíferos em um fragmento de Mata Atlântica secundária de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 1, p. 67-79, 1995.

PARDINI, R.; SOUZA, S.M.; BRAGA-NETO, R.; METZGER, J.P. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, v. 124, n. 2, p. 253-266, 2005.

PARDINI, R.; UMETSU, F. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande – distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, 2006. Disponível em: <[http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn\\_00606022006](http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn_00606022006)> Acesso em 14 Jul 2011.

PARESQUE, R.; CHRISTOFF, A.U.; FAGUNDES, V. Karyology of the Atlantic forest rodent *Juliomys* (Cricetidae): a new karyotype from southern Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, v. 32, n. 2, p. 301-305, 2009.

PERINI, A.A. **A importância da *Araucaria angustifolia* na dieta de pequenos roedores silvestres em área de floresta com araucária no sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado (Biologia). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2010.

PIANKA, E.R. On lizard species diversity: North American flatland deserts. **Ecology**, v. 48, n. 3, p. 333-351, 1967.

PINOTTI, B.T.; NAXARA, L.; PARDINI, R. Diet and food selection by small mammals in an old-growth Atlantic forest of south-eastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 46, n. 1, p. 1-9, 2011.

PINTO, L.P.; BEDÊ, L.; PAESE, A.; FONSECA, M.; PAGLIA, A.P.; LAMAS, I. Mata Atlântica brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um *hotspot* mundial. In: ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H.G.; ALVES, M.A.S.; SLUYS, M.V. (Org.). **Essências em biologia da conservação**. São Paulo: Rima Editora, 2006, p. 69-96.

POWELL, J.A.; BELITSKY, D.W.; RATHBUN, G.B. Demography and activity patterns of some small mammals from the Cape Province, South Africa. **Journal of Mammalogy**, v. 62, n. 3, p. 646-649, 1981.

PREVEDELLO, J.A.; FERREIRA, P.; PAPI, B.S.; LORETTO, D.; VIEIRA, M.V. Uso do espaço vertical por pequenos mamíferos no Parque Nacional Serra dos Órgãos, RJ: um estudo de 10 anos utilizando três métodos de amostragem. **Espaço & Geografia**, v. 11, n. 1, p. 95-119, 2008.

PRINCE, M.V. The role of microhabitat in structuring desert rodent communities. **Ecology**, v. 59, p. 910-921, 1978.

PÜTTKER, T.; PARDINI, R.; MEYER-LUCHT, Y.; SOMMER, S. Responses of five small mammal species to micro-scale variations in vegetation structure in secondary Atlantic Forest remnants, Brazil. **BioMed Central Ecology**, v. 8, 2008. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1472-6785/8/9>>. Acesso em: 27 jul 2011.

RADER, R.; KROCKENBERGER, A. Does resource availability govern vertical stratification of small mammals in an Australian lowland tropical rainforest? **Wildlife Research**, v. 33, p. 571-576, 2006.

ROSENZWEIG, M.L. A theory of habitat selection. **Ecology**, v. 62, n. 2, p. 327-335, 1981.

ROSENZWEIG, M.L.; WINAKUR, J. Population ecology of desert rodent communities: habitats and environmental complexity. **Ecology**, v. 50, n. 4, p. 558-572, 1969.

ROSSI, R.V.; BIANCONI, G.V.; PEDRO, W.A. Ordem Didelphimorphia. In: REIS, N.R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W.A.; LIMA, I.P. (Org.) **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006, p. 27-66.

SANTOS, R.A.L.; HENRIQUES, R.P.B. Variação espacial e influência do habitat na estrutura de comunidades de pequenos mamíferos em áreas de campo rupestre no Distrito Federal. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 1, p. 31-38, 2010.

SARTI, P.T. Efeito de borda em pequenos mamíferos do sul do Brasil: variação entre áreas, relação com o uso do habitat e estratificação vertical. Dissertação de Mestrado (Biologia). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2009.

SCHOENER, T.W. Resource partitioning in ecological communities. **Science**, v. 185, n. 4145, p. 27-39, 1974.

SIKES, R.S.; GANNON, W.L.; THE ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE OF THE AMERICAN SOCIETY OF MAMMALOGISTS. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. **Journal of Mammalogy**, v. 92, n. 1, p. 235-253, 2011.

SIMONETTI, J.A. 1989. Microhabitat use by small mammals in central Chile. **Oikos**, v. 56, n. 3, p. 309-318.

SIMONETTI, J.A.; OTAÍZA, R.D. Ecología de micromamíferos de Chile central: una revisión. **Publicacion Ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile)**, v. 38, p. 61-103, 1982.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**: with particular reference to the study of insect populations. London: Chapman & Hall, 1994.

SOUZA, K.S.; BAGER, A. Feeding habits of Geoffroy's cat (*Leopardus geoffroyi*) in southern Brazil. **Mammalian Biology**, v. 73, n. 4, p. 303-308, 2008.

SPECHT, G.; MESQUITA, E.P.; SANTOS, F.A. Breeding biology of laughing falcon *Herpetotheres cachinnans* (Linnaeus, 1758) (Falconidae) in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 16, n. 2, p. 155-159, 2008.

SUSHMA, H.S.; SINGH, M. Resource partitioning and interspecific interactions among sympatric rain forest arboreal mammals of the Western Ghats, India. **Behavioral Ecology**, v. 17, n. 3, p. 479-490, 2006.

TABARELLI, M.; PINTO, S.R.; LEAL, I.R. Floresta Atlântica nordestina: fragmentação, degeneração e perda de biodiversidade. **Ciência Hoje**, v. 44, n. 263, p. 36-41, 2009.

TALAMONI, S.A.; COUTO, D.; CORDEIRO JR., D.A.; DINIZ, F.M. Diet of some species of Neotropical small mammals. **Mammalian Biology**, v. 73, n. 2, p. 337-341, 2008.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBÖRGER, K.; WICHMANN, M.C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v. 31, n. 1, p. 79-92, 2004.

THOMPSON, S.D. Resource availability and microhabitat use by merriam's kangaroo rats, *Dipodomys merriami*, in the Mojave desert. **Journal of Mammalogy**, v. 68, n. 2, p. 256-265, 1987.

TÓFOLI, C.F.; ROHE, F.; SETZ, E.Z.F. Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) (Geoffroy, 1803) (Carnivora, Felidae) food habits in a mosaico f Atlantic Rainforest and eucalypt plantations of southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 3, p. 871-877, 2009.

TURNER, C.L.; GRANT, W.E. Effect of removal of *Sigmodon hispidus* on microhabitat utilization by *Baiomys taylori* and *Reithrodontomys fulvescens*. **Journal of Mammalogy**, v. 68, n. 1, p. 80-85, 1987.

VIEIRA, E.M. Padrões de uso vertical do habitat por marsupiais brasileiros. In: CÁCERES, N.C.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. (Org.). **Marsupiais do Brasil**. Campo Grande: Editora UFMS, 2006, p. 217-228.

VIEIRA, E.M.; BAUMGARTEN, L.C. Daily activity patterns of small mammals in a Cerrado area from central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 255-262, 1995.

VIEIRA, E.M.; IOB, G.; BRIANI, D.C.; PALMA, A.R.T. Microhabitat selection and daily movements of two rodents (*Necromys lasiurus* and *Oryzomys scotti*) in Brazilian Cerrado, as revealed by a spool-and-line device. **Mammalian Biology**, v. 70, n. 6, p. 359-365, 2005.

VIEIRA, E.M.; IZAR, P. Interactions between aroids and arboreal mammals in the Brazilian Atlantic forest. **Plant Ecology**, v. 145, n. 1, p. 75-82, 1999.

VIEIRA, E.M.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, p. 501-507, 2003.

VIEIRA, E.M.; PAISE, G.; MACHADO, P.H.D. Feeding of small rodents on seeds and fruits: a comparative analysis of three species of rodents of the Araucaria forest, southern Brazil. **Acta Theriológica**, v. 51, n. 3, p. 311-318, 2006.

VIEIRA, E.M.; PIZO, M.A.; IZAR, P. Fruit and seed exploitation by small rodents on the Brazilian Atlantic forest. **Mammalia**, v. 67, n. 4, p. 533-539, 2003.

VIEIRA, E.M.; RIBEIRO, J.F.; IOB, G. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) by small rodents in two areas with contrasting seed densities in the Brazilian *Araucaria* forest. **Journal of Natural History**, v. 45, n. 13-16, p. 843-854, 2011.

VIEIRA, M.F.; CARVALHO-OKANO, R.M.; SAZIMA, M. The common opossum, *Didelphis marsupialis*, as a pollinator of *Mabea fistulifera* (Euphorbiaceae). **Ciência e Cultura**, v. 43, n. 5, p. 390-393, 1991.

VOOS, R.S.; LUNDE, D.P.; JANSA, S.A. On the contents of *Gracilinanus* Gardner and Creighton, 1989, with the description of a previously unrecognized clade of small didelphid marsupials. **American Museum Novitates**, v. 3482, p. 1-35, 2005.

WELLS, K.; PFEIFFER, M.; LAKIM, M.B.; LINSENMAIR, K.E. Use of arboreal and terrestrial space by a small mammal community in a tropical rain forest in Borneo, Malaysia. **Journal of Biogeography**, v. 31, n. 4, p. 641-652, 2004.

WELLS, K.; PFEIFFER, M.; LAKIM, M.B.; KALKO, E.K.V. Movement trajectories and habitat partitioning of small mammals in logged and unlogged rain forests on Borneo. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, n. 5, p. 1212-1233, 2006.

WILLIAMS, S.E.; MARSH, H.; WINTER, J. Spatial scale, species diversity, and habitat structure: small mammals in Australian tropical rain forest. **Ecology**, v. 83, n. 5, p. 1317-1329, 2002.

WILSON, D.E.; REEDER, D.A.M. **Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference**. Maryland: The Johns Hopkins University Press, 2005.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.