

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ASSEMBLÉIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES
EM ÁREAS DE ECÓTONO CAMPO-FLORESTA COM ARAUCÁRIA
NA REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA, RIO GRANDE DO SUL.**



EZEQUIEL PEDÓ

PORTO ALEGRE

2005

**ASSEMBLÉIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES
EM ÁREAS DE ECÓTONO CAMPO-FLORESTA COM ARAUCÁRIA
NA REGIÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA, RIO GRANDE DO SUL.**

EZEQUIEL PEDÓ

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ECOLOGIA, DO INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, COMO PARTE DOS REQUISITOS
PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ECOLOGIA.

ORIENTADOR (A): PROF^a. DR^a. SANDRA MARIA HARTZ

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. THALES R. OCHOTORENA DE FREITAS

COMISSÃO EXAMINADORA:

PROF. DR. ANDREAS KINDEL (UFRGS)

PROF^a. DR^a. HELENA DE GODOY BERGALLO (UERJ)

PROF. DR. NILTON CARLOS CÁCERES (UFSM)

PORTO ALEGRE, NOVEMBRO DE 2005

Dedicado aos meus pais, Deoclides e Liane,
pelo apoio incondicional na busca dos meus objetivos.

“O grande chefe de Washington mandou dizer que deseja comprar a nossa terra. O grande chefe assegurou-nos também de sua amizade e benevolência. Isto é gentil de sua parte, pois sabemos que ele não necessita da nossa amizade. Porém, vamos pensar em sua oferta, pois sabemos que se não o fizermos o homem branco virá com armas e tomará nossa terra. O grande chefe em Washington pode confiar no que o chefe Seathl diz, com a mesma certeza com que nossos irmãos brancos podem confiar na alteração das estações do ano. Minha palavra é como as estrelas, elas não empalidecem.

Como podes comprar ou vender o céu, o calor da terra? Tal idéia é-nos estranha. Nós não somos donos da pureza do ar ou do resplendor da água. Como podes então comprá-los de nós? Decidimos apenas sobre o nosso tempo. Toda esta terra é sagrada para o meu povo. Cada folha reluzente, todas as praias arenosas, cada véu de neblina nas florestas escuras, cada clareira e todos os insetos a zumbir são sagrados nas tradições e na consciência do meu povo.

Sabemos que o homem branco não compreende o nosso modo de viver. Para ele um torrão de terra é igual a outro. Porque ele é um estranho que vem de noite e rouba da terra tudo quanto necessita. A terra não é sua irmã, mas sim sua amiga, e depois de exauri-la, ele vai embora. Deixa para trás o túmulo de seu pai, sem remorsos de consciência. Rouba a terra dos seus filhos. Não respeita. Esquece as sepulturas dos antepassados e o direito dos filhos. Sua ganância empobrecerá a terra e vai deixar atrás de si os desertos. A vista de tuas cidades é um tormento para os olhos do homem vermelho. Mas talvez isto seja assim por ser o homem vermelho um selvagem que nada compreende.

Não se pode encontrar paz nas cidades do homem branco. Nem um lugar onde se possa ouvir o desabrochar da folhagem na primavera ou o tinir das asas de insetos. Talvez por ser um

selvagem que nada entende, o barulho das cidades é para mim uma afronta contra os ouvidos. E que espécie de vida é aquela em que o homem não pode ouvir a voz do corvo noturno ou a conversa dos sapos no brejo, à noite? Um índio prefere o suave sussurro do vento sobre o espelho d'água e o próprio cheiro do vento, purificado pela chuva do meio-dia e com aroma de pinho. O ar é precioso para o homem vermelho. Porque todos os seres vivos respiram o mesmo ar - animais, árvores, homens. Não parece que o homem branco se importe com o ar que respira. Como um moribundo, ele é insensível ao mau cheiro.

Se eu me decidir a aceitar, imporei uma condição. O homem branco deve tratar os animais como se fossem seus irmãos. Sou um selvagem e não compreendo que possa ser certo de outra forma. Vi milhares de bisões apodrecendo nas pradarias abandonadas pelo homem branco que os abatia a tiros disparados do trem. Sou um selvagem e não compreendo como um fumegante cavalo de ferro possa ser mais valioso do que um bisão que nós, os índios, matamos apenas para sustentar a nossa própria vida. O que é o homem sem os animais? Se todos os animais acabassem, os homens morreriam de solidão espiritual, porque tudo quanto acontece aos animais pode também afetar os homens. Tudo está relacionado entre si. Tudo quanto fere a terra fere também os filhos da terra.

Os nossos filhos viram seus pais humilhados na derrota. Os nossos guerreiros sucumbem sob o peso da vergonha. E depois da derrota passam o tempo em ócio, e envenenam seu corpo com alimentos doces e bebidas ardentes. Não tem grande importância onde passaremos os nossos últimos dias - eles não são muitos. Mais algumas horas, até mesmo uns invernos, e nenhum dos filhos das grandes tribos que viveram nesta terra ou que tem vagueado em pequenos bandos nos bosques, sobrarão para chorar, sobre os túmulos; um povo que um dia foi tão poderoso e cheio de confiança como o nosso.

De uma coisa sabemos que o homem branco talvez venha um dia a descobrir: O nosso Deus é o mesmo Deus. Julgas, talvez que o podes possuir da mesma maneira como desejas possuir a nossa terra. Mas não podes. Ele é Deus da humanidade inteira. E quer bem igualmente ao homem vermelho como ao branco. A terra é amada por Ele. E causar dano à terra é demonstrar desprezo pelo seu criador. O homem branco também vai desaparecer, talvez mais depressa do que as outras raças. Continua poluindo a tua própria cama e hás de morrer uma noite, sufocado nos teus próprios dejetos! Depois de abatido o último bisão e domados todos os cavalos silvestres, quando as matas misteriosas federem à gente, e quando as colinas escarpadas se encherem de mulheres a tagarelar - onde ficarão então os sertões? Terão acabado. E as águias? Terão ido embora. Restará dar adeus à andorinha da torre e à caça do fim da vida e do começo da luta para sobreviver...

Talvez compreenderíamos se conhecêssemos com que sonha o homem branco, se soubéssemos quais esperanças transmite a seus filhos nas longas noites de inverno, quais visões do futuro oferece às suas mentes para que possam formar os desejos para o dia de amanhã. Mas nós somos selvagens. Os sonhos do homem branco são ocultos para nós. E por serem ocultos, temos de escolher o nosso próprio caminho. Se consentirmos, é para garantir as reservas que nos prometeste. Lá talvez possamos viver os nossos últimos dias conforme desejamos. Depois que o último homem vermelho tiver partido e a sua lembrança não passar da sombra de uma nuvem e pairar acima das pradarias, a alma do meu povo continuará a viver nestas florestas e praias porque nós as amamos como um recém-nascido ama o bater do coração de sua mãe. Se te vendermos a nossa terra, ama-a como nós a amávamos. Protege-a como nós a protegíamos. Nunca esqueças como era a terra quando dela tomaste posse. E com toda a tua força, o teu poder, e todo o teu coração conserva-a para teus filhos, e ama-a como

Deus nos ama a todos. De uma coisa sabemos: o nosso Deus é o mesmo Deus. Esta terra é querida por Ele. Nem mesmo o homem branco pode evitar o nosso destino comum.”

Texto de origem controversa, atribuído ao chefe Seathl da tribo Duwamish, em carta enviada no ano de 1855 ao então presidente dos Estados Unidos da América, Franklin Pierce, em resposta à intenção do governo daquele país em adquirir o território de sua tribo, no Estado de Washington.

AGRADECIMENTOS

Este caminho não seria alcançado sem a colaboração de várias pessoas que, por diversas vezes, deixaram seus interesses em segundo plano em favor dos meus, e as quais tenho a honra e o dever de agradecer.

Aos meus pais, Deoclides e Liane, pelo exemplo que sempre foram para mim e incentivo na minha formação acadêmica. São, de longe, as pessoas mais importantes da minha vida. Sei que estarei sempre em dívida com eles, mas batalharei para que todo o seu esforço tenha valido a pena.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Sandra M. Hartz, pela oportunidade de aprendizado que me concedeu nestes seis anos e meio de convivência, em um ambiente saudável de trabalho e amizade.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Thales R. O. de Freitas pelo incentivo durante todo o período do mestrado e auxílio nos procedimentos de análise citogenética dos roedores.

Ao Instituto de Meio Ambiente da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (IMA/PUCRS), através dos Profs. Betina Blochtein e Ricardo Mello, pela licença de pesquisa e apoio logístico na área particular de pesquisa que a universidade possui no município de São Francisco de Paula (CPCN Pró-Mata).

Ao Sr. Escobar Marques, pela permissão de uso de sua propriedade para o desenvolvimento de parte do trabalho de campo.

Ao Sr. Sebastião Lima, e ao seu filho Gilson Lima, pela amizade, companheirismo e disposição em ajudar sempre que possível e emprestar o cavalo sempre que necessário (e ao “martelinho” revigorante em todo final de dia de trabalho).

A todo pessoal que me ajudou no campo: Gabriel Hofmann, Rafael Machado, Igor Coelho, Daniela Selbach, Luis Gustavo da Silva, Paola Stumpf, Nicolás Mega, Cristian Joenck, Juan Anza, Graciela Horn, Ricardo Dobrovolski, Carolina Blanco, Melina dos Santos, Manoel Rodrigues, Marcelo da Veiga e, especialmente, Josi Cerveira, uma excelente colega de campo com quem tive o prazer de trabalhar durante este período.

À Doutoranda do PPG em Genética e Biologia Molecular da UFRGS, Biól. Elise Giacomoni, pela presteza com que me ensinou e colaborou com a citogenética dos espécimes de roedores coletados.

Ao Prof. Dr. João A. de Oliveira (Museu Nacional/UFRJ), Prof. Dr. Luiz Flamarion de Oliveira (Museu Nacional/UFRJ), Prof. Dr. Alexandre U. Christoff (ULBRA), Prof. Dr. Jorge R. Marinho (UNIJUÍ) e acadêmico de Biologia Diego Jung (ULBRA) pelo auxílio na confirmação da identificação de alguns espécimes; o Prof. Dr. João A. de Oliveira e os acadêmicos de Biologia Diego Jung e Rafael Erling colaboraram com a taxidermia de alguns espécimes.

Ao IBAMA pela licença de captura e coleta concedida durante o período deste estudo.

Ao Dr. José L. Cordeiro (UFRGS) pelo empréstimo das suas armadilhas durante a fase inicial do projeto.

Aos funcionários do CPCN Pró-Mata, Dona Eronita, Rosane, Cristiane, Leandro, Cleude, Nina, Mineiro, Cleiton, Rose e, principalmente, ao Sr. Cleonir pelo carinho com que sempre fui tratado durante os dias que passei lá.

Ao Sr. Delar Cerveira e Juciano Cerveira pela ajuda na confecção das estacas para marcação dos postos de captura e à Dona Maria Cerveira pelo carinho com que fui tratado durante os momentos que estive em sua residência.

Aos Profs. Drs. Andreas Kindel (UFRGS), Luiz Flamarion de Oliveira (Museu Nacional/UFRJ), Valério D. Pillar (UFRGS) e Jorge R. Marinho (UNIJUÍ) pelas discussões e críticas para o amadurecimento do projeto de pesquisa.

Ao Doutorando do PPG em Ciências da Engenharia Ambiental da USP, Geóg. Eduardo Pinheiro, pelo empréstimo das janelas de imagem classificadas do satélite QuickBird para ilustração da área de estudo.

Ao Geóg. Gabriel S. Hofmann (UFRGS) pelo auxílio na utilização do programa computacional Idrisi32 para georreferenciamento das imagens da área de estudo e pela produção dos mapas de uso e cobertura do solo constantes nas figuras de localização da área de estudo, através do programa computacional ArcView GIS 3.2, com a assistência do Prof. M.Sc. Eliseu J. Weber (ULBRA), a quem também agradeço.

Ao Doutorando do PPG em Ecologia da UFRGS, Biól. Juliano M. de Oliveira, pela ajuda na análise quantitativa dos dados através do programa computacional MULTIV versão 2.3.17.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através de seus funcionários, professores e colegas, pelo privilégio da convivência e troca de experiências.

Ao convênio PROF-UFRGS/CAPES pelo auxílio financeiro para custeio de parte das atividades de campo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos durante todo o período de vínculo com o Programa de Pós-Graduação (processo nº 131310/03-8).

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| LISTA DE FIGURAS | XII |
| LISTA DE TABELAS | XIV |
| RESUMO | XV |
| ABSTRACT | XVI |
| INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| ARTIGO 1 - Assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em área protegida de ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil | 3 |
| Resumo | 3 |
| Abstract | 4 |
| Introdução..... | 5 |
| Métodos | 7 |
| Área de estudo | 7 |
| Procedimentos de amostragem | 8 |
| Análise de dados..... | 10 |
| Resultados | 12 |
| Transição da assembléia no gradiente campo-floresta contínua com Araucária..... | 12 |
| Composição da assembléia em manchas e área contínua de floresta com Araucária | 18 |
| Discussão..... | 20 |
| Agradecimentos..... | 24 |
| Referências Bibliográficas | 24 |

| | |
|---|-----------|
| ARTIGO 2 - Influência do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos sobre a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil | 31 |
| Resumo..... | 31 |
| Abstract | 32 |
| Introdução..... | 33 |
| Métodos..... | 36 |
| Área de estudo | 36 |
| Procedimentos de amostragem..... | 38 |
| Análise de dados..... | 39 |
| Resultados | 41 |
| Discussão..... | 48 |
| Agradecimentos..... | 51 |
| Referências Bibliográficas | 51 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 56 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 – Assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em área protegida de ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil

- Figura 1. Localização da área de estudo.....8
- Figura 2. Número de indivíduos capturados por espécie em área protegida de transição campo-floresta contínua com Araucária.....15
- Figura 3. Diagrama de ordenação gerado a partir da análise de coordenadas principais (PCoA) da assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em área protegida de transição campo-floresta com Araucária.....17

ARTIGO 2 – Influência do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos sobre a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil

- Figura 1. Localização da área de estudo.....37
- Figura 2. Freqüência do número de indivíduos de pequenos mamíferos não-voadores por unidade amostral em áreas protegidas e impactadas pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos em ecótonos de campo-floresta com Araucária.....43
- Figura 3. Distribuição dos valores de número de indivíduos por armadilha-24h em cada unidade amostral (x100) em áreas protegidas e impactadas pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos em ecótonos de campo-floresta com Araucária..44

| | |
|---|----|
| Figura 4. Distribuição dos valores de biomassa média (g) por armadilha-24h em cada unidade amostral (x100) em áreas protegidas e impactadas pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos em ecótonos de campo-floresta com Araucária..... | 45 |
| Figura 5. Número total de indivíduos capturados em áreas de campo protegido e impactado pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos..... | 46 |
| Figura 6. Número total de indivíduos capturados em áreas de floresta protegida e impactada pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos..... | 47 |

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1 – Assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em área protegida de ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil

Tabela 1. Valores de abundância e diversidade de pequenos mamíferos não-voadores em quatro áreas de floresta com Araucária protegida.....19

ARTIGO 2 – Influência do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos sobre a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil

Tabela 1. Valores de abundância e diversidade de pequenos mamíferos não-voadores em áreas protegidas e impactadas pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos em ecótonos de campo-floresta com Araucária.....42

RESUMO

O mosaico de habitats e a degradação ambiental são considerados fatores que determinam a distribuição e composição da assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em uma paisagem. O objetivo deste estudo foi analisar a composição desta assembléia no gradiente campo-floresta contínua com Araucária e em manchas de floresta com Araucária inseridas na matriz campestre de uma área protegida, e avaliar a influência de distúrbios associados ao manejo extensivo de rebanhos domésticos, como o fogo, a herbivoria e o pisoteio, sobre esta assembléia, comparando duas áreas, uma protegida e outra impactada, localizadas na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Foram realizados quatro períodos de amostragem, uma a cada estação do ano de 2004, totalizando um esforço efetivo de 5254 armadilhas-24h, onde foram capturados 325 indivíduos pertencentes a 13 espécies de roedores sigmodontíneos (*Akodon montensis*, *Akodon paranaensis*, *Akodon* sp. 1, *Akodon* sp. 2 (2n=34), *Brucepatersonius iheringi*, *Delomys dorsalis*, *Oligoryzomys flavescens*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oryzomys angouya*, *Oryzomys russatus*, *Oxymycterus nasutus*, *Scapteromys* sp. (2n=34) e *Thaptomys nigrita*) e duas de marsupiais (*Monodelphis dimidiata* e *Philander frenatus*). Na área protegida, a análise multivariada dos dados indicou a formação de três assembléias distintas (campestre, de borda e florestal) no gradiente campo-floresta contínua com Araucária, e diferença significativa apenas na comparação entre as assembléias das manchas de maior e menor área, sendo que a menor apresentou maior riqueza, abundância e diversidade que a maior, provavelmente devido a sua maior proximidade com a floresta contínua. Os resultados encontrados na área protegida e na área impactada evidenciaram que a degradação dos habitats campestre e florestal, decorrente do manejo extensivo tradicional de rebanhos domésticos, afeta negativamente a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores na região pesquisada.

ABSTRACT

The mosaic of habitats and the environmental degradation are considered factors that determine the distribution and composition of the small non-flying mammals' assemblage in a landscape. The objective of this study was to analyze the composition of this assemblage in the grassland-continuous Araucaria forest gradient and in Araucaria forest patches inserted in a grassland matrix of a protected area, and to evaluate the influence of disturbances associated to the extensive livestock management, as fire, herbivory and trampling, on this assemblage, comparing two areas, a protected and a impacted one, located in the northeast region of the Rio Grande do Sul State. Four sampling periods were accomplished, one in each season of 2004, totalizing an effective effort of 5,254 trap-24h, where 325 individuals belonging to 13 species of sigmodontine rodents (*Akodon montensis*, *Akodon paranaensis*, *Akodon* sp. 1, *Akodon* sp. 2 (2n=34), *Brucepatersonius iheringi*, *Delomys dorsalis*, *Oligoryzomys flavescens*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oryzomys angouya*, *Oryzomys russatus*, *Oxymycterus nasutus*, *Scapteromys* sp. (2n=34) and *Thaptomys nigrita*) and two of marsupials (*Monodelphis dimidiata* and *Philander frenatus*) were captured. In the protected area, the multivariate data analysis indicated the formation of three different assemblages (a grassland one, an edge one and a forest one) in the grassland-continuous Araucaria forest gradient, and a significant difference only in the comparison between the assemblages from the largest and the smallest forest patches, where the smallest one presented larger richness, abundance and diversity than the largest one, probably due to its largest proximity with the continuous forest. The results in the protected and impacted areas evidenced that the degradation of the grassland and forest habitats, due to the traditional extensive livestock management, negatively affects the small non-flying mammals' assemblage in the researched region.

INTRODUÇÃO GERAL

A fauna de pequenos mamíferos não-voadores neotropicais está basicamente contida nos ordens Didelphimorphia (marsupiais) e Rodentia (roedores), sendo que no Estado do Rio Grande do Sul, todas as espécies de marsupiais e as espécies de roedores das famílias Caviidae, Cricetidae, Ctenomyidae, Echimyidae, Muridae e Sciuridae podem ser consideradas pertencentes a esta assembléia. São espécies de difícil observação na natureza, sendo necessário o emprego de técnicas de captura (ver Briani e Vieira (2002) para a descrição detalhada destas técnicas) que, associado ao delineamento amostral, restringe ainda mais este universo, que depende também do objetivo e da área de estudo.

Cumprem importante papel dentro de um ecossistema, como dispersores de diásporos (Brewer e Rejmánek, 1999) e principal fonte de alimento para algumas espécies de serpentes (Martins *et al.*, 2002), aves de rapina (Jaksic *et al.*, 1992; Tomazzoni *et al.*, 2004) e mamíferos de dieta carnívora (Bisbal, 1986; Facure e Giaretta, 1996; Pedó *et al.*, 2006). São também importantes indicadores para avaliação e monitoramento de impactos ambientais em razão de sua baixa mobilidade, do desprezível impacto que a coleta de alguns indivíduos causa sobre as suas populações (na maioria das vezes) e do alto grau de endemismo, sendo que este último item se constitui em uma boa ferramenta para a escolha de áreas a serem protegidas (Bonvicino *et al.*, 2002).

Apesar disso, apenas há cerca de 20 anos, com estudos desenvolvidos na planície costeira (Oliveira, 1985; Oliveira, 1990), dados ecológicos sobre as populações de pequenos mamíferos não-voadores do Rio Grande do Sul começaram a ser efetivamente conhecidos e divulgados. Desde então, e principalmente na última década, houve um incremento na formação de grupos de pesquisa ligados a esta área, em diversas instituições de ensino

superior; entretanto, as publicações ainda estão quase que restritas a dissertações e teses de programas de pós-graduação e a resumos de eventos científicos. Por ser recente, o conhecimento atual sobre a ecologia das espécies de pequenos mamíferos não-voadores em território gaúcho ainda é bastante insuficiente, visto que há o reconhecimento de que existe uma subestimativa do número de espécies de roedores presentes (Christoff, 2003), além de não se saber ao certo quantas espécies de marsupiais ocorrem no Estado (Vieira e Iob, 2003). Por isso, é urgente a necessidade de um aumento no número e na divulgação de pesquisas relacionadas a este grupo, para que sejam justificadas e ampliadas ações de conservação específicas para as espécies ameaçadas de extinção.

O presente estudo encontra-se inserido dentro de uma grande linha de pesquisa sobre a dinâmica da vegetação em mosaicos de floresta e campo no sul do Brasil e que visa contribuir para o conhecimento dos processos de estabelecimento e desenvolvimento de áreas de floresta com Araucária sobre os campos. Será apresentado sob a forma de dois artigos a serem submetidos em periódicos científicos, tendo como objetivo analisar a composição da assembléia de pequenos mamíferos não-voadores no gradiente de campo-floresta contínua com Araucária e em manchas de floresta com Araucária inseridas em uma matriz campestre em áreas protegidas da ação antrópica, e avaliar de que forma a degradação do hábitat causada por distúrbios associados ao manejo extensivo de rebanhos domésticos, como o fogo, a herbivoria e o pisoteio, afetam esta assembléia, em áreas localizadas no município de São Francisco de Paula, situado nos Campos de Cima da Serra, região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, no ano de 2004.

ARTIGO 1

ASSEMBLÉIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES EM ÁREA PROTEGIDA DE ECÓTONO CAMPO-FLORESTA COM ARAUCÁRIA NO SUL DO BRASIL.

Ezequiel Pedó^{1,2,4}, Thales R. O. de Freitas^{1,3} e Sandra M. Hartz^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 15007, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

² Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 15007, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 15053, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴ Endereço eletrônico: ezequiel.pedo@gmail.com

Resumo

O sul do Brasil apresenta em grande parte de sua extensão, regiões de contato entre formações campestres e florestais. O mosaico de habitats é um fator que determina a distribuição e composição da assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em uma paisagem. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a presença de padrões nesta assembléia em uma área protegida com campo insular cercada por floresta com Araucária, apresentando pequenas manchas em desenvolvimento deste tipo de floresta inseridos na matriz campestre. Foram realizados quatro períodos de amostragem, uma a cada estação do ano de 2004, totalizando um esforço efetivo de 2327 armadilhas-24h, onde foram capturados 263

indivíduos, pertencentes a 12 espécies de roedores e duas de marsupiais. A análise de agrupamentos através da variância mínima e a análise de coordenadas principais com distância de corda entre unidades amostrais, ambos realizados com testes de auto-reamostragem *bootstrap*, indicaram a formação de três assembléias distintas: uma campestre, a segunda, de borda, e a terceira, florestal. Apenas na comparação entre a menor e a maior mancha de floresta houve diferença significativa entre as assembléias, sendo que a menor apresentou maior riqueza, abundância e diversidade que a maior, provavelmente devido a sua maior proximidade com a floresta contínua.

Palavras-chave: pequenos mamíferos não-voadores, ecótono campo-floresta com Araucária, pequenas manchas de floresta com Araucária, área protegida, sul do Brasil.

Abstract

The southern Brazil presents in a large part of its extension, contact areas among grassland and forest formations. The mosaic of habitats is a factor that determines the distribution and composition of the small non-flying mammals' assemblage in a landscape. Thus, the objective of this study was to evaluate the presence of patterns in this assemblage in a protected area with an insular grassland surrounded by Araucaria forest, presenting small development patches of this forest inserted in the grassland matrix. Four sampling periods were accomplished, one in each season of 2004, totalizing an effective effort of 2,327 trap-24h, where 263 individuals belonging to 12 species of rodents and two of marsupials were captured. Cluster analysis through the minimum variance and principal coordinates analysis with chord distance among sampling units, both using bootstrap resampling, indicated the

formation of three different assemblages: a grassland one, the second, of edge, and the third, in the forest. Only the comparison among to smallest and the largest forest patches had significant difference among the assemblages, and the smallest one presented larger richness, abundance and diversity than the largest patch, probably due to its largest proximity with the continuous forest.

Keywords: small non-flying mammals, grassland-Araucaria forest ecotone, small Araucaria forest patches, protected area, southern Brazil.

1. Introdução

A paisagem do sul do Brasil é caracterizada por campos e florestas que se interpenetram formando mosaicos (Pillar e Quadros, 1997). O fato da vegetação campestre persistir sob um clima que aparentemente determinaria o predomínio de florestas tem sido um enigma (Rambo, 1956; Klein, 1975). Apesar disso, atualmente reconhece-se uma tendência do avanço tanto de áreas florestais contínuas como de pequenas manchas de floresta com Araucária (*Araucaria angustifolia*) sobre a matriz campestre protegida de pastejo e queima na região (Oliveira e Pillar, 2004; Duarte *et al.*, 2006). Este mosaico de habitats apresenta algumas variáveis que influenciam na composição, riqueza, distribuição e abundância da assembléia de pequenos mamíferos não-voadores, como a área de um determinado habitat (Kelt, 2000; Cox *et al.*, 2004; Pardini *et al.*, 2005), efeito de borda (Stevens e Husband, 1998), conectividade/ isolamento da mancha (Pires *et al.*, 2002; Castro e Fernandez, 2004), tipo e nível de impacto antrópico (Waters e Zabel, 1998; Malcolm e Ray, 2000), características da matriz circundante (Laurance, 1991; Laurance, 1994; Gascon *et al.*, 1999) e estrutura da vegetação e microhabitat

(Schmid-Holmes e Drickamer, 2001; Ecke *et al.*, 2002; Mengak e Guynn Jr., 2003; Dalmagro e Vieira, 2005).

Além da colonização de remanescentes florestais por espécies tolerantes presentes em habitats alterados na matriz circundante (Lawton *et al.*, 1998; Gascon *et al.*, 1999), têm se verificado que esta matriz funciona como um filtro seletivo ao deslocamento de espécies florestais migrantes, com baixa frequência de movimentação de indivíduos entre fragmentos de floresta Atlântica cercados por áreas abertas alteradas por ação antrópica (Pires *et al.*, 2002), ou até mesmo nenhum deslocamento entre fragmentos foi registrado (Pardini *et al.*, 2005). A informação contida nestes padrões de locomoção e no perfil das espécies de pequenos mamíferos não-voadores presentes em paisagens que formam mosaicos de habitats auxilia também na compreensão dos processos de dispersão destes agentes em áreas protegidas da ação antrópica.

Desta forma, ao contrário de grande parte dos estudos que abordam a influência da fragmentação dos habitats, este objetiva descrever a composição da assembléia de pequenos mamíferos em pequenas manchas de floresta com Araucária em desenvolvimento presentes em uma matriz campestre natural, comparando-as entre si e com aquela presente em uma área de floresta contínua próxima, além de verificar a existência de diferenciação da assembléia ao longo do gradiente campo-floresta em uma área protegida com o ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil.

2. Métodos

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido durante o ano de 2004, no município de São Francisco de Paula, região nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil (figura 1). Segundo Teixeira e Coura Neto (1986), a região apresenta três tipos fitoecológicos: a savana gramíneo-lenhosa (campos) e a floresta ombrófila mista (floresta com Araucária) nas porções mais elevadas e de relevo mais suave, e a floresta ombrófila densa (floresta atlântica) nas escarpas íngrimes da encosta.

O clima da região é temperado, do tipo “Cfb”, segundo a classificação de Köppen (1948). Este tipo climático se caracteriza pela precipitação bem distribuída ao longo do ano, em seus valores médios, e pela temperatura média do mês mais quente do verão, inferior a 22°C. Ocorrem, em média, geadas em 21 a 26 dias por ano e precipitações de neve ocasionais de curta duração nos meses de junho, julho e agosto (Moreno, 1961). De acordo com dados coletados da estação meteorológica de São Francisco de Paula (29°20’S e 50°31’W, 912m) entre os anos de 1931 e 1960, a precipitação média anual foi de 2252mm e a temperatura média, 14,5°C (média das máximas, 20,3°C, e média das mínimas, 9,9°C), atingindo até 34°C em dezembro e -6,5°C em julho. Há excedente hídrico elevado ao longo de todo ano (Brasil, 1969). Densos nevoeiros e chuvas orográficas são bastante frequentes na região.

Para a amostragem foram escolhidas quatro áreas inseridas em um campo insular cercado por floresta contínua com Araucária – situadas entre as latitudes 29°28’41’’ e 29°29’17’’ S, e longitudes 50°12’0’’ e 50°12’32’’ W; 900-930m de altitude –, de uma propriedade particular sem pastejo por rebanhos domésticos e queima dos campos desde 1994 (Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata, ~2500ha de área), prática que é comum na região para a renovação das pastagens. Uma das áreas era de transição campo-floresta contínua com

Araucária e a as outras três de transição campo-mancha de floresta com Araucária (as manchas apresentavam área de 0,15, 0,22 e 0,24ha). Houve corte seletivo de árvores nativas para beneficiamento da madeira nesta região, mas esta atividade não ocorre há pelo menos 20 anos. Em Oliveira e Pillar (2004) consta uma caracterização detalhada da fisionomia da vegetação da área amostrada.

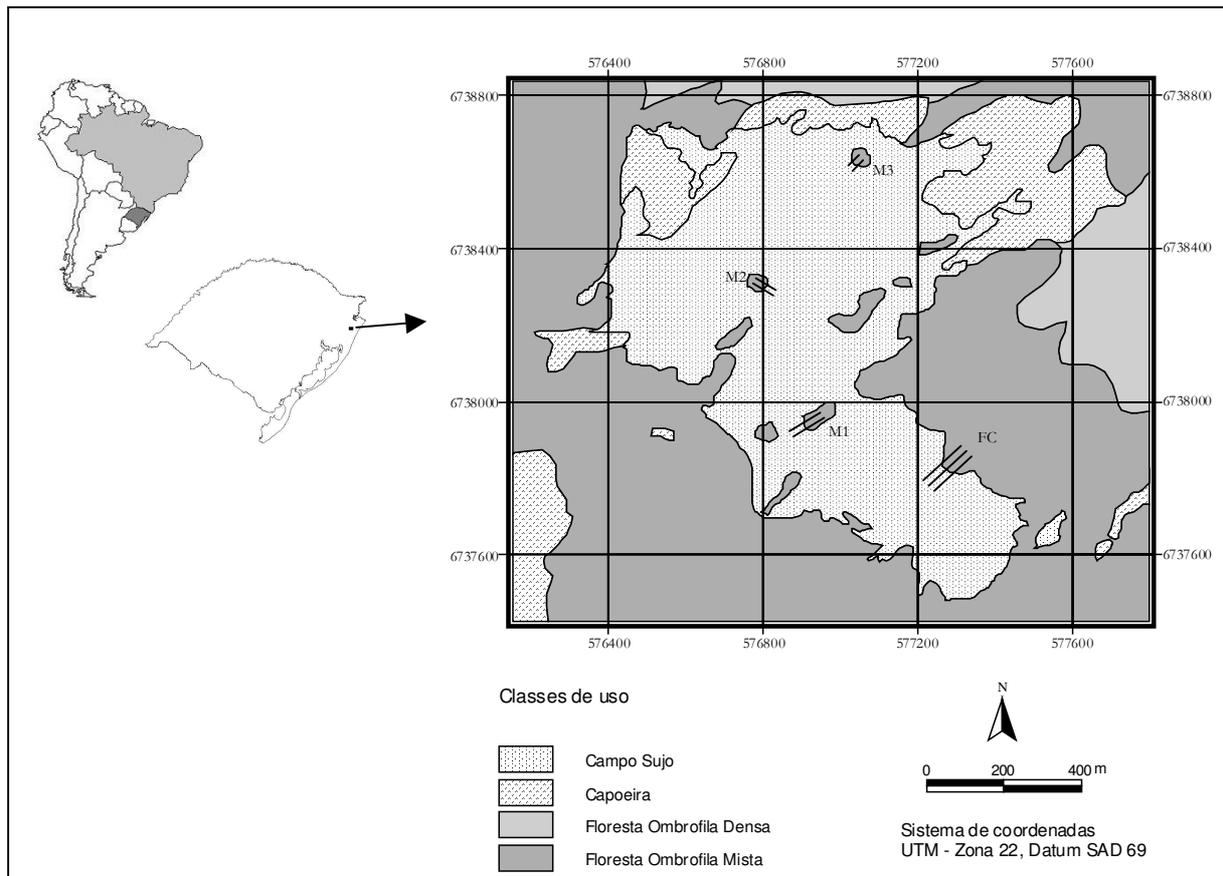


Figura 1. Localização da área de estudo (mapa de uso e cobertura do solo adaptado de Pinheiro (2003), através do programa computacional ArcView GIS 3.2) (abreviaturas das áreas amostradas: FC – transecções em área de transição campo-floresta contínua; M1 – transecções em área de transição campo-mancha de floresta 1; M2 – transecções em área de transição campo-mancha de floresta 2 e M3 – transecções em área de transição campo-mancha de floresta 3).

2.2. Procedimentos de amostragem

A assembléia de pequenos mamíferos não-voadores foi amostrada em quatro campanhas, uma para cada estação do ano de 2004. As campanhas foram realizadas sempre no mesmo período lunar e de menor luminosidade, já que noites de alta luminosidade determinam redução e/ou mudança nos padrões de atividade, o que é interpretado como uma resposta ao risco de predação (Kaufman e Kaufman, 1982; Kotler, 1984; Price *et al.*, 1984; Bowers, 1988; Brown *et al.*, 1988; Bittencourt *et al.*, 1999). Cada campanha teve um esforço de captura de 14 períodos de 24h (exceto a de inverno, que teve apenas três), sendo os primeiros sete consecutivos na área de transição campo-floresta contínua com Araucária, e os outros sete, também consecutivos, nas três áreas de transição campo-mancha de floresta com Araucária. Para cada período de revisão de 24h, foram utilizadas 72 armadilhas (do tipo gaiola, 30x14x14cm), sendo dispostas duas por posto de captura (com um raio de 0,5m), ao nível do solo. Cada posto ficava distante 15m do posto vizinho, sendo a metade deles localizados no campo e a outra metade dentro da floresta com Araucária, em transecções contínuas. Na área de transição campo-floresta contínua com Araucária foram dispostas três transecções, cada uma com 12 postos de captura (totalizando 36 postos). Já nas áreas de transição campo-mancha de floresta com Araucária, apenas duas transecções de mesmo tamanho foram colocadas e, de acordo com a área de mancha de floresta, eram compostas de quatro, seis ou oito postos. Assim, o esforço de captura total foi de 3240 armadilhas-24h. Cada armadilha foi iscada com milho e uma mistura composta por farinha de trigo, paçoca de amendoim e peixe.

Os indivíduos capturados foram identificados, marcados através de perfuração (ões) na (s) orelha (s), medidos (comprimentos do corpo e da cauda), pesados, sexados e classificados quanto ao estado reprodutivo (neste caso, apenas os roedores). Para cada espécie capturada foi coletado, pelo menos, um indivíduo testemunho, tombado nas coleções mastozoológicas do

Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Estado do Rio Grande do Sul (MCT-PUCRS) e do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ).

2.3. Análise de dados

Os dados foram submetidos à análise exploratória multivariada para o reconhecimento de padrões de distribuição espacial na transição campo-floresta contínua com Araucária, através de métodos de agrupamento – com o critério da soma de quadrados/ variância mínima (Ward, 1963) – e ordenação – pela análise de coordenadas principais (PCoA) (Gower, 1966) – utilizando como medida de semelhança a distância de corda entre unidades amostrais (postos de captura). Com o objetivo de testar a nitidez dos grupos gerados na análise de agrupamentos e da estabilidade dos eixos do diagrama de ordenação, foram realizados testes de auto-reamostragem *bootstrap*, que demonstram também a suficiência amostral, trazendo, conseqüentemente, maior segurança e confiabilidade na interpretação dos resultados (Pillar, 1998, 1999a, 1999b). Estes testes consistem na comparação dos padrões observados aos resultados obtidos através de reamostragem aleatória (com reposição) dentro do mesmo universo amostral. A amostra gerada aleatoriamente através de um dado número de iterações (nas análises foram utilizadas 1000 iterações) é a amostra *bootstrap*. A significância dos padrões é interpretada através de um valor de probabilidade (P) gerado pela análise, sendo o número de grupos nítidos da análise de agrupamentos aqueles com $P \geq 0,1$ (probabilidade de que uma classificação obtida de um levantamento se mantenha ao se repetir o levantamento no mesmo universo amostral), enquanto a estabilidade de cada eixo do diagrama de ordenação é alcançada quando $P \leq 0,1$ (probabilidade de que as dimensões ou eixos do diagrama sejam gerados ao acaso).

A existência de diferenças entre as assembléias presentes nas manchas de floresta com Araucária e entre as manchas e a área de floresta contínua com Araucária – excluindo, portanto, os dados de campo – foi avaliada através de análises de variância (MANOVA) via testes de aleatorização (teste de hipóteses não-paramétrico). Esta análise de variância envolve a partição da variação total em “entre grupos” e “dentro de grupos” (Pillar e Orlóci, 1996). O objetivo deste particionamento foi avaliar a magnitude de variação “entre grupos” e se os grupos diferem ou não, através da probabilidade (P) obtida com o teste de aleatorização. A partição foi realizada através da soma de quadrados das distâncias de corda entre as unidades amostrais. A hipótese nula (H_0) – de que não é possível afirmar se existe diferença significativa entre os grupos analisados – é aceita se a probabilidade (P) gerada pela análise for maior ou igual a α (0,1), ou rejeitada se for menor. Foram aplicadas 1000 iterações para testar a hipótese.

As variáveis utilizadas como descritoras das unidades amostrais para as análises supracitadas foram o número de indivíduos por espécie, divididos pelo esforço de armadilhas nas quatro campanhas de amostragem (realizadas uma vez por estação do ano), em cada posto de captura. Desta forma, reduziu-se a interferência das diferenças de esforço entre os postos de captura, em razão do desarme eventual causado por intempéries ou outros animais, nos valores de abundância das espécies. Para a realização das análises foi utilizado um programa computacional de análise quantitativa de dados multivariados – MULTIV versão 2.3.17 (Pillar, 2005). Além disso, foram calculados o sucesso de captura total, da área de transição campo-floresta contínua com Araucária, apenas da área de floresta contínua, de cada uma das três manchas de floresta e de todas as manchas somadas. O índice de diversidade de Shannon (Zar, 1996) foi calculado apenas para cada uma das manchas de floresta e para a área de floresta contínua.

3. Resultados

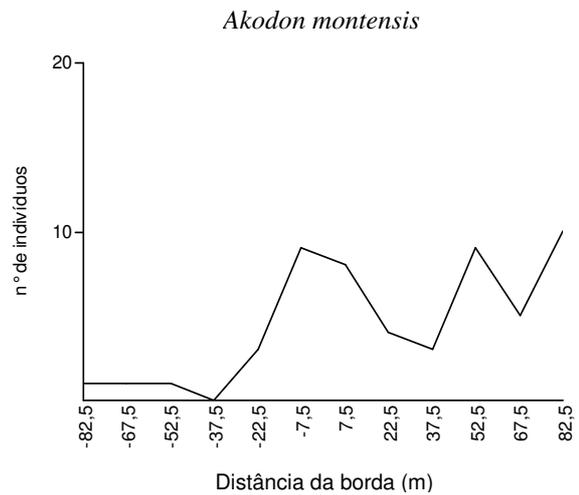
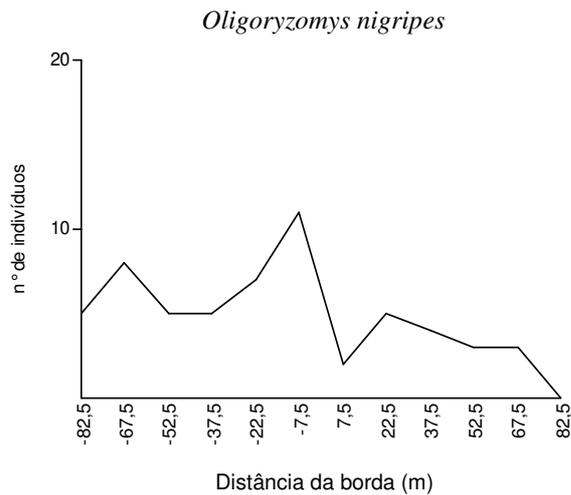
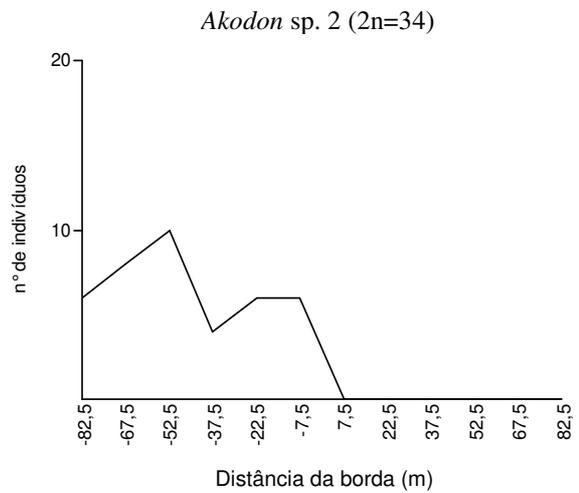
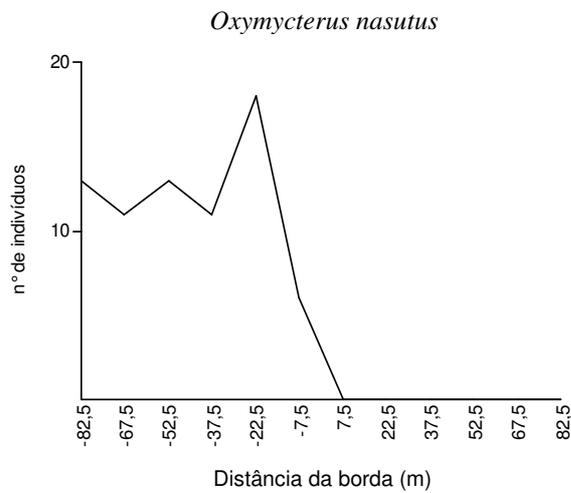
Com um esforço total efetivo de 2327 armadilhas-24h foram realizadas 584 capturas de 263 indivíduos (sucesso de 25,1%), pertencentes a 12 espécies de roedores sigmodontíneos (*Akodon montensis*, *Akodon paranaensis*, *Akodon* sp. 1, *Akodon* sp. 2 (2n=34), *Brucepatersonius iheringi*, *Delomys dorsalis*, *Oligoryzomys flavescens*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oryzomys russatus*, *Oxymycterus nasutus*, *Scapteromys* sp. (2n=34) e *Thaptomys nigrita*) e duas de marsupiais (*Monodelphis dimidiata* e *Philander frenatus*). Duas espécies de roedores são reconhecidamente novas e não descritas pela ciência (*Akodon* sp. 2 (2n=34) e *Scapteromys* sp. (2n=34)) e outra, *Akodon* sp. 1, não apresentou características morfológicas relacionadas a espécies conhecidas ou formalmente descritas, mas em razão da captura de apenas um indivíduo, não foi possível afirmar se é uma espécie ainda não conhecida deste gênero, mas seguramente diferente das demais deste estudo.

3.1. Transição da assembléia no gradiente campo-floresta contínua com Araucária

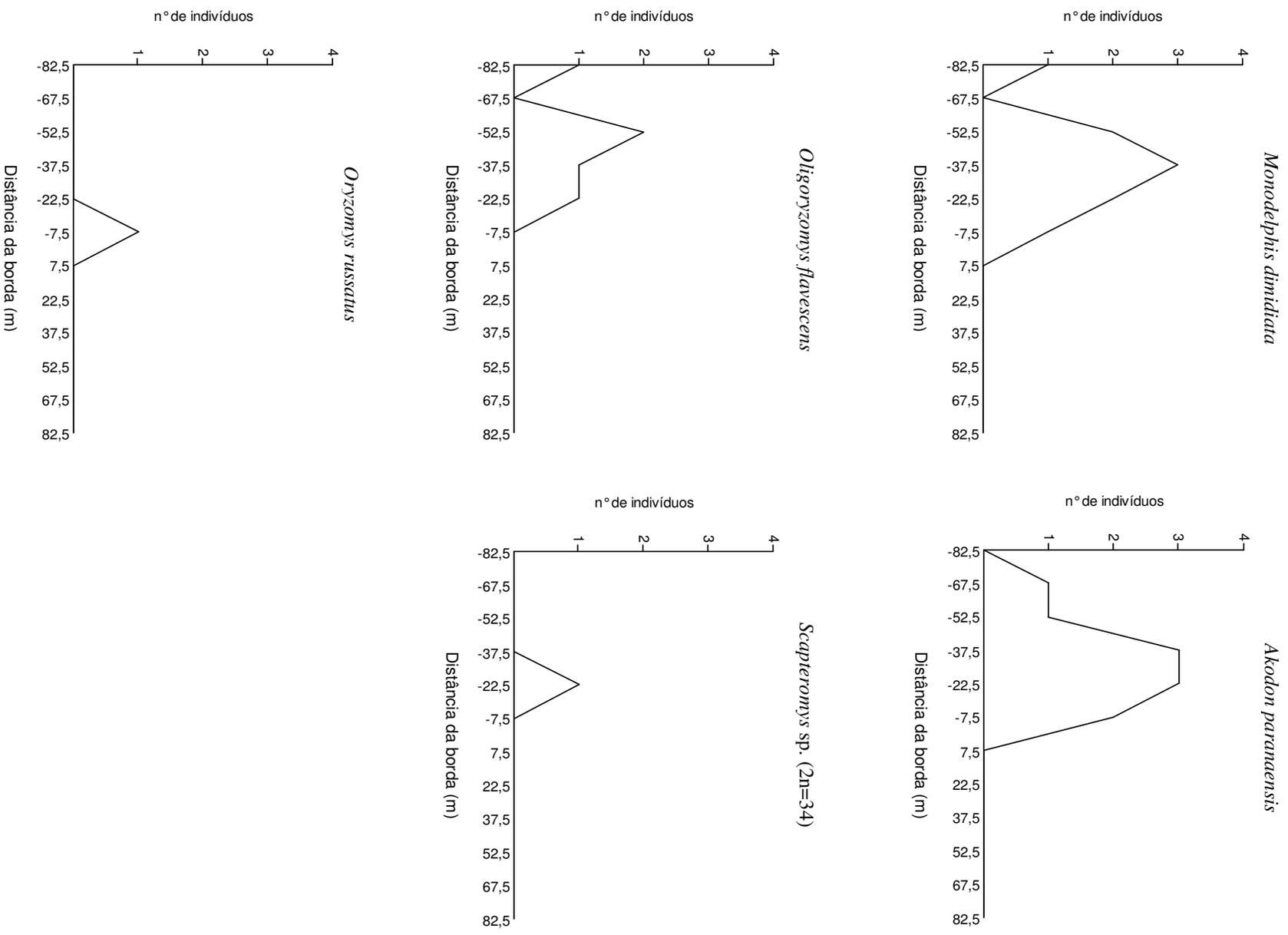
Na área de transição campo-floresta contínua com Araucária foram registradas 13 espécies (todas citadas anteriormente, exceto *P. frenatus*). O esforço efetivo foi de 1336 armadilhas-24h, com 387 capturas de 157 indivíduos (sucesso de 28,97%). A área de campo apresentou maior riqueza e abundância de indivíduos (115 indivíduos de 11 espécies), quando comparada com a área de floresta contínua com Araucária (51 indivíduos de seis espécies).

Sete espécies foram capturadas exclusivamente no campo, sendo que as cinco mais abundantes apresentaram um padrão de decréscimo no número de indivíduos capturados nos postos de captura mais próximos da borda com a floresta. Nenhuma espécie relativamente abundante foi capturada apenas na área de floresta. Apesar de capturados em ambos os

hábitats, *A. montensis*, *D. dorsalis* e *T. nigrita* mostraram-se mais abundantes na floresta, com a última aumentando apreciavelmente a sua presença à medida que os postos de captura estivessem mais distantes da borda. Já *Oligoryzomys nigripes* esteve presente ao longo de todo gradiente, predominando, porém, em área de campo próxima da borda com a floresta (figura 2).



contin. Fig. 2.



contin. Fig. 2.

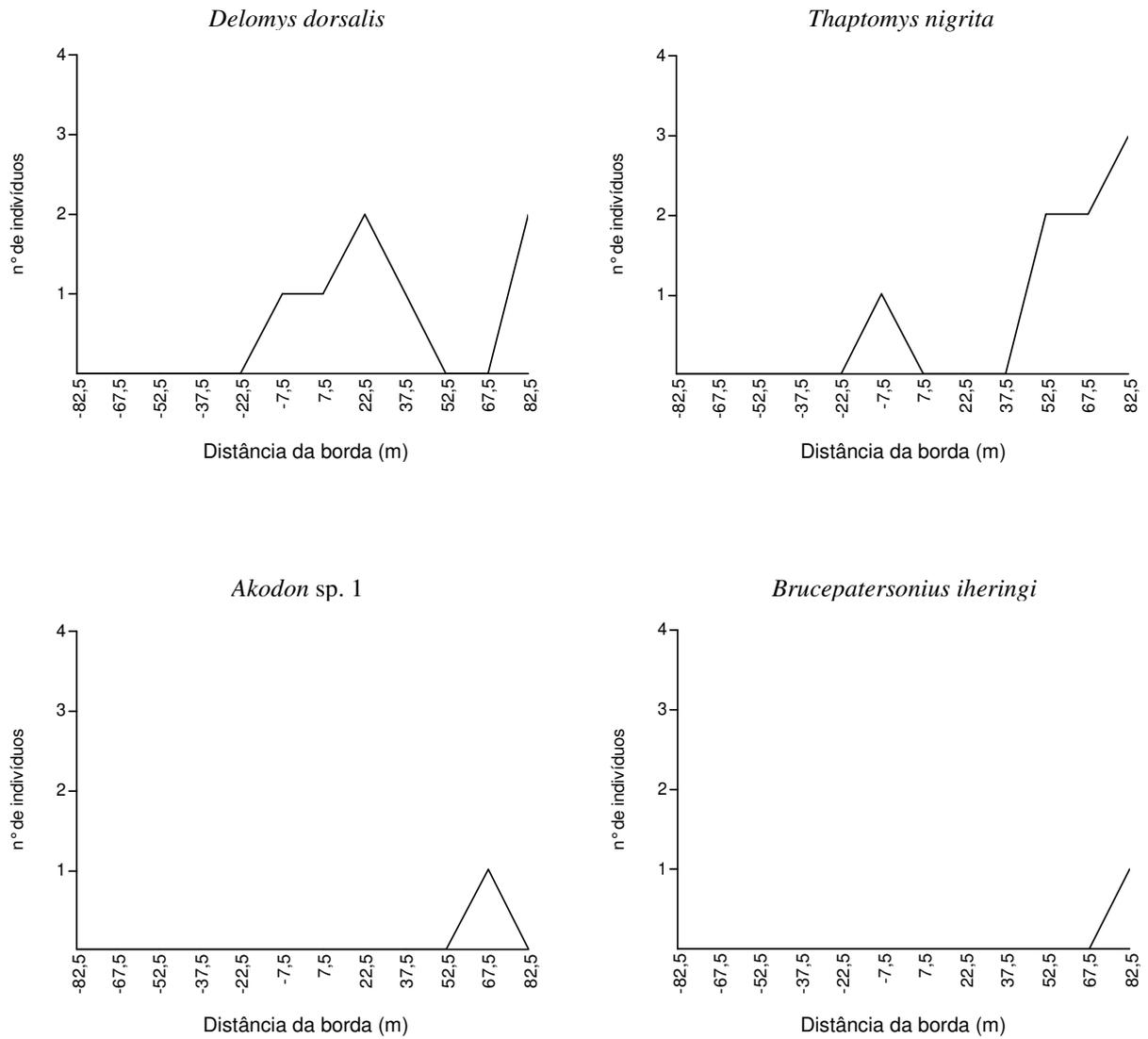


Figura 2. Número de indivíduos capturados por espécie em área protegida de transição campo-floresta contínua com Araucária do sul do Brasil, em 2004 (os valores negativos de distância da borda referem-se aos postos de captura do campo, e os positivos, aos de floresta; esforço de 1336 armadilhas-24h).

A análise de coordenadas principais (PCoA) com distância de corda entre unidades amostrais apresentou apenas o eixo horizontal relativamente estável ($P=0,117$), com a aparente formação de um gradiente, com as unidades amostrais de campo alinhados à esquerda da origem do eixo, as unidades de borda dispersas próximas à origem e as unidades de floresta agrupadas à direita da origem (figura 3). A formação de três grupos nítidos de unidades amostrais ($P=0,129$) foi detectada pela análise de agrupamentos e apontada no diagrama de ordenação da figura 3. O grupo 1 contém unidades amostrais de campo, o grupo 2 algumas unidades de borda e o grupo 3 reúne unidades amostrais de floresta. As espécies mais correlacionadas com o eixo horizontal foram *Oxymycterus nasutus* ($r=-0,938$), *Akodon* sp. 2 ($r=-0,726$) e *M. dimidiata* ($r=-0,681$), que aumentam da direita para a esquerda no eixo, enquanto *A. montensis* ($r=0,918$), aumenta na direção oposta. Este resultado sugere a existência de três assembléias distintas ao longo do gradiente, sendo a primeira, campestre, caracterizada por *Oxymycterus nasutus*, *Akodon* sp. 2 e *M. dimidiata*; a segunda, menos clara, mas composta por unidades amostrais de borda representadas principalmente por *Oligoryzomys nigripes*; e a terceira, florestal, com marcada dominância de *A. montensis*, mas com a presença adicional de *D. dorsalis* e *T. nigrita*.

3.2. Composição da assembléia em manchas e área contínua de floresta com Araucária

Nas três manchas de floresta com Araucária foram registrados 24 indivíduos pertencentes a cinco espécies, através de 40 capturas (7,37% de sucesso), sendo que a mancha de menor área apresentou a maior abundância de indivíduos, enquanto que a mancha maior, os menores valores de riqueza, abundância e diversidade (tabela 1). A área de floresta contínua apresentou riqueza e diversidade similares às duas manchas menores e número relativo de indivíduos (ao esforço de captura) inferior à mancha menor. A espécie de maior porte registrada neste estudo, *P. frenatus*, foi capturada apenas na mancha de menor área. Não houve registro de indivíduos se deslocando de uma área de floresta para outra, ou seja, não foi encontrado um mesmo indivíduo em, pelo menos, duas áreas distintas de floresta.

Utilizando como variável quantitativa o número de indivíduos por espécie, dividido pelo esforço, em cada posto de captura, a análise multivariada via testes de aleatorização apontou diferença significativa na composição da assembléia apenas na comparação entre a maior mancha (n° 1) e a menor (n° 3) ($P=0,027$). Nos outros dois contrastes, entre as manchas 1 e 2 ($P=0,113$) e as manchas 2 e 3 ($P=0,818$), a hipótese nula (H_0) foi aceita, não sendo possível afirmar se existiu diferença significativa entre na composição das assembléias de pequenos mamíferos não-voadores entre as referidas manchas de floresta com Araucária em 2004. No entanto, a assembléia presente no conjunto das três manchas de floresta com Araucária mostrou-se significativamente diferente daquela encontrada na área de floresta contínua com Araucária ($P=0,055$).

Tabela 1. Valores de abundância e diversidade de pequenos mamíferos não-voadores em quatro áreas de floresta com Araucária protegida do sul do Brasil, em 2004.

| | Número de indivíduos | | | |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| | mancha 1 (0,24ha) | mancha 2 (0,22ha) | mancha 3 (0,15ha) | floresta contínua |
| Ordem Didelphimorphia | | | | |
| Família Didelphidae | | | | |
| <i>Philander frenatus</i> | - | - | 1 | - |
| Ordem Rodentia | | | | |
| Família Cricetidae | | | | |
| <i>Akodon montensis</i> | 2 | 3 | 5 | 26 |
| <i>Akodon</i> sp. 1 | - | - | - | 1 |
| <i>Akodon</i> sp. 2 (2n=34) | - | 1 | - | - |
| <i>Brucepatersonius iheringi</i> | - | - | - | 1 |
| <i>Delomys dorsalis</i> | - | - | - | 5 |
| <i>Oligoryzomys nigripes</i> | 3 | 3 | 4 | 13 |
| <i>Oxymycterus nasutus</i> | - | 1 | 1 | - |
| <i>Thaptomys nigrita</i> | - | - | - | 5 |
| Total | 5 | 8 | 11 | 51 |
| Índice de Shannon (H') | 0,673 | 1,255 | 1,162 | 1,301 |
| Esforço de captura (armadilhas-24h) | 235 | 175 | 133 | 704 |
| Sucesso de captura | 2,13% | 8% | 15,79% | 15,20% |
| Nº de indivíduos/ 100 armadilhas-24h | 2,13 | 4,57 | 8,27 | 7,24 |

4. Discussão

O sucesso de captura de pequenos mamíferos não-voadores verificado neste estudo pode ser considerado bastante alto se comparado com outros trabalhos realizados na região Neotropical (O'Connell, 1989; Bergallo, 1994; Medellín e Equihua, 1998; Talamoni e Dias, 1999; Kelt, 2000; Dalmagro e Vieira, 2005), motivado principalmente pela alta capturabilidade verificada nas áreas de campo. Além disso, pelo menos duas novas espécies de roedores de formações abertas encontradas neste estudo ainda não foram descritas (*Akodon* sp. 2 (2n=34) e *Scapteromys* sp. (2n=34)), sendo relativamente pouco conhecidas pelos especialistas. Outra espécie – *M. dimidiata*, um marsupial também de área aberta, apresenta poucos registros ao longo da sua distribuição geográfica e dados insuficientes para a definição da sua situação populacional no Estado do Rio Grande do Sul (Vieira e Iob, 2003). No presente estudo, entretanto, não pareceu ser uma espécie rara nas áreas de campo que, ressalta-se, estão protegidos de queima, pastejo e pisoteio por rebanhos domésticos ou qualquer outro impacto antrópico importante desde 1994, característica esta dificilmente encontrada nos campos do Estado.

É bastante razoável afirmar que a diferenciação encontrada na assembléia de pequenos mamíferos não-voadores de acordo com o tipo de hábitat se deva à maior adaptação de algumas espécies a características específicas da vegetação presentes em cada hábitat (Alho *et al.*, 1986), justificando a descontinuidade das suas distribuições no gradiente campo-floresta com Araucária. Neste mesmo contexto, de acordo com Schmid-Holmes e Drickamer (2001), diferentes espécies de pequenos mamíferos não-voadores respondem a diferentes gradientes ambientais, possivelmente baseados em requisitos ecológicos destas espécies. Este padrão de associação de algumas espécies de pequenos mamíferos não-voadores, determinados por comunidades de plantas, também é encontrado em outras regiões do Rio Grande do Sul

(Oliveira, 1990), do Brasil (Alho *et al.*, 1986; Bonvicino *et al.*, 1996; Vieira e Marinho-Filho, 1998; Talamoni e Dias, 1999) e na África (Decher e Bahian, 1999).

Mesmo que caracterizada pela presença de *Oligoryzomys nigripes*, espécie de caráter marcadamente generalista (Alho *et al.*, 1986; Bonvicino *et al.*, 2002; Dalmagro e Vieira, 2005) e que se mostrou mais abundante na área de campo, a assembléia de borda parece receber maior influência de outros elementos florestais, tornando-a mais próxima da assembléia florestal em relação à campestre. Isto se deve, provavelmente, à presença de uma formação arbustiva (composta por *Baccharis* spp. e *Calea phyllolepis*) no primeiro posto de captura do campo de cada uma das três transecções, a partir da floresta, característica esta que é comum em áreas de ecótono campo-floresta com Araucária protegidas de atividade antrópica na região (Oliveira e Pillar, 2004).

Em relação apenas às áreas de floresta com Araucária, a riqueza de espécies de pequenos mamíferos não-voadores tem variado pouco de acordo com alguns estudos realizados, utilizando metodologias semelhantes. Na Austrália, em fragmentos deste tipo de floresta foram encontradas sete espécies, enquanto seis foram registradas em áreas de floresta contínua (Bentley *et al.*, 2000). No sul do Brasil, de forma similar, têm alternado entre seis (Cademartori *et al.*, 2002, em diversos locais) e sete espécies (Dalmagro e Vieira, 2005, em uma mancha de floresta de 26ha). Mesmo com esforço e áreas de amostragem relativamente bem menores, e com capturas realizadas apenas ao nível do solo, cinco espécies foram encontradas em manchas de floresta neste estudo, e seis na área de floresta contínua.

A diferença encontrada na composição da assembléia apenas na comparação entre as manchas de maior e menor área de floresta com Araucária, com esta última apresentando maior riqueza, abundância e diversidade se comparada com a anterior, pode estar relacionada à maior proximidade da mancha menor com a área de floresta contínua (~50m), se comparada à mancha maior, que se localiza a cerca de 135m do ponto mais próximo com a floresta

contínua. Outros fatores que poderiam ter efeito sobre a assembléia, como alguns componentes de microhábitat, parecem não diferir entre as áreas amostradas, pois há uma grande semelhança florística e de estrutura da vegetação entre as manchas, que apresentam um hiato na estruturação etária, com predomínio de indivíduos ou mais antigos ou muito jovens, o que possivelmente estaria relacionado à exclusão do impacto antrópico desde 1994 (Machado, 2004). Além disso, não há aparente diferença de permeabilidade da matriz circundante a estas três manchas, já que elas se desenvolvem sobre uma mesma matriz campestre. Desta forma, supõem-se que o uso da mancha de maior área por pequenos mamíferos não-voadores pode estar abaixo da sua capacidade de suporte (como também observado por Pardini *et al.*, 2005). Já a diferença verificada entre o conjunto da assembléia das três manchas e a área de floresta contínua provavelmente esteja associada à própria presença da matriz campestre entre as manchas, e que acaba funcionando como uma barreira seletiva à dispersão de espécies capazes de colonizar e se estabelecer no ambiente florestal, filtro este que obviamente não se observa na área de floresta contínua. A própria ausência de registros de indivíduos migrantes entre as áreas de floresta com Araucária colabora com esta tese, e encontra resultados semelhantes em estudos realizados em fragmentos de floresta Atlântica, onde este fenômeno também não foi observado (Pardini *et al.*, 2005) ou registrado em baixa frequência (Pires *et al.*, 2002).

Dentre todas as espécies presentes nas áreas de floresta com Araucária, duas, *D. dorsalis* e *T. nigrita*, parecem apresentar menor perfil adaptativo para se dispersar através da matriz campestre e colonizar manchas de floresta com Araucária, se comparadas com outras, como *A. montensis*, pois ambas as espécies se encontraram bastante associadas às unidades amostrais presentes em área de floresta contínua, e ausentes nas manchas. De fato, esta constatação corrobora com aquela encontrada por Dalmagro e Vieira (2005), onde *D. dorsalis* foi a espécie que apresentou maior caráter especialista quanto ao hábitat dentre as demais em

uma floresta com Araucária localizada relativamente próxima à área deste estudo, e por Pardini *et al.* (2005), de que a redução no tamanho de fragmentos de floresta Atlântica está relacionada ao aumento na vulnerabilidade de extinção de *T. nigrita* e de outra espécie de *Delomys* (*D. sublineatus*). Entretanto, é importante salientar que também algumas espécies marcadamente campestres, como *Akodon* sp. 2, *M. dimidiata* e *Oxymycterus nasutus*, parecem vulneráveis, tanto pela ação do fogo e do pastejo (de acordo com o 2º artigo desta dissertação), como pelo avanço florestal sobre as áreas de campo protegidos do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos na região, verificado tanto nas áreas de contato campo e floresta contínua com Araucária (Oliveira e Pillar, 2004), quanto pela invasão de espécies florestais sobre a matriz campestre (Duarte *et al.*, 2006).

De forma geral, os resultados nos permitem concluir que, a partir de dados levantados ao longo do ano de 2004, em uma área protegida de ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil: (1) existem três assembléias distintas de pequenos mamíferos não-voadores, sendo uma campestre, a segunda, de borda, e a terceira, florestal; (2) a matriz campestre funciona como uma barreira seletiva para o deslocamento de pequenos mamíferos não-voadores migrantes a partir do ambiente florestal, sugerindo que a diferença encontrada entre as manchas de maior e menor área se deva à proximidade com a floresta contínua; (3) tanto as espécies florestais *D. dorsalis* e *T. nigrita*, como as campestres, *Akodon* sp. 2, *M. dimidiata* e *Oxymycterus nasutus* estiveram quase que restritas a um determinado hábitat, enquanto *Oligoryzomys nigripes* foi a espécie que apresentou o caráter mais generalista quanto ao hábitat dentre todas as demais.

Agradecimentos

Nós agradecemos à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), especialmente a Betina Blochtein e Ricardo Melo, e ao Sr. Escobar Marques, arrendatário da Fazenda Três Estrelas, pela permissão para o desenvolvimento do trabalho de campo nas áreas particulares. Agradecemos também a todos que nos auxiliaram no trabalho de campo, em especial à colega J. Cerveira. J. A. de Oliveira (MNRJ), D. Jung e A. U. Christoff (ULBRA) confirmaram a identificação das espécies e E. Giacomoni (UFRGS) auxiliou com a análise citogenética para identificação de alguns espécimes de roedores coletados. Ao IBAMA pela licença de captura e coleta concedida. G. S. Hofmann (UFRGS) e E. J. Weber (ULBRA) produziram os mapas ampliados das áreas de estudo. J. M. de Oliveira (UFRGS) colaborou com a análise quantitativa dos dados. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) concedeu bolsa de pós-graduação durante o período do estudo ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

- Alho, C. J. R.; Pereira, L. A.; Paula, A. C. 1986. Patterns of habitat utilization by small mammal populations in cerrado biome of central Brazil. **Mammalia** 50: 447-460.
- Bentley, J. M.; Catterall, C. P.; Smith, G. C. 2000. Effects of fragmentation of Araucarian Vine Forest on small mammal communities. **Conservation Biology** 14: 1075-1087.
- Bergallo, H. G. 1994. Ecology of a small mammal community in a Atlantic Forest area in southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 29: 197-217.

- Bittencourt, E. B.; Vera y Conde, C. F.; Rocha, C. F. D.; Bergallo, H. G. 1999. Activity patterns of small mammals in an Atlantic forest area of southeastern Brazil. **Ciência e Cultura** 51: 126-132.
- Bonvicino, C. R.; Cerqueira, R.; Soares, V. A. 1996. Habitat use by small mammals of upper Araguaia river. **Revista Brasileira de Biologia** 56: 761-767.
- Bonvicino, C. R.; Lindbergh, S. M.; Maroja, L. S. 2002. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Brazilian Journal of Biology** 62: 765-774.
- Bowers, M. A. 1988. Seed removal experiments on desert rodents: the microhabitat by moonlight effect. **Journal of Mammalogy** 69: 201-204.
- Brasil. 1969. **Normais Climatológicas – São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (1931-1960)**. Ministério da Agricultura, Escritório de Meteorologia, Rio de Janeiro.
- Brown, J. S.; Kotler, B. P.; Smith, R. J.; Wirtz II, W. O. 1988. The effects of owl predation on the foraging behavior of heteromyid rodents. **Oecologia** 76: 408-415.
- Cademartori, C. V.; Marques, R. V.; Pacheco, S. M.; Baptista, L. R. M.; Garcia, M. 2002. Roedores ocorrentes em floresta ombrófila mista (São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul) e a caracterização de seu hábitat. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS** 15: 61-86.
- Castro, E. B. V.; Fernandez, F. A. S. 2004. Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments in Brazil. **Biological Conservation** 119: 73-80.
- Cox, M. P.; Dickman, C. R.; Hunter, J. 2004. Effects of rainforest fragmentation on non-flying mammals of the Eastern Dorrigo Plateau, Australia. **Biological Conservation** 115: 175-189.

- Dalmagro, A. D.; Vieira, E. M. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. **Austral Ecology** 30: 353-362.
- Decher, J.; Bahian, L. K. 1999. Diversity and structure of terrestrial small mammal communities in different vegetation types on the Accra Plains of Ghana. **Journal of Zoology (London)** 247: 395-408.
- Duarte, L. S.; Santos, M. M. G.; Hartz, S. M.; Pillar, V. D. 2006. The role of nurse plants on *Araucaria* forest expansion over grassland in South Brazil. **Austral Ecology** 31: 520-528.
- Ecke, F.; Löfgren, O.; Sörlin, D. 2002. Population dynamics of small mammals in relation to forest age and structural habitat factors in northern Sweden. **Journal of Applied Ecology** 39: 781-792.
- Gascon, C.; Lovejoy, T. E.; Bierregard Jr., R. O.; Malcolm, J. R.; Stouffer, P. C.; Vasconcelos, H. L.; Laurance, W. F.; Zimmerman, B.; Tocher, M.; Borges, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation** 91: 223-229.
- Gower, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. **Biometrika** 53: 325-338.
- Kaufman, D. W.; Kaufman, G. A. 1982. Effect of moonlight on activity and microhabitat use by Ord's kangaroo rat (*Dipodomys ordii*). **Journal of Mammalogy** 63: 309-312.
- Kelt, D. A. 2000. Small mammal communities in rainforest fragments in Central Southern Chile. **Biological Conservation** 92: 345-358.
- Klein, R. M. 1975. Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. **Boletim Paranaense de Geociências** 33: 67-88.
- Köppen, W. 1948. **Climatología: con un estudio de los climas de la tierra**, 1^a edición. Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México.

- Kotler, B. P. 1984. Risk of predation and the structure of desert rodent communities. **Ecology** 65: 689-701.
- Laurance, W. F. 1991. Ecological correlates of extinction proneness in Australian tropical rain forest mammals. **Conservation Biology** 5: 79-89.
- Laurance, W. F. 1994. Rainforest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland. **Biological Conservation** 69: 23-32.
- Lawton, J. H.; Bignell, D. E.; Bolton, B.; Bloemers, G. F.; Eggleton, P.; Hammond, P. M.; Hodda, M.; Holt, R. D.; Larsen, T. B.; Mawdsleu, N. A.; Stork, N. E.; Srivastava, D. S.; Watt, A. D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. **Nature** 391: 72-76.
- Machado, R. E. 2004. **Padrões vegetacionais em capões de floresta com Araucária no planalto nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Malcolm, J. R.; Ray, J. C. 2000. Influence of timber extraction routes on central african small-mammal communities, forest structure, and tree diversity. **Conservation Biology** 14: 1623-1638.
- Medellín, R. A.; Equihua, M. 1998. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, Mexico. **Journal of Applied Ecology** 35: 13-23.
- Mengak, M. T.; Guynn Jr., D. C. 2003. Small mammal microhabitat use on young loblolly pine regeneration areas. **Forest Ecology and Management** 173: 309-317.
- Moreno, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- O'Connell, M. A. 1989. Population dynamics of neotropical small mammals in seasonal habitats. **Journal of Mammalogy** 70: 532-548.

- Oliveira, J. M.; Pillar, V. D. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and *Araucaria* forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. **Community Ecology** 5: 197-202.
- Oliveira, L. F. B. 1990. **The role of habitat structural gradients on the distribution of small rodents in the south Brazilian restinga (Mammalia, Rodentia, Cricetidae)**. PhD Thesis on Biogeography, University of Saarland, Saarbrücken.
- Pardini, R.; Souza, S. M.; Braga-Neto, R.; Metzger, J. P. 2005. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation** 124: 253-266.
- Pillar, V. D. 1998. Sampling sufficiency in ecological surveys. **Abstracta Botanica** 22: 37-48.
- Pillar, V. D. 1999a. The bootstrapped ordination reexamined. **Journal of Vegetation Science** 10: 895-902.
- Pillar, V. D. 1999b. How sharp are classifications? **Ecology** 80: 2508-2516.
- Pillar, V. D. 2005. **MULTIV versão 2.3.17: aplicativo para análise multivariada, testes de aleatorização e auto-reamostragem**. Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.
- Pillar, V. D.; Orlóci, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. **Journal of Vegetation Science** 7: 585-592.
- Pillar, V. D.; Quadros, F. L. F. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses** 12: 119-126.
- Pinheiro, E. S. 2003. **Avaliação de imagens QuickBird na análise geográfica de um setor da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

- Pires, A. S.; Lira, P. K.; Fernandez, F. A. S.; Schittini, G. M.; Oliveira, L. C. 2002. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. **Biological Conservation** 108: 229-237.
- Price, M. V.; Waser, N. M.; Bass, T. A. 1984. Effects of moonlight on microhabitat use by desert rodents. **Journal of Mammalogy** 65: 353-356.
- Rambo, B. 1956. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**, 2^a edição. Livraria Selbach, Porto Alegre.
- Schmid-Holmes, S.; Drickamer, L. C. 2001. Impact of forest patch characteristics on small mammal communities: a multivariate approach. **Biological Conservation** 99: 293-305.
- Stevens, S. M.; Husband, T. P. 1998. The influence of edge on small mammals: evidence from Brazilian Atlantic forest fragments. **Biological Conservation** 85: 1-8.
- Talamoni, S. A.; Dias, M. M. 1999. Population and community ecology of small mammals in southeastern Brazil. **Mammalia** 63: 167-181.
- Teixeira, M. B.; Coura Neto, A. B. 1986. Vegetação. In **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**, ed. IBGE, pp. 541-632. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Vieira, E.; Iob, G. 2003. Marsupiais. In Fontana, C. S.; Bencke, G. A.; Reis, R. E. (Orgs.), **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**, pp. 481-486. EDIPUCRS, Porto Alegre.
- Vieira, E. M.; Marinho-Filho, J. 1998. Pre and post fire habitat utilization by rodents of Cerrado from central Brazil. **Biotropica** 30: 491-496.
- Ward, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of American Statistical Association** 58: 236-244.

Waters, J. R.; Zabel, C. J. 1998. Abundances of small mammals in fir forests in northeastern California. **Journal of Mammalogy** 79: 1244-1253.

Zar, J. H. 1996. **Bioestatistical analisis**, 3rd edition. Prentice Hall, Englewood Cliff (NJ).

ARTIGO 2

INFLUÊNCIA DO FOGO E DO PASTEJO POR REBANHOS DOMÉSTICOS SOBRE A ASSEMBLÉIA DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO-VOADORES EM ÁREAS DE ECÓTONO CAMPO-FLORESTA COM ARAUCÁRIA NO SUL DO BRASIL.

Ezequiel Pedó^{1,2,4}, Thales R. O. de Freitas^{1,3} e Sandra M. Hartz^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 15007, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

² Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 15007, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 15053, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴ Endereço eletrônico: ezequiel.pedo@gmail.com

Resumo

O pastejo e o fogo, utilizado para queima e conseqüente renovação das pastagens, são atividades que costumam ocorrer de forma associada no manejo de rebanhos domésticos. Ambos modificam o hábitat onde ocorrem, principalmente a estrutura da vegetação herbácea e arbustiva, diminuindo a sua biomassa e a cobertura de serrapilheira. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos sobre a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil, comparando áreas freqüentemente afetadas por estes impactos com áreas

protegidas. Foram realizados quatro períodos de amostragem, uma a cada estação do ano de 2004, totalizando um esforço efetivo de 5254 armadilhas-24h, onde foram capturados 325 indivíduos pertencentes a 13 espécies de roedores e duas de marsupiais. A assembléia de pequenos mamíferos não-voadores se mostrou significativamente diferente entre as áreas, tanto para os dados de abundância de indivíduos como para os de biomassa ($P=0,001$). Riqueza, abundância de indivíduos, biomassa e diversidade foram maiores na área protegida. Espécies essencialmente campestres não foram encontradas na área impactada. Existem evidências de que o manejo com rebanhos domésticos de ungulados afeta negativamente a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de campo e floresta com Araucária no sul do Brasil.

Palavras-chave: pequenos mamíferos não-voadores, fogo, pastejo por rebanhos domésticos, ecótono campo-floresta com Araucária, sul do Brasil.

Abstract

Livestock grazing and fire, used to burn and to renew the pastures, are activities that occurred in an associated way. Both modify the habitat, mainly on the structure of the herbaceous and shrub vegetation, reducing its biomass and litter covering. The objective of this study was to evaluate the influence of fire and livestock grazing on the small non-flying mammals' assemblage in areas of grassland-Araucaria forest ecotone in southern Brazil, comparing areas frequently affected by these impacts with protected ones. Four sampling periods were accomplished, one in each season of the year 2004, totalizing an effective effort of 5,254 traps-24h, where 325 individuals belonging to 13 species of rodents and two of

marsupials were captured. The small non-flying mammals' assemblage was significantly different among the areas, for the data of abundance as well as for the one of biomass ($P=0.001$). Richness, abundance, biomass and diversity were larger in the protected area. Grassland species were not found in the impacted area. There are evidences that the management with domestic ungulates affects negatively the small non-flying mammals' assemblage in grassland and Araucaria forest areas in southern Brazil.

Keywords: small non-flying mammals, fire, livestock grazing, grassland-Araucaria forest ecotone, southern Brazil.

1. Introdução

A presença de grandes herbívoros na paisagem tem apresentado significativo impacto sobre a vegetação e o solo, reduzindo a cobertura do sub-bosque e a camada de serrapilheira, e compactando o solo, o que possivelmente modificaria o ciclo de nutrientes e o fluxo de energia no ecossistema (Frank e Evans, 1997; Frank e Groffman, 1998; Moser e Witmer, 2000). Enquanto o pastejo parece não afetar significativamente as espécies de aves, a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores, que possui maior restrição de mobilidade, apresenta menor riqueza, abundância e diversidade quando comparada com áreas não-pastejadas do noroeste dos Estados Unidos (Moser e Witmer, 2000). E espécies de pequenos mamíferos não-voadores de hábitos menos flexíveis (especialistas) tendem a ser mais afetadas do que aquelas mais generalistas (Nupp e Swihart, 2000). A perda de hábitat é considerada a maior ameaça à conservação da biodiversidade em ecossistemas terrestres no mundo (Brooks

et al., 2002), e a extinção em áreas campestres afeta negativamente a estabilidade e produtividade do ecossistema (Tilman e Downing, 1994; Tilman *et al.*, 1996).

A floresta com Araucária (Floresta Ombrófila Mista, *sensu* Teixeira e Coura Neto (1986)), definida fisionomicamente pela dominância de *Araucaria angustifolia*, faz parte do domínio da floresta Atlântica brasileira, que é considerada um dos cinco “hotspots” de biodiversidade no mundo e um dos ecossistemas mais ameaçados, restando apenas 7,5% de sua cobertura original (Myers *et al.*, 2000). Estendendo-se pelos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, a floresta com Araucária cobria originalmente cerca de 200.000 km² (Carvalho, 1994). No Rio Grande do Sul, dos cerca de 50.000 km² originais, restaram, no ano de 1983, apenas 1.866,58 km² de superfície coberta por florestas com Araucária. Em 2001, considerando-se os estágios iniciais, médios e avançados de sucessão, ocupava uma área de 9.195,65 km² (919.565 ha), o que então representava 3,25% da superfície do Estado e 18,64% da área total coberta por florestas naturais. Estes dados indicam que houve um aumento de 7.329,07 km² nos últimos 18 anos, mas com redução de todos os parâmetros biométricos (volume comercial, n°. médio de árvores/ha e área basal) de *Araucaria angustifolia*, revelando a intensa exploração dos indivíduos adultos desta espécie (Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Universidade Federal de Santa Maria, 2001).

Apesar disso, o avanço da floresta com Araucária sobre o ambiente campestre, que se iniciou há cerca de 1200 anos na região (Behling *et al.*, 2004), tem sido retido pela queima periódica dos campos para renovação das pastagens destinadas à criação de rebanhos domesticados de grandes herbívoros, prática que é comum no sul do Brasil (Oliveira e Pillar, 2004). O fogo é um impacto bastante significativo e modifica radicalmente a dinâmica do ambiente em que ocorre, removendo praticamente toda a biomassa vegetal do solo e criando um sistema de “feedback” positivo de intensidade e suscetibilidade ao fogo (Cochrane e

Schulze, 1999; Cochrane *et al.*, 1999). Este distúrbio causa uma mudança repentina, porém de relativa curta duração, na dinâmica das populações de pequenos mamíferos não-voadores (Ojeda, 1989; Fa e Sanchez-Cordero, 1993), onde apenas algumas espécies são favorecidas (Price e Waser, 1984; Vieira e Marinho-Filho, 1998; Vieira, 1999; Simon *et al.*, 2002; Figueiredo e Fernandez, 2004). Aparentemente, o fogo não causa significativa mortalidade direta sobre estes animais, obrigando-os a migrarem para outras áreas (Vieira e Marinho-Filho, 1998) ou a se refugiarem em tocas subterrâneas, onde o fogo não os alcança (Simons, 1991).

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da degradação do hábitat pelo fogo e pelo pastejo sobre a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores em áreas de ecótono campo-floresta com Araucária no sul do Brasil, comparando uma área afetada pela queima periódica dos campos e pelo pastejo de rebanhos domesticados de grandes herbívoros (bovinos e suínos) manejados extensivamente, e outra, controle, excluída destes impactos desde 1994.

2. Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido durante o ano de 2004, no município de São Francisco de Paula, região nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil (figura 1). Segundo Teixeira e Coura Neto (1986), a região apresenta três tipos fitoecológicos: a savana gramíneo-lenhosa (campos) e a floresta ombrófila mista (floresta com Araucária) nas porções mais elevadas e de relevo mais suave, e a floresta ombrófila densa (floresta atlântica) nas escarpas íngrimes da encosta.

O clima da região é temperado, do tipo “Cfb”, segundo a classificação de Köppen (1948). Este tipo climático se caracteriza pela precipitação bem distribuída ao longo do ano, em seus valores médios, e pela temperatura média do mês mais quente do verão, inferior a 22°C. Ocorrem, em média, geadas em 21 a 26 dias por ano e precipitações de neve ocasionais de curta duração nos meses de junho, julho e agosto (Moreno, 1961). De acordo com dados coletados da estação meteorológica de São Francisco de Paula (29°20’S e 50°31’W, 912m) entre os anos de 1931 e 1960, a precipitação média anual foi de 2252mm e a temperatura média, 14,5°C (média das máximas, 20,3°C, e média das mínimas, 9,9°C), atingindo até 34°C em dezembro e -6,5°C em julho. Há excedente hídrico elevado ao longo de todo ano (Brasil, 1969). Densos nevoeiros e chuvas orográficas são bastante frequentes na região.

Para a amostragem foram escolhidas oito áreas – situadas entre as latitudes 29°27’58’’ e 29°29’17’’ S, e longitudes 50°12’0’’ e 50°13’26’’ W – quatro das quais localizadas em área controle sem pastejo por rebanhos domésticos e queima dos campos desde 1994 (Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata, ~2500ha de área) e outras quatro em uma fazenda com manejo extensivo de rebanhos bovino e suíno e queima periódica dos campos, a cada 1 ou 2 anos (Fazenda Três Estrelas, ~500ha de área). Tanto no CPCN Pró-Mata quanto

na Fazenda Três Estrelas, das quatro áreas de amostragem de cada propriedade, uma era de transição campo-floresta contínua com Araucária e a as outras três de transição campo-mancha de floresta com Araucária. As três manchas de floresta do CPCN Pró-Mata apresentavam área de 0,15, 0,22 e 0,24ha, enquanto que na Fazenda Três Estrelas elas possuíam 0,12, 0,22 e 0,36ha. Em ambas as propriedades houve corte seletivo de árvores nativas para beneficiamento da madeira, mas esta atividade não ocorre há pelo menos 20 anos. Em Oliveira e Pillar (2004) consta uma caracterização detalhada da fisionomia da vegetação, porém apenas da área protegida dos distúrbios (CPCN Pró-Mata).

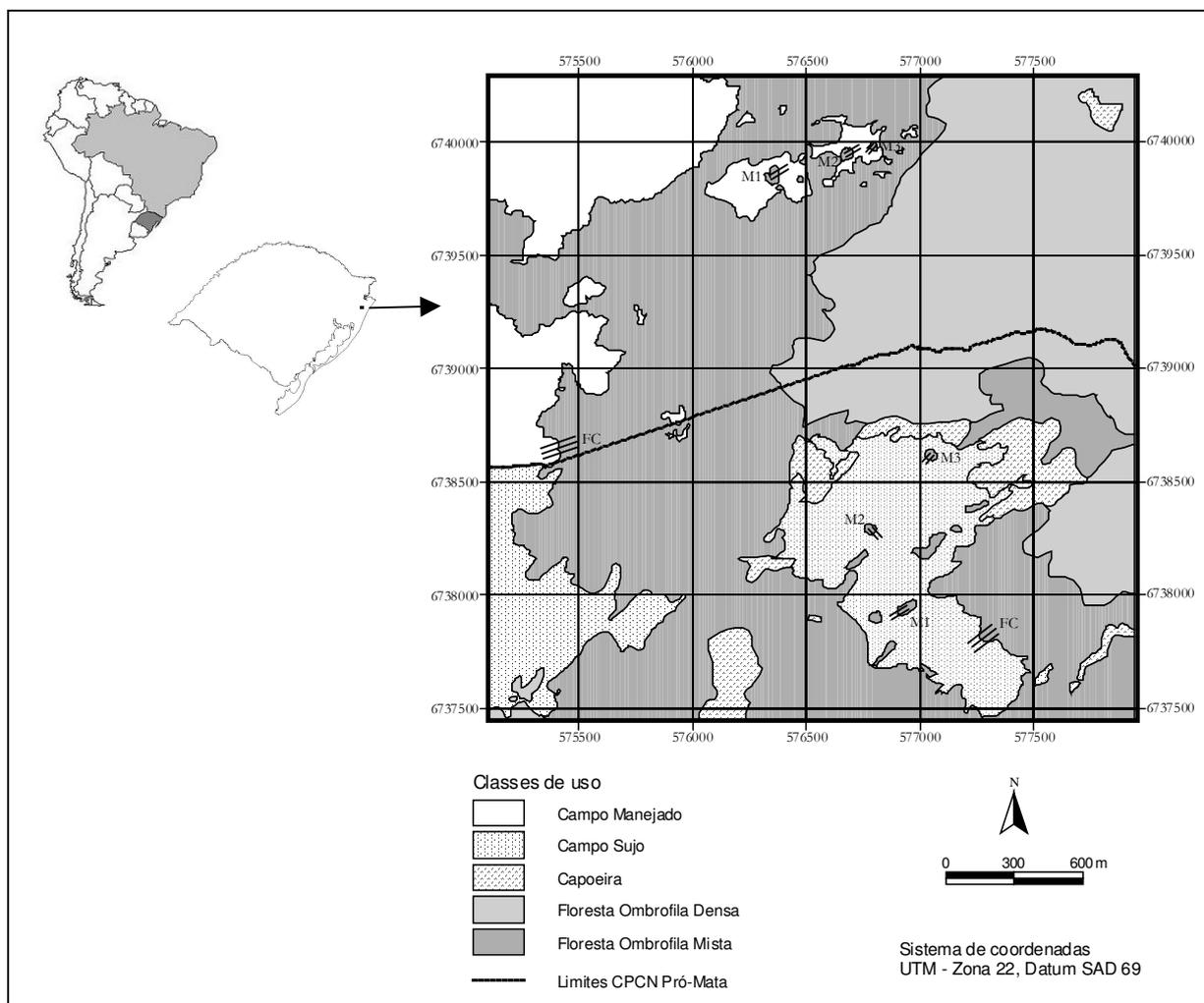


Figura 1. Localização da área de estudo (mapa de uso e cobertura do solo adaptado de Pinheiro (2003), através do programa computacional ArcView GIS 3.2) (abreviaturas das áreas amostradas: FC – transecções em área de transição campo-floresta contínua; M1 –

transecções em área de transição campo-mancha de floresta 1; M2 – transecções em área de transição campo-mancha de floresta 2 e M3 – transecções em área de transição campo-mancha de floresta 3). A área impactada (Fazenda Três Estrelas) está localizada ao norte e a área protegida (CPCN Pró-Mata) ao sul do divisor indicado no mapa.

2.2 Procedimentos de amostragem

A assembléia de pequenos mamíferos não-voadores foi amostrada em quatro campanhas, uma para cada estação do ano de 2004. As campanhas foram realizadas sempre no mesmo período lunar e de menor luminosidade, já que noites de alta luminosidade determinam redução e/ou mudança nos padrões de atividade, o que é interpretado como uma resposta ao risco de predação (Kaufman e Kaufman, 1982; Kotler, 1984; Price *et al.*, 1984; Bowers, 1988; Brown *et al.*, 1988; Bittencourt *et al.*, 1999). Cada campanha teve um esforço de captura de 14 períodos de 24h (exceto a de inverno, que teve apenas três), sendo os primeiros sete consecutivos nas duas áreas de transição campo-floresta contínua com Araucária, e os outros sete, também consecutivos, nas seis áreas de transição campo-mancha de floresta com Araucária. Para cada período de revisão de 24h, foram utilizadas 144 armadilhas (do tipo gaiola, 30x14x14cm), sendo dispostas duas por posto de captura, ao nível do solo. Cada posto ficava distante 15m do posto vizinho, sendo a metade deles localizados no campo e a outra metade dentro da floresta com Araucária, em transecções contínuas. Metade das armadilhas foi direcionada para amostragem na área excluída de pastejo e fogo e a outra metade para a área impactada, sempre de forma simultânea. Assim, tanto a área impactada como a não impactada tiveram um esforço de captura total de 3240 armadilhas-24h, totalizando 6480 armadilhas-24h. Cada armadilha foi iscada com milho e uma mistura composta por farinha de trigo, paçoca de amendoim e peixe.

Em cada uma das áreas de transição campo-floresta contínua com Araucária foram dispostas três transecções, cada uma com 12 postos de captura (totalizando 36 postos). Já nas

áreas de transição campo-mancha de floresta com Araucária, apenas duas transecções de mesmo tamanho foram colocadas e, de acordo com a área de mancha de floresta, eram compostas de quatro, seis ou oito postos. É importante ressaltar que as seis manchas de floresta com Araucária foram escolhidas de acordo com a similaridade de área entre as encontradas sob queima e pastejo e as excluídas deste impacto.

Os indivíduos capturados foram identificados, marcados através de perfuração (ões) na (s) orelha (s), medidos (comprimentos do corpo e da cauda), pesados, sexados e classificados quanto ao estado reprodutivo (neste caso, apenas os roedores). Para cada espécie capturada foi coletado, pelo menos, um indivíduo testemunho, tombado nas coleções mastozoológicas do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Estado do Rio Grande do Sul (MCT-PUCRS) e do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ).

2.3. Análise de dados

A assembléia de pequenos mamíferos não-voadores nas duas áreas foi comparada de acordo com dois descritores – abundância (nº de indivíduos) e biomassa (em gramas), ambos por espécie – que foram analisados separadamente. Cada matriz de dados foi composta de um índice gerado pela divisão do número de indivíduos por espécie pelo esforço de armadilhas nas quatro campanhas de amostragem, em cada unidade amostral (posto de captura). Para comparar a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores nas áreas sob diferentes manejos, medidas de semelhança e análises de variância (MANOVA) através de testes de aleatorização (teste de hipóteses não-paramétrico) foram aplicados para explorar a variação nos dados, como proposto por Pillar e Orlóci (1996), utilizando um programa computacional de análise quantitativa de dados multivariados – MULTIV versão 2.3.17 (Pillar, 2005). Esta análise de variância envolve a partição da variação total em “entre grupos” e “dentro de

grupos” (Pillar e Orlóci, 1996). O objetivo deste particionamento foi avaliar a magnitude de variação “entre grupos” e se os grupos diferem ou não, através da probabilidade (P) obtida com o teste de aleatorização. A partição foi realizada através da soma de quadrados das distâncias euclidianas entre as unidades amostrais. O teste de aleatorização gera uma probabilidade (P) ($Qb^o \geq Qb$, onde a soma de quadrados aleatória é maior ou igual que a soma de quadrados observada), e a hipótese nula (H_0) é rejeitada quando P é menor ou igual a α (0,1). A hipótese nula (H_0) é aceita quando não é possível afirmar se existe diferença significativa na assembléia de pequenos mamíferos não-voadores entre a área protegida e a área impactada pelo fogo e pastejo de rebanhos domésticos no ano de 2004 em ecótonos de campo-floresta com Araucária no sul do Brasil. Para testar a hipótese, foram aplicadas 1000 iterações.

Como o esforço de armadilhas por unidade amostral não foi o mesmo ao longo do ano em razão de desarmes ocasionados por intempéries, gado bovino e predadores (principalmente o graxaim-do-mato – *Cerdocyon thous*), foi calculado o número médio de indivíduos por armadilha-24h em cada unidade amostral para comparar as duas áreas, com uma probabilidade (P) gerada da mesma forma como anteriormente descrito. O mesmo foi realizado para os dados de biomassa; porém, em virtude da impossibilidade de medição da massa corporal de todos os indivíduos – como daqueles que foram predados nas armadilhas, quando restou apenas o crânio para a identificação – o esforço de amostragem para estes dados foi menor. Adicionalmente, foram calculados os índices de diversidade de Shannon (Zar, 1996) e o sucesso de captura de cada área.

3. Resultados

Durante o período do estudo foi realizado um esforço de captura efetivo total de 5254 armadilhas-24h, tendo sido realizadas 718 capturas de 325 indivíduos pertencentes a 15 espécies de pequenos mamíferos não-voadores, sendo 13 de roedores sigmodontíneos (*Akodon montensis*, *Akodon paranaensis*, *Akodon* sp. 1, *Akodon* sp. 2 (2n=34), *Brucepatersonius iheringi*, *Delomys dorsalis*, *Oligoryzomys flavescens*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oryzomys angouya*, *Oryzomys russatus*, *Oxymycterus nasutus*, *Scapteromys* sp. (2n=34) e *Thaptomys nigrita*) e duas de marsupiais (*Monodelphis dimidiata* e *Philander frenatus*). Destas, duas são espécies de roedores reconhecidamente novas e não descritas pela ciência (*Akodon* sp. 2 (2n=34) e *Scapteromys* sp. (2n=34)) e outra, *Akodon* sp. 1, não apresentou características morfológicas relacionadas a espécies conhecidas ou formalmente descritas, mas em razão da captura de apenas um indivíduo, não foi possível afirmar se é uma espécie ainda não conhecida deste gênero, mas seguramente diferente das demais deste estudo.

Apenas quatro espécies foram capturadas na área sob a ação de fogo e pastejo por rebanhos domésticos, enquanto que na área protegida foram capturadas 14 espécies, incluindo três espécies da área impactada, à exceção de *O. angouya*, que foi capturada uma única vez nesta última área. O número de indivíduos capturados na área protegida foi mais de quatro vezes maior do que aquele encontrado na área impactada, o índice de diversidade de Shannon foi cerca de duas vezes maior e o sucesso de captura, mais de cinco vezes maior (tabela 1).

Tabela 1. Valores de abundância e diversidade de pequenos mamíferos não-voadores em áreas protegidas e impactadas pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos em ecótonos de campo-floresta com Araucária no sul do Brasil, em 2004.

| | Número de indivíduos | | Número de indivíduos/ 100 armadilhas-24h | |
|----------------------------------|----------------------|----------------|---|----------------|
| | Área protegida | Área impactada | Área protegida | Área impactada |
| Ordem Didelphimorphia | | | | |
| Família Didelphidae | | | | |
| <i>Monodelphis dimidiata</i> | 10 | - | 0,43 | - |
| <i>Philander frenatus</i> | 1 | - | 0,04 | - |
| Ordem Rodentia | | | | |
| Família Cricetidae | | | | |
| <i>Akodon montensis</i> | 46 | 15 | 1,98 | 0,51 |
| <i>Akodon paranaensis</i> | 6 | - | 0,26 | - |
| <i>Akodon</i> sp. 1 | 1 | - | 0,04 | - |
| <i>Akodon</i> sp. 2 (2n=34) | 43 | - | 1,85 | - |
| <i>Brucepatersonius iheringi</i> | 2 | - | 0,09 | - |
| <i>Delomys dorsalis</i> | 6 | 3 | 0,26 | 0,1 |
| <i>Oligoryzomys flavescens</i> | 3 | - | 0,13 | - |
| <i>Oligoryzomys nigripes</i> | 51 | 43 | 2,19 | 1,47 |
| <i>Oryzomys angouya</i> | - | 1 | - | 0,03 |
| <i>Oryzomys russatus</i> | 1 | - | 0,04 | - |
| <i>Oxymycterus nasutus</i> | 87 | - | 3,74 | - |
| <i>Scapteromys</i> sp. (2n=34) | 1 | - | 0,04 | - |
| <i>Thaptomys nigrita</i> | 5 | - | 0,21 | - |
| Total | 263 | 62 | 11,3 | 2,12 |
| Índice de Shannon (H') | 1,83 | 0,81 | | |
| Sucesso de captura | 25,1% | 4,58% | | |

Esforço de captura – Área protegida: 2327 armadilhas-24h

Área impactada: 2927 armadilhas-24h

O número médio de indivíduos por unidade amostral ao longo do ano de 2004 na área protegida foi de 6,75 enquanto que na área impactada este valor foi de apenas 1,37, sendo que não houve captura de quaisquer indivíduos em mais da metade das unidades amostrais (37, das quais 34 estavam presentes no campo) desta última área (figura 2).

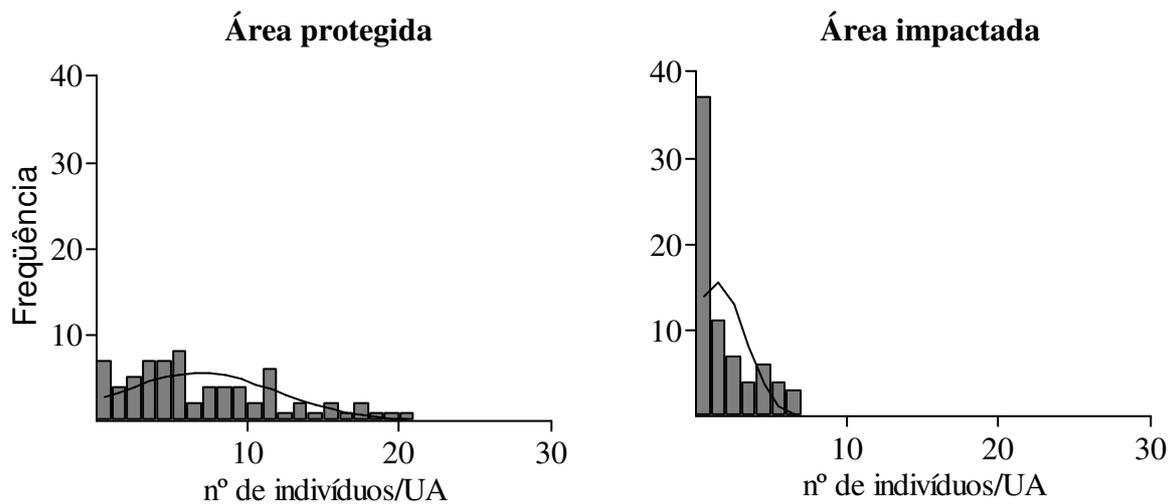


Figura 2. Frequência do número de indivíduos de pequenos mamíferos não-voadores por unidade amostral em áreas protegidas e impactadas pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos em ecótonos de campo-floresta com Araucária no sul do Brasil, em 2004 (144 unidades amostrais, metade para cada área). A linha representa a curva normal.

Foi encontrado padrão similar a aquele relacionado na figura anterior, havendo um número médio de indivíduos por armadilha-24h em cada unidade amostral 6,5 vezes maior na área protegida ($P=0,001$) (figura 3). Replicando a mesma análise para os dados de biomassa, a biomassa média por armadilha-24h em cada unidade amostral foi 9,6 vezes maior na área protegida ($P=0,001$) (figura 4).

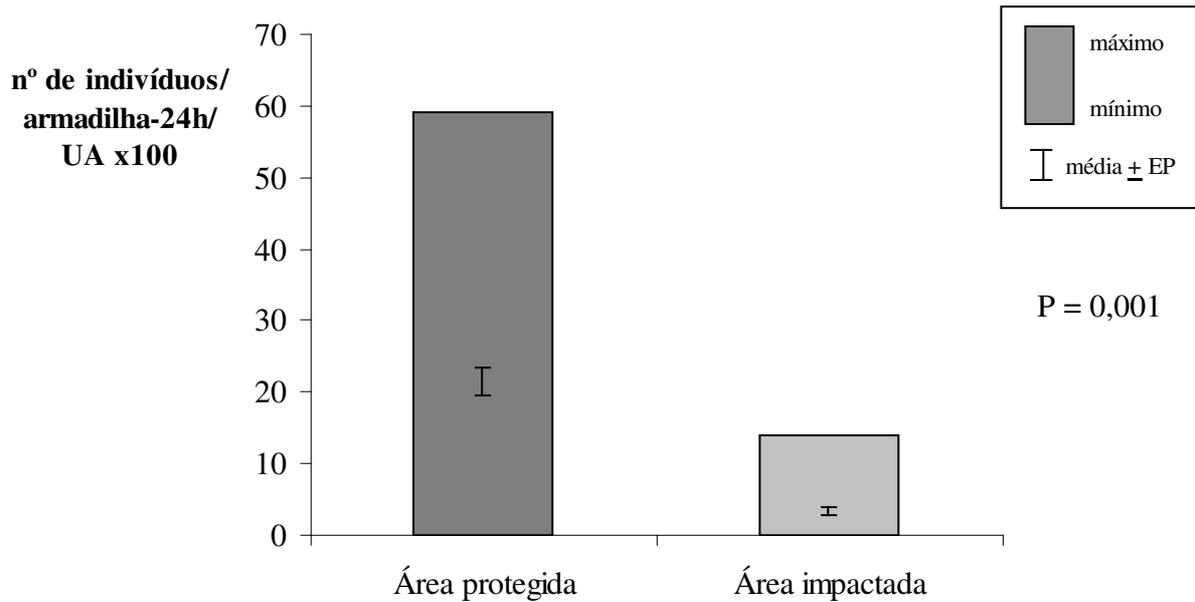


Figura 3. Distribuição dos valores de número de indivíduos por armadilha-24h em cada unidade amostral (x100) em áreas protegidas e impactadas pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos em ecótonos de campo-floresta com Araucária no sul do Brasil, em 2004 (esforço de 2327 armadilhas-24h na área protegida e 2927 armadilhas-24h na área impactada em 72 unidades amostrais por área).

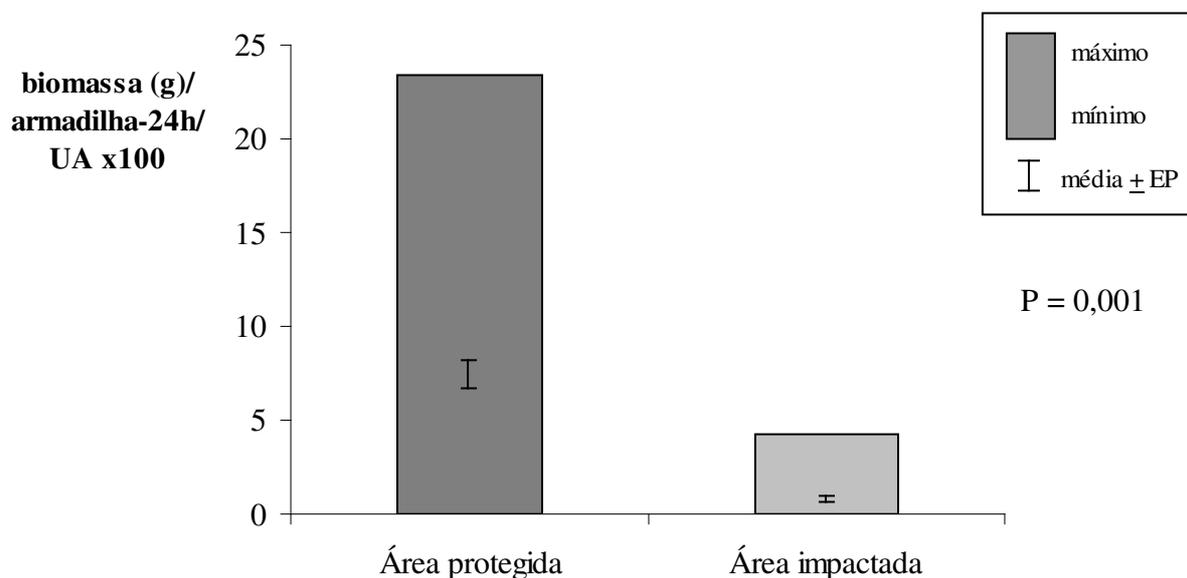


Figura 4. Distribuição dos valores de biomassa média (g) por armadilha-24h em cada unidade amostral (x100) em áreas protegidas e impactadas pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos em ecótonos de campo-floresta com Araucária no sul do Brasil, em 2004 (esforço de 2314 armadilhas-24h na área protegida e 2921 armadilhas-24h na área impactada em 72 unidades amostrais por área).

A análise multivariada dos dados via testes de aleatorização apontou que a composição da assembléia de pequenos mamíferos não-voadores se mostrou significativamente diferente entre as duas áreas sob diferente manejo (rejeitando H_0), seja através dos dados de abundância de indivíduos por espécie ($P=0,001$) ou biomassa por espécie ($P=0,001$), excluindo-se outros fatores que poderiam interferir no resultado da análise, como o tipo de hábitat em que ocorrem (campo ou floresta) e a distância da borda. Como o teste indicou interação significativa dos fatores “tipo de hábitat” ($P=0,001$, tanto para abundância como para biomassa) e “distância da borda” ($P=0,051$ para os dados de abundância e $P=0,019$ para os de biomassa) sobre o fator de interesse – “manejo”, ou seja, o tipo de hábitat e a distância de borda interferem na probabilidade do teste de aleatorização entre as áreas sob diferentes manejos, cada tipo de hábitat, descrito pela abundância e biomassa de cada espécie, foi comparado separadamente, de acordo com o manejo. Excluindo o efeito do fator “distância da borda”, houve diferença significativa entre a área protegida e a área impactada no hábitat campestre ($P=0,001$, tanto para abundância como para biomassa) e no hábitat florestal ($P=0,001$ para os dados de abundância e $P=0,003$ para os de biomassa).

O hábitat campestre apresentou maior riqueza (12 espécies, enquanto que na floresta foram registradas 10) e diversidade (índice de Shannon – 1,626 e 1,255, respectivamente) de pequenos mamíferos não-voadores. Entretanto, apenas dois indivíduos de *Oligoryzomys nigripes* foram capturados em áreas de campo sob a ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos (figura 5). No hábitat florestal esta mesma espécie foi cerca de 80% mais abundante na área impactada que na área protegida (figura 6). A diferença na riqueza de espécies e abundância total de indivíduos continuou alta, mas foi menor entre as duas áreas neste hábitat.

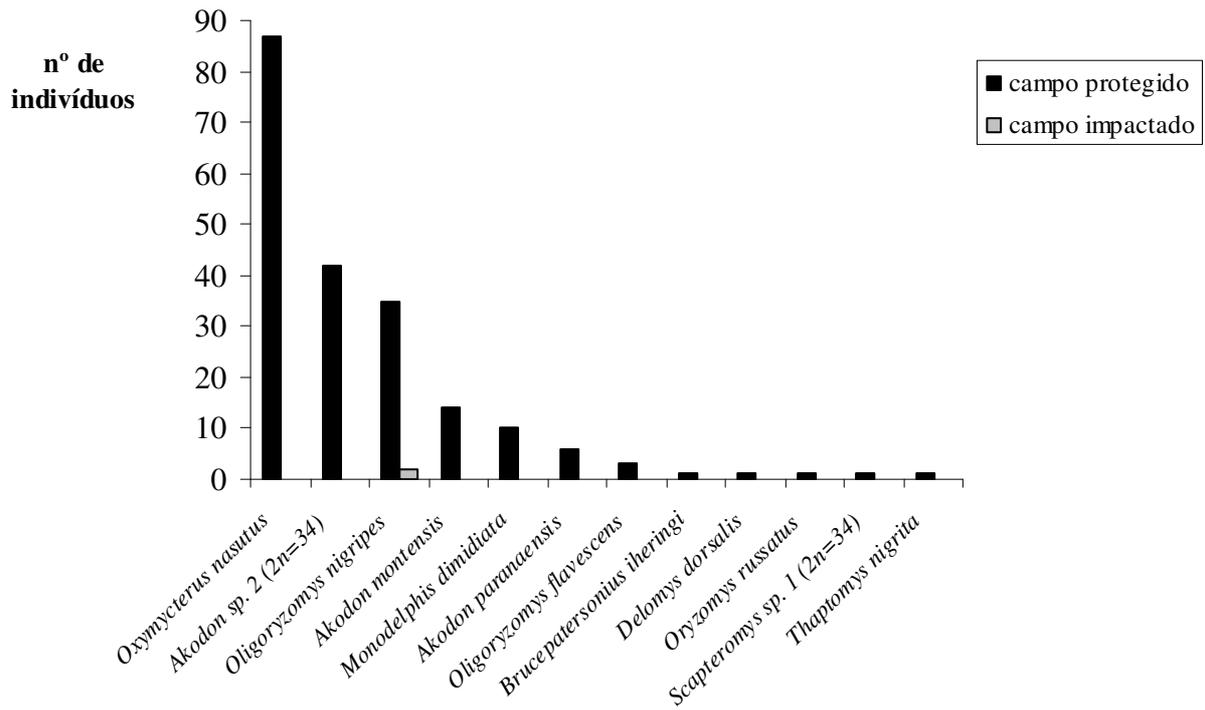


Figura 5. Número total de indivíduos capturados em áreas de campo protegido e impactado pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos no sul do Brasil, em 2004 (esforço de 1080 armadilhas-24h em campo protegido e 1409 armadilhas-24h em campo impactado).

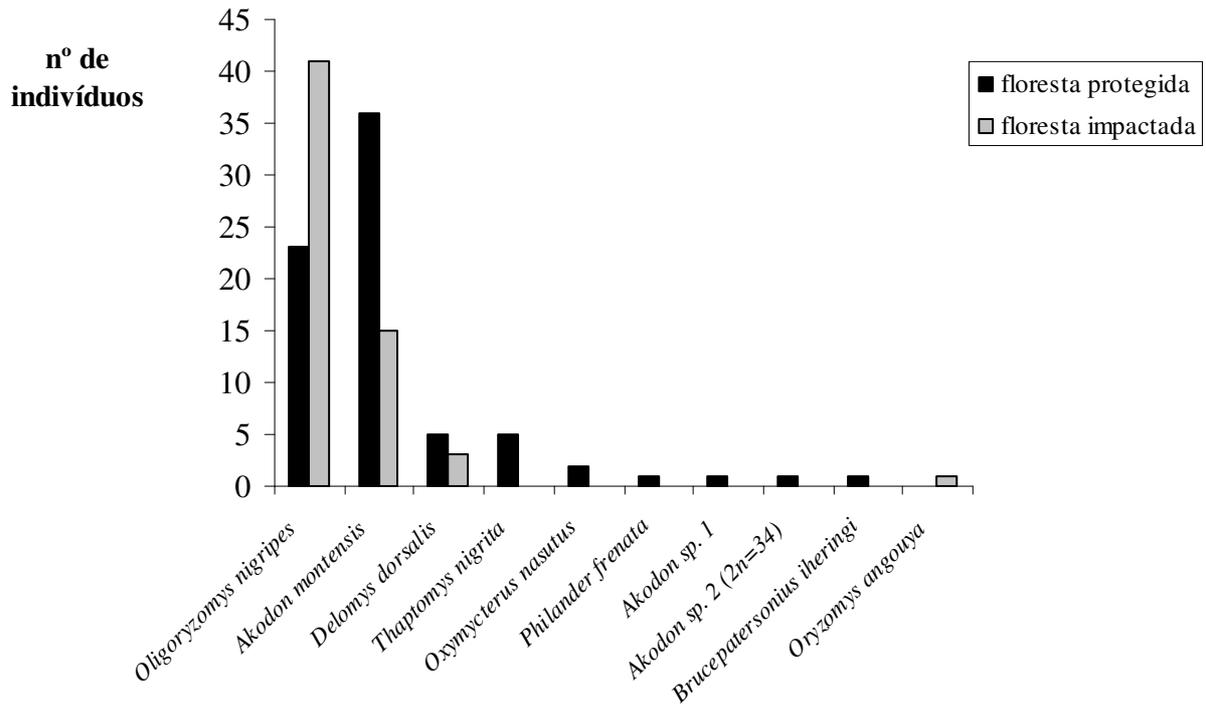


Figura 6. Número total de indivíduos capturados em áreas de floresta protegida e impactada pela ação do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos no sul do Brasil, em 2004 (esforço de 1247 armadilhas-24h em floresta protegida e 1518 armadilhas-24h em floresta impactada).

4. Discussão

O estudo do efeito de distúrbios como as queimadas e o pastejo por rebanhos domésticos sobre espécies de pequenos mamíferos não-voadores têm contemplado diversos biomas ao redor do mundo, principalmente em experimentos com fogo. Porém, estes efeitos ainda não haviam sido pesquisados em áreas ecotonais de campo-floresta com Araucária. Além disso, aqui foi utilizado um delineamento amostral relativamente diferente daqueles encontrados em outros estudos, que normalmente comparam a assembléia de pequenos mamíferos não-voadores antes e depois do distúrbio, com o acompanhamento da evolução do processo de recolonização da área impactada (como em Simons, 1991; Fa e Sanchez-Cordero, 1993; Vieira e Marinho-Filho, 1998; Vieira, 1999; e Figueiredo e Fernandez, 2004, por exemplo). Os resultados apresentados neste estudo indicam que áreas de ecótono campo-floresta com Araucária sob a ação freqüente do fogo e do pastejo por rebanhos domésticos apresentam menor riqueza, abundância, diversidade e biomassa de pequenos mamíferos não-voadores quando comparadas com áreas de mesma formação vegetal, onde estes dois impactos foram excluídos há dez anos.

As áreas de campo são atingidas de forma direta por este tipo de manejo, enquanto que a floresta normalmente sofre com os efeitos indiretos destes impactos. Este padrão se refletiu nos resultados de captura de pequenos mamíferos não-voadores, com a ausência de espécies essencialmente campestres, como *M. dimidiata*, *Akodon* sp. 2 (2n=34) e *Oxymycterus nasutus*, que se apresentaram relativamente abundantes no campo protegido, mas não foram encontradas na área impactada. Apenas dois indivíduos de *Oligoryzomys nigripes*, espécie mais abundante deste estudo e menos exigente quanto ao grau de conservação do hábitat (Bonvicino *et al.*, 2002), foram encontrados em área de campo freqüentemente queimado e pastejado por rebanhos domésticos, corroborando ainda mais com o fato desta espécie utilizar

ambientes perturbados. Mesmo não tendo sido avaliada, a redução da disponibilidade de abrigo – o que aumenta o risco de predação – e alimento nas áreas de campo que são freqüentemente queimadas e pastejadas parecem ser os principais fatores para a quase ausência de indivíduos que utilizam o hábitat campestre.

Diversos estudos apontam drásticos decréscimos populacionais de pequenos mamíferos não-voadores imediatamente após um evento de queima (Fa e Sanchez-Cordero, 1993), com recuperação relativamente mais rápida naqueles sítios onde as queimadas são freqüentes (Simons, 1991; Vieira, 1999) e a presença de espécies oportunistas já a partir do segundo mês da ocorrência do distúrbio (Cook Jr., 1959; Beck e Vogl, 1972; Ojeda, 1989; Fa e Sanchez-Cordero, 1993; Vieira e Marinho-Filho, 1998; Vieira, 1999; Simon *et al.*, 2002; Figueiredo e Fernandez, 2004), indicando que as populações destes locais se encontram melhor adaptadas a estas condições, se comparadas com aquelas onde o fogo não é um evento comum. Entretanto, este estudo não encontrou qualquer espécie de pequeno mamífero não-voador capaz de colonizar ou repovoar as áreas de campo sob a ação freqüente do fogo (a cada 1 ou 2 anos) e do pastejo por rebanhos domésticos, mesmo tendo sido amostradas até cerca de 18 meses desde o último evento de queima destes locais.

Já entre as áreas de floresta avaliadas, uma espécie apenas – *Oligoryzomys nigripes* – mostrou-se relativamente mais abundante nas áreas de floresta impactada do que nas áreas de floresta protegida, ressaltando o seu caráter oportunista. Este dado é corroborado por Dalmagro e Vieira (2005), que conduziram o estudo em área de floresta com Araucária, indicando que este roedor se encontra associado a locais com baixa densidade de árvores e de cobertura de copa, perfil este associado a florestas com baixo recrutamento de árvores, que no caso deste estudo parece ocorrer em virtude do impacto do pastejo e pisoteio por rebanhos domésticos.

Aparentemente, os resultados apresentados neste estudo diferem daqueles apresentados por Caro (2001), que em uma região dominada por florestas decíduas secas da Tanzânia, encontrou maior riqueza e abundância de pequenos mamíferos não-voadores em áreas perturbadas por agricultura e pecuária do que em um parque nacional adjacente, protegido de qualquer ação antrópica. Porém, fatores importantes como a maior disponibilidade de alimento (nas áreas cultivadas), o menor risco de predação e competição com ungulados encontrados nas áreas fora do parque foram apontados como os prováveis responsáveis por este resultado. De fato, no que diz respeito a esta questão, estes fatores também parecem reger a dinâmica das espécies deste grupo, já que no presente estudo os maiores valores de riqueza, abundância, diversidade e biomassa foram encontrados em áreas protegidas, que apresentam maior cobertura e biomassa dos estratos herbáceo e arbustivo, reconhecida fonte de alimento e abrigo contra predadores e intempéries, e menor competição com ungulados, proporcionados pela ausência de rebanhos domésticos no local.

Agradecimentos

Nós agradecemos à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), especialmente a Betina Blochtein e Ricardo Melo, e ao Sr. Escobar Marques, arrendatário da Fazenda Três Estrelas, pela permissão para o desenvolvimento do trabalho de campo nas áreas particulares. Agradecemos também a todos que nos auxiliaram no trabalho de campo, em especial à colega J. Cerveira. J. A. de Oliveira (MNRJ), D. Jung e A. U. Christoff (ULBRA) confirmaram a identificação das espécies e E. Giacomoni (UFRGS) auxiliou com a análise citogenética para identificação de alguns espécimes de roedores coletados. Ao IBAMA pela licença de captura e coleta concedida. G. S. Hofmann (UFRGS) e E. J. Weber (ULBRA) produziram os mapas ampliados das áreas de estudo. J. M. de Oliveira (UFRGS) colaborou com a análise quantitativa dos dados. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) concedeu bolsa de pós-graduação durante o período do estudo ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

- Beck, A. M.; Vogl, R. J. 1972. The effects of spring burning on rodent populations in a brush prairie savanna. **Journal of Mammalogy** 53: 336-346.
- Behling, H.; Pillar, V. D.; Orlóci, L.; Bauermann, S. G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 203: 277-297.

- Bittencourt, E. B.; Vera y Conde, C. F.; Rocha, C. F. D.; Bergallo, H. G. 1999. Activity patterns of small mammals in an Atlantic forest area of southeastern Brazil. **Ciência e Cultura** 51: 126-132.
- Bonvicino, C. R.; Lindbergh, S. M.; Maroja, L. S. 2002. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Brazilian Journal of Biology** 62: 765-774.
- Bowers, M. A. 1988. Seed removal experiments on desert rodents: the microhabitat by moonlight effect. **Journal of Mammalogy** 69: 201-204.
- Brasil. 1969. **Normais Climatológicas – São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (1931-1960)**. Ministério da Agricultura, Escritório de Meteorologia, Rio de Janeiro.
- Brooks, T. M.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Rylands, A. B.; Konstant, W. R.; Flick, P.; Pilgrim, J.; Oldfield, S.; Magin, G.; Hilton-Taylor, C. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology** 16: 909-923.
- Brown, J. S.; Kotler, B. P.; Smith, R. J.; Wirtz II, W. O. 1988. The effects of owl predation on the foraging behavior of heteromyid rodents. **Oecologia** 76: 408-415.
- Caro, T. M. 2001. Species richness and abundance of small mammals inside and outside an African national park. **Biological Conservation** 98: 251-257.
- Carvalho, P. E. R. 1994. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Centro Nacional de Pesquisas Florestais, Brasília.
- Cochrane, M. A.; Schulze, M. D. 1999. Fire as a recurrent event in tropical forests of the Eastern Amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition. **Biotropica** 31: 2-16.

- Cochrane, M. A.; Alencar, A.; Schulze, M. D.; Souza, C. M.; Nepstad, D. C.; Lefebvre, P.; Davidson, E. A. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. **Science** 284: 1832-1835.
- Cook Jr., S. F. 1959. The effects of fire on a population of small rodents. **Ecology** 40: 102-108.
- Dalmagro, A. D.; Vieira, E. M. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. **Austral Ecology** 30: 353-362.
- Fa, J. E.; Sanchez-Cordero, V. 1993. Small mammal responses to fire in a Mexican high-altitude grassland. **Journal of Zoology (London)** 230: 343-347.
- Figueiredo, M. S. L.; Fernandez, F. A. S. 2004. Contrasting effects of fire on populations of two small rodent species in fragments of Atlantic Forest in Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 20: 225-228.
- Frank, D. A.; Evans, R. D. 1997. Effects of native grazers on grassland N cycling in Yellowstone National Park. **Ecology** 78: 2238-2248.
- Frank, D. A.; Groffman, P. M. 1998. Ungulate versus landscape control of soil C and N processes in grasslands of Yellowstone National Park. **Ecology** 79: 2229-2241.
- Kaufman, D. W.; Kaufman, G. A. 1982. Effect of moonlight on activity and microhabitat use by Ord's kangaroo rat (*Dipodomys ordii*). **Journal of Mammalogy** 63: 309-312.
- Köppen, W. 1948. **Climatología: con un estudio de los climas de la tierra**, 1^a edición. Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México.
- Kotler, B. P. 1984. Risk of predation and the structure of desert rodent communities. **Ecology** 65: 689-701.
- Moreno, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- Moser, B. W.; Witmer, G. W. 2000. The effects of elk and cattle foraging on the vegetation, birds, and small mammals of the Bridge Creek Wildlife Area, Oregon. **International Biodeterioration and Biodegradation** 45: 151-157.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.
- Nupp, T. E.; Swihart, R. K. 2000. Landscape-level correlates of small mammal assemblages in forest fragments of farmland. **Journal of Mammalogy** 81: 512-526.
- Ojeda, R. A. 1989. Small mammals responses to fire in the Monte Desert, Argentina. **Journal of Mammalogy** 70, 416-420.
- Oliveira, J. M.; Pillar, V. D. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and *Araucaria* forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. **Community Ecology** 5: 197-202.
- Pillar, V. D. 2005. **MULTIV versão 2.3.17: aplicativo para análise multivariada, testes de aleatorização e auto-reamostragem**. Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.
- Pillar, V. D.; Orłóci, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. **Journal of Vegetation Science** 7: 585-592.
- Pinheiro, E. S. 2003. **Avaliação de imagens QuickBird na análise geográfica de um setor da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- Price, M. V.; Waser, N. M. 1984. On the relative abundance of species: postfire changes in a coastal sage scrub rodent community. **Ecology** 65: 1161-1169.
- Price, M. V.; Waser, N. M.; Bass, T. A. 1984. Effects of moonlight on microhabitat use by desert rodents. **Journal of Mammalogy** 65: 353-356.

- Secretaria Estadual do Meio Ambiente; Universidade Federal de Santa Maria. 2001. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Endereço eletrônico: <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>. (consultado em 27/11/03).
- Simon, N. P. P.; Stratton, C. B.; Forbes, G. J.; Schwab, F. E. 2002. Similarity of small mammal abundance in post-fire and clearcut forests. **Forest Ecology and Management** 165: 163-172.
- Simons, L. H. 1991. Rodent dynamics in relation to fire in the Sonoran desert. **Journal of Mammalogy** 72: 518-524.
- Teixeira, M. B.; Coura Neto, A. B. 1986. Vegetação. In **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**, ed. IBGE, pp. 541-632. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Tilman, D.; Downing, J. A. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. **Nature** 367: 363-365.
- Tilman, D.; Wedin, D.; Knops, J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature** 379: 718-720.
- Vieira, E. M. 1999. Small mammal communities and fire in the Brazilian Cerrado. **Journal of Zoology (London)** 249: 75-81.
- Vieira, E. M.; Marinho-Filho, J. 1998. Pre and post fire habitat utilization by rodents of Cerrado from central Brazil. **Biotropica** 30: 491-496.
- Zar, J. H. 1996. **Bioestatistical analysis**, 3rd edition. Prentice Hall, Englewood Cliff (NJ).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas de ecótono campo-floresta com Araucária, protegidas da ação antrópica, localizadas na região dos Campos de Cima da Serra, Estado do Rio Grande do Sul, evidenciaram a existência de três assembléias distintas de pequenos mamíferos não-voadores no nível do solo, sendo uma campestre, a segunda, de borda, e a terceira, florestal. Portanto, é possível afirmar que o macrohábitat define a formação destes agrupamentos, porém, com uma gradual diferenciação da assembléia ao longo do gradiente. Além disso, o tamanho das manchas de floresta com Araucária que se desenvolvem na matriz campestre não parece ser um fator mais importante do que a proximidade destas manchas com áreas de floresta contínua para a composição da assembléia de pequenos mamíferos não-voadores, já que a mancha de menor área, mesmo mais de um terço menor, apresentou maior riqueza, abundância e diversidade que a mancha de maior área, estando relativamente mais próxima da floresta contínua. Desta forma, depreende-se que nestas condições a matriz campestre funciona como uma barreira seletiva para o deslocamento de indivíduos migrantes de espécies associadas ao ambiente florestal, limitando, por exemplo, a presença de *Delomys dorsalis* e *Thaptomys nigrita* às áreas de floresta contínua (ou no máximo até os primeiros metros de campo protegido adjacente a estas áreas, no caso de *D. dorsalis*).

Verificou-se que a degradação dos habitats em áreas perturbadas continuamente por fogo, herbivoria e pisoteio, distúrbios estes associados ao manejo extensivo de rebanhos domésticos, atividade largamente empregada nesta região, afetam negativamente a composição da assembléia de pequenos mamíferos não-voadores devido à redução da qualidade do seu habitat, sendo o ambiente campestre relativamente mais impactado que o florestal. Espécies relativamente abundantes e encontradas quase que exclusivamente no

ambiente campestre, como *Monodelphis dimidiata*, *Akodon* sp. 2 (2n=34) e *Oxymycterus nasutus*, estiveram ausentes nas áreas sob distúrbio. No entanto, uma espécie em particular – *Oligoryzomys nigripes* – parece se favorecer da presença deste impacto nas áreas de floresta, estando relativamente mais abundante nestas áreas do que nas florestas protegidas. Associando-se a isso o fato de ser a única espécie presente em todas as áreas e habitats amostrados, conclui-se que *O. nigripes* apresenta o caráter mais generalista de habitat dentre as demais espécies.

É importante lembrar que o registro de, pelo menos, duas novas espécies ainda não descritas pela ciência (*Akodon* sp. 2 (2n=34) e *Scapteromys* sp. (2n=34)), sendo ambas ligadas ao ambiente campestre, reforça a carência de estudos com este grupo na região. Por isso, é fundamental a realização de novas pesquisas com o intuito de revelar padrões de estruturação da assembléia de acordo com as características de microhabitat, em vários estratos da floresta, e em um maior número e extensão de áreas de ecótono campo-floresta com Araucária, avaliando também a possibilidade de que algumas espécies escansoriais estejam sendo deslocadas para os estratos superiores da floresta em virtude do distúrbio causado pela presença de rebanhos domésticos. E por fim, ressalta-se a premente necessidade de alteração do manejo tradicional de rebanhos domésticos, principalmente através da exclusão do uso do fogo nos campos e restrição da utilização das áreas de floresta pelos rebanhos domésticos para que o impacto deste tipo de atividade seja minimizado sobre a fauna de pequenos mamíferos não-voadores nestes locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alho, C. J. R.; Pereira, L. A.; Paula, A. C. 1986. Patterns of habitat utilization by small mammal populations in cerrado biome of central Brazil. **Mammalia** 50: 447-460.
- Beck, A. M.; Vogl, R. J. 1972. The effects of spring burning on rodent populations in a brush prairie savanna. **Journal of Mammalogy** 53: 336-346.
- Behling, H.; Pillar, V. D.; Orlóci, L.; Bauermann, S. G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 203: 277-297.
- Bentley, J. M.; Catterall, C. P.; Smith, G. C. 2000. Effects of fragmentation of Araucarian Vine Forest on small mammal communities. **Conservation Biology** 14: 1075-1087.
- Bergallo, H. G. 1994. Ecology of a small mammal community in a Atlantic Forest area in southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 29: 197-217.
- Bisbal, F. J. 1986. Food habits of some neotropical carnivores in Venezuela (Mammalia, Carnivora). **Mammalia** 50: 329-339.
- Bittencourt, E. B.; Vera y Conde, C. F.; Rocha, C. F. D.; Bergallo, H. G. 1999. Activity patterns of small mammals in an Atlantic forest area of southeastern Brazil. **Ciência e Cultura** 51: 126-132.
- Bonvicino, C. R.; Cerqueira, R.; Soares, V. A. 1996. Habitat use by small mammals of upper Araguaia river. **Revista Brasileira de Biologia** 56: 761-767.
- Bonvicino, C. R.; Lindbergh, S. M.; Maroja, L. S. 2002. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Brazilian Journal of Biology** 62: 765-774.

- Bowers, M. A. 1988. Seed removal experiments on desert rodents: the microhabitat by moonlight effect. **Journal of Mammalogy** 69: 201-204.
- Brasil. 1969. **Normais Climatológicas – São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (1931-1960)**. Ministério da Agricultura, Escritório de Meteorologia, Rio de Janeiro.
- Brewer, S. W.; Rejmánek, M. 1999. Small rodents as significant dispersers of tree seeds in a Neotropical forest. **Journal of Vegetation Science** 10: 165-174.
- Briani, D. C.; Vieira, E. M. 2002. Técnicas de amostragem para pequenos mamíferos. Instituto de Biologia da Conservação, Campinas.
- Brooks, T. M.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Rylands, A. B.; Konstant, W. R.; Flick, P.; Pilgrim, J.; Oldfield, S.; Magin, G.; Hilton-Taylor, C. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology** 16: 909-923.
- Brown, J. S.; Kotler, B. P.; Smith, R. J.; Wirtz II, W. O. 1988. The effects of owl predation on the foraging behavior of heteromyid rodents. **Oecologia** 76: 408-415.
- Cademartori, C. V.; Marques, R. V.; Pacheco, S. M.; Baptista, L. R. M.; Garcia, M. 2002. Roedores ocorrentes em floresta ombrófila mista (São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul) e a caracterização de seu hábitat. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS** 15: 61-86.
- Caro, T. M. 2001. Species richness and abundance of small mammals inside and outside an African national park. **Biological Conservation** 98: 251-257.
- Carvalho, P. E. R. 1994. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Centro Nacional de Pesquisas Florestais, Brasília.

- Castro, E. B. V.; Fernandez, F. A. S. 2004. Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments in Brazil. **Biological Conservation** 119: 73-80.
- Christoff, A. U. 2003. Roedores e Lagomorfos. In Fontana, C. S.; Bencke, G. A.; Reis, R. E. (Orgs.), **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**, pp. 567-571. EDIPUCRS, Porto Alegre.
- Cochrane, M. A.; Schulze, M. D. 1999. Fire as a recurrent event in tropical forests of the Eastern Amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition. **Biotropica** 31: 2-16.
- Cochrane, M. A.; Alencar, A.; Schulze, M. D.; Souza, C. M.; Nepstad, D. C.; Lefebvre, P.; Davidson, E. A. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. **Science** 284: 1832-1835.
- Cook Jr., S. F. 1959. The effects of fire on a population of small rodents. **Ecology** 40: 102-108.
- Cox, M. P.; Dickman, C. R.; Hunter, J. 2004. Effects of rainforest fragmentation on non-flying mammals of the Eastern Dorrigo Plateau, Australia. **Biological Conservation** 115: 175-189.
- Dalmagro, A. D.; Vieira, E. M. 2005. Patterns of habitat utilization of small rodents in an area of Araucaria forest in Southern Brazil. **Austral Ecology** 30: 353-362.
- Decher, J.; Bahian, L. K. 1999. Diversity and structure of terrestrial small mammal communities in different vegetation types on the Accra Plains of Ghana. **Journal of Zoology (London)** 247: 395-408.
- Duarte, L. S.; Santos, M. M. G.; Hartz, S. M.; Pillar, V. D. 2006. The role of nurse plants on *Araucaria* forest expansion over grassland in South Brazil. **Austral Ecology** 31: 520-528.

- Ecke, F.; Löfgren, O.; Sörlin, D. 2002. Population dynamics of small mammals in relation to forest age and structural habitat factors in northern Sweden. **Journal of Applied Ecology** 39: 781-792.
- Fa, J. E.; Sanchez-Cordero, V. 1993. Small mammal responses to fire in a Mexican high-altitude grassland. **Journal of Zoology (London)** 230: 343-347.
- Facure, K. G.; Giaretta, A. A. 1996. Food habits of carnivores in a coastal Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Mammalia** 60: 499-502.
- Figueiredo, M. S. L.; Fernandez, F. A. S. 2004. Contrasting effects of fire on populations of two small rodent species in fragments of Atlantic Forest in Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 20: 225-228.
- Frank, D. A.; Evans, R. D. 1997. Effects of native grazers on grassland N cycling in Yellowstone National Park. **Ecology** 78: 2238-2248.
- Frank, D. A.; Groffman, P. M. 1998. Ungulate versus landscape control of soil C and N processes in grasslands of Yellowstone National Park. **Ecology** 79: 2229-2241.
- Gascon, C.; Lovejoy, T. E.; Bierregard Jr., R. O.; Malcolm, J. R.; Stouffer, P. C.; Vasconcelos, H. L.; Laurance, W. F.; Zimmerman, B.; Tocher, M.; Borges, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation** 91: 223-229.
- Gower, J. C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. **Biometrika** 53: 325-338.
- Jaksic, F. M.; Jiménez, J. E.; Castro, S. A.; Feinsinger, P. 1992. Numerical and functional response of predators to a long-term decline in mammalian prey at a semi-arid Neotropical site. **Oecologia** 89: 90-101.
- Kaufman, D. W.; Kaufman, G. A. 1982. Effect of moonlight on activity and microhabitat use by Ord's kangaroo rat (*Dipodomys ordii*). **Journal of Mammalogy** 63: 309-312.

- Kelt, D. A. 2000. Small mammal communities in rainforest fragments in Central Southern Chile. **Biological Conservation** 92: 345-358.
- Klein, R. M. 1975. Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. **Boletim Paranaense de Geociências** 33: 67-88.
- Köppen, W. 1948. **Climatología: con un estudio de los climas de la tierra**, 1^a edición. Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México.
- Kotler, B. P. 1984. Risk of predation and the structure of desert rodent communities. **Ecology** 65: 689-701.
- Laurance, W. F. 1991. Ecological correlates of extinction proneness in Australian tropical rain forest mammals. **Conservation Biology** 5: 79-89.
- Laurance, W. F. 1994. Rainforest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland. **Biological Conservation** 69: 23-32.
- Lawton, J. H.; Bignell, D. E.; Bolton, B.; Bloemers, G. F.; Eggleton, P.; Hammond, P. M.; Hodda, M.; Holt, R. D.; Larsen, T. B.; Mawdsleu, N. A.; Stork, N. E.; Srivastava, D. S.; Watt, A. D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. **Nature** 391: 72-76.
- Machado, R. E. 2004. **Padrões vegetacionais em capões de floresta com Araucária no planalto nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Malcolm, J. R.; Ray, J. C. 2000. Influence of timber extraction routes on central african small-mammal communities, forest structure, and tree diversity. **Conservation Biology** 14: 1623-1638.
- Martins, M.; Marques, O. A. V.; Sazima, I. 2002. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers of the genus *Bothrops*. In Schuett, G. W.; Höggren,

- M.; Douglas, M. E.; Greene, H. W. (Eds.), **Biology of the Vipers**, pp.307-328. Eagle Mountain Publishing, Eagle Mountain.
- Medellín, R. A.; Equihua, M. 1998. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, Mexico. **Journal of Applied Ecology** 35: 13-23.
- Mengak, M. T.; Guynn Jr., D. C. 2003. Small mammal microhabitat use on young loblolly pine regeneration areas. **Forest Ecology and Management** 173: 309-317.
- Moreno, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Moser, B. W.; Witmer, G. W. 2000. The effects of elk and cattle foraging on the vegetation, birds, and small mammals of the Bridge Creek Wildlife Area, Oregon. **International Biodeterioration and Biodegradation** 45: 151-157.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.
- Nupp, T. E.; Swihart, R. K. 2000. Landscape-level correlates of small mammal assemblages in forest fragments of farmland. **Journal of Mammalogy** 81: 512-526.
- O'Connell, M. A. 1989. Population dynamics of neotropical small mammals in seasonal habitats. **Journal of Mammalogy** 70: 532-548.
- Ojeda, R. A. 1989. Small mammals responses to fire in the Monte Desert, Argentina. **Journal of Mammalogy** 70, 416-420.
- Oliveira, J. M.; Pillar, V. D. 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and *Araucaria* forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. **Community Ecology** 5: 197-202.
- Oliveira, L. F. B. 1985. **Estrutura e ordenação espaço-temporal de uma congregação de roedores no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil (Mammalia,**

- Rodentia, Cricetidae**). Dissertação de Mestrado em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Oliveira, L. F. B. 1990. **The role of habitat structural gradients on the distribution of small rodents in the south Brazilian restinga (Mammalia, Rodentia, Cricetidae)**. PhD Thesis on Biogeography, University of Saarland, Saarbrücken.
- Pardini, R.; Souza, S. M.; Braga-Neto, R.; Metzger, J. P. 2005. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation** 124: 253-266.
- Pedó, E.; Tomazzoni, A. C.; Hartz, S. M.; Christoff, A. U. 2006. Diet of crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Linnaeus) (Carnivora, Canidae), in a suburban area of southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 23: 637-641.
- Pillar, V. D. 1998. Sampling sufficiency in ecological surveys. **Abstracta Botanica** 22: 37-48.
- Pillar, V. D. 1999a. The bootstrapped ordination reexamined. **Journal of Vegetation Science** 10: 895-902.
- Pillar, V. D. 1999b. How sharp are classifications? **Ecology** 80: 2508-2516.
- Pillar, V. D. 2005. **MULTIV versão 2.3.17: aplicativo para análise multivariada, testes de aleatorização e auto-reamostragem**. Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.
- Pillar, V. D.; Orlóci, L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. **Journal of Vegetation Science** 7: 585-592.
- Pillar, V. D.; Quadros, F. L. F. 1997. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses** 12: 119-126.

- Pinheiro, E. S. 2003. **Avaliação de imagens QuickBird na análise geográfica de um setor da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- Pires, A. S.; Lira, P. K.; Fernandez, F. A. S.; Schittini, G. M.; Oliveira, L. C. 2002. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. **Biological Conservation** 108: 229-237.
- Price, M. V.; Waser, N. M. 1984. On the relative abundance of species: postfire changes in a coastal sage scrub rodent community. **Ecology** 65: 1161-1169.
- Price, M. V.; Waser, N. M.; Bass, T. A. 1984. Effects of moonlight on microhabitat use by desert rodents. **Journal of Mammalogy** 65: 353-356.
- Rambo, B. 1956. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**, 2ª edição. Livraria Selbach, Porto Alegre.
- Schmid-Holmes, S.; Drickamer, L. C. 2001. Impact of forest patch characteristics on small mammal communities: a multivariate approach. **Biological Conservation** 99: 293-305.
- Secretaria Estadual do Meio Ambiente; Universidade Federal de Santa Maria. 2001. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Endereço eletrônico: <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>. (consultado em 27/11/03).
- Simon, N. P. P.; Stratton, C. B.; Forbes, G. J.; Schwab, F. E. 2002. Similarity of small mammal abundance in post-fire and clearcut forests. **Forest Ecology and Management** 165: 163-172.
- Simons, L. H. 1991. Rodent dynamics in relation to fire in the Sonoran desert. **Journal of Mammalogy** 72: 518-524.
- Stevens, S. M.; Husband, T. P. 1998. The influence of edge on small mammals: evidence from Brazilian Atlantic forest fragments. **Biological Conservation** 85: 1-8.

- Talamoni, S. A.; Dias, M. M. 1999. Population and community ecology of small mammals in southeastern Brazil. **Mammalia** 63: 167-181.
- Teixeira, M. B.; Coura Neto, A. B. 1986. Vegetação. In **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**, ed. IBGE, pp. 541-632. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- Tilman, D.; Downing, J. A. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. **Nature** 367: 363-365.
- Tilman, D.; Wedin, D.; Knops, J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature** 379: 718-720.
- Tomazzoni, A. C.; Pedó, E.; Hartz, S. M. 2004. Food habits of great horned owls (*Bubo virginianus*) in the breeding season in Lami Biological Reserve, southern Brazil. **Ornitología Neotropical** 15: 279-282.
- Vieira, E. M. 1999. Small mammal communities and fire in the Brazilian Cerrado. **Journal of Zoology (London)** 249: 75-81.
- Vieira, E. M.; Marinho-Filho, J. 1998. Pre and post fire habitat utilization by rodents of Cerrado from central Brazil. **Biotropica** 30: 491-496.
- Vieira, E.; Iob, G. 2003. Marsupiais. In Fontana, C. S.; Bencke, G. A.; Reis, R. E. (Orgs.), **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**, pp. 481-486. EDIPUCRS, Porto Alegre.
- Ward, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of American Statistical Association** 58: 236-244.
- Waters, J. R.; Zabel, C. J. 1998. Abundances of small mammals in fir forests in northeastern California. **Journal of Mammalogy** 79: 1244-1253.
- Zar, J. H. 1996. **Bioestatistical analisys**, 3rd edition. Prentice Hall, Englewood Cliff (NJ).