



Dalila Welter

# **Uso do espaço por pequenos mamíferos não voadores em Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Biologia Animal.

Área de concentração: Biodiversidade

Orientador: Prof. Dr. Thales R. O. de Freitas

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre

2012

**Uso do espaço por pequenos mamíferos não voadores em Floresta  
Ombrófila Mista no sul do Brasil.**

**Dalila Welter**

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Dr. André Faria Mendonça

---

Dr. Marcus Vinícius Vieira

---

Dra. Sandra Maria Hartz

## **Agradecimentos**

Ao Thales de Freitas, pela orientação, confiança e apoio durante esses dois anos. Muito obrigada pelos ensinamentos e pela oportunidade de crescimento profissional.

À Graziela Iob, uma amiga muito especial, que acompanhou o trabalho desde o início, sempre ao nosso lado, sempre pronta para ajudar... Obrigada pela preocupação e empenho em ajudar! Vou agradecer sempre por tudo! Sem tua ajuda este trabalho não teria se concretizado.

A minha querida amiga Lívia Müller, por todos os ensinamentos, toda a ajuda, companheirismo e amizade durante esses anos, por me mostrar e ensinar que o trabalho no laboratório de genética não é tão difícil assim! Muito obrigada por tudo!

As minhas grandes amigas e companheiras de campo Samara Arsego e Ana Carolina Dal Berto, pela amizade e companheirismo! Por todo o auxílio tanto no laboratório quanto no campo. Por toda a disposição e esforço em desvendar os caminhos dos ratinhos, mesmo debaixo de cipós e espinhos! Sempre serei grata por toda ajuda e apoio!

Ao Jayme Prevedello, pela oportunidade de desenvolver meu projeto em conjunto com seu projeto de doutorado, pela ajuda em campo, pelos auxílios financeiros obtidos que permitiram a realização do trabalho e por toda a ajuda na análise dos dados. Ao Laboratório de Vertebrados da UFRJ pelo auxílio no material de campo.

Aos ajudantes de campo Felipe Zwirtes, Cássio Loss, Leonardo Machado, Leonardo Nunes, Alessandro Barros, Daniela Casali, Fernanda Zimmermann, Isadora Esperandio, Cláudio Reis e Maria Júlia Feldens. Muito obrigada por todo o auxílio e incentivo, por aguentarem juntos com a gente os dias de chuva constantes e pelos momentos de muita alegria e risadas, deixando o trabalho em campo muito mais leve!

Aos colegas do laboratório, por sempre nos ajudarem, respondendo às inúmeras dúvidas genéticas e por todas as explicações, histórias e risadas! Em especial agradeço aos queridos amigos Darlise Lopes, Tatiane Noviski, Patrícia Langone, Laura Heidtmann, Mayara Medeiros, Gisele Oliveira, Lívia Müller, Gislene Gonçalves, Paula Roratto, Luciano Silva, Jorge Bernardo Silva, Fernando Quintela e Diego Hepp, por toda a

ajuda, amizade, companheirismo e os diversos encontros alegres que tornaram esses dois anos muito mais divertidos!

À Sídia Callegari-Jacques, Vinícius Bastazini e Leandro Duarte por todo o auxílio nas análises estatísticas.

À Maria Júlia Feldens, pela amizade, companheirismo e incentivo no trabalho com os pequenos! Sempre serei grata por todos os ensinamentos!

À amiga Gisele Oliveira pelo auxílio na elaboração dos gráficos e pelo apoio nos momentos finais dessa etapa.

Ao colega Carlos Benhur Kasper pelas conversas e ideias de trabalhos com mamíferos e por toda a ajuda durante o estudo.

A todos os colegas e amigos pela companhia e apoio, em especial agradeço à Lizete Jardim, Kelly Martinez, Joana Klein e Daniel Pires pelas conversas, estudos e muitas risadas!

Aos funcionários da FLONA de São Francisco de Paula por todo o auxílio em campo, em especial à Edenice, Cabo, Beloni, Artur Soligo e Adão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal por todo o auxílio, à CAPES pela concessão da bolsa e à Fundação O Boticário e The Rufford Small Grants for Nature Conservation pelo auxílio financeiro.

Aos meus familiares, pelo apoio durante todos esses anos, sempre me ajudando em tudo o que eu precisava. Em especial, aos meus pais Elemar e Vera Welter e ao meu irmão Samuel Welter, por todo o amor, carinho, confiança e apoio incondicionais, me ajudando a concluir mais essa etapa nos meus estudos... Obrigada por fazerem minha vida ser tão maravilhosa!

Ao Felipe, meu amor, agradeço por toda a compreensão e paciência, pelas palavras de apoio e incentivo nas horas mais difíceis. Por entender minha ausência em tantos momentos... Obrigada por todo o amor e carinho!

## Sumário

Resumo .....	7
Introdução geral .....	8
Referências .....	16
Artigo I.....	20
Resumo .....	21
Abstract.....	23
Introdução .....	25
Materiais e Métodos .....	29
Resultados .....	36
Discussão .....	40
Referências.....	46
TABELAS .....	51
FIGURAS .....	55
Artigo II.....	61
Resumo .....	62
Abstract.....	63
Introdução .....	64
Materiais e Métodos .....	68
Resultados .....	72
Discussão .....	74
Referências.....	80
TABELA.....	84
FIGURAS .....	85
Considerações finais .....	89
ANEXOS.....	92

Normas da revista JOURNAL OF ANIMAL ECOLOGY .....	92
Normas da revista MAMMALIAN BIOLOGY.....	106

## Resumo

O uso do espaço é definido como a quantidade, a qualidade e a intensidade de exploração do habitat por um indivíduo, onde área e intensidade de uso, estratificação vertical e mobilidade são alguns dos atributos que podem ser avaliados. A Floresta Ombrófila Mista possui no seu elemento dominante, a araucária, uma das principais fontes de recurso (pinhão) para muitas espécies, inclusive os pequenos mamíferos. Entretanto, são poucas as informações sobre o uso do espaço pelos pequenos mamíferos nesse ambiente, assim como não há estudos que avaliem a relação entre a disponibilidade de alimento e os movimentos efetuados pelos animais. Os objetivos deste trabalho foram comparar os atributos área e intensidade de uso, estratificação vertical e mobilidade entre as espécies de pequenos mamíferos e avaliar como a disponibilidade de pinhões influencia estes atributos. A área de estudo foi a Floresta Nacional de São Francisco de Paula, onde foram demarcadas oito grades em áreas de floresta nativa, sendo que em quatro dessas grades foram removidos os pinhões (grades remoção) e nas outras quatro não (grades controle). Em cada uma das grades foram realizadas seis sessões de captura-marcação-recaptura de pequenos mamíferos, com cinco noites de duração, no período de março de 2010 a fevereiro de 2011. *Akodon montensis* e *Delomys dorsalis* foram as espécies mais capturadas no estudo. Os machos de ambas as espécies movimentaram-se por áreas e distâncias maiores que as fêmeas, indicando que seus movimentos possivelmente são mais influenciados pela atividade reprodutiva, enquanto que para as fêmeas a disponibilidade de alimento teria maior influência. Esse resultado se confirma no período de produção de pinhões, onde somente as fêmeas alteraram seus movimentos, utilizando áreas maiores nas grades remoção. Na estratificação vertical foi possível verificar diferentes espécies utilizando os estratos da vegetação, sendo que no período de maior abundância de indivíduos e escassez de recursos, os estratos foram explorados diferentemente. A disponibilidade de pinhões influenciou tanto os movimentos das fêmeas das espécies estudadas quanto a estratificação vertical, reforçando a importância deste recurso para estas espécies.

## **Introdução geral**

O habitat, conjunto de características físicas e biológicas de um determinado ambiente (Hall et al., 1997), constitui um espaço físico e este pode ser utilizado pelos seres vivos, o que configura o conceito de uso do espaço. O modo como os animais utilizam o espaço revela importantes interações que ocorrem entre eles e o ambiente (Pianka, 1999). Segundo Schoener (1974), as dimensões de habitat no nicho ecológico das espécies são geralmente mais importantes que as dimensões temporais e de recursos alimentares, sendo que o espaço físico é considerado uma das principais dimensões de nicho das espécies.

Prevedello et al. (2008a) definem uso do espaço como a quantidade, a qualidade e a intensidade de exploração do habitat em determinado local por determinado indivíduo, ou seja, são os diferentes meios de utilizar o ambiente que está disponível. A quantidade é a área do espaço que o animal utiliza para realizar suas atividades. A qualidade é o local e a forma como ele seleciona a sua área de vida, quais as características específicas do ambiente que o indivíduo seleciona. Já a intensidade é a maneira como o indivíduo realiza e distribui suas atividades dentro dessa área escolhida.

Essas características levam a diferentes padrões de uso do espaço e estes vão influenciar diretamente na riqueza e estrutura social das espécies e na estrutura das comunidades como um todo, sugerindo-se que podem ser um dos principais fatores que permite a coexistência das espécies (Gentile e Cerqueira, 1995; Cunha e Vieira, 2002; Cáceres, 2003; Vieira e Monteiro-Filho, 2003; Cunha e Vieira, 2004; Prevedello et al., 2008a). Cunha e Vieira (2004) destacam que para mensurar os atributos de uso do espaço pelos animais há uma facilidade maior que medir as dimensões de



disponibilidade de recursos alimentares e de uso do tempo, sendo estas últimas consideradas complementares ao uso do espaço.

Os padrões de uso do espaço pelos animais são determinados tanto por fatores intrínsecos, como as especializações ecológicas e morfológicas das espécies, quanto por fatores estruturais do ambiente, como a disponibilidade de recursos, o tipo de vegetação e a sua conectividade (Wells et al., 2006). Cáceres (2003) ressalta que o uso do espaço e a movimentação dos animais podem ser afetados tanto pela oferta de recursos quanto pelas próprias interações que se estabelecem entre os indivíduos.

Nas espécies de pequenos mamíferos o uso do espaço pode ser influenciado por fatores como a seleção de habitat, período e sistema reprodutivo, riscos de predação e disponibilidade de recursos, sendo que pode haver diferenças intraespecíficas quando se compara, por exemplo, machos e fêmeas (Loretto e Vieira, 2005; Leiner e Silva, 2007). Dentre os grupos de animais, os pequenos mamíferos não voadores (roedores e marsupiais), se destacam em estudos sobre o uso do espaço, pois este grupo apresenta alta riqueza e densidade, além da grande diversidade de hábitos (Prevedello et al., 2008a). As espécies de marsupiais e roedores que ocorrem no Brasil possuem muitas semelhanças na dieta, tamanho corporal e hábitos, por isso o estudo dos padrões de uso do espaço por essas espécies se torna fundamental para entender a estrutura da comunidade e a coexistência das mesmas (Cunha e Vieira, 2002; Vieira e Monteiro-Filho, 2003).

Para estudar estes diferentes padrões, o uso do espaço possui uma definição ampla, reunindo vários componentes que estão relacionados aos níveis das abordagens ecológicas escolhidas. Segundo Prevedello et al. (2008a), considerando o uso do espaço por parte dos indivíduos de uma espécie, atributos como a área de vida, mobilidade,

área de uso e intensidade de uso vertical, podem ser analisados. Em nível de população pode-se determinar a seleção de habitat e a agregação espacial, enquanto que a estratificação vertical, em geral, é verificada dentro de uma comunidade.

Em relação aos atributos, a área de uso ou área de vida diária vem sendo estudada recentemente. A área de uso é a área utilizada nos movimentos de determinado indivíduo em uma pequena escala espacial e temporal, ou seja, é o registro dos movimentos diários numa área restrita (Spencer, 1990; Loretto e Vieira, 2005; Almeida et al., 2008; Vieira e Cunha, 2008). Esse conceito difere de área de vida, que é toda a área utilizada pelo indivíduo para realizar suas atividades vitais (forrageio, acasalamento e cuidado com a prole) (Burt, 1943). Uma vez que se conhece a área de uso do indivíduo consegue-se avaliar a intensidade de uso, ou seja, o quanto aquele indivíduo está explorando o ambiente que ele habita. Essas duas medidas podem ser consideradas como inversas, pois quanto maior for a área de uso menor será a intensidade de uso (Loretto e Vieira, 2005; Vieira e Cunha, 2008). A intensidade de uso pode ser definida então como o total de movimentos individuais efetuados por unidade de área ou volume (Vieira e Cunha, 2008).

Já a mobilidade, outro atributo relacionado aos movimentos, pode ser caracterizada pelas medidas das distâncias percorridas por unidade de tempo (taxas de movimentação) ou pelas distâncias percorridas pelo indivíduo entre dois pontos na sua área de vida (extensão dos movimentos) (Prevedello et al., 2008a). Esses movimentos efetuados pelos animais podem ser avaliados, por exemplo, pela média das distâncias percorridas entre capturas sucessivas e também por máximas distâncias percorridas entre pontos de captura (Püttker et al., 2006). A mobilidade é peculiar para cada espécie e segundo Gentile e Cerqueira (1995), indivíduos de certas espécies podem apresentar

um tipo de movimento que não os caracteriza como uma população local e sim como uma metapopulação que constantemente muda suas áreas de vida (efetuando movimentos extensos), formando conjuntos de indivíduos que se agregam aleatoriamente em certo local em determinado momento.

E, finalmente, a estratificação vertical avalia a distribuição vertical das espécies de uma comunidade ao longo dos estratos formados pela vegetação (solo, sub-bosque e dossel). Quanto mais complexos e conectados forem os estratos, maiores são as possibilidades de uso pelos animais, sendo que as florestas tropicais podem ser consideradas ambientes de alta complexidade estrutural (Vieira e Monteiro-Filho, 2003; Prevedello et al., 2008b; Prevedello et al., 2009). Habitats complexos, com estratos verticais mais desenvolvidos, acabam disponibilizando mais nichos potenciais do que habitats simples (August, 1983). A estratificação vertical, como um dos atributos que caracteriza o uso do espaço pelas espécies, pode ser considerada então um dos principais fatores responsáveis pelo aumento da diversidade de recursos oferecidos, devido a sua complexidade estrutural. Essa complexidade pode levar a uma separação espacial das espécies pelo uso diferencial dos estratos, e conseqüentemente, a uma divisão no uso dos recursos, propondo-se que isso pode levar a um aumento na riqueza de espécies em uma mesma área (Cunha e Vieira, 2002; Vieira e Monteiro-Filho, 2003; Prevedello et al., 2008b).

Existem vários métodos para o estudo dos atributos de uso do espaço pelos mamíferos (Prevedello et al., 2008a). A observação visual direta, captura-marcação-recaptura, rádio-telemetria, carretel de rastreamento e ninhos artificiais são alguns dos principais métodos utilizados, sendo que os dois últimos permitem analisar as atividades dos indivíduos sem influenciar o comportamento dos mesmos (Prevedello et al., 2008a).

Dentre estes, a técnica do carretel de rastreamento destaca-se por mapear detalhadamente os movimentos de pequenos vertebrados não voadores. Além de mapear os trajetos no solo, fornecendo medidas do padrão de movimentos, tortuosidade, seleção de habitat, área e intensidade de uso do espaço, também permite estimar o uso do espaço vertical e a estratificação das espécies (Cunha e Vieira, 2002; Delciellos et al., 2006). Miles (1976) foi o primeiro a utilizar a técnica em pequenos mamíferos, realizando estudos na Amazônia. Miles et al. (1981) comentam que depois de 1976 foram realizadas várias mudanças e adaptações com a técnica do carretel de linha, ressaltando que o método foi desenvolvido devido a dificuldade de encontrar os mamíferos nas florestas. Delciellos et al. (2006) informam que após o trabalho de Miles (1981) o uso dessa técnica para pequenos mamíferos foi aumentando e atualmente esse é o grupo em que a técnica é mais aplicada. Steinwald et al. (2006) avaliaram os efeitos do uso do carretel sobre os animais e não encontraram nenhum efeito negativo na sobrevivência, massa corporal e probabilidade de recaptura dos indivíduos, afirmando que essa técnica não é prejudicial aos animais.

A quantidade de trabalhos sobre uso do espaço vem aumentando, mas diferenças e particularidades intra e interespecíficas com relação a vários dos atributos que caracterizam o conceito de uso do espaço precisam ser mais bem entendidas (Leiner e Silva, 2007; Prevedello et al., 2008a; Prevedello et al., 2009). Prevedello et al. (2008a), fazendo uma revisão dos trabalhos publicados referentes ao uso do espaço por pequenos mamíferos desde 1945 no Brasil, destacam que o conhecimento atual sobre uso do espaço está restrito a alguns poucos gêneros de roedores e marsupiais que foram estudados principalmente nos Biomas Mata Atlântica e Cerrado, onde se avaliaram predominantemente os atributos seleção de habitat, área de vida e mobilidade.

O Bioma Mata Atlântica destaca-se por ser um dos biomas de maior biodiversidade mundial, porém desde a colonização brasileira foi alvo de grande exploração e destruição (Mantovani et al., 2004; Cademartori et al., 2008). A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta com Araucárias, é uma formação florestal característica do sul do Brasil e está inserida no Bioma Mata Atlântica (Paise e Vieira, 2005). No início do século XX os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná possuíam em torno de 35% da cobertura vegetal representada pela Floresta com Araucárias, porém a colonização iniciou um processo de intensa descaracterização desse ecossistema (Mantovani et al., 2004; Dobrovolski et al., 2006). Atualmente essa floresta está distribuída em apenas 4% da sua área original (Leite e Klein, 1990) e no Rio Grande do Sul a floresta está sendo desmatada para dar lugar à agricultura e às pastagens (Cademartori et al., 2002). Cademartori et al. (2008) ressaltam que em vista da destruição de um ecossistema tão significativo como a Floresta com Araucárias, estudos sobre os padrões de uso do espaço pelas espécies de animais que ali vivem e a dinâmica de suas populações são de extrema importância, principalmente em ações de manejo e conservação.

Nessa formação florestal são registradas 62 espécies de mamíferos não voadores (27 espécies de roedores e oito de marsupiais) (Christoff et al., 2009), sendo que destas, 19 encontram-se na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul (Marques et al., 2002). O principal elemento dessa formação, a araucária (*Araucaria angustifolia*), contribui fundamentalmente na manutenção das comunidades animais que ali vivem (Christoff et al., 2009). A araucária, mesmo ameaçada de extinção, tem nas suas sementes uma das principais fontes de recurso para várias espécies de animais, incluindo os pequenos mamíferos (Iob, 2007; Sonogo et al., 2007; Cademartori et al.,

2008). Paise e Vieira (2005) reforçam que o período de produção de sementes de araucária ocorre em uma época em que há uma menor produção de frutos zoocóricos de angiospermas, sendo que essa não sobreposição pode favorecer a ocorrência dos animais frugívoros, possibilitando oferta mais constante de recursos durante todo ano. Além disso, a semente é muito nutritiva e calórica (Rosado et al., 1994), reforçando sua importância no período de outono e inverno.

Em Florestas com Araucárias poucos estudos avaliaram o papel do uso do espaço e seus diferentes atributos na estrutura das comunidades de pequenos mamíferos. Cáceres (2003) avaliou a área de vida para uma espécie de marsupial, Dalmagro e Vieira (2005) investigaram os padrões de seleção de habitat para espécies de roedores e Cademartori et al. (2008) verificaram a estratificação vertical para esses mesmos animais. Porém, não há informações sobre os movimentos dos pequenos mamíferos nesse ecossistema e nem como a disponibilidade de pinhões afeta o uso do espaço pelos animais.

A partir disso, os objetivos principais do estudo foram caracterizar o uso do espaço entre as diferentes espécies de pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista e avaliar como a disponibilidade de alimento (pinhões) afeta o uso do espaço por essas espécies. Mais especificamente, foram avaliados os atributos área de uso, intensidade de uso, estratificação vertical e mobilidade para as espécies de pequenos mamíferos. Além disso, os atributos área de uso, intensidade de uso e mobilidade foram comparados entre espécies e entre indivíduos da mesma espécie, e nos diferentes tratamentos e épocas do ano a fim de verificar como a disponibilidade de pinhões influencia cada um dos atributos.

As principais perguntas que foram respondidas nesse estudo foram:

- Há diferenças no uso do espaço entre as espécies de pequenos mamíferos?
- Há diferenças no uso do espaço entre machos e fêmeas?
- Há estratificação vertical das espécies de pequenos mamíferos?
- A disponibilidade de pinhões afeta o uso do espaço pelas espécies de pequenos mamíferos?
- O uso dos estratos difere nos períodos de maior abundância de roedores ou menor disponibilidade de recursos?

## Referências

- Almeida, A. J., Torquetti, C. G., Talamoni, S. A., 2008. Use of space by neotropical marsupial *Didelphis albiventris* (Didelphimorphia: Didelphidae) in an urban forest fragment. *Revista Brasileira de Zoologia* 25, 214-219.
- August, P.V., 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology* 64, 1495-1507.
- Burt, W. H., 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24, 346-352.
- Cáceres, N., 2003. Use of the space by the opossum *Didelphis aurita* Wied-Newied (Mammalia, Marsupialia) in a mixed forest fragment of southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20, 315-322.
- 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 habitat. *Comunicação do Museu de Ciências Tecnológicas PUCRS, Série Zoologia* 15, 61-86.
- Cademartori, C. V., Marques, R. V., Pacheco, S. M., 2008. Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências* 10, 187-194.
- Christoff, A. U., Lima, J., Jung, D. M. H., 2009. Mamíferos não-voadores da Floresta com Araucária e áreas adjacentes no Rio Grande do Sul: ênfase em roedores e suas adaptações ao habitat. In: Fonseca, C. R., Souza, A. F., Leal-Zanchet, A. M., Dutra, T. L., Backes, A., Ganade, G. (Eds.), *Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável*. Ribeirão Preto, Editora Holos, pp. 171-184.
- Cunha, A. A., Vieira, M. V., 2002. Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic Forest of Brazil. *Journal of Zoology* 258, 419-426.



Cunha, A. A., Vieira, M. V., 2004. Two bodies cannot occupy the same place at the same time, or the importance of space in the ecological niche. *Bulletin of the Ecological Society of America* 85, 25-26.

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.

Delciellos, A. C., Loretto, D., Vieira, M. V., 2006. Novos métodos no estudo da estratificação vertical de marsupiais neotropicais. *Oecologia Brasiliensis* 10, 135-153.

Dobrovolski, R., Both, R., Coelho, I. G., Stolz, J. F. B., Schüssler, G., Rodrigues, G. G., Guerra, T., Hartz, S. M., 2006. Levantamento de áreas prioritárias para a conservação da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (RS, Brasil) e seu entorno. *Revista Brasileira de Biociências* 4, 7-14.

Gentile, R., Cerqueira, R., 1995. Movement Patterns of Five Species of small mammals in a Brazilian Restinga. *Journal of Tropical Ecology* 11, 671-677.

Hall, L. S., Krausman, P. R., Morrison, M. L., 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25, 173-182.

Iob, G., 2007. Influência de frutos e sementes na abundância de pequenos mamíferos e a relação com a predação e dispersão de sementes de Araucária (*Araucaria angustifolia*). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Leiner, N. O., Silva, W. R., 2007. Effects of resource availability on the use of space by the mouse opossum *Marmosops paulensis* (Didelphidae) in a montane Atlantic forest area in southeastern Brazil. *Acta Theriologica* 52, 197-204.

Leite, P., Klein, R. M., 1990. Vegetação. In: *Geografia do Brasil: Região Sul*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, volume 2, pp.113-150.

Loretto, D., Vieira, M. V., 2005. The effects of reproductive and climatic seasons on movements in the black-eared opossum (*Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826). *Journal of Mammalogy* 86, 287-293.

- Mantovani, A., Morellato, L. P. C., Reis, M. S. d., 2004. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze1. Revista Brasileira de Botânica 27, 787-796.
- Marques, A. A., Fontana, C. S., Vélez, E., Benck, G. A., Scheneider, M., Reis, R. E., 2002. Lista de espécies ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. Decreto nº 41.672, de julho de 2002, Porto Alegre.
- Miles, M.A., 1976. A simple method of tracking mammals and locating triatomine vectors of *Trypanosoma cruzi* in Amazonian forest. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 25, 671-675.
- Miles, M. A., Souza, A. A. de, Póvoa, M. M., 1981. Mammal tracking and nest location in Brazilian forest with an improved spoll-and-line device. Journal of Zoology 195, 331-347.
- Paise, G., Vieira, E. M., 2005. Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 28, 615-625.
- Pianka, E. R., 1999. Evolutionary Ecology. Sixth Edition. Addison-Wesley Press, Boston.
- Prevedello, J. A., Mendonça, A. F., Vieira, M. V., 2008a. Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. Oecologia Brasiliensis 12, 610-625.
- Prevedello, J. A., Ferreira, P., Papi, B. S., Loretto, D., Vieira, M. V., 2008b. Uso do espaço vertical por pequenos mamíferos no Parque Nacional Serra dos Órgãos, RJ: um estudo de 10 anos utilizando três métodos de amostragem. Espaço & Geografia 11, 95-119.
- Prevedello, J. A., Rodrigues, R. G., Monteiro-Filho, E. L. A., 2009. Vertical use of space by the marsupial *Micoureus paraguayanus* (Didelphimorphia, Didelphidae) in the Atlantic Forest of Brazil. Acta Theriologica 54, 259-266.

- Püttker, T., Meyer-Lucht, Y., Sommer, S., 2006. Movement distances of five rodent and two marsupial species in forest fragments of the coastal Atlantic Rainforest, Brazil. *ECOTROPICA* 12, 131-139.
- Rosado, R. M., Ferreira, A. G., Mariath, J. E. A., Cocucci, A. R., 1994. Amido no megagametófito de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze: degradação durante a germinação e o desenvolvimento do esporófito. *Acta Botanica Brasilica* 8, 35-43.
- Schoener, T.W., 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185, 27-39.
- Sonego, R. C., Backes, A., Souza, A. F., 2007. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. *Acta Botanica Brasilica* 21, 943-955.
- Spencer, S. R., Cameron, G. N., Swihart, R. K., 1990. Operationally defining home range: temporal dependence exhibited by hispid cotton rats. *Ecology* 71, 1817-1822.
- Steinwald, M. C., Swanson B. J., Waser, P. M., 2006. Effects of spool-and-line tracking on small desert mammals. *The Southwestern Naturalist* 51, 71-78.
- Vieira, E. M., Monteiro-Filho, E. L. A., 2003. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 19, 501-507.
- Vieira, M. V., Cunha, A. A., 2008. Scaling body mass and use of space in three species of marsupials in the Atlantic Forest of Brazil. *Austral Ecology* 33, 872-879.
- Wells, K., Pfeiffer, M., Lakim, M. B., Kalko, E. K. V., 2006. Movement trajectories and habitat partitioning of small mammals in logged and unlogged rain forests on Borneo. *Journal of Animal Ecology* 75, 1212-1223.

## Artigo I

### **Efeitos da disponibilidade de sementes de araucária no uso do espaço por pequenos mamíferos não voadores no sul do Brasil.**

Dalila Welter<sup>1\*</sup>, Samara A. Guaragni<sup>1</sup>, Ana Carolina Dal Berto<sup>2</sup>, Graziela Iob<sup>2</sup>, Jayme A. Prevedello<sup>3</sup> e Thales R. O. de Freitas<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

\*Correspondência do autor: Av. Bento Gonçalves, 9.500 - Prédio 43323, sala 103 - Departamento de Genética.

Bairro Agronomia – Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

CEP 91501-970

E-mail: [dwelter02@yahoo.com.br](mailto:dwelter02@yahoo.com.br)

**Artigo redigido nas normas da revista *Journal of Animal Ecology*.**

## 1 **Resumo**

2 **1.** Os movimentos realizados pelos animais refletem diretamente na dinâmica  
3 populacional e na organização social das espécies, influenciando na estrutura da  
4 comunidade como um todo.

5 **2.** Contudo, não há estudos que avaliem os movimentos realizados pelas espécies de  
6 pequenos mamíferos na Floresta Ombrófila Mista e nem como a disponibilidade de um  
7 dos principais recursos dessa formação, o pinhão, pode afetar esses movimentos. Com  
8 isso, foram avaliados os movimentos efetuados pelas espécies de pequenos mamíferos  
9 através da área de uso (MPC) e intensidade de uso (IU) e da mobilidade, avaliando e  
10 comparando esses atributos inter e intraespecificamente, e nos diferentes tratamentos e  
11 épocas do ano a fim de verificar a influência da disponibilidade de pinhões.

12 **3.** A área de estudo foi a Floresta Nacional de São Francisco de Paula, onde foram  
13 demarcadas oito grades em áreas de floresta nativa, sendo que em quatro destas os  
14 pinhões foram removidos (grades remoção) e nas outras quatro não (grades controle).  
15 Em cada uma das grades foram realizadas sessões de captura-marcação-recaptura com  
16 cinco noites de duração, no período de março de 2010 a fevereiro de 2011. Foram  
17 avaliados os indivíduos das espécies *Akodon montensis* e *Delomys dorsalis*, dos quais  
18 resultaram 1808 capturas e 144 trajetos seguidos.

19 **4.** Os machos de ambas as espécies movimentaram-se por áreas e distâncias maiores que  
20 as fêmeas, mas utilizaram o espaço com menor intensidade. Já as fêmeas utilizaram  
21 áreas menores e com maior intensidade. Diferenças interespecíficas foram verificadas  
22 apenas entre as fêmeas. Em relação aos tratamentos, as fêmeas utilizaram áreas maiores  
23 nas grades remoção.

1 **5.** Os movimentos dos machos indicam ser mais influenciados pela atividade  
2 reprodutiva, aparentemente movimentando-se por distâncias maiores na busca por  
3 fêmeas. Já para as fêmeas, a disponibilidade de alimento indica maior influência, pois  
4 nas grades remoção somente elas alteraram seus movimentos, utilizando áreas maiores  
5 possivelmente para buscar mais alimento e reforçando a importância do pinhão para  
6 estas espécies.

7 Palavras-chave: área de uso diária, carretel de rastreamento, disponibilidade de recursos,  
8 Floresta com Araucárias, máximas distâncias, roedores, uso do espaço.

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

1 **Abstract**

2 **1.** Animal movements directly reflect in the population dynamics and social  
3 organization of species, influencing the structure of the community as a whole.

4 **2.** However, there are no studies evaluating the movements of small mammal species in  
5 the Araucaria Forest, nor how the availability of one of the main resources of this  
6 vegetational formation, the araucaria seeds, can affect these movements. Therefore, we  
7 assessed the movements of small mammal species by calculating the daily home range  
8 (MCP), intensity of use (IU) and mobility of the individuals, evaluating and comparing  
9 these attributes inter and intraespecifically, and also in the different treatments and  
10 periods of the year to verify the influence of the availability of araucaria seeds on the  
11 movements of the species.

12 **3.** The study area was the São Francisco de Paula National Forest, where eight grids  
13 were marked in native forest areas. In four of these areas the araucaria seeds were  
14 removed (removal grids) and in the remaining four the seeds were kept in place (control  
15 grids). In each of the grids, sessions of capture-mark-recapture were performed for five  
16 nights, from March 2010 to February 2011. Individuals of the species *Akodon montensis*  
17 and *Delomys dorsalis* were evaluated, resulting in 1808 captures and 144 paths  
18 followed.

19 **4.** Males of both species used larger areas and walked longer distances than females, but  
20 used the space less intensely. Females used smaller areas and with greater intensity.  
21 Interspecific differences were found only among females. Females also used larger  
22 areas in removal grids when compared to control grids.

1 **5.** The movements of males appear to be mostly influenced by reproductive activity,  
2 seemingly occurring over longer distances in search of females. As for females,  
3 availability of food shows greater influence, since only they changed their movements  
4 in the removal grids, using larger areas possibly to find more food, thus reinforcing the  
5 importance of the araucaria seeds for these species.

6 Key-words: daily home range, spool-and-line, resource availability, Araucaria Forest,  
7 maximum distances, rodents, use of space.



## 1 **Introdução**

2 Os movimentos efetuados pelos animais são fundamentais para a realização de  
3 suas atividades diárias e podem ser influenciados pela disponibilidade de recursos e  
4 diversos outros fatores que podem afetar a sobrevivência e a reprodução das espécies  
5 (Turchin 1991). Os movimentos resultam de comportamentos característicos dos  
6 indivíduos e influenciam a dinâmica populacional, a distribuição espacial das espécies e  
7 a estrutura das comunidades como um todo (Gentile & Cerqueira 1995; Mendel &  
8 Vieira 2003; Nams 2006).

9 A movimentação dos animais no ambiente em que vivem se constitui em uma  
10 das formas de caracterizar o uso do espaço por eles, sendo possível avaliar atributos  
11 como área e intensidade de uso e mobilidade das espécies. A área de uso ou área de vida  
12 diária é a área utilizada nos movimentos de um indivíduo em uma pequena escala  
13 espacial e temporal, ou seja, é o registro dos movimentos diários numa área restrita  
14 (Spencer & Cameron 1990; Almeida, Torquetti & Talamoni 2008; Vieira & Cunha  
15 2008). Esse atributo tem uso recente (Spencer & Cameron 1990; Loretto & Vieira 2005;  
16 Almeida, Torquetti & Talamoni 2008; Vieira & Cunha 2008) e difere do conceito de  
17 área de vida, que é toda a área utilizada pelo animal para realizar suas atividades, como  
18 a alimentação, acasalamento e cuidado da prole (Burt 1943).

19 Conhecendo a área de uso de um indivíduo, é possível avaliar a intensidade de  
20 uso, a qual quantifica com que intensidade o indivíduo está explorando essa área. As  
21 duas medidas podem ser consideradas como inversas, pois em geral, quanto maior for a  
22 área de uso menor será a intensidade de uso (Loretto & Vieira 2005; Vieira & Cunha  
23 2008). A intensidade de uso pode ser definida como o total de movimentos individuais  
24 efetuados por unidade de área ou volume (Vieira & Cunha 2008). Já a mobilidade,

1 distância dos movimentos efetuados por um indivíduo, pode ser caracterizada pela  
2 medida de distâncias percorridas por uma unidade de tempo (taxas de movimentação)  
3 ou pela distância percorrida pelo indivíduo entre dois pontos na sua área de vida  
4 (extensão dos movimentos) (Prevedello, Mendonça & Vieira 2008). A distância entre  
5 recapturas é uma das medidas mais utilizadas na mobilidade, sendo que os movimentos  
6 efetuados pelos animais podem ser avaliados pela média das distâncias percorridas entre  
7 capturas sucessivas e também pela máxima distância percorrida entre pontos de captura  
8 (Püttker, Meyer-Lucht & Sommer 2006).

9        Nas espécies de pequenos mamíferos os movimentos podem ser influenciados  
10 pela estrutura e seleção de habitat, condições reprodutivas, densidade populacional,  
11 riscos de predação e pela disponibilidade de recursos, sendo que podem ser encontradas  
12 diferenças dentro da mesma espécie quando se compara, por exemplo, machos e fêmeas  
13 (Loretto & Vieira 2005; Leiner & Silva 2007; Gomez *et al.* 2011). A influência da  
14 disponibilidade de alimento nos movimentos e áreas de vida de pequenos mamíferos já  
15 foi analisada em alguns trabalhos (Bonaventura, Kravetz & Suarez 1992; Cáceres 2003;  
16 Bergallo & Magnusson 2004; Loretto & Vieira 2005; Leiner & Silva 2007; Stradiotto *et*  
17 *al.* 2009). Loretto & Vieira (2005) comentam que uma maior disponibilidade de  
18 recursos pode fazer com que os animais movimentem-se por pequenas áreas, já que o  
19 recurso é facilmente encontrado. Leiner & Silva (2007) reforçam que a relação entre  
20 disponibilidade de recursos e os movimentos dos animais parece ser determinada pelas  
21 necessidades energéticas de cada espécie.

22        Na Floresta Ombrófila Mista, também conhecida por Floresta com Araucárias,  
23 poucos estudos avaliaram o uso do espaço por pequenos mamíferos e como ele  
24 influencia a estrutura dessas comunidades. Há trabalhos sobre área de vida para a

1 espécie de marsupial *Didelphis aurita* Wied-Newied 1826 (Cáceres 2003), seleção de  
2 habitat para espécies de roedores (Dalmagro & Vieira 2005) e estratificação vertical  
3 (Cademartori, Marques & Pacheco 2008). Porém, não há informações sobre os  
4 movimentos dos pequenos mamíferos nesse ecossistema.

5 A araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze 1898), espécie que  
6 caracteriza a Floresta Ombrófila Mista, tem nas suas sementes (pinhões) uma  
7 importante fonte de recurso alimentar para diversas espécies de animais, incluindo os  
8 pequenos mamíferos (Sonego, Backes & Souza 2007; Cademartori, Marques & Pacheco  
9 2008). Segundo Perini (2010), muitas espécies de mamíferos alimentam-se dos pinhões,  
10 desde pequenos roedores, como *Delomys dorsalis* Hensel, 1872, até mamíferos de  
11 maior porte, como *Mazama americana* Erxleben, 1777. Christoff, Lima & Jung (2009)  
12 ressaltam que a produção de sementes de araucária constitui-se em uma importante  
13 oferta sazonal de alimento, que pode refletir, por exemplo, no aumento da densidade de  
14 roedores, influenciando a dinâmica populacional dessas espécies (Cademartori, Fabián  
15 & Manegheti 2005).

16 A época em que a semente é produzida coincide com um período de baixa oferta  
17 de outros recursos (Paise & Vieira 2005; Iob 2007; Perini 2010). Além disso, a semente  
18 da araucária é muito nutritiva e calórica (Rosado *et al.* 1994), reforçando sua  
19 importância no período de outono e inverno (época em que está disponível para  
20 consumo). Estudar a oferta de recursos durante os diferentes períodos do ano e sob  
21 diferentes condições traz informações importantes a respeito das populações e  
22 comunidades animais, podendo afetar diretamente o movimento dos animais e,  
23 consequentemente, o uso do espaço pelas espécies. Entretanto, não há estudos que

1 avaliem como a disponibilidade de pinhões afeta o uso do espaço, principalmente em  
2 relação aos movimentos realizados pelos animais.

3 Os objetivos deste estudo foram avaliar os movimentos efetuados pelas espécies  
4 de pequenos mamíferos não voadores através da área e intensidade de uso e da  
5 mobilidade. Estes atributos foram comparados entre espécies e entre indivíduos da  
6 mesma espécie (machos e fêmeas). Além disso, verificou-se como a disponibilidade de  
7 pinhões afeta cada uma destas formas de uso do espaço. Especificamente, procurou-se  
8 responder as seguintes perguntas:

9 - Há diferenças nos movimentos das espécies de pequenos mamíferos?

10 - Há diferenças nos movimentos de machos e fêmeas?

11 - Fatores como a disponibilidade de alimento, diferença de tamanho (peso) e  
12 atividade reprodutiva influenciam os movimentos de machos e fêmeas das espécies de  
13 pequenos mamíferos?

14 - A remoção dos pinhões influencia os movimentos das espécies de pequenos  
15 mamíferos?

16

17

## 1 **Materiais e Métodos**

### 2 *Área de estudo*

3 O trabalho foi desenvolvido na Floresta Nacional (FLONA) de São Francisco de  
4 Paula, situada no nordeste do Rio Grande do Sul (29°23' a 29°27'S e 50°23' a 50°25'O)  
5 (Fig. 1). Essa região está inserida no bioma Mata Atlântica e a vegetação é classificada  
6 como Floresta Ombrófila Mista, devido à presença da araucária. A FLONA possui uma  
7 área de 1606,7 ha, altitude média de 930 m, precipitação anual de 2240 mm e o clima é  
8 classificado como subtropical úmido, com temperatura média anual de 18,5°C  
9 (Cademartori, Fabián & Menegheti 2004; Cademartori, Marques & Pacheco 2008).

10 A FLONA caracteriza-se pela presença de vegetação nativa (56%) e plantações  
11 (39%), sendo que a vegetação nativa é representada pela Floresta Ombrófila Mista,  
12 fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, savanas e áreas úmidas, enquanto as  
13 plantações são formadas pelas espécies *A. angustifolia*, *Pinus elliottii* Engel, *Pinus*  
14 *taeda* L. e *Eucalyptus* spp L'Herit. (Sonego, Backes & Souza 2007).

15 A *A. angustifolia* e representantes das famílias Podocarpaceae (*Podocarpus*  
16 *lambertii* Klotzsch ex Endl.), Aquifoliaceae (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.),  
17 Euphorbiaceae (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. & Downs) e Lauraceae  
18 (*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Ocotea* spp. ), estão entre as principais  
19 espécies de grande porte. Os arbustos e arvoretas são representados pelas famílias  
20 Rubiaceae (*Rudgea parquioides* (Cham.) Müll. Arg.), Melastomataceae (*Leandra* spp.),  
21 Euphorbiaceae (*Stillingia oppositifolia* Baill. ex Müll.Arg.), Solanaceae (*Solanum* spp.),  
22 Monimiaceae (*Mollinedia elegans* Tul.) e Piperaceae (*Piper* spp.) (Iob 2007).

23

## 1            *Captura dos animais e remoção das sementes de araucária*

2            O monitoramento das espécies de roedores e marsupiais foi feito através de  
3 saídas a campo bimestrais no período de março de 2010 a fevereiro de 2011. Foram  
4 demarcadas oito grades de 0,52 ha (72 m x 72 m), sendo que em quatro delas os pinhões  
5 foram removidos (grades remoção) e nas outras quatro não (grades controle), a fim de  
6 verificar como a disponibilidade de pinhões influencia os movimentos dessas espécies.  
7 As grades foram dispostas em locais com densidade similar de fêmeas de *A.*  
8 *angustifolia* e foram utilizadas somente áreas de floresta nativa. A remoção dos pinhões  
9 consistiu na coleta manual realizada semanalmente e em cada saída a campo, nas grades  
10 remoção, no período de produção do pinhão (março a agosto), além da retirada das  
11 pinhas diretamente das araucárias no mês de maio.

12           Para cada grade foram realizadas seis sessões de captura-marcação-recaptura  
13 com cinco noites de duração. Em cada grade foram instaladas 49 armadilhas Sherman  
14 (23x8x9 cm) no solo, dispostas em sete linhas, cada uma com sete pontos, com  
15 distâncias de 12 m entre elas. Além disso, foram instaladas aleatoriamente 10  
16 armadilhas (três do tipo Tomahawk - 30x17x15 cm - e sete do tipo Sherman) no sub-  
17 bosque, entre 1,5 a 3 m de altura (dados não publicados). As armadilhas foram iscadas  
18 com uma mistura de amendoim, fubá, banana, óleo de fígado de bacalhau e essência de  
19 baunilha. Os animais capturados foram marcados com anilhas numeradas nas orelhas,  
20 sexados, pesados, medidos (tamanho corporal, tamanho da cauda) e liberados no mesmo  
21 local de captura.

22

23

## 1 *Identificação das espécies*

2 As espécies foram identificadas em campo com base em chaves e referências  
3 que utilizam caracteres morfológicos externos (Emmons 1997; Bonvicino, Oliveira &  
4 D'Andrea 2008). Para as espécies do gênero *Akodon* foi utilizada a técnica do DNA  
5 Barcoding (Hebert *et al.* 2003) devido à dificuldade de distinção em campo entre as  
6 espécies do gênero que ocorrem na área de estudo (*A. montensis* Thomas, 1913, *A.*  
7 *paranaensis* Christoff *et al.*, 2000 e *A. azarae* Fischer, 1829).

8 Durante a captura foi coletada uma pequena porção da orelha de cada indivíduo  
9 e armazenada em tubo de 1,5 ml contendo etanol 100%, para posterior utilização em  
10 laboratório. O fragmento de DNA utilizado para identificação compreende 648 pares de  
11 base da região 5' do gene mitocondrial citocromo c oxidase subunidade I (COI), o qual  
12 é uma região padronizada para identificação de metazoários (Hebert *et al.* 2003). O  
13 DNA das amostras de tecido foi extraído pelo protocolo de CTAB modificado (Doyle &  
14 Doyle 1987) e amplificado através da reação de PCR (reação em cadeia da polimerase),  
15 utilizando os primers LCO 1490 e HCO 2198 (Folmer *et al.* 1994). Os produtos da PCR  
16 foram purificados e sequenciados. As sequências obtidas foram checadas no programa  
17 Chromas 2.0 (Technelysium 2001) e alinhadas de forma automática no programa  
18 Clustal X implementado no MEGA 5 (Tamura, Peterson & Petersonet 2011), sendo  
19 revisadas visualmente.

20 As sequências alinhadas foram adicionadas a um banco de dados de sequências  
21 de espécimes previamente identificadas e analisadas em conjunto pelo método de  
22 Neighbor-Joining. A identificação das espécies crípticas do gênero *Akodon* que ocorrem  
23 na área estudada através de DNA barcoding já foi bem estabelecida (Müller *et al.*, 2012,  
24 *in prep*), sendo assim possível a confirmação da identificação de cada um dos

1 indivíduos amostrados. Esta técnica molecular proporciona grande confiabilidade na  
2 identificação das espécies, com a vantagem de poder ser realizada a partir de pequenas  
3 quantidades de tecido biológico, sem exigir o sacrifício do animal estudado.

4 Para o gênero *Oligoryzomys* Bangs, 1900 sabe-se que na área do estudo ocorrem  
5 duas espécies, *O. nigripes* Olfers, 1818 e *O. flavescens* Waterhouse, 1837, porém pelas  
6 dificuldades de identificação optou-se pela classificação apenas a nível de gênero.

#### 7 *Área de uso e Intensidade de uso*

8 Os indivíduos das espécies mais abundantes, *Akodon montensis* e *Delomys*  
9 *dorsalis*, receberam carretéis de rastreamento para acompanhar seus movimentos diários  
10 (Fig. 2). Os carretéis são como um “casulo” de fio de nylon, onde este casulo é  
11 envolvido com filme de plástico de PVC e depois, mais externamente, com fita crepe  
12 para fixar o PVC ao redor do carretel e também para servir de substrato para a cola à  
13 base de éster cianocrilato (Loretto & Vieira 2005; Delciellos, Loretto & Vieira 2006;  
14 Vieira & Cunha 2008). O carretel de rastreamento foi colado na pele do dorso do  
15 animal, entre as escápulas. Nos indivíduos que receberam carretéis e foram  
16 recapturados, foi possível observar a reconstituição dos pelos, indicando que esta  
17 técnica não causa danos ao animal (Cunha & Vieira 2002; Loretto & Vieira 2005;  
18 Steinwald, Swanson & Waser 2006). Os carretéis foram desfiados a fim de evitar o  
19 excesso de peso, não ultrapassando 5% da massa corporal do indivíduo. Utilizou-se dois  
20 tipos de carretel, um pequeno (em torno de 1,3g) para animais menores, e outro grande  
21 (em torno de 2,2g) para animais de porte maior. Os animais foram soltos no seu  
22 respectivo ponto de captura e o começo da linha foi preso a algum tronco ou arbusto  
23 próximo, de modo que conforme o animal se locomovia, seu trajeto ficava marcado pela  
24 linha. Para mapear os trajetos utilizou-se bússola e trena, onde as medidas foram



1 tomadas a cada 2m de distância, alinhando a bússola com a direção da linha, para obter  
2 os valores de distância e respectivo azimute (coordenadas polares).

3 Os trajetos foram seguidos no dia seguinte à colocação do carretel. Para cada  
4 trajeto seguido, as coordenadas polares foram convertidas em coordenadas cartesianas  
5 (x, y) a fim de calcular a área de uso através da área do mínimo polígono convexo  
6 (MPC) no programa ARCVIEW 3.1 (ESRI 1997). Para calcular o total de movimento  
7 efetuado em cada trajeto, toda a linha mapeada foi recolhida, seca em estufa e pesada,  
8 onde apenas os trajetos com no mínimo 30m de comprimento foram considerados. A  
9 intensidade de uso (IU) foi obtida através da divisão do comprimento total do trajeto  
10 (em metros) pela raiz quadrada da área de uso (MPC) para padronizar a escala, já que a  
11 área de uso é calculada em m<sup>2</sup> (Loretto & Vieira 2005; Vieira & Cunha 2008).

12 Tanto a área quanto a intensidade de uso foram comparadas entre os indivíduos  
13 da mesma espécie (machos e fêmeas) e entre as espécies nos diferentes tratamentos  
14 (controle e remoção) e épocas do ano (com e sem pinhão) por análise de covariância  
15 (ANCOVA) para avaliar o efeito e a interação desses fatores sobre o MPC e IU. A  
16 época sem pinhão correspondeu aos meses de março, setembro e novembro de 2010 e  
17 fevereiro de 2011. Já a época com pinhão foi referente aos meses de maio e julho de  
18 2010. Os dados de MPC e IU foram transformados para logaritmo e a normalidade e a  
19 homogeneidade das variâncias foram testadas pelo Teste Shapiro-Wilk e Teste de  
20 Levene, respectivamente.

21 O total de linha seguida em cada trajeto foi definido como a covariável, visto  
22 que a área de uso e a intensidade de uso são uma função direta dessa medida, sendo  
23 ambos influenciados por ela (Loretto & Vieira 2005; Almeida, Torquetti & Talamoni  
24 2008; Vieira & Cunha 2008). Primeiramente, realizou-se ANCOVA incluindo a

1 interação das variáveis independentes (fatores) com a covariável, a fim de testar a  
2 homogeneidade das inclinações das retas de regressão da variável dependente com a  
3 covariável para cada fator. Se houver interação, significa que as inclinações das retas  
4 não são homogêneas e os interceptos não podem ser comparados. E se não houver  
5 interação significativa, há homogeneidade das inclinações e as diferenças dos  
6 interceptos podem ser comparadas, sendo então possível realizar outra ANCOVA sem  
7 essas interações covariável-variáveis independentes (Loretto & Vieira 2005).

8 Na análise de covariância final, as variáveis época do ano e tratamento foram  
9 consideradas sempre juntas, como interação, já que os tratamentos estão diretamente  
10 relacionados à época do ano. Os tratamentos controle e remoção do pinhão foram  
11 usados somente na época em que este recurso estava disponível. Após a ANCOVA final  
12 foi realizado o pós-teste de Duncan para verificar especificamente quais as comparações  
13 foram significativas nas interações. Todas as análises foram realizadas no programa  
14 Statistica 7.0 (StatSoft 2005) com nível de significância de 0,05, sendo que valores  
15 contidos no intervalo entre  $0,05 < p \leq 0,07$  foram considerados marginalmente  
16 significativos.

### 17 *Mobilidade*

18 Para cada indivíduo capturado mais de uma vez dentro de cada excursão foi  
19 calculada a máxima distância percorrida entre os pontos de captura, obtendo assim uma  
20 medida de mobilidade do indivíduo. Escolheu-se essa medida porque ela representa o  
21 quanto o indivíduo foi capaz de se movimentar dentro dos limites das grades. As  
22 máximas distâncias percorridas foram distribuídas em histogramas de frequência e  
23 comparadas entre as espécies, sexos, tratamentos e épocas do ano através do Teste de  
24 Kolmogorov-Smirnov. Este teste foi utilizado por permitir o uso de todos os valores das

1 máximas distâncias, podendo assim comparar todas as classes de distâncias e não  
2 apenas um único valor, como a média.

3         Primeiramente, essas comparações foram feitas para cada espécie (entre sexos,  
4 considerando as épocas e tratamentos) e após compararam-se as espécies. Nessas  
5 comparações os dados foram refinados. Na época que não havia pinhão disponível os  
6 dados não foram separados em tratamentos controle e remoção, já que ambos não  
7 tinham esse recurso disponível. Os tratamentos foram utilizados apenas no período com  
8 pinhão disponível.

9         Para *D. dorsalis* nem todas as comparações foram possíveis devido ao baixo  
10 número amostral, já que foram considerados apenas os dados referentes a no mínimo 10  
11 capturas em cada tratamento e/ou época do ano para cada espécie.

12         Além dessas análises também foi testada a diferença entre os pesos de machos e  
13 fêmeas das duas espécies através do Teste de Mann-Whitney. Essas análises foram  
14 realizadas no programa Past 2.12 (Hammer, Harper & Ryan 2001) com nível de  
15 significância de 0,05, sendo que valores contidos no intervalo entre  $0,05 < p \leq 0,06$   
16 foram considerados marginalmente significativos.

17

18

19

20

21

22

## 1 **Resultados**

2           Obteve-se um esforço amostral de 14.160 armadilhas-noites e o sucesso de  
3   captura foi de 18,41%. Ao todo, 987 indivíduos foram capturados 2.607 vezes ao longo  
4   do estudo, os quais pertencem a 12 espécies, sendo oito de roedores (Cricetidae:  
5   Sigmodontinae): *Akodon montensis* Thomas, 1913, *Akodon azarae* Fischer, 1829,  
6   *Delomys dorsalis* Hensel, 1872, *Oligoryzomys* sp. Bangs, 1900, *Sooretamys angouya*  
7   Fischer, 1814, *Thaptomys nigrita* Lichtenstein, 1829, *Bruceppatersonius iheringi*  
8   Thomas, 1896, *Euryoryzomys russatus* Wagner, 1848, e quatro de marsupiais  
9   (Didelphidae: Didelphinae): *Monodelphis* cf. *dimidiata* Wagner, 1847, *Didelphis aurita*  
10   Wied-Neuwied, 1826, *Philander frenatus* Olfers, 1818. e *Gracilinanus* cf. *microtarsus*  
11   Wagner, 1842.

12           Amostras de 469 indivíduos do gênero *Akodon* foram sequenciadas, das quais  
13   468 foram identificadas como *A. montensis* e apenas uma como *A. azarae*.

### 14           *Área de uso e Intensidade de uso*

15           Foram seguidos 144 trajetos, dos quais 78 foram da espécie *A. montensis* (41  
16   machos e 37 fêmeas) e 66 de *D. dorsalis* (34 machos e 32 fêmeas). Os trajetos  
17   totalizaram 8.554,73 m de linha seguidos.

18           Na análise de covariância que incluiu as interações da covariável (total de linha  
19   seguida) com os fatores (sexo, espécie, época do ano e tratamento) não houve interações  
20   nem para a análise com MPC e nem para a análise com IU. Esses resultados indicaram  
21   uma homogeneidade das inclinações das retas de regressão entre covariável e variável  
22   dependente. Com isso realizou-se nova análise de covariância desconsiderando essas  
23   interações da covariável com os fatores.

1            Para a área de uso obteve-se diferenças entre sexos e espécies e entre os sexos  
2 em relação à época do ano e tratamento (Tabela 1). No geral, a espécie *D. dorsalis*  
3 apresentou áreas maiores (média± DP= 189,71 ± 190,13 m<sup>2</sup>) do que *A. montensis*  
4 (136,44 ± 134,91 m<sup>2</sup>), assim como os machos tiveram áreas de uso maiores (199,03 ±  
5 191,39 m<sup>2</sup>) do que as fêmeas (119,35 ± 115,91 m<sup>2</sup>). Analisando-se mais detalhadamente  
6 a interação entre espécie e sexo (Fig. 3), diferenças foram observadas para as fêmeas  
7 das duas espécies e não para os machos, sendo que as fêmeas de *D. dorsalis* utilizaram  
8 áreas maiores (146,49 ± 156,62 m<sup>2</sup>) do que as fêmeas de *A. montensis* (95,89 ± 55,1  
9 m<sup>2</sup>).

10           Diferenças intraespecíficas foram observadas para *A. montensis* e *D. dorsalis*,  
11 com os machos se movimentando em áreas maiores do que as fêmeas. Os machos de *D.*  
12 *dorsalis* apresentaram uma área de uso média de 230,38 ± 211,29 m<sup>2</sup>, enquanto que nas  
13 fêmeas o valor foi de 146,49 ± 156,62 m<sup>2</sup>. Os machos de *A. montensis* apresentaram  
14 uma área de uso média de 173,03 ± 171,49 m<sup>2</sup>, enquanto que nas fêmeas o valor foi de  
15 95,89 ± 55,1 m<sup>2</sup>.

16           Em relação às épocas do ano e tratamentos observaram-se diferenças, como um  
17 padrão geral, para os sexos (Fig. 4). As fêmeas modificaram suas áreas de uso na época  
18 com pinhão, enquanto os machos não alteraram suas áreas de uso nem nas épocas e nem  
19 nos tratamentos. As fêmeas, na época que havia pinhão, apresentaram áreas de uso  
20 maiores nas grades em que este recurso foi removido. Nas grades remoção a área de uso  
21 média foi de 209,45 ± 132,77 m<sup>2</sup>, enquanto nas grades controle foi de 85,32 ± 37,68 m<sup>2</sup>.  
22 Também houve diferenças entre as fêmeas das grades remoção na época com pinhão  
23 (209,45 ± 132,77 m<sup>2</sup>) e na época sem pinhão (126,04 ± 166,22 m<sup>2</sup>), onde os indivíduos  
24 tiveram áreas maiores de uso na época com pinhão. Entre os sexos se observaram

1 diferenças apenas na época sem pinhão, onde os machos se movimentaram em áreas  
2 maiores ( $203,20 \pm 173,68 \text{ m}^2$ ) do que as fêmeas ( $126,04 \pm 166,22 \text{ m}^2$ ) nas grades  
3 remoção.

4 Para a IU foram verificadas diferenças apenas entre sexos e espécies (Tabela 2).  
5 A espécie *D. dorsalis* utilizou as áreas com menos intensidade que *A. montensis*,  
6 complementando o resultado obtido na área de uso. E para os sexos, também  
7 complementarmente, os machos se movimentaram com menor intensidade nas suas  
8 áreas de uso do que as fêmeas. Mais especificamente, na interação espécie-sexo, as  
9 fêmeas de *D. dorsalis* utilizaram áreas com menor intensidade do que as fêmeas de *A.*  
10 *montensis* (Fig. 5), enquanto os machos de ambas as espécies movimentaram-se com a  
11 mesma intensidade nas suas áreas de uso. E as diferenças intraespecíficas foram  
12 observadas somente para *A. montensis*, com os machos utilizando as áreas com menor  
13 intensidade do que as fêmeas.

14 Os principais resultados do pós-teste tanto para o MPC quanto para a IU são  
15 apresentados na Tabela 3.

#### 16 *Mobilidade*

17 Dentre todas as espécies amostradas, foram duas as espécies mais recapturadas e  
18 para as quais foi calculada a máxima distância percorrida: *A. montensis* (289 indivíduos  
19 e 1126 capturas) e *D. dorsalis* (178 indivíduos com 682 capturas). Os resultados das  
20 análises estão representados na Tabela 4 e os histogramas dos resultados significativos  
21 na Fig. 6.

22 Os resultados para a espécie *A. montensis* demonstraram que durante a época do  
23 ano sem pinhão, os machos e as fêmeas diferiram nas máximas distâncias percorridas,

1 com os machos percorrendo maiores distâncias entre os pontos de captura, enquanto as  
2 fêmeas tiveram seus movimentos predominando na classe de 12 m de distância. Já na  
3 época com pinhão, apenas nas grades controle os machos novamente percorreram  
4 distâncias maiores que as fêmeas e estas tiveram seus movimentos mais restritos (até 36  
5 m). Na comparação dos sexos entre as épocas, houve diferenças nas máximas distâncias  
6 percorridas somente para as fêmeas nas grades controle, onde na época sem pinhão a  
7 maioria dos indivíduos movimentou-se por pontos de captura próximos (até 12 m) do  
8 que na época com pinhão.

9       Em relação ao roedor *D. dorsalis*, observou-se diferenças nos movimentos de  
10 machos e fêmeas no período sem pinhão, onde os machos percorreram maiores  
11 distâncias entre os pontos de captura, distribuindo mais seus movimentos do que as  
12 fêmeas. As fêmeas concentraram seus movimentos na classe de 36 m de distância,  
13 enquanto os machos se movimentaram por até 84 m de distância.

14       Comparando as duas espécies no período sem pinhão, somente as fêmeas  
15 apresentaram diferenças nas máximas distâncias percorridas, onde a maioria das fêmeas  
16 de *A. montensis* se movimentou por pequenas distâncias (até 36 m), enquanto as de *D.*  
17 *dorsalis* chegaram a se movimentar por mais de 90 m.

18       Na comparação dos pesos entre os sexos, verificou-se que tanto os machos de *D.*  
19 *dorsalis* ( $p < 0,001$ ) quanto os de *A. montensis* ( $p < 0,001$ ) são mais pesados que as  
20 fêmeas. Na comparação entre as fêmeas, *D. dorsalis* apresentaram peso maior que *A.*  
21 *montensis* ( $p < 0,001$ ). Os machos de *D. dorsalis* apresentaram em média 47,75 g,  
22 enquanto as fêmeas 41,12 g. Para *A. montensis*, os machos pesaram em média 31,19 g e  
23 as fêmeas 27,31 g.

## 1 **Discussão**

2           Foram detectadas diferenças intraespecíficas para ambas as espécies. Para *A.*  
3 *montensis*, os machos utilizaram áreas maiores e com menor intensidade do que as  
4 fêmeas. Especificamente no período sem pinhão, esse resultado se confirmou nas  
5 máximas distâncias percorridas por essa espécie, onde os machos também  
6 movimentaram-se por maiores distâncias que as fêmeas. Gomez *et al.* (2011), estudando  
7 as distâncias máximas dos movimentos de *A. azarae*, espécie simpátrica de *A.*  
8 *montensis*, observaram que os machos percorreram distâncias maiores que as fêmeas,  
9 sugerindo que o sistema promíscuo seria uma das causas dessa diferença.

10           Para *D. dorsalis*, os machos também utilizaram áreas maiores que as fêmeas,  
11 porém com intensidades de uso similares. Nas máximas distâncias percorridas no  
12 período sem pinhão por essa espécie, os machos novamente percorreram distâncias  
13 maiores que as fêmeas. Olmos (1991) também observou que machos de *D. dorsalis*  
14 utilizaram áreas maiores que as fêmeas. Esse resultado, machos se movimentando por  
15 maiores distâncias e utilizando áreas maiores que as fêmeas, pode ser explicado por  
16 duas hipóteses: a diferença de pesos e o padrão reprodutivo. Os dados do presente  
17 estudo demonstraram que tanto os machos de *A. montensis* quanto os de *D. dorsalis* são  
18 mais pesados que as fêmeas, e por isso talvez necessitem de mais recursos, para isso,  
19 deslocam-se por distâncias maiores.

20           Em relação aos padrões reprodutivos, sabe-se que, em geral, para pequenos  
21 mamíferos o sistema é promíscuo, com machos se reproduzindo com várias fêmeas  
22 (Bonaventura, Kravetz & Suarez 1992; Pires & Fernandez 1999; Cáceres & Monteiro-  
23 Filho 2001; Cademartori *et al.* 2002; Loretto & Vieira 2008; Ribeiro 2011). Conforme  
24 Bonaventura, Kravetz & Suarez (1992) e Cademartori *et al.* (2002), a espécie *A. azarae*



1 possui sistema reprodutivo promíscuo. Esse sistema reprodutivo possivelmente é  
2 apresentado tanto por *A. montensis* quanto por *D. dorsalis*. Além disso, não foi  
3 detectado um período reprodutivo para as duas espécies neste trabalho, pois ao longo de  
4 todo o ano foram encontrados indivíduos sexualmente ativos, corroborando com o  
5 observado por Cademartori, Fabián & Menegheti (2004) na mesma área de estudo.

6 Segundo Ostfeld (1990), o uso do espaço pelas fêmeas de pequenos mamíferos  
7 seria mais dependente da disponibilidade de alimento, com elas se movimentando em  
8 busca de recursos para a alimentação, gestação e cuidado com os filhotes. Assim, as  
9 fêmeas efetuariam movimentos mais restritos a uma determinada área, podendo  
10 apresentar territorialismo, ao contrário dos machos que teriam seus movimentos mais  
11 relacionados à questão reprodutiva do que à necessidade de alimento, se movimentando  
12 por grandes áreas em busca de fêmeas. Loretto & Vieira (2005) sugerem que as fêmeas  
13 de pequenos mamíferos, no período de gestação e amamentação dos filhotes, tendem a  
14 apresentar movimentos mais restritos devido à alta demanda de energia requerida nesse  
15 período, e como solução esses indivíduos poderiam aumentar a intensidade de uso nas  
16 áreas na busca por recursos. É possível, então, que o movimento dos machos das duas  
17 espécies estudadas seja mais influenciado pela busca por fêmeas para se reproduzir,  
18 resultando em grandes áreas de uso, enquanto as fêmeas têm seus movimentos mais  
19 influenciados pela disponibilidade de alimento, locomovendo-se para buscar recursos  
20 para a alimentação e cuidado dos filhotes, resultando em menores áreas de uso que os  
21 machos, mas utilizadas com maior intensidade.

22 Diferenças interespecíficas foram verificadas apenas para um sexo, onde as  
23 fêmeas de *D. dorsalis* utilizaram áreas maiores e com menor intensidade do que as  
24 fêmeas de *A. montensis*. Comparando com os resultados da mobilidade no período sem

1 pinhão, as diferenças também foram verificadas apenas entre as fêmeas, onde  
2 indivíduos de *D. dorsalis* movimentaram-se por distâncias maiores dentro das grades do  
3 que indivíduos de *A. montensis*. Püttker, Meyer-Lucht & Sommer (2006), estudando as  
4 máximas distâncias percorridas para várias espécies de pequenos mamíferos, observou  
5 que indivíduos de *A. montensis* apresentaram as menores distâncias percorridas,  
6 inclusive em relação à espécie *D. sublineatus* Thomas, 1903, espécie congênica de *D.*  
7 *dorsalis*.

8 O resultado obtido neste estudo pode ser explicado pelo fato das fêmeas de *D.*  
9 *dorsalis* terem apresentado maior peso do que as fêmeas de *A. montensis*, necessitando  
10 buscar mais recursos para sobreviver e, portanto, apresentando áreas de uso e  
11 mobilidade maiores. Segundo Vieira & Cunha (2008), o peso foi o fator determinante  
12 nas diferenças entre indivíduos e entre espécies de marsupiais, destacando que o  
13 aumento do peso leva a aumentos nos custos energéticos, fazendo com que os animais  
14 aumentem suas áreas de vida e diminuam a intensidade com que utilizam essas áreas.

15 Além disso, já foi observado que fêmeas de *A. cursor* Winge, 1887, espécie  
16 considerada críptica de *A. montensis* (Jordão, Ramos & Silva 2010), são territorialistas,  
17 apresentando áreas de vida menores para defender os recursos e a prole (Gentile,  
18 D'Andrea & Cerqueira 1997). Esses autores comentam que esse comportamento parece  
19 ser geral para espécies do gênero *Akodon*, sendo possível que também seja apresentado  
20 pelas fêmeas de *A. montensis*, as quais podem ser mais territoriais que as de *D. dorsalis*,  
21 resultando em menores áreas de uso. Sugere-se que além da variável peso e o  
22 comportamento, outros fatores podem influenciar essa diferença entre as fêmeas das  
23 duas espécies, como a própria estrutura do habitat e os recursos utilizados por cada uma  
24 delas.

1           Em relação à produção de pinhões, observou-se a presença das sementes no solo  
2   entre final de março a agosto (período de outono/inverno), sendo que no mês de  
3   setembro não havia mais sementes disponíveis. Este período está de acordo com o  
4   registrado por outros autores em áreas similares (Cademartori, Fabián & Menegheti  
5   2004; Mantovani, Morellato & Reis 2004; Paise & Vieira 2005). Sabe-se que o período  
6   de produção de sementes de araucária ocorre em uma época de menor produção de  
7   outros frutos, reforçando a importância deste recurso no outono/inverno (Iob 2007).  
8   Segundo Iob (2007), em estudo em área de Floresta Ombrófila Mista, as maiores  
9   abundâncias de roedores, entre eles *A. montensis* e *D. dorsalis*, foram registradas no  
10   período de oferta dos pinhões, evidenciando a importância desse recurso para essas  
11   espécies.

12           No período em que o pinhão estava disponível, as fêmeas das duas espécies  
13   aumentaram expressivamente suas áreas de uso nas grades em que este recurso foi  
14   removido (grades remoção). Além disso, nessa época (maio e julho), foi observado um  
15   número maior de fêmeas em período reprodutivo, de ambas as espécies (J. A.  
16   Prevedello, dados não publicados). Cademartori, Fabián & Menegheti (2004)  
17   observaram flutuações nos índices de abundância de *A. montensis*, sendo que os maiores  
18   picos foram em agosto, coincidindo com a oferta de pinhões. Cademartori, Fabián &  
19   Manegheti (2005) também registraram um período de maior recrutamento de indivíduos  
20   de *D. dorsalis* nos meses de maio a agosto, destacando que justamente neste período há  
21   grande disponibilidade de pinhões. Portanto, a atividade reprodutiva aliada à diminuição  
22   de alimento (fator provocado) pode ter influenciado os movimentos das fêmeas,  
23   fazendo-as aumentar o deslocamento nas grades remoção em busca de recursos.

1 Já os machos das duas espécies, no geral, não alteraram suas áreas e intensidades  
2 de uso nem as máximas distâncias percorridas, movimentando-se por grandes áreas.  
3 Essas observações demonstram que os indivíduos desse sexo parecem não ser  
4 influenciados pela disponibilidade do pinhão.

5 Esses resultados de época do ano e tratamento confirmam o observado  
6 anteriormente e explicado por Ostfeld (1990). Outros estudos também encontraram essa  
7 influência da disponibilidade de alimento nos movimentos das fêmeas e a influência da  
8 reprodução nos movimentos dos machos (Bonaventura, Kravetz & Suarez 1992;  
9 Cáceres 2003; Loretto & Vieira 2005; Stradiotto *et al.* 2009; Ribeiro 2011). Loretto &  
10 Vieira (2005) observaram esse mesmo padrão de influência da disponibilidade de  
11 recursos e da atividade reprodutiva nos movimentos realizados pelo marsupial *D.*  
12 *aurita*, reforçando o padrão geral encontrado neste estudo para as duas espécies de  
13 roedores.

14 Alguns resultados de área de uso e mobilidade não se complementaram. Na área  
15 de uso, detectaram-se diferenças para as fêmeas das grades remoção. Já na mobilidade,  
16 foi observada diferença nas grades controle para a espécie *A. montensis*. Este resultado  
17 pode ser explicado pela limitação do método utilizado, pois para calcular a mobilidade  
18 apenas se tem a distância percorrida entre os pontos de armadilhas, diferente do carretel  
19 de rastreamento.

20 Em relação a essas duas técnicas utilizadas para avaliar os movimentos  
21 efetuados pelos roedores, ressaltam-se algumas diferenças. A vantagem do carretel de  
22 rastreamento é que ele permite analisar detalhadamente como são os movimentos  
23 efetuados pelos indivíduos, mapeando os trajetos e fornecendo medidas do padrão de  
24 locomoção, tortuosidade, área e intensidade de uso do espaço (Delciellos, Loretto &

1 Vieira 2006). Já a mobilidade fornece medidas das distâncias percorridas entre os  
2 pontos de captura, com um nível menor de detalhamento do movimento, porém oferece  
3 a vantagem de permitir analisar um grande número de indivíduos. Além disso, na  
4 mobilidade, determinados indivíduos podem ser mais atraídos por armadilhas  
5 específicas e/ou pelo tipo de isca, o que acaba interferindo no movimento do animal  
6 (Püttker, Meyer-Lucht & Sommer 2006). O uso das duas metodologias neste estudo foi  
7 válido, visto que alguns resultados se complementaram, reforçando as explicações  
8 sugeridas.

9 Conclui-se que, no geral, machos de *A. montensis* e *D. dorsalis* se  
10 movimentaram por distâncias maiores que as fêmeas, assim como utilizaram áreas  
11 maiores nas suas atividades diárias, o que indica que seus movimentos são influenciados  
12 pela busca de fêmeas. Já as fêmeas utilizaram áreas mais restritas, indicando que seus  
13 movimentos podem ser influenciados pela disponibilidade de alimento. A  
14 disponibilidade de pinhões influenciou expressivamente os movimentos das fêmeas,  
15 confirmando a hipótese de que a busca por alimento determina os movimentos e as  
16 áreas de uso desses indivíduos.

## Referências

- Almeida, A.J.d., Torquetti, C.G. & Talamoni, S.A. (2008) Use of space by neotropical marsupial *Didelphis albiventris* (Didelphimorphia: Didelphidae) in an urban forest fragment. *Revista Brasileira de Zoologia*, **25**, 214-219.
- Bergallo, H.G. & Magnusson, W.E. (2004) Factors affecting the use of space by two rodent species in Brazilian Atlantic forest. *Mammalia*, **68**, 121-132.
- Bonaventura, S.M., Kravetz, F.O. & Suarez, O.V. (1992) The relationship between food availability, space use and territoriality in *Akodon azarae* (Rodentia, Cricetidae). *Mammalia*, **56**, 407-416.
- Bonvicino, C.R., Oliveira, J.A. & D'Andrea, P.S. (2008) *Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos*. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS, Rio de Janeiro
- Burt, W.H. (1943) Territoriality and home range concepts as applied to mammals *Journal of Mammalogy*, **24**, 346-352.
- Cáceres, N.C. (2003) Use of the space by the opossum *Didelphis aurita* Wied-Newied (Mammalia, Marsupialia) in a mixed forest fragment of southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **20**, 315-322.
- Cáceres, N.C. & Monteiro-Filho, E.L.A. (2001) Food Habits, Home Range and Activity of *Didelphis aurita* (Mammalia, Marsupialia) in a Forest Fragment of Southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, **36**, 85-92.
- Cademartori, C.V., Fabián, M.E. & Manegheti, J.O. (2005) Biologia reprodutiva de *Delomys dorsalis* (Hensel, 1872) - Rodentia, Sigmodontinae - em área de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Mastozoología Neotropical*, **12**, 133-144.
- Cademartori, C.V., Fabián, M.E. & Menegheti, J.O. (2004) Variações na abundância de roedores (Rodentia, Sigmodontinae) em duas áreas de floresta ombrófila mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, **6**, 147-167.
- Cademartori, C.V., Marques, R.V. & Pacheco, S.M. (2008) Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, **10**, 187-194.

- Cademartori, C.V., Marques, R.V., Pacheco, S.M., Baptista, L.R.d.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, Série Zoologia*, **15**, 61-86.
- Christoff, A.U., Lima, J. & Jung, D.M.H. (2009) Mamíferos não-voadores da Floresta com Araucária e áreas adjacentes no Rio Grande do Sul: ênfase em roedores e suas adaptações ao habitat. *Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável* (eds C.R. Fonseca, A.F. Souza, A.M. Leal-Zanchet, T.L. Dutra, A. Backes & G. Ganade), pp. 171-184. Holos, Ribeirão Preto.
- Cunha, A.A. & Vieira, M.V. (2002) Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic Forest of Brazil. *Journal of Zoology*, **258**, 419-426.
- 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.
- Delciellos, A.C., Loretto, D. & Vieira, M.V. (2006) Novos métodos no estudo da estratificação vertical de marsupiais neotropicais *Oecologia Brasiliensis*, **10**, 135-153.
- Doyle, J.J. & Doyle, J.L. (1987) A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, **19**, 11-15.
- Emmons, L.H. (1997) *Neotropical rainforest mammals: a field guide* 2nd edn. University of Chicago Press, Chicago.
- ESRI (1997) ArcView 3D Analyst. Environment System Research Institute Inc., Redlands.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R. & Vrijenhoek, R. (1994) DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, **3**, 294-299.
- Gentile, R. & Cerqueira, R. (1995) Movement patterns of five species of small mammals in a Brazilian restinga. *Journal of Tropical Ecology*, **11**, 671-677.

- Gentile, R., D'Andrea, P.S. & Cerqueira, R. (1997) Home ranges of *Philander frenata* and *Akodon cursor* in a Brazilian Restinga (Coastal Shrubland). *Mastozoología Neotropical*, **4**, 105-112.
- Gomez, D., Sommaro, L., Steinmann, A., Chiappero, M. & Priotto, J. (2011) Movement distances of two species of sympatric rodents in linear habitats of Central Argentine agro-ecosystems. *Mammalian Biology*, **76**, 58-63.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L. & Dewaard, J.R. (2003) Biological identifications through DNA barcodes. *Proceeding of the Royal Society of London*, **270**, 313-321.
- Iob, G. (2007) Influência de frutos e sementes na abundância de pequenos mamíferos e a relação com a predação e dispersão de sementes de Araucária (*Araucaria angustifolia*). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Jordão, J.C., Ramos, F.N. & Silva, V.X.d. (2010) Demographic parameters of *Akodon montensis* (Mammalia:Rodentia) in an Atlantic Forest remnant of Southeastern Brazil. *Mammalia*, **74**, 395-400.
- Leiner, N.O. & Silva, W.R. (2007) Effects of resource availability on the use of space by the mouse opossum *Marmosops paulensis* (Didelphidae) in a montane Atlantic forest area in southeastern Brazil. *Acta Theriologica*, **52**, 197-204.
- Loretto, D. & Vieira, M.V. (2005) The Effects of Reproductive and Climatic Seasons on Movements in the Black-Eared Opossum (*Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826). *Journal of Mammalogy*, **86**, 287-293.
- Loretto, D. & Vieira, M.V. (2008) Use of space by the marsupial *Marmosops incanus* (Didelphimorphia, Didelphidae) in the Atlantic Forest, Brazil. *Mammalian Biology*, **73**, 255-261.
- Mantovani, A., Morellato, L.P.C. & Reis, M.S.d. (2004) Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze1. *Revista Brasileira de Botânica*, **27**, 787-796.



- Mendel, S.M. & Vieira, M.V. (2003) Movement distances and density estimation of small mammals using the spool-and-line technique. *Acta Theriologica*, **48**, 289-300.
- Miranda, E.E. (2005) Brasil em Relevo. Embrapa Monitoramento por Satélite. Campinas. <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>
- Nams, V.O. (2006) Animal movement rates as behavioural bouts. *Journal of Animal Ecology*, **75**, 298-302.
- Olmos, F. (1991) Observations on the Behavior and Population Dynamics of some Brazilian Atlantic Forest Rodents. *Mammalia*, **55**, 555-565.
- Ostfeld, R.S. (1990) The ecology of territoriality in small mammals. *Trends in Ecology and Evolution*, **5**, 411-415.
- Paise, G. & Vieira, E.M. (2005) Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **28**, 615-625.
- Perini, A.A. (2010) A importância da *Araucaria angustifolia* na dieta de pequenos roedores silvestres em área de Floresta com Araucária no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado, UNISINOS.
- Pires, A.d.S. & Fernandez, F.A.d.S. (1999) Use of space by the marsupial *Micoureus demerarae* in small Atlantic Forest fragments in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, **15**, 279-290.
- Prevedello, J.A., Mendonça, A.F. & Vieira, M.V. (2008) Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, **12**, 610-625.
- Püttker, T., Meyer-Lucht, Y. & Sommer, S. (2006) Movement distances of five rodent and two marsupial species in forest fragments of the coastal Atlantic Rainforest, Brazil. *ECOTROPICA*, **12**, 131-139.
- Ribeiro, J.F. (2011) Avaliação do uso do espaço pelo marsupial *Gracilinanus agilis* em área de cerrado no Brasil Central. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília.
- Rosado, R.M., Ferreira, A.G., Mariath, J.E.A. & Cocucci, A.R. (1994) Amido no megagametófito de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze: degradação durante a

germinação e o desenvolvimento do esporófito. *Acta Botanica Brasilica*, **8**, 35-43.

Sonego, R.C., Backes, A. & Souza, A.F. (2007) Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. *Acta Botanica Brasilica*, **21**, 943-955.

Spencer, S.R. & Cameron, G.N. (1990) Operationally defining home range: temporal dependence exhibited by hispid cotton rats. *Ecology*, **71**, 1817-1822.

StatSoft (2005) STATISTICA (data analysis software system).

Steinwald, M.C., Swanson, B.J. & Waser, P.M. (2006) Effects of spool-and-line tracking on small desert mammals. *THE SOUTHWESTERN NATURALIST*, **51**, 71-78.

Stradiotto, A., Cagnacci, F., Delahay, R., Tioli, S., Nieder, L. & Rizzoli, A. (2009) Spatial organization of the yellow-necked mouse: effects of density and resource availability *Journal of Mammalogy*, **90**, 704-714.

Tamura, K., Peterson, D. & Peterson, N. (2011) MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution*.

Technelysium (2001) Chromas Lite 2.0. Technelysium Pty Ltd Helensvale

Turchin, P. (1991) Translating foraging movements in heterogeneous environments into the spatial distribution of foragers. *Ecology*, **72**, 1253-1266.

Vieira, M.V. & Cunha, A.d.A. (2008) Scaling body mass and use of space in three species of marsupials in the Atlantic Forest of Brazil. *Austral Ecology*, **33**, 872-879.

## TABELAS

Tabela 1. Análise de covariância para avaliar o efeito das variáveis independentes na área de uso de pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil. A área de uso (MPC) foi a variável dependente e o total de linha seguida a covariável. E espécie (*Akodon montensis*, *Delomys dorsalis*), sexo (macho, fêmea), época do ano (com e sem pinhão) e tratamento (controle, remoção) foram as variáveis independentes. As variáveis época do ano e tratamento foram consideradas como uma interação.

	QM	F	p
Intercepto	25,107	343,427	0,000
Total de linha seguida	8,102	110,823	0,000
Espécie	0,268	3,663	0,058
Sexo	0,561	7,673	0,006
Espécie*Sexo	0,235	3,215	0,075
Época do ano*Tratamento	0,028	0,379	0,539
Espécie*Época do ano*Tratamento	0,090	1,231	0,269
Sexo*Época do ano*Tratamento	0,236	3,235	0,074

Tabela 2. Análise de covariância para avaliar o efeito das variáveis independentes na intensidade de uso de pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil. A intensidade de uso (IU) foi a variável dependente e o total de linha seguida a covariável. E espécie (*Akodon montensis*, *Delomys dorsalis*), sexo (macho, fêmea), época do ano (com e sem pinhão) e tratamento (controle, remoção) foram as variáveis independentes. As variáveis época do ano e tratamento foram consideradas como uma interação.

	QM	F	p
Intercepto	6,453	366,462	0,000
Total de linha seguida	0,039	2,211	0,139
Espécie	0,086	4,882	0,029
Sexo	0,113	6,427	0,012
Espécie*Sexo	0,071	4,039	0,046
Época do ano*Tratamento	0,003	0,152	0,698
Espécie*Época do ano*Tratamento	0,014	0,796	0,374
Sexo*Época do ano*Tratamento	0,025	1,395	0,240

Tabela 3. Resultados do pós-teste de Duncan para a análise de covariância da área de uso (MPC) e da intensidade de uso (IU) dos pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil. F= fêmeas; M= machos; AM= *Akodon montensis*; DD= *Delomys dorsalis*; CPC= época com pinhão nas grades controle; CPR= época com pinhão nas grades remoção; SPC= época sem pinhão nas grades controle; SPR= época sem pinhão nas grades remoção.

	Área de uso (MPC)	Intensidade de uso (IU)
DD x AM	p= 0,007	p= 0,061
M x F	p= 0,000	p= 0,014
M AM x F AM	p= 0,001	p= 0,002
M DD x F DD	p= 0,004	p= 0,963
F AM x F DD	p= 0,036	p= 0,003
F CPR x F CPC	p= 0,002	p= 0,298
F SPR x F CPR	p= 0,001	p= 0,010
M SPR x F SPR	p= 0,016	p= 0,091

Tabela 4. Teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar os efeitos das variáveis independentes sobre as máximas distâncias percorridas por pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil. A máxima distância percorrida (m) foi a variável dependente, e espécie (*Akodon montensis*, *Delomys dorsalis*), sexo (macho, fêmea), época do ano (com e sem pinhão) e tratamento (controle, remoção) foram as variáveis independentes. ESP= época sem pinhão; ECP= época com pinhão; F= fêmea; M= macho; C= controle; R= remoção.

		<i>A. montensis</i>	<i>D. dorsalis</i>	<i>A. montensis</i> x <i>D. dorsalis</i>
ESP	M x F	D=0,16 p=0,068	D=0,204 p=0,019	
	M x M			D=0,138 p=0,231
	F x F			D=0,207 p=0,010
ECP	FC x MC	D=0,407 p=0,008		
	FR x MR	D=0,298 p=0,095		
	MC x MR	D=0,138 p=0,886		
	FC x FR	D=0,233 p=0,341		
ECP x ESP	M x M	D=0,205 p=0,244		
	F x F	D=0,307 p=0,048		

## FIGURAS

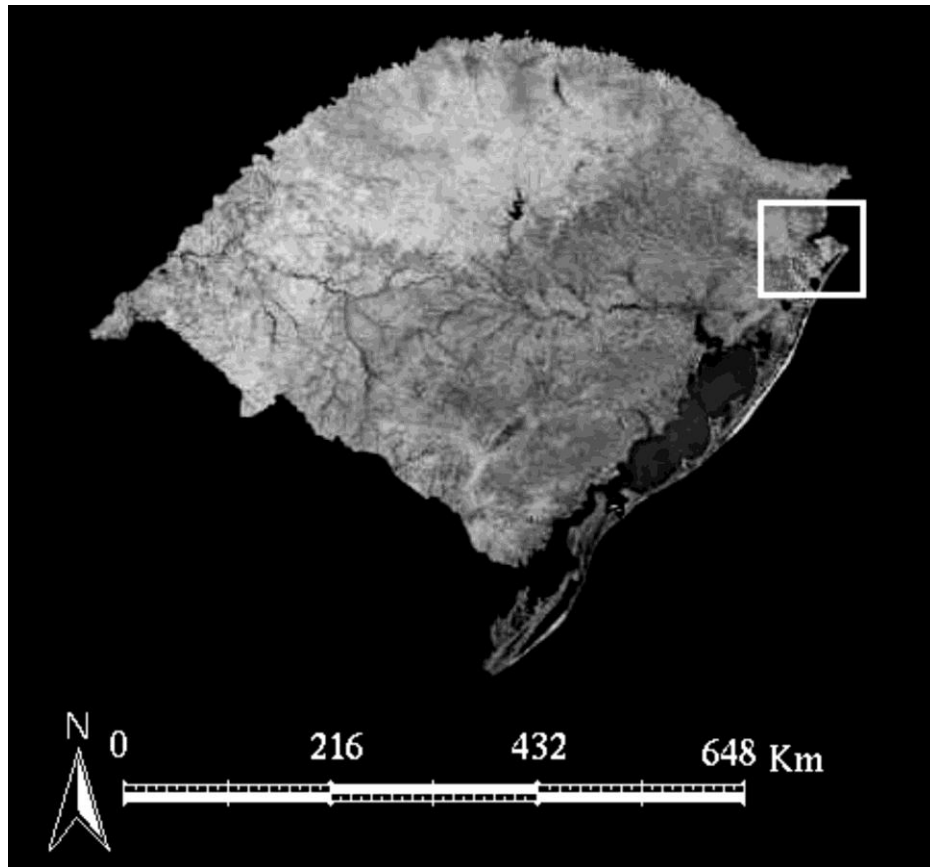


Figura 1. Localização da área do estudo no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Retirado de Miranda, 2005.



Figura 2. Indivíduo da espécie *D. dorsalis* equipado com carretel de rastreamento e abaixo os locais por onde os roedores se movimentaram, com a linha do carretel mapeando o trajeto.



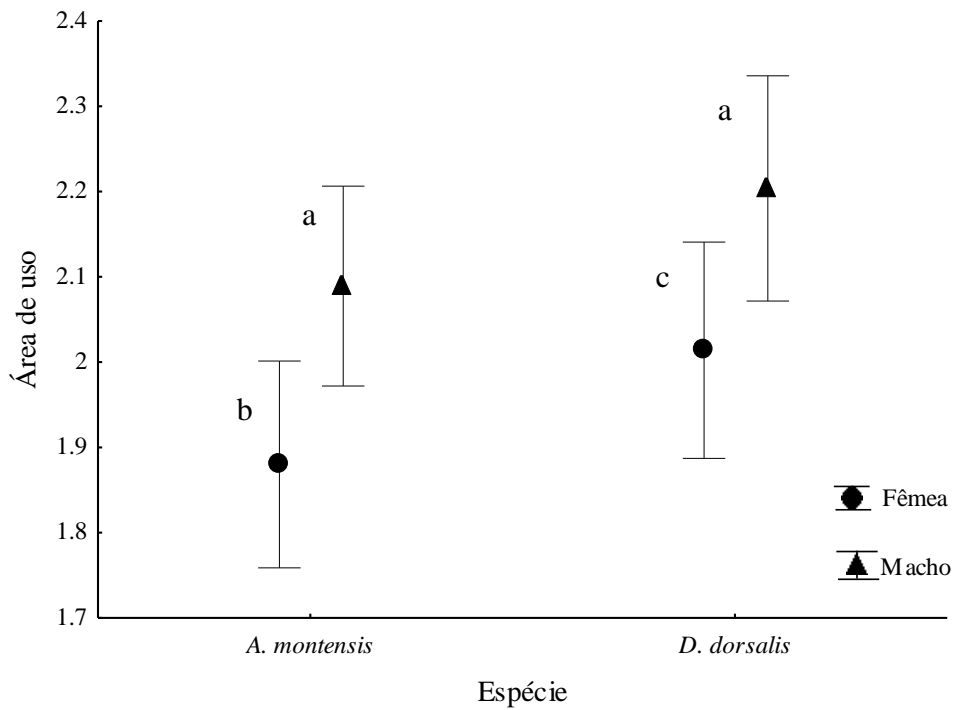


Figura 3. Médias ponderadas da área de uso (MPC) e respectivos intervalos de confiança (95%) de machos e fêmeas das espécies de pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil. Os valores de MPC estão representados pelos seus respectivos logaritmos. As letras “a”, “b”, “c” e “d” representam os resultados do pós-teste, onde as comparações com letras diferentes mostram as diferenças significativas.

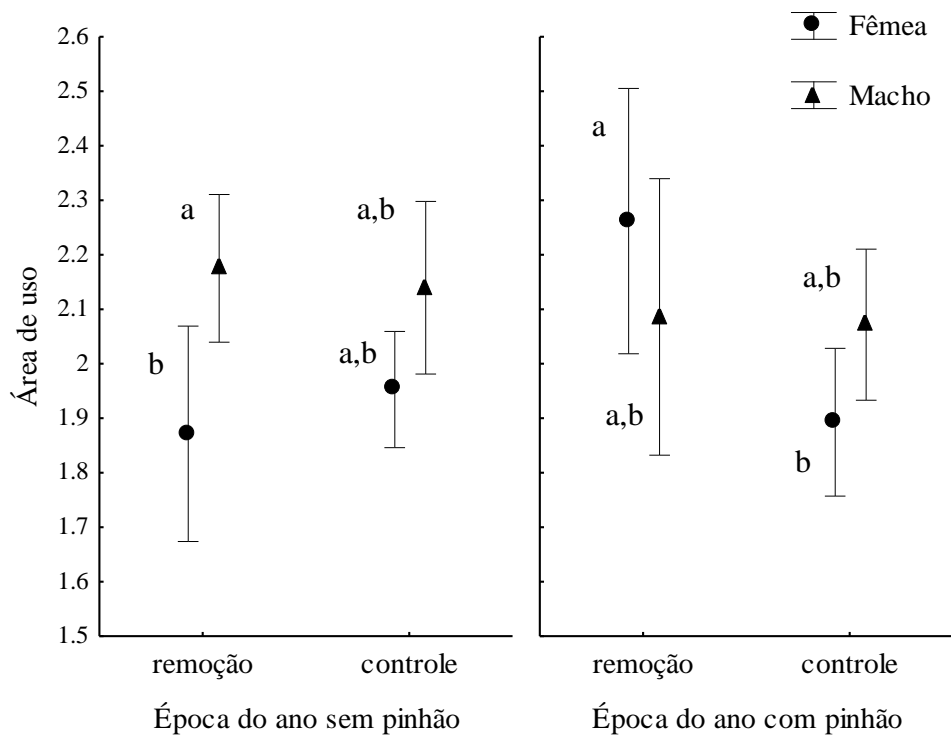


Figura 4. Médias ponderadas da área de uso (MPC) e respectivos intervalos de confiança (95%) de machos e fêmeas das espécies de pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil, nas diferentes épocas do ano e tratamentos. Os valores de MPC estão representados pelos seus respectivos logaritmos. As letras “a”, “b”, “c” e “d” representam os resultados do pós-teste, onde as comparações com letras diferentes mostram as diferenças significativas.

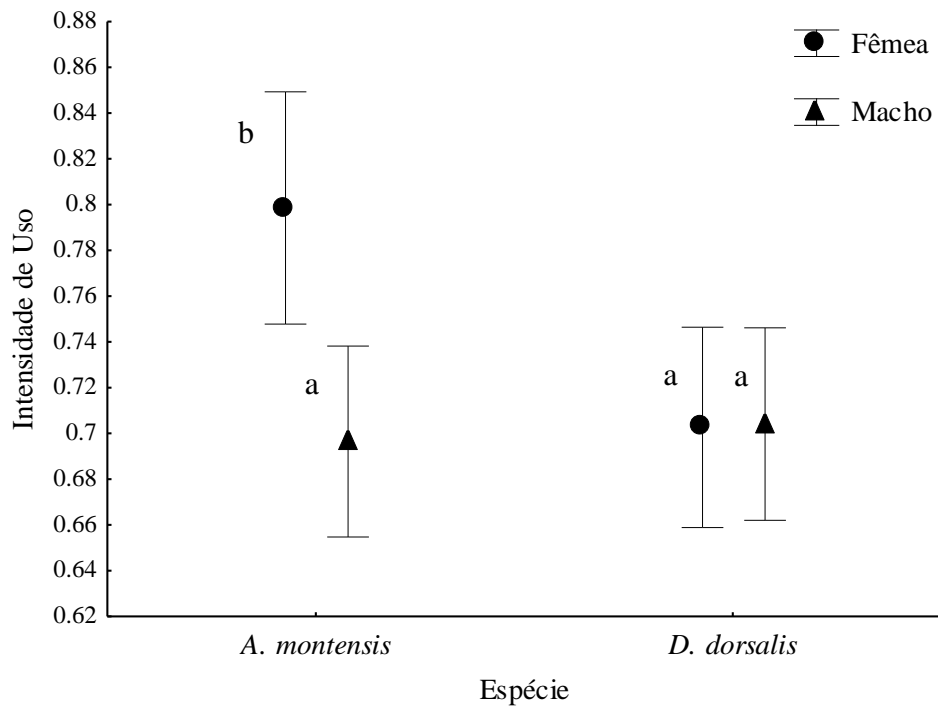


Figura 5. Médias ponderadas da intensidade de uso (IU) e respectivos intervalos de confiança (95%) de machos e fêmeas das espécies de pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil. Os valores de IU estão representados pelos seus respectivos logaritmos. As letras “a”, “b”, “c” e “d” representam os resultados do pós-teste, onde as comparações com letras diferentes mostram as diferenças significativas.

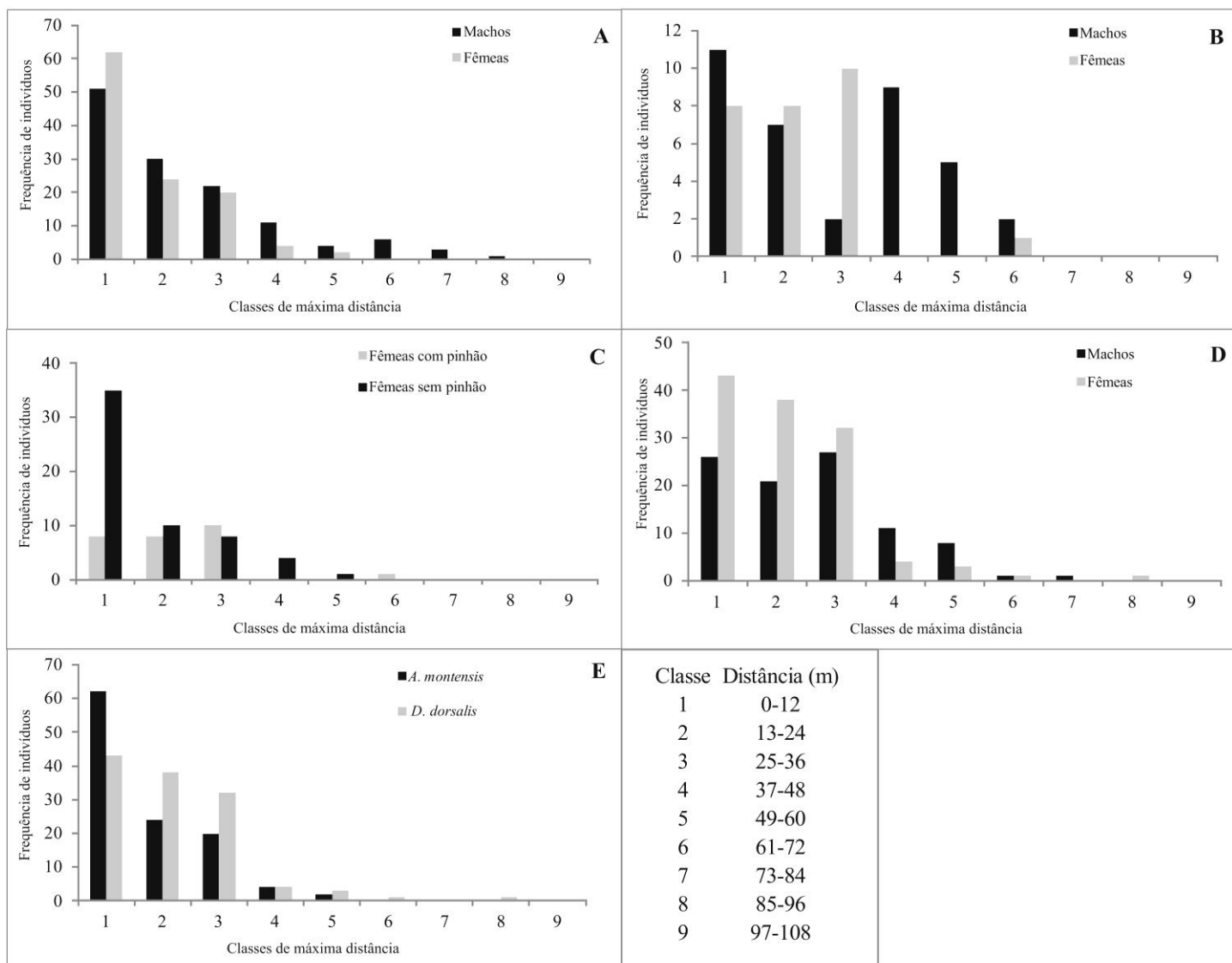


Figura 6. Histogramas de frequência do número de indivíduos em cada classe de máxima distância percorrida (m) para as espécies de pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil. Histogramas (A), (B) e (C) representam *Akodon montensis*, (D) representa *Delomys dorsalis* e (E) compara *A. montensis* e *D. dorsalis*. (A) - machos e fêmeas na época sem pinhão; (B) - machos e fêmeas na época com pinhão na grade controle; (C) - fêmeas nas épocas com e sem pinhão; (D) - machos e fêmeas na época sem pinhão e (E) - fêmeas na época sem pinhão.

## Artigo II

### **Estratificação vertical de pequenos mamíferos não voadores em Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil.**

Dalila Welter<sup>1\*</sup>, Samara A. Guaragni<sup>1</sup>, Ana Carolina Dal Berto<sup>2</sup>, Graziela Iob<sup>2</sup>, Jayme A. Prevedello<sup>3</sup> e Thales R. O. de Freitas<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

\*Correspondência do autor: Av. Bento Gonçalves, 9.500 - Prédio 43323, sala 103 - Departamento de Genética.

Bairro Agronomia – Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

CEP 91501-970

E-mail: [dwelter02@yahoo.com.br](mailto:dwelter02@yahoo.com.br)  
Telefone: 55 51 3308 6726

**Artigo redigido nas normas da revista *Mammalian Biology*.**

## 1 **Resumo**

2           A complexidade vertical dos ambientes é uma das características que permite a  
3 coexistência das espécies no habitat, pois os diferentes estratos da vegetação  
4 disponibilizam uma diversidade de recursos e nichos para serem utilizados. O objetivo  
5 do trabalho foi avaliar a estratificação vertical das espécies de pequenos mamíferos não  
6 voadores em área de Floresta Ombrófila Mista. A área de estudo foi a Floresta Nacional  
7 de São Francisco de Paula, onde foram amostrados os estratos solo e sub-bosque no  
8 período de março de 2010 a fevereiro de 2011. Foram utilizadas oito grades em áreas de  
9 floresta nativa e em cada uma delas foram instaladas 49 armadilhas no solo e 10 no sub-  
10 bosque. Ao longo do estudo foram capturadas 12 espécies, sendo quatro de marsupiais e  
11 oito de roedores. Entre as espécies mais capturadas, *Akodon montensis* e *Delomys*  
12 *dorsalis* utilizaram mais o estrato do solo, enquanto *Oligoryzomys* sp. e *Sooretamys*  
13 *angouya* utilizaram mais o sub-bosque. O maior número de capturas em ambos os  
14 estratos ocorreu no mês de setembro. Esse período, término da oferta de pinhões e  
15 pouca disponibilidade de outros recursos, fez com que as espécies explorassem  
16 diferentemente os estratos, provavelmente devido ao aumento da competição por  
17 recursos.

18 Palavras-chave: Floresta com Araucárias, marsupiais, roedores, sub-bosque, uso do  
19 espaço.

1 **Abstract**

2         The vertical complexity of environments is a characteristic that allows the  
3 coexistence of species in the same habitat, because the different strata of vegetation  
4 provide a diversity of resources and niches that can be used. The objective of this study  
5 was to evaluate the vertical stratification of species of small non-flying mammals in an  
6 Araucaria Forest area. The study area was the São Francisco de Paula National Forest,  
7 where two strata (ground level and understorey) were sampled in the period of March  
8 2010 to February 2011. Eight grids were marked in areas of native forest and in each of  
9 them 49 traps were installed at the ground level and 10 traps in the understorey.  
10 Throughout the study, 12 species were captured, four marsupials and eight rodents.  
11 Among the most captured species, *Akodon montensis* and *Delomys dorsalis* used more  
12 the ground level, while *Oligoryzomys* sp. and *Sooretamys angouya* used more the  
13 understorey. The highest number of captures in both strata occurred in September. This  
14 period, where the end of production of araucaria seeds occurs and the availability of  
15 other resources is limited, caused the species to explore the strata differently, probably  
16 due to increase in competition for resources.

17 **Key-words:** Araucaria Forest, marsupials, rodents, understorey, use of space.

## 1 **Introdução**

2           As florestas tropicais constituem ambientes complexos, com estratos verticais  
3 bem desenvolvidos, e heterogêneos, através da variação horizontal na paisagem  
4 (August, 1983), apresentando uma diversidade de ambientes única. A maior  
5 complexidade e heterogeneidade de habitats possibilitam comunidades igualmente  
6 complexas, com uma alta diversidade de espécies (Gentile e Fernandez, 1999).

7           Em ambientes florestais geralmente é possível distinguir três estratos verticais  
8 principais: solo, sendo constituído de vegetação herbácea, folhiço e raízes; sub-bosque,  
9 formado por vegetação intermediária, como arvoretas, arbustos e epífitas e o dossel,  
10 formado pela copa das árvores (Prevedello et al., 2008). Na formação de estratos em um  
11 determinado ambiente, a estratificação avalia como se dá a distribuição vertical das  
12 espécies de uma comunidade.

13           As diferentes formas e conectividade da vegetação e os estratos formados por ela  
14 são responsáveis pelo aumento da complexidade vertical no ambiente (Prevedello et al.,  
15 2008). Esta possibilita o aumento da diversidade de recursos e nichos disponíveis,  
16 levando a uma separação espacial das espécies pelo uso diferencial dos estratos, e  
17 consequentemente, a uma divisão no uso desses recursos, aumentando potencialmente a  
18 riqueza de espécies que podem coexistir em uma mesma área (Meserve, 1977; Cunha e  
19 Vieira, 2002; Delciellos et al., 2006; Prevedello et al., 2008). Segundo Schoener (1974),  
20 considerando a dimensão de habitat no nicho ecológico, espécies que utilizam o mesmo  
21 habitat horizontal podem diferir no uso do habitat vertical, levando a uma  
22 complementaridade das dimensões e à partilha de recursos entre as espécies.



1           A separação espacial permite, por exemplo, a coexistência das espécies de  
2 pequenos mamíferos, sendo fundamental para a organização e a estrutura da  
3 comunidade, visto que essas espécies possuem muitas semelhanças nas dietas, tamanhos  
4 corporais e horários de atividade (Cunha e Vieira, 2002). Muitas vezes o aumento na  
5 riqueza e abundância dos pequenos mamíferos é mais relacionado ao aumento da  
6 complexidade do habitat do que o aumento da heterogeneidade (Gentile e Fernandez,  
7 1999; Grelle, 2003). Prevedello et al. (2009) confirmam que estudos de estratificação  
8 vertical da comunidade de pequenos mamíferos observaram que de fato as espécies  
9 utilizaram de forma diferencial os estratos da vegetação (Cunha e Vieira, 2002; Vieira e  
10 Monteiro-Filho, 2003; Wells et al., 2006; Prevedello et al., 2008).

11           Passamani (1995) ressalta que há uma relação complexa entre a estrutura e a  
12 composição da comunidade de pequenos mamíferos, sugerindo que a estratificação  
13 vertical pode ter sido um dos principais fatores que limitou a competição interespecífica  
14 e favoreceu a coexistência das espécies estudadas. August (1983) confirma que uma  
15 maior complexidade do habitat, através dos diferentes estratos formados pela vegetação,  
16 leva a um aumento na riqueza de espécies de pequenos mamíferos, principalmente os  
17 mamíferos de hábitos escansoriais e arbóreos, e que as árvores além de serem utilizadas  
18 como substrato para locomoção também oferecem uma variedade de recursos  
19 alimentares, como insetos, frutos e sementes.

20           Apesar das dificuldades e limitações em trabalhos de estratificação vertical,  
21 estudos restritos ao nível do solo podem levar a informações subestimadas em relação à  
22 riqueza e abundância de espécies de mamíferos (Malcolm, 1991; Vieira e Monteiro-  
23 Filho, 2003; Prevedello et al., 2008). Malcolm (1991) observou que as capturas nos  
24 estratos superiores da Floresta Amazônica revelaram uma grande riqueza e abundância

1 da fauna, reforçando a importância dos estudos sobre estratificação vertical para  
2 contribuir na determinação das comunidades de espécies arbóricolas nas florestas  
3 tropicais. Além da riqueza e abundância, estudos de estratificação vertical revelam  
4 aspectos importantes da estrutura, atividades e funcionamento das comunidades de  
5 pequenos mamíferos neotropicais (Prevedello et al., 2008).

6 Nas florestas tropicais brasileiras, como a Mata Atlântica, há uma grande  
7 diversidade tanto da fauna quanto da flora, possuindo uma marcada estratificação  
8 vertical (Grelle, 2003; Vieira e Monteiro-Filho, 2003). A Floresta Ombrófila Mista,  
9 também conhecida como Floresta com Araucárias, é uma formação florestal  
10 característica do sul do Brasil, inserida no Bioma Mata Atlântica e tem a araucária como  
11 a espécie mais representativa (Paise e Vieira, 2005). A Floresta Ombrófila Mista  
12 caracteriza-se por ser multiestratificada, com diferenças na fisionomia e na estrutura,  
13 apresentando estratos superiores que chegam a 28 m de altura (Waechter et al., 1984).  
14 Entretanto, nesse ambiente, são poucos os estudos realizados com a estratificação  
15 vertical das espécies de mamíferos. Há registro de apenas um trabalho de estratificação  
16 vertical para espécies de roedores, utilizando três estratos da vegetação (Cademartori et  
17 al., 2008).

18 Para tanto o objetivo do presente estudo foi avaliar a estratificação vertical da  
19 comunidade de pequenos mamíferos não voadores em dois estratos da Floresta  
20 Ombrófila Mista, observando quais as espécies que ocorrem e como elas utilizam os  
21 estratos da vegetação. Procurou-se responder as seguintes perguntas:

22 - Há estratificação vertical das espécies de pequenos mamíferos?

1 - As espécies de pequenos mamíferos utilizam os estratos de forma diferencial  
2 entre as épocas do ano?

3 - O uso dos estratos difere nos períodos de maior abundância de roedores ou  
4 menor disponibilidade de recursos?

5

6

## 1 **Materiais e Métodos**

### 2 Área de estudo

3 O estudo foi desenvolvido na Floresta Nacional de São Francisco de Paula  
4 (FLONA), nordeste do Rio Grande do Sul (29°23' a 29°27'S e 50°23' a 50°25'O). A  
5 região está incluída no bioma Mata Atlântica e a vegetação é classificada como Floresta  
6 Ombrófila Mista, devido à presença de seu elemento principal, a araucária (*Araucaria*  
7 *angustifolia*). A FLONA possui uma área em torno de 1606,7 ha, altitude média de 930  
8 m, precipitação anual de 2240 mm e o clima é classificado como subtropical úmido  
9 (Cademartori et al., 2004; Cademartori et al., 2008).

10 A FLONA apresenta áreas de vegetação nativa, representadas pela Floresta  
11 Ombrófila Mista, fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, savanas e áreas úmidas, mas  
12 também áreas de plantações, representadas pelas espécies *A. angustifolia*, *Pinus elliottii*,  
13 *Pinus taeda* e *Eucalyptus* spp. (Sonogo et al., 2007).

14 Segundo Job (2007), as florestas nativas da FLONA apresentam os estratos  
15 herbáceo, arbustivo e arbóreo, que conferem uma maior heterogeneidade vertical, com o  
16 dossel e o sub-bosque menos condensados e conectados. Cademartori et al. (2002)  
17 informam que o dossel é dominado pela araucária, podendo atingir cerca de 35 m, o  
18 sub-bosque apresenta espécies de diversos estratos que variam em relação às condições  
19 de solo e clima, e no estrato mais inferior (solo) as herbáceas são menos representativas,  
20 devido a pouca luminosidade e grande quantidade de ramos de araucária, sendo que em  
21 determinados locais destacam-se as pteridófitas.

22 A *A. angustifolia* e outras espécies como *Podocarpus lambertii*, *Ilex*  
23 *paraguariensis*, *Sebastiania commersoniana*, *Nectandra megapotamica* e *Ocotea* spp.,

1 estão entre as principais espécies de grande porte. Já as espécies *Rudgea parquioides*,  
2 *Leandra* spp., *Stillingia oppositifolia*, *Solanum* spp., *Mollinedia elegans* e *Piper* spp.,  
3 representam a maioria dos arbustos e arvoretas. (Iob, 2007).

#### 4 Captura dos animais

5 A amostragem da comunidade de pequenos mamíferos realizou-se através de  
6 seis saídas a campo bimestrais no período de março de 2010 a fevereiro de 2011. Foram  
7 demarcadas oito grades de 0,52 ha (72 m x 72 m) em áreas de floresta nativa. Para cada  
8 grade foram realizadas sessões de captura-marcação-recaptura com cinco noites de  
9 duração. Em cada grade foram instaladas 49 armadilhas Sherman (23x8x9 cm) no solo,  
10 dispostas em sete linhas, cada uma com sete pontos, com distâncias de 12 m entre si.  
11 Além disso, foram instaladas aleatoriamente 10 armadilhas (três do tipo Tomahawk -  
12 30x17x15 cm - e sete do tipo Sherman) no sub-bosque, entre 1,5 a 3 m acima do solo. A  
13 isca utilizada foi feita com uma mistura de amendoim, fubá, banana, óleo de fígado de  
14 bacalhau e essência de baunilha. Todos os animais capturados foram marcados com  
15 anilhas numeradas nas orelhas, sexados, pesados, medidos (tamanho da cauda, tamanho  
16 corporal) e liberados no mesmo local de captura.

#### 17 Identificação das espécies

18 As espécies capturadas foram identificadas com base em chaves e referências  
19 que utilizam caracteres morfológicos externos (Emmons, 1997; Bonvicino et al., 2008).  
20 Para as espécies do gênero *Akodon* foi utilizada a técnica do DNA Barcoding (Hebert et  
21 al., 2003) devido à dificuldade de identificação em campo entre as espécies do gênero  
22 que ocorrem na área de estudo (*A. montensis*, *A. paranaensis* e *A. azarae*).

1 Durante a captura foi coletada uma pequena porção da orelha de cada indivíduo  
2 para posterior utilização em laboratório. O fragmento de DNA utilizado para  
3 identificação compreende 648 pares de base da região 5' do gene mitocondrial  
4 citocromo c oxidase subunidade I (COI), o qual é uma região padronizada para  
5 identificação (Hebert et al., 2003). O DNA das amostras de tecido foi extraído pelo  
6 protocolo de CTAB modificado (Doyle e Doyle, 1987) e amplificado através da reação  
7 de PCR (reação em cadeia da polimerase), utilizando os primers LCO 1490 e HCO  
8 2198 (Folmer et al., 1994). Os produtos da PCR foram purificados e sequenciados. As  
9 sequências obtidas foram visualizadas no programa Chromas 2.0 (Technelysium, 2001)  
10 e alinhadas no programa Clustal X implementado no MEGA 5 (Tamura et al., 2011),  
11 sendo revisadas visualmente.

12 As sequências alinhadas foram comparadas com um banco de dados de  
13 sequências de espécimes bem identificados e, posteriormente, essas sequências foram  
14 analisadas em conjunto pelo método de Neighbor-Joining. A identificação das espécies  
15 crípticas do gênero *Akodon* que ocorrem na área estudada através de DNA barcoding já  
16 foi bem estabelecida (Müller et al., 2012, in prep), sendo possível a confirmação da  
17 identificação de cada um dos indivíduos amostrados. Esta técnica proporciona grande  
18 confiabilidade na identificação das espécies, com a vantagem de que pode ser realizada  
19 com pequenas quantidades de tecido biológico.

20 Para o gênero *Oligoryzomys* sabe-se que na área do estudo ocorrem duas  
21 espécies, *O. nigripes* e *O. flavescens*, porém pelas dificuldades de identificação optou-se  
22 pela classificação apenas a nível de gênero.

23

## Estratificação vertical

1  
2 A frequência de capturas de cada espécie nos dois estratos (solo e sub-bosque)  
3 foi obtida através das armadilhas. Foram sorteados 10 pontos de armadilhas do solo, por  
4 grade, para comparar os dados de captura dessas armadilhas com esse mesmo número  
5 de armadilhas dispostas no sub-bosque, igualando, dessa forma, o esforço amostral.  
6 Com esses dados realizou-se o Teste Qui-Quadrado com tabela de contingência,  
7 comparando as capturas das espécies nos estratos, e posterior Análise de Resíduos. Para  
8 a análise foram consideradas apenas as espécies que tiveram o número de capturas total  
9 (ambos os estratos) acima de 10. Todas as análises foram realizadas no programa  
10 Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007), com nível de significância de 0,05.

11

12

13

14

15

16

17

18

## 1 **Resultados**

2 Um total de 987 indivíduos foram capturados 2.607 vezes ao longo do estudo,  
3 sendo que 53 indivíduos foram capturados no sub-bosque e 934 no solo. O esforço  
4 amostral total foi de 14.160 armadilhas-noites e o sucesso total de captura foi de  
5 18,41%. Separadamente, no estrato do solo o sucesso de captura foi de 21,33% e no do  
6 sub-bosque foi de 4,12%. Para a análise, o sorteio dos pontos de captura resultou em  
7 482 capturas no solo, além de 83 capturas no sub-bosque. Os indivíduos capturados  
8 pertencem a 12 espécies, oito de roedores (Cricetidae: Sigmodontinae): *A. montensis*, *A.*  
9 *azarae*, *Delomys dorsalis*, *Oligoryzomys* sp., *Sooretamys angouya*, *Thaptomys nigrita*,  
10 *Bruceppatersonius iheringi*, *Euryoryzomys russatus*, e quatro de marsupiais  
11 (Didelphidae: Didelphinae): *Monodelphis* cf. *dimidiata*, *Didelphis aurita*, *Gracilinanus*  
12 cf. *microtarsus* e *Philander frenatus*.

13 Amostras de 469 indivíduos do gênero *Akodon* foram sequenciadas, das quais  
14 468 foram identificadas como *A. montensis* e apenas um indivíduo como *A. azarae*.

15 As espécies *A. montensis*, *D. dorsalis*, *Oligoryzomys* sp, *S. angouya*, *E. russatus*,  
16 *D. aurita* e *P. frenatus* foram as espécies capturadas tanto no solo quanto no sub-  
17 bosque. Já *A. azarae*, *T. nigrita*, *B. iheringi* e *Monodelphis* cf. *dimidiata* foram  
18 capturadas exclusivamente no solo, enquanto *Gracilinanus* cf. *microtarsus* foi  
19 capturado apenas no sub-bosque.

20 Considerando todas as espécies, houve diferença entre as capturas nos dois  
21 estratos ( $\chi^2 = 219,995$  e  $p < 0,0001$ ), onde, no total, um maior número de indivíduos foi  
22 capturado no solo do que no sub-bosque. Para as capturas de cada espécie também



1 houve diferenças (Tabela 1). As espécies *A. montensis* e *D. dorsalis* foram mais  
2 capturadas no solo, enquanto *Oligoryzomys* sp. e *S. angouya* no sub-bosque.

3 Durante o período do estudo destacou-se um maior número de capturas, tanto no  
4 solo (total de 752 capturas) quanto no sub-bosque (total de 53 capturas), no mês de  
5 setembro (Figura 1). Além disso, nesse mês também foi possível observar o maior  
6 número de indivíduos das espécies *Oligoryzomys* sp. (Figura 2), *S. angouya* (Figura 3) e  
7 *D. dorsalis* (Figura 4).

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

## 1 **Discussão**

2 Apesar do baixo número de armadilhas no sub-bosque em cada grade e por  
3 terem sido utilizados apenas dois estratos para a captura dos pequenos mamíferos, o  
4 sucesso de captura pode ser considerado alto quando comparado com outros trabalhos  
5 (1,86% por Cademartori et al., 2008).

6 A captura de indivíduos de *A. montensis* no sub-bosque não é ocasional, pois já  
7 foi registrada por Cademartori et al. (2002). Apesar disso, a espécie pode ser  
8 considerada predominantemente terrestre (apenas cinco capturas no sub-bosque neste  
9 estudo), o que também já foi observado em outros estudos (Vieira e Monteiro-Filho,  
10 2003; Melo et al., 2011). O hábito escansorial pode ter sido favorecido pela menor  
11 oferta de alimento no solo e pelas armadilhas terem ficado dispostas em alturas não  
12 superiores a 3m.

13 Já para *D. dorsalis* é conhecido que a espécie consegue utilizar o sub-bosque e  
14 que possui habilidade escansorial (Cademartori et al., 2002), porém neste estudo  
15 utilizou mais o estrato do solo, já que um número de capturas muito superior foi obtido  
16 neste estrato.

17 *Oligoryzomys nigripes*, espécie de mesmo gênero da encontrada neste estudo, e  
18 *S. angouya* são classificadas como escansoriais, enquanto *E. russatus* é considerada  
19 terrestre (cursorial) (Vieira e Monteiro-Filho, 2003; Melo et al., 2011). No presente  
20 trabalho, as espécies *Oligoryzomys* sp. e *S. angouya* foram capturadas nos dois estratos,  
21 apresentando o hábito escansorial, porém na comparação entre os estratos utilizaram  
22 mais o sub-bosque. Melo et al. (2011) observaram que *S. angouya* não apresentou  
23 preferência por nenhum estrato da vegetação. Entretanto, para Cademartori et al. (2002),

1 na mesma área de estudo, *S. angouya* foi mais capturada no sub-bosque do que no solo,  
2 sugerindo que realiza mais suas atividades acima do solo, confirmando os resultados  
3 obtidos.

4 Vieira e Monteiro-Filho (2003), em estudo em área de Mata Atlântica,  
5 verificaram que *O. nigripes* utilizou igualmente os diferentes estratos. Cademartori et al.  
6 (2008) confirmam que *O. nigripes* possui hábito escansorial, sendo capturada em  
7 ambos os estratos. O fato da espécie *Oligoryzomys* sp. ter utilizado mais o sub-bosque  
8 neste estudo pode estar refletindo o maior número de capturas, utilizadas na análise,  
9 observadas para esse estrato. No trabalho de Vieira e Monteiro-Filho (2003) a espécie  
10 *E. russatus* foi capturada no solo e no sub-bosque, porém com mais frequência no solo.  
11 Já neste estudo, essa espécie foi capturada nesses mesmos estratos, porém com um  
12 número baixo de capturas.

13 Os marsupiais *D. aurita* e *P. frenatus* são classificados como espécies  
14 escansoriais (Vieira e Monteiro-Filho, 2003; Melo et al., 2011), enquanto *Gracilinanus*  
15 *microtarsus* possui hábitos arborícolas (Vieira e Monteiro-Filho, 2003). Neste estudo,  
16 *D. aurita* e *P. frenatus* foram capturados tanto no solo quanto no sub-bosque,  
17 confirmando o hábito escansorial. Cunha e Vieira (2002) observaram que as espécies *D.*  
18 *aurita* e *P. frenata* (= *Philander frenatus*) apresentaram movimentos mais terrestres,  
19 porém a primeira espécie também utilizou o estrato do dossel, enquanto a segunda  
20 também utilizou o sub-bosque. Grelle (2003) constatou o predomínio dos movimentos  
21 de *D. aurita* no solo, porém a espécie utilizou todos os estratos da vegetação. Vieira e  
22 Monteiro-Filho (2003) informam que *P. frenata* utilizou preferencialmente o solo e os  
23 estratos mais baixos da vegetação, enquanto *D. aurita* utilizou os estratos (chão, sub-  
24 bosque e dossel) de forma semelhante e *G. microtarsus* foi capturado em todos os

1 estratos, porém mais significativamente no dossel. No presente trabalho, *Gracilinanus*  
2 cf. *microtarsus* foi capturado apenas uma vez no sub-bosque, sendo que o dossel não foi  
3 amostrado.

4 As espécies *A. azarae*, *T. nigrita*, *B. iheringi* e *Monodelphis* cf. *dimidiata* foram  
5 capturadas exclusivamente ao nível do solo. Confirmando os resultados obtidos, Vieira  
6 e Monteiro-Filho (2003) também classificaram as espécies *Akodon* spp., *Monodelphis*  
7 *americana*, *T. nigrita* e *B. iheringi* como terrestres.

8 Em relação aos meses, setembro foi o de maior número de capturas e abundância  
9 geral de indivíduos nas áreas do estudo, ao mesmo tempo em que neste período houve  
10 uma diminuição brusca de recurso pelo término da oferta de pinhões. Observou-se a  
11 presença dos pinhões no solo entre final de março a agosto (período de outono/inverno),  
12 sendo que no mês de setembro não havia mais sementes disponíveis, corroborando com  
13 os períodos de produção encontrados por Cademartori et al. (2004), Mantovani et al.  
14 (2004) e Paise e Vieira (2005). No mês de setembro (início da primavera) as outras  
15 fontes de recursos alimentares, como frutos, artrópodes e insetos estão em baixa oferta  
16 (Paise e Vieira, 2005; Perini, 2010).

17 Conforme Vieira et al. (2006), *O. nigripes*, *A. montensis* e *D. dorsalis* são  
18 espécies de hábito alimentar onívoro, sendo que na Floresta com Araucárias são as  
19 principais espécies de pequenos mamíferos que predam as sementes oferecidas, como os  
20 pinhões, e consomem na mesma proporção frutos e sementes. Brum et al. (2010)  
21 registraram que os pequenos mamíferos foram responsáveis por altas taxas de remoção  
22 de pinhões, sendo que os roedores cricetídeos foram os mais registrados nas armadilhas  
23 fotográficas. Segundo Iob (2007), em estudo na mesma formação florestal, as maiores  
24 abundâncias de roedores, entre eles *A. montensis* e *D. dorsalis*, foram registradas no

1 período em que o pinhão estava disponível, demonstrando a importância desse recurso  
2 para essas espécies.

3       Nos meses de maio e julho, com o pinhão disponível, verificou-se que muitas  
4 fêmeas das espécies capturadas (*A. montensis*, *D. dorsalis*, *S. angouya* e *Oligoryzomys*  
5 sp.) estavam sexualmente ativas (J. A. Prevedello, comun. pes.). Isso demonstra que as  
6 espécies parecem sincronizar a reprodução do outono/inverno à oferta de pinhões, tendo  
7 alimento disponível para a gravidez, lactação e cuidado dos filhotes, e com isso novos  
8 indivíduos são recrutados à população, levando ao aumento da abundância das espécies.

9       A partir disso, essa alta abundância de indivíduos no solo observada em  
10 setembro aliada à escassez de alimento, possivelmente aumentou a competição por  
11 recursos entre os indivíduos e, como resultado, as espécies de hábitos escansoriais  
12 utilizaram mais o sub-bosque, explorando os recursos oferecidos por esse estrato.  
13 Cademartori et al. (2004) sugerem que as espécies *O. nigripes*, *D. dorsalis* e *S.*  
14 *angouya*, por serem escansoriais, passem a utilizar também o sub-bosque nos períodos  
15 em que os recursos do solo estão escassos, o que corrobora com os resultados obtidos  
16 neste estudo, principalmente para *Oligoryzomys* sp. e *S. angouya*.

17       As espécies *S. angouya* e *Oligoryzomys* sp. apresentaram os maiores números de  
18 captura e de indivíduos nos meses de julho e setembro, em ambos os estratos. Em  
19 relação ao aumento na abundância, Cademartori et al. (2004) e Perini (2010)  
20 confirmaram que a disponibilidade de pinhões parece ter influenciado as variações  
21 populacionais de *O. nigripes*, pois observaram um aumento na população logo após o  
22 final do período de oferta de pinhões, corroborando com os resultados obtidos.

1            Ainda em setembro, no solo, o grande número de capturas e indivíduos foi  
2 representado principalmente pela alta abundância da espécie *D. dorsalis* (360 capturas  
3 de 196 indivíduos), a qual teve a maior flutuação no número de indivíduos durante o  
4 período do estudo (Guaragni, 2012, in prep). Junto a isso, nos meses anteriores (oferta  
5 de pinhões), a maioria das fêmeas estava em atividade sexual. Perini (2010) comenta  
6 que o aumento na abundância de indivíduos de *D. dorsalis* parece estar diretamente  
7 correlacionado com a produção de pinhões. Cademartori et al. (2005), em trabalho na  
8 mesma área deste estudo, registraram um período de maior recrutamento de indivíduos  
9 nos meses de maio a agosto, destacando que justamente neste período há grande  
10 disponibilidade de pinhões. Isso confirma e explica a alta abundância populacional  
11 encontrada para esta espécie após os meses de maior oferta do pinhão, que, segundo  
12 Perini (2010), são abril e maio.

13            Sabe-se que partilha de recursos e segregação de habitat entre espécies  
14 semelhantes são fatores que mantêm a diversidade em diversas comunidades (Schoener,  
15 1974). E as diferentes formas de utilizar os estratos da vegetação são mecanismos que  
16 podem reduzir a competição interespecífica e permitir a coexistência de várias espécies  
17 (Meserve, 1977). Vieira e Monteiro-Filho (2003) sugerem que alguns de seus resultados  
18 parecem demonstrar que espécies de tamanhos semelhantes e potenciais competidoras  
19 utilizaram os estratos verticais de forma distinta.

20            Conclui-se então que as espécies de pequenos mamíferos capturadas utilizaram  
21 determinado estrato ou estratos, dependendo de seus hábitos, e que o uso diferencial dos  
22 estratos da vegetação por essas espécies pode levar à diminuição da competição entre  
23 elas. Em vista da diminuição de recursos alimentares, como o pinhão, e pouca oferta de  
24 outros recursos no mês de setembro, provavelmente a competição entre os indivíduos

- 1 aumentou e as espécies tiveram que explorar de formas diferentes os estratos da
- 2 vegetação. E, novamente, ressalta-se a importância dos pinhões como principal fonte de
- 3 alimento para as espécies de pequenos mamíferos no período de outono e inverno.

## Referências

- August, P. V., 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology* 64, 1495-1507.
- Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D. L., Santos, A. A., 2007. *BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. Ong Mamiraua. Belém, PA.
- Bonvicino, C. R., Oliveira, J. A., D’Andrea, P. S., 2008. *Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos*. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS, Rio de Janeiro.
- Brum, F. T., Duarte, L. S., Hartz, S. M., 2010. Seed removal patterns by vertebrates in different successional stages of Araucaria forest advancing over southern Brazilian grasslands. *Community Ecology* 11, 35-40.
- 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, Série Zoologia* 15, 61-86.
- Cademartori, C. V., Fabián, M. E., Menegheti, J. O., 2004. Variações na abundância de roedores (Rodentia, Sigmodontinae) em duas áreas de floresta ombrófila mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências* 6, 147-167.
- Cademartori, C. V., Fabián, M. E., Manegheti, J. O., 2005. Biologia reprodutiva de *Delomys dorsalis* (Hensel, 1872) - Rodentia, Sigmodontinae - em área de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Mastozoología Neotropical* 12, 133-144.
- Cademartori, C. V., Marques, R. V., Pacheco, S. M., 2008. Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências* 10, 187-194.
- Cunha, A. A., Vieira, M. V., 2002. Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic Forest of Brazil. *Journal of Zoology* 258, 419-426.



Delciellos, A. C., Loretto, D., Vieira, M. V., 2006. Novos métodos no estudo da estratificação vertical de marsupiais neotropicais. *Oecologia Brasiliensis* 10, 135-153.

Doyle, J. J., Doyle, J. L., 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19, 11-15.

Emmons, L. H., 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. 2nd ed. University of Chicago Press, Chicago.

Folmer, O., Black, M., Hoeh W., Lutz, R., Vrijenhoek, R., 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 3, 294-299.

Gentile, R., Fernandez F. A. S., 1999. Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. *Mammalia* 63, 29-40.

Grelle, C. E. V., 2003. Forest structure and vertical stratification of small mammals in a secondary Atlantic Forest, South-eastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38, 81-85.

Hebert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L., Dewaard, J. R., 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceeding of the Royal Society of London* 270, 313-321.

Iob, G., 2007. Influência de frutos e sementes na abundância de pequenos mamíferos e a relação com a predação e dispersão de sementes de Araucária (*Araucaria angustifolia*). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Malcolm, J. R., 1991. Comparative abundances of neotropical small mammals by trap height. *Journal of Mammalogy* 72, 188-192.

Mantovani, A., Morellato, L. P. C., Reis, M. S. d., 2004. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze1. *Revista Brasileira de Botânica* 27, 787-796.

- Melo, G. L., Sponchiado, J., Machado, A. F., Cáceres, N. C., 2011. Small-mammal community structure in a South American deciduous Atlantic forest. *Community Ecology* 12, 58-66.
- Meserve, P. L., 1977. Three-dimensional home ranges of cricetid rodents. *Journal of Mammalogy* 58, 549-558.
- Paise, G., Vieira, E. M., 2005. Produção de frutos e distribuição espacial de angiospermas com frutos zoocóricos em uma Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28, 615-625.
- Passamani, M., 1995. Vertical stratification of small mammals in Atlantic Hill Forest. *Mammalia* 59, 276-279.
- Perini, A. A., 2010. A importância da *Araucaria angustifolia* na dieta de pequenos roedores silvestres em área de Floresta com Araucária no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado, UNISINOS.
- Prevedello, J. A., Ferreira, P., Papi, B. S., Loretto, D., Vieira, M. V., 2008. Uso do espaço vertical por pequenos mamíferos no Parque Nacional Serra dos Órgãos, RJ: um estudo de 10 anos utilizando três métodos de amostragem. *Espaço & Geografia* 11, 95-119.
- Prevedello, J. A., Rodrigues, R. G., Monteiro-Filho, E. L. A., 2009. Vertical use of space by the marsupial *Micoureus paraguayanus* (Didelphimorphia, Didelphidae) in the Atlantic Forest of Brazil. *Acta Theriologica* 54, 259-266.
- Schoener, T.W., 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185, 27-39.
- Sonego, R. C., Backes, A., Souza, A. F., 2007. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. *Acta Botanica Brasilica* 21, 943-955.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution*.

Technelysium, 2001. Chromas Lite 2.0. Helensvale, Technelysium Pty Ltd. Versão 2.0.

Vieira, E. M., Monteiro-Filho, E. L. A., 2003. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 19, 501-507.

Vieira, E. M., Paise, G., Machado, P. H. D., 2006. Feeding of small rodents on seeds and fruits: a comparative analysis of three species of rodents of the Araucaria forest, southern Brazil. *Acta Theriologica* 51, 311-318.

Waechter, J. L., Cestaro, L. A., Miotto, S. T. S., 1984. Vegetation types in the Ecological Station of Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brazil. *Phytocoenologia* 12, 261-269.

Wells, K., Pfeiffer, M., Lakim, M. B., Kalko, E. K. V., 2006. Movement trajectories and habitat partitioning of small mammals in logged and unlogged rain forests on Borneo. *Journal of Animal Ecology* 75, 1212-1223.

## TABELA

Tabela 1. Análise de Resíduos posterior ao Teste Qui-Quadrado com tabela de contingência para verificar a associação das espécies de pequenos mamíferos não voadores com os estratos solo e sub-bosque da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil. Valores do resíduo (z) acima de 1,96 são significativos. Os números positivos indicam com qual estrato a espécie ficou mais associada.

	<i>Akodon montensis</i>	<i>Delomys dorsalis</i>	<i>Oligoryzomys sp.</i>	<i>Sooretamys angouya</i>
Solo	8,113	2,346	- 10,614	- 9,151
Sub-bosque	- 8,113	- 2,346	10,614	9,151

## FIGURAS

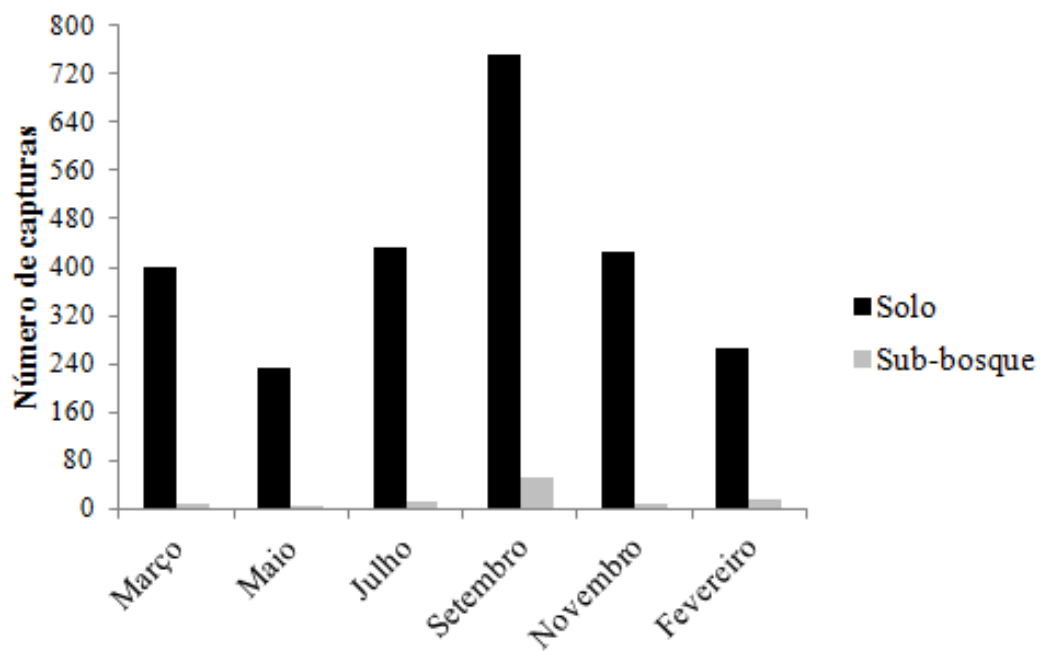


Figura 1. Histograma do número total de capturas dos pequenos mamíferos não voadores da Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil, em cada estrato e por mês de amostragem, no período de março/2010 a fevereiro/2011.

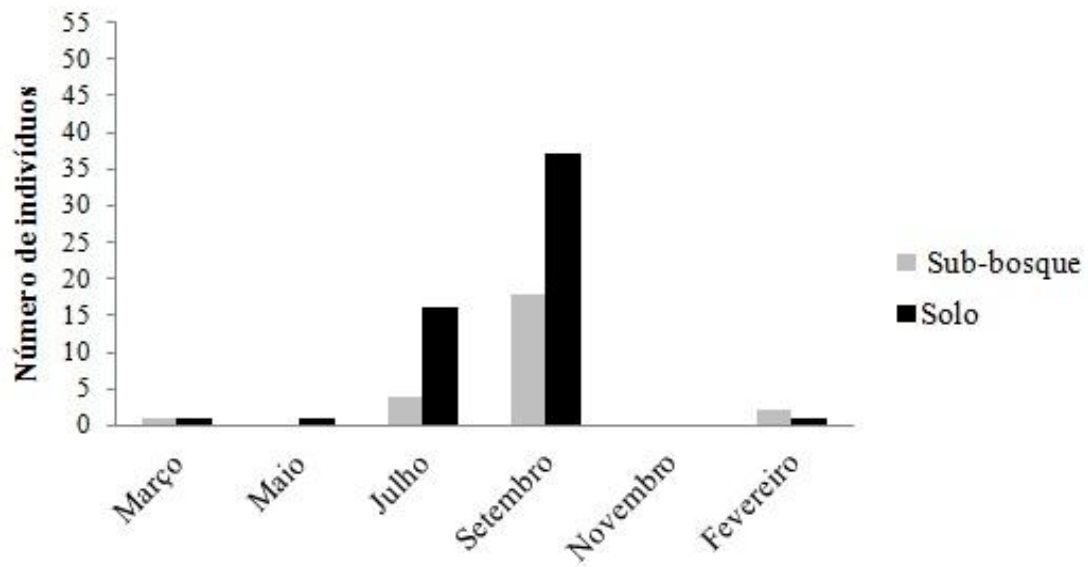


Figura 2. Histograma do número total de indivíduos capturados da espécie *Oligoryzomys* sp. na Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil, em cada estrato e por mês de amostragem, no período de março/2010 a fevereiro/2011.

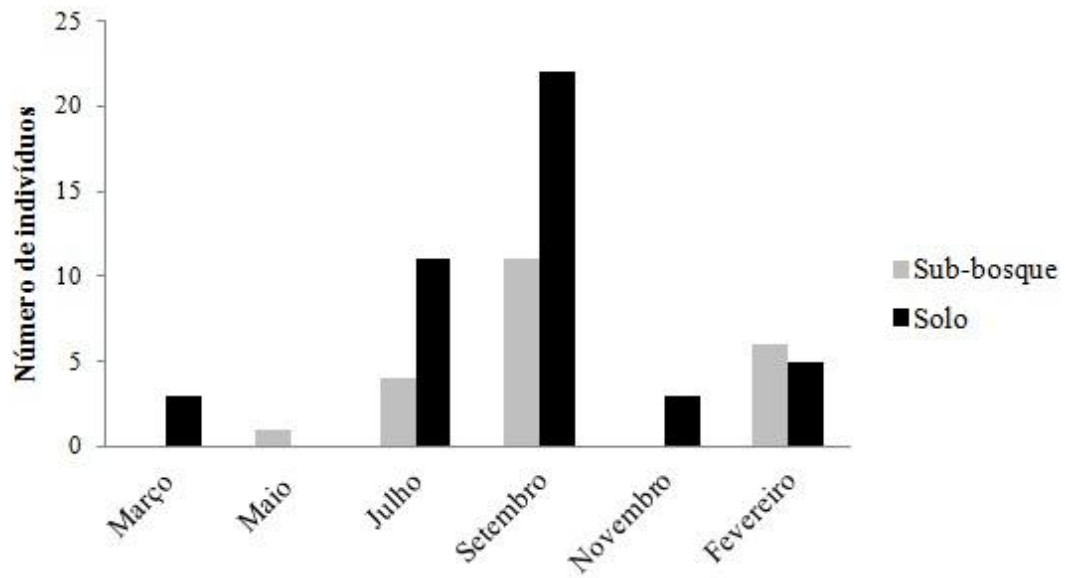


Figura 3. Histograma do número total de indivíduos capturados da espécie *Sooretamys angouya* na Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil, em cada estrato e por mês de amostragem, no período de março/2010 a fevereiro/2011.

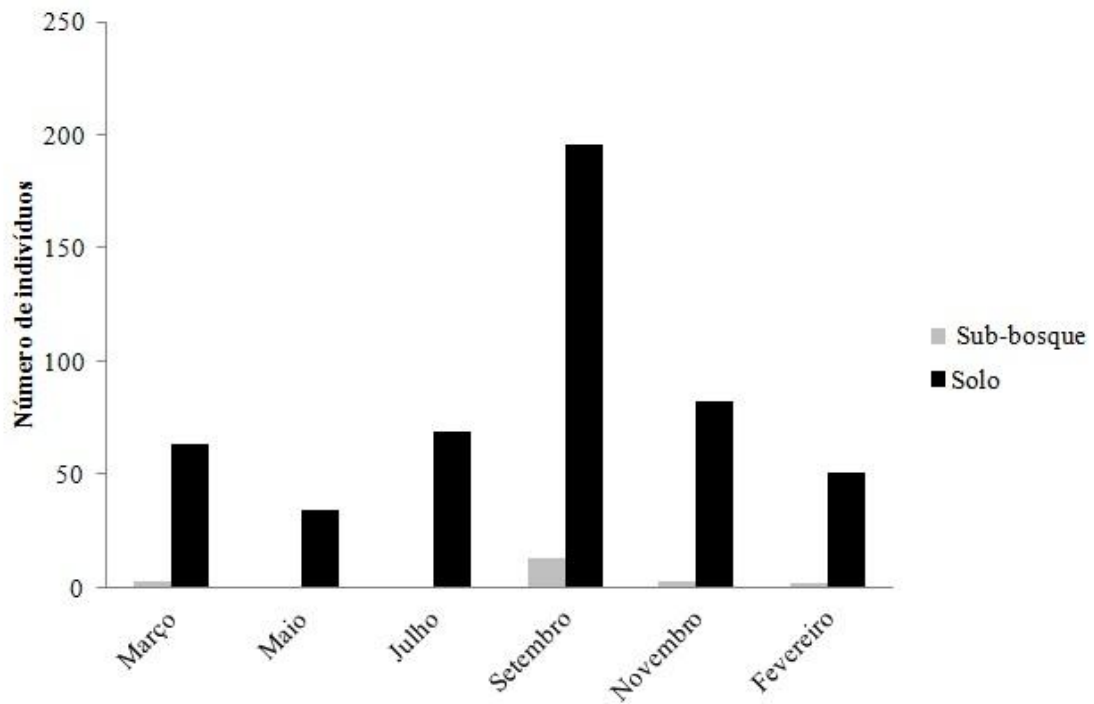


Figura 4. Histograma do número total de indivíduos capturados da espécie *Delomys dorsalis* na Floresta Ombrófila Mista, sul do Brasil, em cada estrato e por mês de amostragem, no período de março/2010 a fevereiro/2011.



## Considerações finais

As diferentes maneiras com que os seres vivos utilizam o espaço em que vivem revelam aspectos ecológicos importantes tanto das espécies quanto das comunidades. Entretanto, na Floresta Ombrófila Mista, uma formação característica e muito importante no sul do Brasil, poucos foram os trabalhos que caracterizaram atributos de uso do espaço. Para tanto, este estudo avaliou os movimentos efetuados pelas espécies de pequenos mamíferos não voadores e os diferentes estratos da vegetação utilizados por elas. Além disso, foi avaliada a influência da disponibilidade de pinhões sobre os movimentos efetuados.

Há diferenças nos movimentos das espécies de pequenos mamíferos e entre machos e fêmeas? Fatores como a disponibilidade de alimento, diferença de tamanho (peso) e atividade reprodutiva influenciam os movimentos de machos e fêmeas das espécies de pequenos mamíferos?

Os principais resultados obtidos neste estudo demonstraram que machos de *Akodon montensis* e *Delomys dorsalis* se movimentaram por áreas maiores que as fêmeas e não alteraram seus movimentos nas épocas e tratamentos, evidenciando a influência da atividade reprodutiva. Já as fêmeas das duas espécies movimentaram-se por áreas menores, o que indica a associação dos movimentos com a disponibilidade de alimento, visto o cuidado com os filhotes e o comportamento de territorialidade. Diferenças interespecíficas foram verificadas apenas entre as fêmeas, onde *D. dorsalis* apresentou áreas de uso maiores que *A. montensis*.

A remoção dos pinhões influencia os movimentos das espécies de pequenos mamíferos?

A influência da disponibilidade de alimento nos movimentos das fêmeas se confirma, pois nas grades em que o pinhão foi removido os animais movimentaram-se por áreas muito maiores, sendo comparáveis às áreas utilizadas pelos machos. Isso reforça a importância deste recurso alimentar para estas espécies em um período de baixa oferta de outros recursos.

Há estratificação vertical das espécies de pequenos mamíferos e estas espécies utilizam os estratos de forma diferencial?

Nos dois estratos da vegetação amostrados foram capturadas várias espécies de roedores e marsupiais e as mesmas utilizaram diferentemente esses estratos. As espécies *A. montensis* e *D. dorsalis* utilizaram mais o estrato do solo, demonstrando hábitos mais terrestres. Já *Oligoryzomys* sp. e *S. angouya* utilizaram mais o sub-bosque, apresentando hábitos escansoriais.

O uso dos estratos difere nos períodos de maior abundância de roedores ou menor disponibilidade de recursos?

O uso diferencial dos estratos da vegetação por essas espécies demonstrou que a estratificação vertical pode diminuir a competição por recursos no solo em períodos de alta abundância de roedores e escassez de outros recursos.

Os pinhões são um importante recurso para as espécies de pequenos mamíferos estudadas, influenciando os movimentos das fêmeas de *A. montensis* e *D. dorsalis* e possivelmente a estratificação dos animais. A retirada dos pinhões nas grades fez com que as fêmeas se movimentassem por distâncias maiores na busca por recursos. No término da oferta das sementes, a alta abundância dos roedores aumentou

potencialmente a competição por recursos, fazendo com que as espécies utilizassem de formas diferentes os estratos da vegetação.

## ANEXOS

### Normas da revista JOURNAL OF ANIMAL ECOLOGY

#### Author Guidelines

#### Instructions for authors

The British Ecological Society publishes five international journals that between them cover research in all aspects of the science of ecology. The subject matter and types of paper accepted vary between journals, but all journals employ a uniform format. Please follow these instructions carefully to ensure that your manuscript is dealt speedily. There are no pages charges for authors.

*Journal of Animal Ecology* only accepts submissions online. When your manuscript has been prepared in accordance with the following instructions, please access the online submission site at <http://mc.manuscriptcentral.com/jae-besjournals>. You must select the *Journal of Animal Ecology* when you log on. Instructions (and a helpline) for the submission web site are accessible from the 'Get Help Now' icon on the ScholarOne Manuscripts submission site.

#### Editorial policy and process

*Journal of Animal Ecology* publishes original papers on any aspect of animal ecology, from molecular to community ecology. We aim to publish papers that are novel, interesting and make a substantial contribution to our understanding of animal ecology. They should also offer insights into issues of general interests to ecologists. Types of paper published: Standard, Essay Review, Forum and In Focus (by invitation).

To achieve our aim of publishing top-quality papers, we have an editorial process consisting of two stages; pre-review and peer review.

After submission, a paper enters the pre-review stage. The aim of pre-review is to identify papers that have the potential to make novel, interesting and significant contributions to broad ecological areas rather than being mainly taxon- or system-specific in these respects. Rejecting papers at pre-review that lack the potential we are looking for ultimately saves everyone time and reduces the burden on our referee community and editorial system. The pre-review assessment is based on the following criteria.

1. Does the paper fall within the broad remit of *Journal of Animal Ecology*?
2. Does the paper address a broad rather than narrow ecological subject area?
3. Does the paper have the potential to make a substantial contribution to the development of a broad ecological subject area?
4. Is the subject area covered by the paper topical and, hence, potentially of interest to a wide readership?
5. Is the paper appropriately formatted for *Journal of Animal Ecology*?
6. Is the paper novel and interesting?

A member of the editorial team undertakes the pre-review assessment, and they then communicate a decision to the corresponding author if the paper is to be rejected. About 20-30% of papers submitted to the journal will be rejected at this stage.

#### Types of decisions

If a paper is not rejected at the pre-review stage it then goes into peer-review. Each paper is typically reviewed by two independent referees and a member of the editorial team then makes a decision concerning publication, i.e:

- Reject - the paper is not acceptable for publication and re-submission is not possible,
- Decline without prejudice - the paper is rejected but the option is open to submit a completely new version of the paper that has undergone considerable changes,
- Major Revision - the paper requires major changes and needs to go through the review process again with no guarantee of acceptance, or
- Minor Revision - the paper is provisionally accepted, subject to conditions that need to be addressed in producing a final version of the manuscript.

*Journal of Animal Ecology* endeavours to maintain a high standard of reviewing manuscripts, coupled with a prompt turnaround of getting decisions to authors. The average time from submission to first decision is approximately 40 days.

The Decision of the Editors is final and will only be changed under exceptional circumstances. Correspondence should be directed to the Managing Editor.

#### Welfare and legal policy

Researchers must have proper regard for conservation and animal welfare considerations. Attention is drawn to the 'Guidelines for the Treatment of Animals in Research and Teaching'.

Any possible adverse consequences of the work for populations or individual organisms must be weighed against the possible gains in knowledge and its practical applications. Authors are required to sign a declaration that their work conforms to the legal requirements of the country in which it was carried out (See below), but editors may seek advice from referees on ethical matters and the final decision will rest with the editors.

This journal is a member of and subscribes to the principles of the Committee on Publication Ethics.

#### Typescripts

Papers are expected to be *no more than* 10 published pages in length (8500 words maximum), unless otherwise agreed or invited by the editor. There is no page charge to authors.

#### Submission

Manuscripts must be in English and spelling should conform to the *Concise Oxford Dictionary of Current English*.

- Lines must be numbered, preferably within pages.
- Manuscripts should be in double-spacing.
- Use the 'cover letter' section to highlight anything about your paper that needs to be drawn to the attention of the Editors or the Editorial Office.
- Editors reserve the right to modify manuscripts that do not conform to scientific, technical, stylistic or grammatical standards.

Please refer to the Journal of Animal Ecology [Manuscript Template](#) for an example of manuscript formatting.

During submission, all authors must confirm that:

- the work as submitted has not been published or accepted for publication, nor is being considered for publication elsewhere, either in whole or substantial part;
- the work or any data contained within the work is not already in the public domain (e.g. in a publicly accessible pre-print repository or report). If part or all of the data is currently in the public domain you must include a full reference to the source in your manuscript;
- the work is original and all necessary acknowledgements have been made;

- all authors and relevant institutions have read the submitted version of the manuscript and approve its submission;
- all persons entitled to authorship have been so included;
- the work conforms to the legal requirements of the country in which it was carried out, and to accepted international ethical standards, including those relating to conservation and animal welfare, and to the journal's policy on these matters (see 'Welfare and Legal Policy' above).

#### Pre-submission English-language editing

Authors for whom English is a second language may wish to consider having their manuscript professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found at

[www.blackwellpublishing.com/bauthor/english\\_language.asp](http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/english_language.asp). All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

#### Types of papers

##### STANDARD PAPERS - ARTIGOS PADRÃO

A standard paper should not normally be longer than 10 printed pages (8500 words). (A page of printed text, without figures/tables carries c. 800 words.) The passive voice is preferred in describing methods and results. The active voice may be used occasionally to emphasize a personal opinion (typically in Introduction and Discussion sections). The typescript should be arranged as follows, with each section starting on a separate page.

*Title page.* This should contain:

1. A concise and informative title (as short as possible). Do not include the authorities for taxonomic names in the title. Titles with numerical series designations (I, II, III, etc.) are acceptable provided the editors agreement is sought and that at least Part II of the series has been submitted and accepted before Part I is sent to the printer. Such series must begin in one of the journals of the BES.
2. A list of authors' names with names and addresses of Institutions.
3. The name, address and e-mail address of the correspondence author to whom proofs will be sent.
4. A running headline of not more than 45 characters.

*Summary/Abstract.* This should summarise the main results and conclusions of the paper using simple, factual, numbered statements. It must not exceed 350 words.

- Summaries/abstracts are key to getting people to read your article.
- Summaries should be understandable in isolation from your article.
- Summaries should only have 5 points, ideally, listing; (1) what the question is, (2) why it is interesting, (3) what was done in the study, (4) what was found and (5) what this means.
- Advice for optimising your *Summary/Abstract* (and Title) so that your paper is more likely to be found in online searches is provided at <http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/seo.asp>

*Key-words.* Listed in alphabetical order, the key-words should not exceed 10 words or short phrases.

Please pay attention to the keywords you select: they should not already appear in the title or abstract. Rather, they should be selected to draw in readers from wider areas that might not otherwise pick up your paper when they are using search engines.

*Introduction.* This should state the reason for doing the work, the nature of the hypothesis or hypotheses under consideration, and should outline the essential background.

*Materials and methods.* This should provide sufficient details of the techniques to enable the work to be repeated. Do not describe or refer to commonplace statistical tests in Methods but allude to them briefly in Results.

*Results.* This should state the results, drawing attention in the text to important details shown in tables and figures.

*Discussion.* This should point out the significance of the results in relation to the reasons for doing the work, and place them in the context of other work.

*Acknowledgements.* In addition to acknowledging collaborators and research assistants, include relevant permit numbers (including institutional animal use permits), acknowledgment of funding sources, and give recognition to nature reserves or other organizations that made this work possible. Do not acknowledge Editors by name.



*References* (see Specifications).

*Tables* (see Specifications). These should be referred to in the text as Table 1, etc. Do not present the same data in both figure and table form.

*Figure legends* (see Specifications). Figures should be referred to in the text as Fig. 1, etc. (note Figs 1 and 2 with no period).

*Illustrations* (see Specifications) should be referred to as Figures.

## REVIEWS

The editors welcome short review articles on topical subjects which are of general interest to the readership. Intending authors are advised to consult with the editors before preparing essays for submission.

## FORUM

This section of the journal is designed to stimulate scientific debate. Contributions may be short articles presenting new ideas (without data), opinions or responses to material published in the journal. A cover letter is a requirement for all forum pieces.

## IN FOCUS

*In Focus* articles are short pieces designed to draw attention to papers of high expected interest in each issue of the journal. The *In Focus* articles act as mini-reviews that expand the context of the paper they are featuring, and they are generally commissioned by the Editors and Associate Editors. Guidelines for invited authors are available on the ScholarOne Manuscripts site at <http://mc.manuscriptcentral.com/jae-besjournals>.

## BOOK REVIEWS

*Journal of Animal Ecology* no longer publishes book reviews.

For general tips and guidance for authors or article preparation and submission visit the Wiley-Blackwell Author Services site.

## Specifications

Please refer to the Journal of Animal Ecology Manuscript Template for an example of manuscript formatting.

Word document files are preferred, however, if you wish to write your paper in LaTeX please provide all the necessary files, and also upload a PDF version of your paper for reference.

### *Figures*

The publishers would like to receive your artwork in electronic form. Please save vector graphics (e.g. line artwork) in Encapsulated Postscript Format (EPS), and bitmap files (e.g. half-tones) in Tagged Image File Format (TIFF). *Ideally, vector graphics that have been saved in a metafile (.WMF) or pict (.PCT) format should be embedded within the body of the text file.*

Detailed information on the Wiley-Blackwell digital illustration standards is available at:

<http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/illustration.asp>

Figures should not be boxed (superfluous bounding axes) and tick marks must be on the inside of the axes. Where possible, figures should fit on a single page in the submitted paper. In a final version they will generally be reduced in size by about 50% during production. Wherever possible, they should be sized to fit into a single column width (c. 70mm final size). To make best use of space, you may need to rearrange parts of figures (e.g. so that they appear side by side). Please ensure that symbols, labels, etc. are large enough to allow reduction to a final size of c. 8 point, i.e. capital letters will be about 2 mm tall. Lettering should use a sans serif font (e.g. Helvetica and Arial) with capitals used for the initial letter of the first word only. Bold lettering should not be used. Units of axes should appear in parentheses after the axis name. Please note that line figures should be at least 600 dpi and half-tones (photos) should be at least 300 dpi.

Images in the printed version of the *Journal of Animal Ecology* are in black and white as it is the policy of the *Journal of Animal Ecology* for authors to pay the full cost for colour paper print reproduction (currently £150 for the first figure, £50 thereafter). Free colour reproduction is available for the on line version: if authors require this, they should write their figure legend to accommodate both versions of the figure, and indicate their colour requirements on the [Colour Work Agreement Form](#). This form should be completed in all instances where authors require colour, whether in print or online. Therefore, at acceptance, please download the form and return it to the Production Editor (Penny Baker, Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, 9600 Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, UK. Please note that the ORIGINAL HARDCOPY form must be returned in all instances (a faxed or scanned version cannot be accepted). Please note that if you require colour content your paper cannot be published until this form is received.

### *Figure legends*

Legends should be grouped on a separate sheet. Furnish enough detail so that the figure can be

understood without reference to the text. In the full-text online edition of the journal, figure legends may be truncated in abbreviated links to the full screen version. Therefore, the first 100 characters of any legend should inform the reader of key aspects of the figure.

### *Tables*

Each table should be on a separate page, numbered and accompanied by a title at the top.

### *Supporting Information*

*Journal of Animal Ecology* rarely publishes Appendices in the printed version. However, Supporting Information that is referred to in the text may be made available in the online version of the article. Guidelines for the preparation of Supporting Information are available [here](#).

For the printed version, any Appendices should be listed under 'Supporting Information', and added after the References, with the opening statement: 'The following Supporting Information is available for this article online' followed by brief captions for the Appendices/Figs/Tables to be included. These should be numbered Appendix S1, Fig. S1, Table S1, etc.

Any literature referred to in the Appendix or online Supporting Information should also be referenced in the Appendix or online Supporting Information so that it is a self-contained piece of work. This may mean duplicating references if any literature is cited in both the main text and the Supporting Information.

All Supporting Information should be submitted online as part of the main manuscript. Please name your online supporting files as 'online supporting information' and upload them with the main document. This allows the submission web site to combine all the relevant files together but keep them separate when it comes to publication stage.

### *References*

References in the text to work by up to three authors should be in full, e.g. (Johnson, Myers & James 2006). If there are more than three authors, they should always be abbreviated thus: (Nilsen et al. 2009). When different groups of authors with the same first author and date occur, they should be cited thus: (Jonsen, Myers & James 2006a; Jonsen, James & Myers 2006b), then subsequently abbreviated to (Jonsen *et al.* 2006a, b). The references in the list should be in alphabetical order with the journal name in full. The format for papers, entire books, chapters in books, and PhD theses is as follows.

Underwood, N. (2009) Effect of genetic variance in plant quality on the population dynamics of a herbivorous insect. *Journal of Animal Ecology*, 78, 839–847.

Jonsen, I.D., Myers, R.A. & James, M.C. (2006) Robust hierarchical state–space models reveal diel variation in travel rates of migrating leatherback turtles. *Journal of Animal Ecology*, 75, 1046–1057.

Nilsen, E.B., Linnell, J.D.C., Odden, J. & Anderson, R. (2009) Climate, season, and social status modulate the functional response of an efficient stalking predator: the Eurasian lynx. *Journal of Animal Ecology*, 78, 741–751

Otto, S.P. & Day, T. (2007) *A Biologist's Guide to Mathematical Modeling in Ecology and Evolution*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

Conway, G. (2007) A Doubly Green Revolution: ecology and food production. *Theoretical Ecology: Principles and Applications*, 3rd edn (eds R. May & A. McLean), pp. 158–171. Oxford University Press, Oxford.

Stevenson, I.R. (1994) *Male-biased mortality in Soay sheep*. PhD thesis, University of Cambridge, Cambridge.

References should only be cited as 'in press' if the paper has been accepted for publication. Other references should be cited as 'unpublished' and not included in the list. Work not yet accepted for publication may be cited in the text and attributed to its author as: author name (including initials), unpublished data. In press articles should be uploaded with the manuscript as 'supplementary files'.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>

Reference Manager reference styles can be searched for here:

<http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

*Citations from the World Wide Web*

Citations from the world-wide-web are only allowed when alternative hard literature sources do not exist for the cited information. Authors are asked to ensure that:

- Fully authenticated addresses are included in the reference list, along with titles, years and authors of the sources being cited.
- The sites or information sources have sufficient longevity and ease of access for others to follow up the citation.
- The information is of a scientific quality at least equal to that of peer reviewed information available in learned scientific journals.

#### *Units, symbols and abbreviations*

Authors are requested to use the International System of Units (SI, *Système International d'Unités*) where possible for all measurements (see *Quantities, Units and Symbols*, 2nd edn (1975) The Royal Society, London). Note that mathematical expressions should contain symbols not abbreviations. If the paper contains many symbols, it is recommended that they should be defined as early in the text as possible, or within a subsection of the Materials and methods section.

#### *Scientific names*

Give the Latin names of each species in full, together with the authority for its name, at first mention in the main text. If they appear in the Summary/Abstract, use the common and Latin name only in the first instance, then the Latin or common name thereafter. If there are many species, cite a Flora or checklist which may be consulted for authorities instead of listing them in the text. Do not give authorities for species cited from published references. Give priority to scientific names in the text (with colloquial names in parentheses, if desired).

#### *Makers' names*

When a special piece of equipment has been used it should be described so that the reader can trace its specifications by writing to the manufacturer; thus: 'Data were collected using a solid-state data logger (CR21X, Campbell Scientific, Utah, USA)'.

#### *Mathematical material*

Mathematical expressions should be carefully represented. Suffixes and operators such as d, log, ln and exp will be set in Roman type; matrices and vectors will be set in bold type; other algebraic symbols will be set in italic. Make sure that there is no confusion between similar

characters like 'l' (ell) and '1' (one). Also make sure that expressions are spaced as you would like them to appear, and if there are several equations they should be identified by eqn 1, etc.

#### *Numbers in tables*

Do not use an excessive number of digits when writing a decimal number to represent the mean of a set of measurements (the number of digits should reflect the precision of the measurement).

#### *Numbers in text*

Numbers from one to nine should be spelled out except when used with units; e.g. two eyes but 10 stomata and 5°C.

#### Accepted papers

At the conditionally accepted stage all authors are asked to submit their final manuscript text in *word format* with figures and tables conforming to the specifications above and **must** include all required forms (nb Colour Artwork form for any colour figures and Exclusive Licence form).

#### Exclusive Licence Form

Authors will be required to sign an Exclusive Licence Form (ELF) for all papers accepted for publication. This can also be downloaded via the 'Instructions and forms' icon located on the ScholarOne Manuscripts website. Please read carefully before signing: conditions are changed from time to time and may not be the same as the last time you completed one of these forms.

Signature of the ELF is a condition of publication, and papers will not be passed to the publisher for production unless a signed form has been received. Please note that signature of the Exclusive Licence Form does not affect ownership of copyright in the material. After submission, authors will retain the right to publish their paper in various media/circumstances (please see the form for further details).

#### Production tracking is available for your article through Author Services

All authors are required to register for Author Services. Author Services enables authors to track their article, after acceptance, through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Authors can nominate up to 10 colleagues to have complimentary access to the article once published online. Visit our Author Services site for more details on online production tracking, tips on article preparation and submission, and more.

Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit our Author Services site for more details on online production tracking, tips on article preparation and submission, and more.

#### Handling the proofs

The correspondence author will receive an e-mail alert when the proof, an Acrobat PDF (portable document format) file, can be downloaded from the e-proofing site. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following web site: [www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html](http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html)

This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proofs. Proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs.

Alterations in the text, other than printers errors, may be charged to the author. Proofs must be returned by e-mail, first-class mail, or fax within 3 days of receipt to:

*Journal of Animal Ecology*,

Wiley-Blackwell

John Wiley & Sons

9600 Garsington Road,

Oxford OX4 2DQ, UK.

Tel: +44 (0) 1865 476477

Fax: +44 (0) 1865 476772

E-mail: [penny.baker@wiley.com](mailto:penny.baker@wiley.com)

Foreign contributors might consider nominating someone in the UK to correct their proofs for them; they should do this when submitting their revised manuscript. The editors reserve the right to correct the proofs themselves, using the accepted version of the manuscript, if the authors corrections are overdue and the journal would otherwise be delayed.

#### Early View publication

*Journal of Animal Ecology* is covered by the Early View service. Early View articles are complete, full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled print issue. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the

authors' final corrections have been incorporated. To register to receive an e-mail alert when your Early View article is published, [click here](#) and log-in to Wiley Online Library.

Because Early View articles are in their final, complete form, no changes can be made after online publication. Articles are given a Digital Object Identifier (DOI), which allows them to be cited and tracked before allocation to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article. More information about DOIs can be found at <http://www.doi.org/faq.html>

### OnlineOpen

OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, [click here](#).

Any authors wishing to send their paper Online Open will be required to complete the [payment form](#).

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All Online Open articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

### Offprints

The corresponding author will receive a PDF file of their article free of charge at the time of publication within an issue of the journal (i.e. once the article is paginated). Printed offprints are normally dispatched by surface mail c.3 weeks after publication of the issue in which the paper appears; however, please note that they are sent by surface mail so delivery of overseas orders may take up to 6 weeks. Please contact the publishers if they fail to arrive.

The PDF file is e-mailed to the correspondence author at the e-mail address given on the title page of the paper (unless advised otherwise); therefore, please ensure that the name, address and e-mail of the correspondence author are clearly indicated on the manuscript title page if he/she is not the first author of the paper. A copy of the Publisher's Terms and Conditions for the use of



the PDF file will accompany it and the file can only be distributed in accordance with these requirements. Authors can also nominate up to 10 colleagues to receive complimentary access to their article by registering for [Author Services](#).

# Normas da revista MAMMALIAN BIOLOGY

## Instructions to authors

### 1. Manuscripts

Mammalian Biology (formerly *Zeitschrift für Säugetierkunde*) is an international scientific journal edited by the Deutsche Gesellschaft für Säugetierkunde (German Society of Mammalogy). The journal is devoted to the publication of research on mammals (see aims and scope of the journal). We publish original research papers, short communications and occasionally review articles that generate a significant contribution to the field of mammalogy. Manuscripts should be submitted electronically via internet through Elsevier Editorial System (EES) which can be accessed at <http://ees.elsevier.com/mambio>. Editorial note on the use of taxon names. We strongly discourage the use of non-phylogenetic taxon names such as *Insectivora*, *Fissipedia* or *Artiodactyla*. These names do not refer to monophyletic groups and are thus obsolete. If you want to refer to a para- or polyphyletic assemblage that shares a certain behaviour or adaptation etc., please use other expressions, e. g. terrestrial carnivores (instead of *Fissipedia*) or terrestrial cetartiodactyls (instead of *Artiodactyla*). „Insectivorous mammals“ is acceptable if you refer to mammals that feed on insects irrespective of their phylogenetic relationships (i. e. anteaters as well as shrews) but not if you refer to the groups formerly falsely combined into „*Insectivora*“. Form of the manuscript: Pages and lines must be numbered. Script types should be uniform throughout the manuscript and double-spaced. Use of bold print, italics and spaced-letters must be avoided. Scientific names of organisms should be indicated in italics. Page footnotes are not allowed. Authors should indicate the approximate location in the text for illustrations and tables. The first page of the manuscript should contain the following information:

- title (in case of a long title, a running title not exceeding 72 characters must additionally be provided)
- name(s) of author(s): full first name(s) for all authors (an excessively large number of co-authors should be avoided)
- department(s), university affiliation(s), city and country
- e-mail address, phone and fax number of the corresponding author
- word count including tables, figure legends and references

Content of the manuscript: Manuscripts can be published as original investigations, short communications or reviews. The total length should not exceed 7000 words including references, tables and figure legends. In the case of longer articles (in particular reviews) please contact the managing editor before submission.

Original investigations: In addition to the text, original investigations should include illustrations, tables and references.

The text should be divided into: Abstract, Introduction, Material and methods, Results, Discussion (or together as Results and Discussion), Acknowledgements, References.

Short communications: Short communications should include an Abstract. They should not include subheadings (Introduction, Material and methods etc.) but should be organized according to this form.

Reviews: Manuscripts that review and integrate the current state of knowledge in a special field of mammalian biology are also welcome. The text must provide an Abstract, special headings depending on the subject, Acknowledgements, References.

Keywords: Up to 5 informative keywords, starting with the taxonomic unit(s), must be given following the Abstract or at the beginning of the text in Short communications.

References: In-text citations to the literature should be cited chronologically by author's surname followed by year of publication: Trueb and Hanken (1990), Cassone (1992), Wittmann et al. (1993); or (Trueb and Hanken, 1990; Cassone, 1992; Zachos et al., 2007). When references are made to more than one paper by the same author published in the same year, they should be indicated as (O'Connor, 1975a, b). References to unpublished data are not accepted. If a reference to a personal communication is necessary for the study, this reference must be accompanied by a written statement from the referred person that agrees with the author's statement. Please list the publications in alphabetical order in the References section according to the following examples:

Journals:

Renaud, S., 2005. First upper molar and mandible shape of wood mice (*Apodemus sylvaticus*) from northern Germany: ageing, habitat and insularity. *Mamm. biol.* 70, 157–170.

Zachos, F.E., Cirovic, D. Rottgardt, I., Seiffert, B., Oeking, S., Eckert I., Hartl, G.B., 2007. Geographically large-scale genetic monomorphism in a highly successful introduced species: the case of the muskrat (*Ondatra zibethicus*) in Europe. *Mamm. biol.* 72, 123–126.

Book citation:

Lever, C., 1985. *Naturalized Mammals of the World*. Longman, London and New York.

Book chapter citation:

Hutterer, R. 2005. Order Soricomorpha. In: Wilson, D.E., Reeder, D.M. (Eds.), *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 3rd edition, pp. 220–311.

Tables: Confirm that all tables have been cited in the text, and indicate where they are to appear. Tables should be numbered consecutively. Table titles should be complete but brief. Information other than that defining the data should be presented in a footnote. Footnotes to a table should be typed directly beneath the table and numbered 1, 2, 3, etc.

Figures: Confirm that all figures have been cited in the text, and indicate where they are to appear. Figures, including charts and graphs, must be numbered consecutively. Photographs or drawings mounted together as a group may be given separate figure numbers. However, if they are closely related it is preferable to assign them a single figure number and letter the individual prints (a, b, c, etc.). For review purposes, figure legends may be placed on the same page beneath the figures. However, in the final revised version, the figure legends should be on separate pages.

## 2. Illustrative materials

Illustrations: Illustrations should be submitted in review quality with the manuscript. High quality files of figures will be requested after final acceptance of the paper. Submit illustration files separately from text files. Files for full color images must be in a CMYK color space. All illustration files should be in TIFF or EPS formats. Journal quality reproduction will require greyscale and color files at resolutions yielding approximately 300 dpi. Bitmapped line art should be submitted at resolutions yielding 600–1200 dpi. For detailed information on artwork instructions, please refer to <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

**Color Prints:** If, together with the accepted article, usable color figures are submitted then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. Color prints will only be printed free of charge if the editor acknowledges that they are essential to the scientific presentation of the paper. Otherwise the publisher and author will each bear part of the extra costs involved. The charge to be passed on to authors of articles containing color figures is EUR 250.00 for the first figure containing color and EUR 200.00 for each additional figure containing color.

**Movies/videos:** Additional material can be published online; this includes extensive table work, copies of movies or videos. Please contact the editorial office for detailed information.

### 3. Reviewing process

After submission, each paper enters the pre-review stage. The aim of this process is to identify papers which do not fit into the scope of Mammalian Biology, are too descriptive, or only have low relevance to a broader readership and thus have a low probability of being accepted. This policy saves authors' time and reduces effort of reviewers and editors. Manuscripts, which will pass this stage then go into peer-review. Each manuscript submitted to "Mammalian Biology" will be reviewed independently by at least two experts covering the field of the article. Authors may suggest up to five colleagues with expertise in the scientific field of the contribution, which do not and did not belong to the authors' institution. These might be considered as referees. The corresponding authors are informed on the editorial procedure. Papers may be returned for modification or revision. Revised manuscripts should be returned to the editorial office within 90 days after receipt of the reviews, otherwise they will be treated as new submissions.

### 4. Proofs and reprints

**Proofs:** The authors will be asked to review manuscript proofs prior to publication. Page and illustration proofs will be sent to the author in a PDF file format via the internet. All corrections should be clearly marked directly on the page proofs. Revisions other than corrections of printing errors will be charged to the corresponding author. **Reprints:** The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional paper reprints may be purchased at prices quoted on the reprint order form which accompanies the proofs. Reprint

orders should be returned with the proofs. It is not possible to place additional orders at a later date.

#### 5. Duplicate publication and author responsibility

Once a paper is accepted, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright, see <http://www.elsevier.com/authorsrights>). Submission of a manuscript implies that the submitted work has not been published before (except as part of a thesis or lecture note or report, or in the form of an abstract); that it is not under consideration for publication elsewhere; that its publication has been approved by all co-authors as well as by the authorities at the institute where the work has been carried out; that written permission of copyright holders was obtained by the authors for material used from other copyrighted sources; that if and when the manuscript is accepted for publication, the authors hand over the transferable copyrights of the accepted manuscript to the publisher; and that the manuscript or parts thereof will thus not be published elsewhere in any language without the consent of the copyright holder. Copyrights include, without space or time limitation, the mechanical, electronic and visual reproduction and distribution; electronic storage and retrieval; and all other forms of electronic publication or any other types of publication including all subsidiary rights.

#### 6. Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors who publish in Elsevier journals to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Open Access. This journal offers you the option of making your article freely available to all via the ScienceDirect platform. To prevent any conflict of interest, you can only make this choice after receiving notification that your article has been accepted for publication. The fee of \$3,000 excludes taxes and other potential author fees such as color charges. In some cases, institutions and funding bodies have entered into agreement with Elsevier to meet these fees on behalf of their authors. Details of these agreements are available at <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Authors of accepted articles, who wish to take advantage of this option, should complete and submit the order form (available at <http://www.elsevier.com/locate/openaccessform.pdf>). Whatever access option you choose, you retain many rights as an author, including the right to post a revised personal version of your article on your own website. More information can be found here: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.