



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



Dissertação de Mestrado

**Padrão de atividade temporal de pequenos mamíferos não  
voadores em Floresta Ombrófila Mista no nordeste do Rio  
Grande do Sul, Brasil**

ANA CAROLINA DAL BERTO

Porto Alegre, março de 2012

**Padrão de atividade temporal de pequenos mamíferos não voadores  
em Floresta Ombrófila Mista no nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil**

Ana Carolina Dal Berto

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

Orientador: Prof. Dr. Thales Renato  
Ochotorena de Freitas

Comissão Examinadora:  
Prof. Dr. Andre Faria Mendonça  
Profa. Dra. Gabriela Paise  
Profa. Dra. Gislene Lopes Gonçalves

Porto Alegre, março de 2012

**“DON’T PANIC”**

- The Hitchhiker’s Guide to the Galaxy – Douglas Adams

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao PPG-Ecologia UFRGS pela oportunidade e a CAPES pela bolsa durante esses dois anos. Também agradeço à Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza e à Rufford Small Grants pelo financiamento do projeto maior do qual este faz parte. Muito obrigada à Floresta Nacional de São Francisco de Paula, onde este trabalho foi realizado e toda a sua equipe pela ajuda e serviços prestados.

Agradeço ao Professor Thales, pela oportunidade de trabalhar com pequenos mamíferos, mesmo sem nenhuma experiência prévia.

Agradeço à Graziela Iob, Santa Graziela, Padroeira da Organização de Idéias Perdidas. Sem ela essa dissertação estaria um caos, assim como o meu cérebro e nervos. Não existem palavras para descrever o quanto eu te agradeço, e eu só posso pedir desculpas por ter te incomodado até nas férias. Eu te devo todas.

Jayne Prevedello, por me falar dessa história de relógios e adaptar a ideia de como colocar eles nas armadilhas, pela ajuda em montar os relógios nas armadilhas trocentas vezes e por sempre pra tocar as mesmas músicas me fazendo adquirir um certo pavor de Engenheiros.

Muito thank you pra Dalila Welter e Samara Guaragni (duas das três Marias) pela amizade, companhia (tanto pra rir como pra chorar), e ajuda mútua durante os campos. Eu sei que os dedos de vocês também sofreram com os meus relógios, assim como os joelhos da Samara contando quadradinhos nas pedras e os dedos congelados da Dalila seguindo carretel na chuva. Espero que daqui uns anos nos possamos rir de todas as desgraças e lembrar os momentos bons. Por falar em dedos, agradeço aos meus e suas respectivas unhas, que vão me odiar eternamente e ter ataques de pânico na presença de fios elétricos encapados e cola bonder.

Obrigada à Lívia Müller, pela paciência sem fim em ensinar e responder as dúvidas mais bestas sobre o DNA Barcoding e biologia molecular em geral. Obrigada a todo pessoal do lab que eu e as gurias já pentelhamos com nossa completa falta de experiência laboratorial, especialmente à Tati, Darli, Paula e Laura, que sempre estavam dispostas à nos ajudar. Todas vocês não deram só uma mão, mas também uma lição de coleguismo. E obrigada à Lucinha e também ao Luciano, que também aturou a gente, e não ficou brabo quando quase tacamos fogo no laboratório. Obrigada também novamente a todo pessoal do lab pelos momentos de festa, comilança e bebança, pelos papos (envenenados ou não), por aguentar as reclamações, pelas conversas de gatos do grupo de pessoas mais cat-friendly que eu já vi na vida e, principalmente, pelas risadas: Tati, Darli, Lívia (Meninas Superpoderosas), Laura, Gisele, Patrícia, Grazi, Fernando, Josmael, Diego, Mayara e até o Jorge, mas não muito.

Obrigada a todos que nos ajudaram em campo: Fernando, Maria Júlia, Fernandinha, Isadora (que também nós ensinou o agradável passatempo da taxidermização), aos amigos da Samara (Leonardo, Leonardo e Índia), ao namorado da Dalila, Felipe, pelo milagre da multiplicação dos relógios, ao namorado da Samara, Cássio, que também foi recrutado pra ajudar no campo.

Obrigada aos amigos de corpo presente, Bianca, por me aguentar durante dois anos e por não ficar braba comigo quando eu abandonei ela, Carina e Cássia, pelas conversas, risada e cervejas, Ana Paula e Tamires, pelas saídas nas minhas idas a Santa Maria. Obrigada, também, aos amigos de teclado presente, a gente pode não se ver com frequência, mas a amizade não é nem um pouco menor: Lisi, Betania e Viviane, pelos momentos de insanidade que preveniram que eu surtasse nesses dois anos, e Ariane, que me aguenta a mas de 10 años e não foi diferente agora.

E o obrigado maior, principal e mais gigante à minha família, por todo apoio e pelas tentativas de fazer essa distância mais curta. Todos os dias eu queria estar perto de vocês, mas sempre agradeço pela ajuda e apoio em eu estar aqui, mesmo sendo tão longe. Obrigada mãe e pai, nada é melhor que um colinho depois de duas semanas no meio do mato, tomando chuva no lombo todos os dias. Júnior, que eu não vejo com tanta frequência, mas quando vejo ainda é meu irmão de sempre. Jiana, que aprendeu a me aguentar depois de 24 anos e por tomar conta do meu filho Bono Hannibal Presley e deixar ele brincar com a Traquina.

Eu não teria conseguido sem todos vocês, e fico permanentemente agradecida por toda ajuda e amizade durante essa fase da minha vida.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	4
<b>SUMÁRIO</b> .....	7
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	8
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	10
<b>RESUMO</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
<i>Área de estudo:</i> .....	18
<i>Delineamento experimental:</i> .....	20
<i>Sistema de determinação do horário de captura:</i> .....	22
<i>Identificação das espécies:</i> .....	25
<i>Variáveis ambientais:</i> .....	27
<i>Análise de dados:</i> .....	27
<b>RESULTADOS</b> .....	29
<b>DISCUSSÃO</b> .....	41
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	47
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil (área preta) e da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA – ponto branco). Imagem cedida por Fornel, T. N. S, modificado. ....	19
Figura 2. Detalhe da localização das grades na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Grades ímpares representam as grades remoção e grades pares os controles. Imagem retirada de Guaragni 2012. ....	21
Figura 3. Ponto de captura com armadilha acoplada com relógio.....	22
Figura 4. Armadilha Sherman fechada, acoplada com sistema de determinação do horário de captura. ....	25
Figura 5. Padrão de atividade geral de <i>Akodon montensis</i> na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, considerando todas as capturas nas grades controle e as capturas nas grades remoção nos meses sem pinhão (março, setembro e novembro de 2010 e fevereiro de 2011). ....	31
Figura 6. Padrão de atividade geral de <i>Delomys dorsalis</i> na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, considerando todas as capturas nas grades controle e as capturas em março, setembro e novembro de 2010 e fevereiro de 2011 (meses sem pinhão) nas grades remoção. ....	32
Figura 7. Padrões noturnos de atividade de <i>Akodon montensis</i> (A) e <i>Delomys dorsalis</i> (B) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. ....	33

Figura 8. Padrão de atividade de <i>Akodon montensis</i> na época de produção de pinhão em grade controle (A) e remoção (B) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS no ano de 2010. Linhas com aba indicam horário médio de captura e intervalo de confiança de 95%.....	35
Figura 9. Padrão de atividade dos machos de <i>Akodon montensis</i> (A) e <i>Delomys dorsalis</i> (B) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, considerando todas as capturas nas grades controle e as capturas nas grades remoção nos meses sem pinhão (março, setembro e novembro de 2010 e fevereiro de 2011). .....	35
Figura 10. Média horária das temperaturas noturnas para cada mês de amostragem no período de março de 2010 a fevereiro de 2011 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. ....	37
Figura 11. Média horária da umidade relativa do ar noturna para cada mês de amostragem no período de março de 2010 a fevereiro de 2011 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. ....	38
Figura 12. Relação entre a probabilidade de captura de <i>Delomys dorsalis</i> (proporção intervalos de 1h com capturas) e temperatura (em classes de 2°C) no período de março de 2010 a fevereiro de 2011 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. ....	39
Figura 13. Padrão de atividade de <i>Akodon montensis</i> nos meses de inverno (A) e verão (B) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, utilizando somente os dados das grades controle. Flechas indicam os horários de nascer e pôr do sol. Linhas com aba indicam horário médio de captura e intervalo de confiança de 95%.....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Média e desvio padrão (entre parênteses) de indivíduos capturados por dia a cada mês em cada grade (01 a 08) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. .....	30
Tabela 2. Valores do teste U <sup>2</sup> de Watson entre épocas com e sem pinhão para uma mesma espécie, para o mesmo sexo de uma mesma espécie, entre sexos em uma mesma época e entre espécies numa mesma época. AC = <i>Akodon montensis</i> época com pinhão; AS = <i>A. montensis</i> época sem pinhão; DC = <i>Delomys dorsalis</i> época com pinhão; DS = <i>D. dorsalis</i> época sem pinhão; AKFC = fêmeas de <i>A. montensis</i> época com pinhão; AKFS = fêmeas de <i>A. montensis</i> época sem pinhão; AKMC = machos de <i>A. montensis</i> época com pinhão; AKMS = machos de <i>A. montensis</i> época sem pinhão.	34
Tabela 3. Valores do teste U <sup>2</sup> de Watson entre sexos dentro de uma espécie e entre sexos entre espécie. Resultados significativos ( $p < 0,05$ ) em negrito. AKF = fêmeas de <i>Akodon montensis</i> , AKM = machos de <i>A. montensis</i> , DF = fêmeas de <i>Delomys dorsalis</i> , DM = machos de <i>D. dorsalis</i> . Número de registros de horário de captura entre parênteses.....	36
Tabela 4. Temperaturas máximas, mínimas e médias registradas em casa excursão (em °C) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.....	36

# **Padrão de atividade temporal de pequenos mamíferos não voadores em Floresta Ombrófila Mista no nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil.\***

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

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

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

<sup>4</sup> Departamento de Genética, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

\*\* Autor correspondente: [acdalberto@gmail.com](mailto:acdalberto@gmail.com)

## **RESUMO**

O horário de atividade é um importante aspecto da vida de um animal, refletindo sua fisiologia, interações com o ambiente e com outros animais. Dentre os sinais exógenos que ajudam a determinar o início e fim de um dia para um animal estão a luz, temperatura, precipitação e disponibilidade de alimento. Em nosso estudo buscamos determinar o horário de atividade de duas espécies de roedores cricetídeos, *Akodon montensis* e *Delomys dorsalis*, verificando como este é influenciado por variáveis ambientais (temperatura e umidade) e pela disponibilidade da semente da araucária (pinhão). Para isso, utilizamos 21 armadilhas acopladas com relógios para determinar o horário de captura dos animais em oito grades de floresta com araucária nativa. As armadilhas permaneceram funcionando por cinco noites consecutivas em excursões bimestrais

---

\* Manuscrito formatado de acordo com as normas da Journal of Tropical Ecology.

no período de março de 2010 a fevereiro de 2011. Para determinar a influência do pinhão no horário de atividade comparamos a época dentro e fora de sua produção. Também removemos o pinhão, experimentalmente, de quatro das grades para determinar como a ausência desse recurso sazonal afeta o comportamento dos animais (grades remoção). Encontramos um padrão de atividade bimodal para *A. montensis* e unimodal para *D. dorsalis*, sendo as duas espécies predominantemente noturnas e apresentando padrões de atividade noturnos distintos. Em *A. montensis*, verificamos diferenciações no horário de atividade entre o inverno e o verão, com a atividade nos meses mais frios apresentando um pico no início na noite e, nos meses mais quentes, apresentando um pico no fim da noite. *A. montensis* também apresentou horários médios de atividade diferentes entre as grades controle (21h35min) e remoção (23h51min). Em *D. dorsalis* verificamos uma relação positiva entre o horário de atividade e a temperatura ambiente. O efeito da remoção do pinhão sobre a atividade de *A. montensis* reforça a importância dessa espécie para a fauna de pequenos mamíferos.

**Palavras-chave:** horário de atividade, *Akodon montensis*, *Delomys dorsalis*, *Araucaria angustifolia*, pinhão.

## **ABSTRACT**

An important aspect of an animal's life is its activity pattern, which reflects its physiology, interactions with the environment and with other animals. Among the exogenous signs that help determine the beginning and end of a day to an animal are light, temperature, precipitation and food availability. In our study we aimed to determine the daily activity patterns of two species of cricetid rodents,

*Akodon montensis* and *Delomys dorsalis*, analyzing how these are influenced by the availability of an important seasonal resource, the seed of the araucaria tree (*Araucaria angustifolia*), and by environmental variables (temperature and humidity). To do so, we used 21 live-traps equipped with clocks that determined the time an individual was captured in eight grids placed in native araucaria forest. The traps were set on the grids for five consecutive nights during six excursions, which took place between March 2010 and February 2011. To determine the influence of the araucaria seed on the daily activity of the two species, we compared the times of capture registered during the production season of the seed and outside of the production period. We also experimentally removed the araucaria seeds from four of the grids, to determine how the absence of this seasonal resource affects the behavior of the studied species (removal grids). We found a bimodal daily activity pattern for *A. montensis* and a unimodal pattern for *D. dorsalis*, and both species were considered predominantly nocturnal and presented distinct nocturnal activity patterns. *A. montensis* showed a differentiation in its daily activity pattern between winter and summer, presenting a peak of activity in the beginning of the night in the colder months and at the end of night during the warmer months. *A. montensis* also presented different average activity hours between the control grids (9:35 p.m.) and removal grids (11:51 p.m.). We found a positive relationship between the daily activity time of *D. dorsalis* and ambient temperature. The effect of the removal of the araucaria seed on the daily activity of *A. montensis* reinforces the importance of this tree species to the small mammal fauna.

**Keywords:** time of activity, *Akodon montensis*, *Delomys dorsalis*, *Araucaria angustifolia*, araucaria tree seed.

## INTRODUÇÃO

Quando duas espécies compartilham várias dimensões de nicho pode ocorrer competição. Deve existir diferença em, pelo menos, uma dimensão de nicho para evitar que ocorra uma exclusão por competição. Uma modificação de nicho que pode ocorrer na tentativa de evitar a competição é a partição temporal.

O horário de atividade de um animal é determinado pelas suas limitações fisiológicas, assim como interações ecológicas como predação e competição e, também, pela disponibilidade de alimento (Paise & Vieira 2006). No período em que está ativo, o animal realiza uma série de atividades, como forrageamento, busca por parceiros e, no caso de espécies territorialistas, comportamentos relacionados à defesa de território (Halle & Stenseth 2000).

O relógio biológico de um animal é capaz de se manter inalterado por longos períodos, mantendo uma divisão do tempo em dias e noites subjetivos, mesmo quando isolados de sinais exógenos que indicariam o início e fim de um dia (Halle & Stenseth 2000). Apesar disso, a atividade de um animal é influenciada por diversos fatores, entre eles luz, temperatura e precipitação (*e.g.* Lockard & Owings 1974, Vickery & Bider 1981, Kaufman & Kaufman 1982, Vieira & Baumgarten 1995, Julien-Laferrière 1997, Paise & Vieira 2006, Vieira et al. 2010). A disponibilidade de alimento também é importante na regulação do horário de atividade dos animais (Bartness & Albers 2000), porém é um fator raramente considerado em estudos de padrão de atividade em campo.

Apesar da importância do horário de atividade para os pequenos mamíferos, a vasta maioria das espécies é classificada apenas como diurnas ou noturnas (Olmos

1991), sem uma análise mais profunda do padrão. Além disso, existem poucos estudos tratando do horário de atividade de pequenos mamíferos brasileiros. Graipel et al. (2003) estudaram o padrão de atividade de *Akodon montensis* e *Euryoryzomys russatus* na Reserva de Volta Velha, Santa Catarina, ambiente de Floresta Atlântica. *A. montensis* foi classificada como bicrepuscular, enquanto *E. russatus* foi classificada como noturna. Outro trabalho realizado em floresta atlântica é o de Oliveira-Santos et al. (2008) que analisaram, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (Santa Catarina), o padrão de atividade do roedor *Juliomys pictipes* e dos marsupiais *Didelphis albiventris* e *Marmosa paraguayana* no dossel e de *D. albiventris* também no solo. Foi verificado que as três espécies possuem um padrão de atividade circadiano unimodal estritamente noturno.

Dois estudos foram realizados no Cerrado. No primeiro, Vieira & Baumgarten (1995) trataram do padrão de atividade dos roedores *Necromys lasiurus*, *Calomys tener* e *Thalpomys cerradensis* e do marsupial *Thylamys velutinus*. *N. lasiurus* e *Thalpomys cerradensis* ambos apresentaram padrões de atividade bimodais. *C. tener* demonstrou padrão de atividade unimodal e *Thylamys velutinus* apresentou comportamento estritamente noturno. *N. lasiurus* e *C. tener*, que são considerados dois competidores potenciais, tiveram diferenças significativas entre os padrões de atividade, indicando uma de partição temporal de nicho.

No segundo estudo, Vieira et al. (2010) estudaram os padrões sazonais e a influência da temperatura e umidade na atividade de *N. lasiurus* e verificaram que, na estação chuvosa, a espécie apresentou um padrão unimodal e diferença entre sexos. Também foi encontrada uma relação positiva entre temperatura e horário de captura.

No Rio Grande do Sul, somente dois estudos do tipo foram realizados. Paise & Vieira (2006) estudaram padrão de atividade do roedor *Oxymycterus nasutus* no Parque Nacional dos Aparados da Serra em ambiente de campos de altitude. Encontraram um padrão de atividade marcadamente diurno, com dois picos de atividade em todas as estações. Também demonstraram variação significativa entre o padrão de atividade entre inverno e primavera, inverno e verão, e verão e outono.

O outro trabalho desenvolvido no Rio Grande do Sul foi realizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, em ambiente de Floresta Ombrófila Mista com a espécie *Delomys dorsalis* (Cademartori 2003). Encontraram um padrão de atividade predominantemente noturno, mas com atividade na manhã e início da noite. Também encontraram um período mais longo de atividade no inverno, devido ao menor fotoperíodo.

A floresta ombrófila mista, cuja espécie dominante é a araucária (*Araucaria angustifolia*) faz parte do domínio da Floresta Atlântica. Originalmente ocupava cerca de 200.000 km<sup>2</sup> do território brasileiro, no sul do país e nas áreas altas do sudeste, porém, atualmente, apresenta somente 4% de sua cobertura original (Leite & Klein 1990). Esse desmatamento é causado principalmente devido ao alto valor da madeira da araucária (Backes 1999) e também para a abertura de áreas para agricultura e pastagem. Sabe-se, também, da remoção seletiva da araucária de áreas de Floresta Ombrófila Mista, descaracterizando, assim, o ambiente. A araucária mostra sua importância para os animais da floresta ombrófila mista, especialmente os pequenos mamíferos, devido à produção de suas sementes (o pinhão) ocorrer durante o inverno, que também é época de baixa em outros recursos de origem vegetal (Paise 2005, Job 2007, Perini 2010).

As espécies de roedores da Floresta Ombrófila Mista são bem conhecidas, porém seus padrões de atividade praticamente não foram estudados neste habitat, que difere bastante de outros em que as mesmas espécies ocorrem. Somente um estudo sobre o horário de atividade de pequenos mamíferos foi realizado neste ambiente, com o roedor sigmodontíneo *Delomys dorsalis* (Cademartori 2003).

*Akodon montensis* e *D. dorsalis* são duas espécies que apresentam preferência por microhabitats similares (Guaragni 2012) e possuem dietas parecidas com relação ao tamanho de frutos e sementes (Vieira et al. 2006). Apesar de não haverem registros publicados do consumo do pinhão por *A. montensis*, este pode ocorrer durante o inverno devido à escassez de outros recursos vegetais nesse período, fazendo com que ambas as espécies procurem este alimento. Isso poderia causar uma competição sazonal que poderia levar a uma partição dos horários disponíveis para a atividade, evitando uma possível competição por interferência.

Apesar de vários trabalhos já terem sido realizados na formação Floresta Ombrófila Mista demonstrando a importância do pinhão, até o momento, não existem trabalhos enfocando como a disponibilidade deste pode influenciar o padrão de atividade de pequenos mamíferos. Também não existem estudos discutindo como a temperatura e umidade afetam o padrão de atividade de *A. montensis* e *D. dorsalis*.

O objetivo de nosso estudo foi determinar o horário de atividade de *A. montensis* e *D. dorsalis*, verificando como a disponibilidade do pinhão afeta estes padrões. Para isso comparamos diferentes épocas (com e sem produção de sementes) e áreas com diferentes abundâncias de pinhões para verificar como os animais reagem à ausência

deste recurso sazonal. Também procuramos determinar se as variáveis ambientais temperatura e umidade afetavam a atividade das espécies.

Neste trabalho procuramos responder as perguntas:

- Existe uma diferenciação temporal de nicho entre *A. montensis* e *D. dorsalis*?
- A disponibilidade do pinhão, no seu período de produção, afeta o horário de atividade das espécies?
- Existe diferença no horário de atividade entre os sexos das espécies?
- Há relação entre o horário de atividade e as variáveis ambientais temperatura e umidade?

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Área de estudo:***

Realizamos o estudo na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA), no nordeste do Rio Grande do Sul (29°25'22,4"S 50°23'11,2"W) (Figura 1), pertencente à formação Floresta Ombrófila Mista. Esta formação é uma das fitofisionomias mais características do estado e também uma das mais ameaçadas. Abrange ainda os estados de Santa Catarina e Paraná, ocorrendo também em pequenas manchas em São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (Backes 1999). Como o próprio nome indica, a espécie dominante nessas florestas altas é o pinheiro *Araucaria angustifolia*.

A área é composta de um mosaico de formações nativas (56%), áreas de plantações de *Araucaria angustifolia*, *Pinus* sp., *Eucalyptus* sp., entre outras (39%), banhados, estradas e aceiros (Schneider et al. 1989, Sonogo et al. 2007). No sistema de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb (mesotérmico, úmido, com precipitação uniformemente distribuída durante o ano, verão brando e inverno frio). A temperatura do mês mais quente é de 22,7 °C e a média anual é 17,6 °C, a média pluviométrica anual é de 2.252 mm, sendo que a precipitação é elevada em todos os meses e a região apresenta os mais altos índices pluviométricos do estado (Moreno 1961, Sonogo et al. 2007).



Figura 1. Localização do município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil (área preta) e da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA – ponto branco). Imagem cedida por Fornel, T. N. S, modificado.

### ***Delineamento experimental:***

Para captura dos pequenos mamíferos instalamos em oito áreas de floresta com araucária nativa uma grade de 0,52 ha. As grades apresentaram uma distância mínima de 300 m entre si, sendo que cada grade continha 49 pontos distantes 12 m entre si (Figura 2), dispostos em sete linhas com sete pontos cada. As saídas ocorreram bimestralmente no período de março de 2010 a fevereiro de 2011. Das oito áreas, consideramos quatro como controle (grades pares, daqui em diante referidas como grades controle) e quatro como tratamentos (grades ímpares, daqui em diante referidas como grades remoção). Nas grades remoção removemos as sementes da araucária manualmente no solo nos meses de abril a julho de 2010 e as pinhas das araucárias fêmeas adultas no mês de maio de 2010.

Para cada grade realizamos sessões de captura-marcação-recaptura com cinco noites de duração. Instalamos em cada um dos 49 pontos uma armadilha do tipo Sherman (23x8x9 cm) no solo (Figura 3). Em 21 dessas armadilhas acoplamos um relógio digital compondo um sistema de determinação do horário de captura ativado pelo fechamento da armadilha. Estas armadilhas foram distribuídas nos pontos 1, 4 e 7 de cada linha da grade. Além das armadilhas de solo, também foram instaladas na área 10 armadilhas no sub-bosque, em alturas de 1,5 m a 3 m, utilizadas em um estudo concomitante sobre a estratificação vertical de pequenos mamíferos (Welter et al., dados não publicados).

As armadilhas foram iscadas diariamente com uma mistura de amendoim, fubá, banana, óleo de fígado de bacalhau e essência de baunilha. Os animais capturados foram marcados com brincos numerados nas orelhas (National Band and Tag Co., modelo

1005-1), sexados, pesados com o auxílio de Pesola ® de 300 gramas, medidos (comprimento do corpo) e liberados no mesmo ponto de captura.

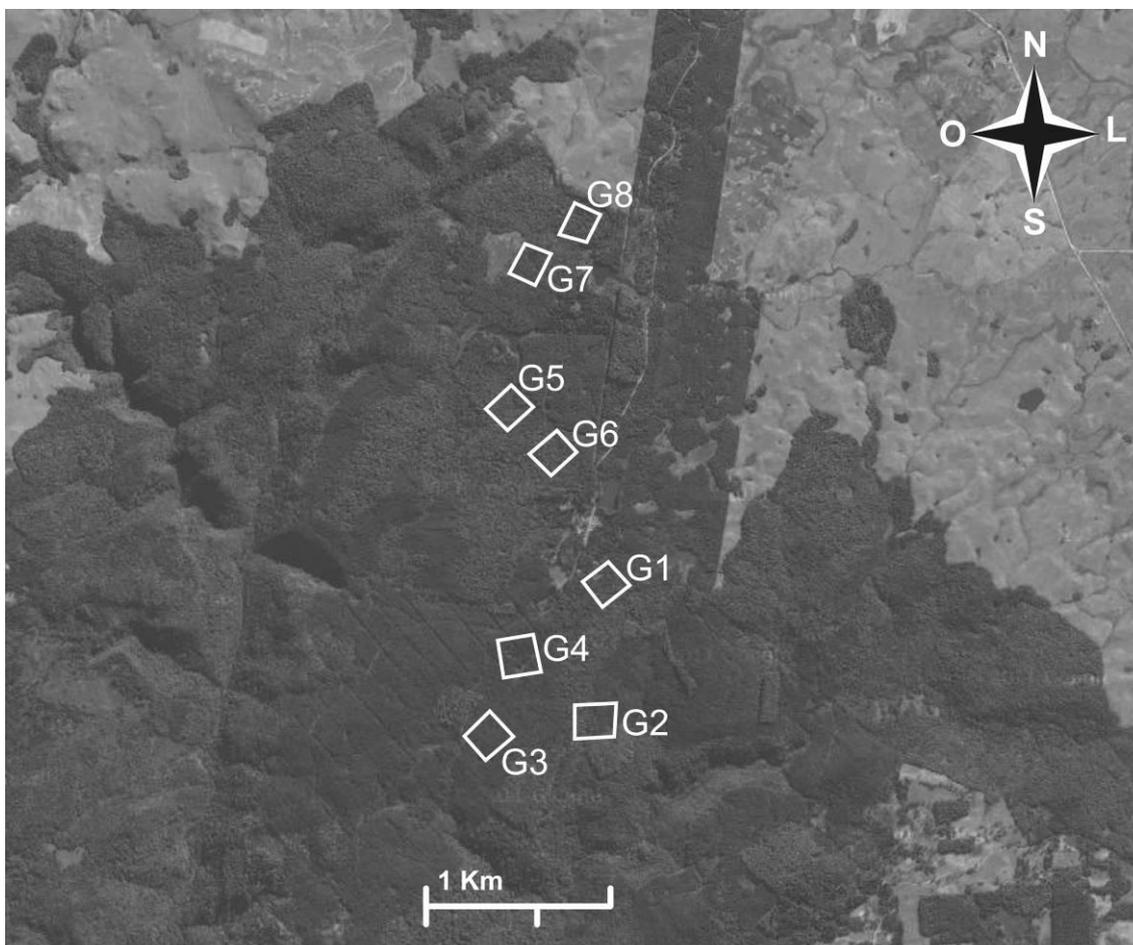


Figura 2. Detalhe da localização das grades na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. Grades ímpares representam as grades remoção e grades pares os controles. Imagem retirada de Guaragni 2012.



Figura 3. Ponto de captura com armadilha acoplada com relógio.

***Sistema de determinação do horário de captura:***

Desenvolvemos o sistema de determinação de horário de captura com base em Ferreira (2011), com as devidas modificações que permitiram o acoplamento destes à armadilhas do tipo Sherman e diminuição de preço do sistema (Figura 4).

Os materiais necessários para confecção de um sistema foram:

- Um relógio digital à pilha;

- Um suporte para pilhas AA;
- Uma pilha AA;
- Dois fios elétricos de cerca de 10 cm de comprimento, desencapados 1 cm em cada ponta (fios A e B);
- Um fio elétrico de cerca de 10 cm de comprimento, desencapado 1 cm em uma ponta e 2 cm na outra (fio C);
- Ferro de solda e solda;
- Fita isolante;
- Cola a base de cianoacrilato;
- Recipiente plástico com tampa de pressão conectada (i.e.: pote de geleia);
- Material absorvente (i.e.: pedaço de absorvente interno feminino);
- Fita adesiva.

Montamos o sistema do seguinte modo:

1. Soldamos o fio A no contato negativo do relógio e o fio B no contato positivo do relógio. As soldas foram isoladas com fita isolante.
2. Prendemos a ponta remanescente do fio B ao contato negativo do suporte de pilha e a ponta curta do fio C ao polo positivo. A pilha foi inserida no suporte e este foi colado ao relógio com fita adesiva.

Acoplamento na armadilha:

1. Fizemos um pequeno furo na lateral da armadilha Sherman, o mais próximo porta possível, há uma altura de cerca de 4 cm;
2. Prendemos a ponta longa do fio C na armadilha, inserindo ela para dentro, através do orifício, e puxando ela para fora pela porta, prendendo a ponta do fio

na porção deste localizada do lado de fora do orifício, formando, assim, um pequeno laço na beirada da armadilha.

3. Colamos a ponta solta do fio B à porta da armadilha Sherman, utilizando de cola à base de cianoacrilato, tomando cuidado para que a ponta desencapada do fio se mantivesse afastada da porta, para evitar um contato elétrico acidental que pudesse acionar o relógio enquanto a armadilha ainda estivesse aberta. Todos pontos onde um possível contato pudesse acontecer foram isolados com fita isolante. Também foi tomado cuidado para que a ponta desencapada do fio B ficasse posicionada na mesma altura do laço formado pelo fio C, na beirada da armadilha, para que quando a porta fechasse as duas pontas se tocassem.
4. Colamos a tampa do recipiente plástico na armadilha, com fita adesiva, e fechamos o pote com o relógio dentro, posicionando ele de modo que a tela ficasse facilmente visível, e passando os fios entre a tampa e o pote. Também colocamos um pedaço de absorvente interno feminino dentro do pote, para ajudar a absorver a umidade do ambiente, que poderia prejudicar o funcionamento do relógio.

O sistema funcionou do seguinte modo: quando o animal entrava na armadilha a porta dela fechava, fazendo com que os fios B e C se tocassem, formando um contato que liga o relógio, que então marca há quanto tempo a armadilha está fechada. A hora marcada no relógio sempre era conferida antes da abertura da armadilha.



Figura 4. Armadilha Sherman fechada, acoplada com sistema de determinação do horário de captura.

### ***Identificação das espécies:***

Identificamos as espécies em campo através de chaves e referências baseadas em caracteres morfológicos externos (Emmons & Feer 1997, Bonvicino et al. 2008). As espécies do gênero *Akodon* presentes na área (*A. montensis*, *A. paranaensis* e *A. azarae*) possuem caracteres externos muito semelhantes, devido a isso, utilizamos a técnica de DNA *Barcoding* (Hebert et al. 2003) para realizar a identificação destas. Esta técnica proporciona identificação de espécies com grande confiabilidade e a vantagem de poder ser realizada a partir de pequenas amostras de tecido, evitando o sacrifício dos animais estudados.

Para a realização da técnica, durante a triagem dos indivíduos em campo, coletamos uma pequena amostra de tecido da orelha de cada indivíduo e a preservamos refrigerada em etanol 90% até a sua utilização em laboratório. Utilizamos para identificação um fragmento de 648 pares de base da região 5' do gene mitocondrial citocromo c subunidade I (COI), o qual é uma região padronizada para identificação de metazoários (Hebert et al. 2003).

Realizamos a extração do DNA através do protocolo CTAB modificado (Doyle & Doyle 1987) e prosseguimos com a amplificação do fragmento de DNA de interesse através da reação de PCR (reação em cadeia da polimerase) utilizando os primers LCO 1490 e HCO 2198 (Folmer et al. 1994). Para a purificação do produto do PCR, utilizamos as enzimas *Shrimp Alkaline Phosphatase* (SAP) e Exonuclease (EXO) (GE Healthcare, EUA). O sequenciamento foi realizado em um ABI 377<sup>®</sup> (Applied Biosystems Inc). Checamos as sequências no programa Chromas 2.0 (Technelysium 2001) e utilizamos o programa Clustal X implementado no software MEGA 5 (Tamura et al. 2011) para alinhar as sequências automaticamente e revisar o alinhamento manualmente.

Utilizamos o método de neighbor-joining para analisar sequências obtidas juntamente com sequências de espécimes previamente identificados. A identificação das espécies do gênero *Akodon* que ocorrem na área estudada através de DNA *barcoding* já foi bem estabelecida (Müller 2012), sendo assim possível a confirmação da identificação de cada um dos indivíduos amostrados.

### ***Variáveis ambientais:***

As variáveis ambientais de umidade relativa do ar e temperatura ambiente foram obtidas com o uso de um *data logger* HOBO – U12 (Onset Corporation, Bourne, Massachusetts; temperatura: -20 °C a 70 °C, resolução de 0,03 °C; umidade: 5% a 100%, resolução de 0,03%).

Dados de nascer e pôr-do-sol foram obtidos através do Observatório Naval dos Estados Unidos (U. S. Naval Observatory, <http://www.usno.navy.mil/>), utilizando as coordenadas 50° 23'W, 29° 25'S.

### ***Análise de dados:***

Para determinar se o número de armadilhas disponível no solo durante a noite foi suficiente para evitar que a maioria das capturas ocorresse no início da noite, causando um viés nos horários de captura determinados, foi calculado o número médio de indivíduos capturados por grade a cada mês.

Todas as análises seguintes foram realizadas considerando somente indivíduos adultos e subadultos. Consideramos somente capturas de um mesmo indivíduo somente quando ocorreram com separação de, pelo menos, 24h. Essa medida serve para garantir a independência dos dados, evitando a influência do tempo que o animal ficou preso na armadilha e da presença de isca na área (Paise & Vieira 2006).

Realizamos as análises entre as épocas com e sem pinhão somente com os dados obtidos nas grades controle. Devido a termos amostrado dois meses na época com pinhão (maio e julho) e quatro meses na época sem pinhão, sorteamos dois dos meses da época sem pinhão (março e setembro) para realizar estas análises.

Para a análise dos padrões de atividade circadianos utilizamos os horários de captura no programa de estatística circular Oriana 4.0 (Kovach Computing Services). Realizamos o teste de uniformidade de Rayleigh, para determinar se os números de capturas em cada faixa horária diferiram entre si; o teste  $U^2$  de Watson, para detectar diferenças entre as distribuições de horários de captura; e o teste F de Watson-Williams, para detectar diferenças no horário médio de atividade, quando possível (dados condizentes com a distribuição de Von Mises).

Para testar as relações entre o horário de atividade das espécies e as variáveis ambientais temperatura e umidade, utilizamos o software BioEstat 5.0 (Ayres et al. 2007). Para testar se a temperatura afeta o horário de atividade das espécies, utilizamos regressões lineares simples para cada espécie. Para isto agrupamos os horários em intervalos de uma hora e calculamos a proporção de intervalos de hora com capturas a cada 2°C. Testamos a normalidade através do teste de Shapiro-Wilk no software BioEstat 5.0. Para testar o efeito da umidade no horário de atividade, realizamos regressões polinomiais quadráticas para cada espécie. Para isso, também agrupamos os horários de captura em intervalos de uma hora e calculamos a proporção de intervalos de hora com capturas a cada 2% de diferença de umidade relativa do ar. Os dados foram transformados para o arco seno da raiz.

Em todas as análises consideramos significativos os resultados com  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

Com um esforço amostral de 14.160 armadilhas.noite e um sucesso 18,41%, capturamos 987 indivíduos de 12 espécies distribuídos em duas famílias. Além das espécies foco do estudo (*Akodon montensis* e *Delomys dorsalis*), também capturamos os roedores (Cricetidae) *A. azarae*, *Oligoryzomys* sp., *Sooretamys angouya*, *Euryoryzomys russatus*, *Thaptomys nigrita*, *Brucepattersonius iheringi* e os marsupiais (Didelphidae) *Philander frenatus*, *Monodelphis* cf. *dimidiata*., *Didelphis aurita* e *Gracilinanus* cf. *microtarsus*. Sabe-se que na área estudada, são encontradas as espécies do gênero *Oligoryzomys*, *O. nigripes* e *O. flavescens* (Marques et al. 2011), mas, devido a dificuldades de identificação, se optou em classificá-las apenas até nível de gênero.

Através do *DNA barcoding*, 326 dos 469 indivíduos do gênero *Akodon* capturados foram sequenciados e identificados como *A. montensis* e somente um foi identificado como *A. azarae*. Dos 165 indivíduos do gênero considerados nas análises de padrão de atividade, 130 foram confirmados como sendo *A. montensis*.

*Akodon montensis* e *D. dorsalis* foram as espécies mais abundantes, com 468 e 352 indivíduos, respectivamente. Considerando somente as capturas de adultos e subadultos separadas por um intervalo de 24h (que foram utilizadas nas análises de padrão de atividade), obtivemos 343 registros de hora destas espécies, sendo 195 registros de 165 indivíduos de *A. montensis* e 148 registros de 125 indivíduos de *D. dorsalis*.

Para *A. montensis*, obtivemos 88 registros de 76 fêmeas e 107 registros de 89 machos. Para *D. dorsalis*, obtivemos 78 registros de 62 fêmeas e 68 registros de 61 machos.

Os números médios de capturas revelaram valores baixos, com exceção do mês de setembro (Tabela 1).

Tabela 1. Média e desvio padrão (entre parênteses) de indivíduos capturados por dia a cada mês em cada grade (01 a 08) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

<b>Mês/Grade</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Mar/2012</b>	12 (4,5)	18,2 (1,8)	10,2 (2,2)	14,2 (1,9)	9,8 (1,3)	5 (2,9)	5,8 (0,8)	5 (2,3)
<b>Mai/2010</b>	6,2 (0,8)	6,8 (2,9)	9,8 (1,8)	12,6 (1,3)	4,4 (2,3)	2,8 (1,1)	1,8 (0,8)	2,6 (1,1)
<b>Jul/2010</b>	12,8 (2,3)	17,8 (1,9)	13,8 (2,3)	13 (1,2)	4,2 (0,4)	5 (1,6)	11,6 (4,6)	8,4 (3,3)
<b>Set/2010</b>	23,8 (1,3)	29,4 (1,8)	29 (2)	24,4 (5,9)	13,6 (3,5)	10 (5,2)	12 (3,2)	8 (3,4)
<b>Nov/2010</b>	12,4 (2,4)	11,8 (1,6)	12,8 (1,5)	15,8 (3,1)	5,8 (1,1)	10 (1,9)	9,6 (1,5)	6,4 (1,1)
<b>Fev/2011</b>	7,4 (1,5)	11,6 (1,8)	5,4 (1,1)	7 (1,9)	7,4 (1,1)	4,4 (1,1)	5 (2)	4,8 (1,6)

Com exceção das grades seis e oito, todas as demais tiveram um maior número médio de capturas diárias em setembro. Apesar dos altos números médios de capturas em setembro, em nenhum dos dias dessa excursão todas as armadilhas equipadas com relógio estiveram ocupadas (obs. pess.).

Considerando todas as capturas das grades controle e as capturas nos meses sem pinhão nas grades remoção, tanto *A. montensis* quanto *D. dorsalis* não apresentaram um padrão de atividade constante ( $Z = 32,22$ ,  $p < 0.001$  e  $Z = 23,2$ ,  $p < 0.001$ ,

respectivamente). Encontramos um padrão de atividade predominantemente noturno para *A. montensis*, com poucas capturas durante o dia. A espécie apresentou dois picos de atividade durante a noite, o primeiro ocorrendo entre as 18h e 20h seguido de uma queda brusca e, o segundo, ocorrendo entre as 2h e 3h, com uma queda gradativa até o período diurno, onde a atividade se estabiliza em valores baixos (Figura 5).

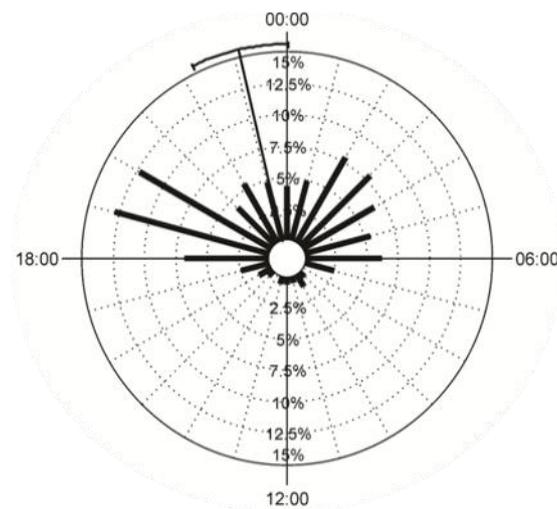


Figura 5. Padrão de atividade geral de *Akodon montensis* na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, considerando todas as capturas nas grades controle e as capturas nas grades remoção nos meses sem pinhão (março, setembro e novembro de 2010 e fevereiro de 2011).

Para *D. dorsalis*, encontramos um padrão de atividade predominantemente noturno, mas ainda com uma atividade considerável durante o dia. A espécie apresentou um grande pico de atividade entre as 19h e 20h, com uma diminuição gradativa durante a noite, estabilizando em valores baixos, porém constantes, durante o dia (Figura 6).

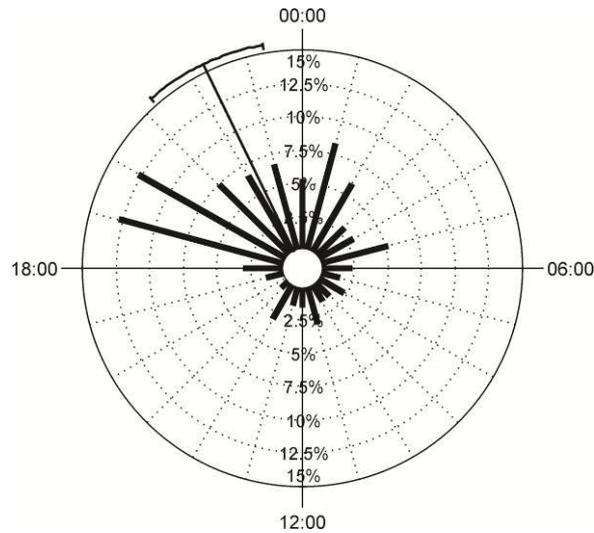


Figura 6. Padrão de atividade geral de *Delomys dorsalis* na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, considerando todas as capturas nas grades controle e as capturas em março, setembro e novembro de 2010 e fevereiro de 2011 (meses sem pinhão) nas grades remoção.

Comparando a atividade do dia completo entre espécies não encontramos diferenças significativas ( $U^2 = 0,12, 0,2 > p > 0,1$ ). Porém, o número de capturas durante o dia para ambas as espécies foi baixo (15,2% para *A. montensis* e 20% para *D. dorsalis*). Assim, considerando somente o período noturno (utilizando horários médios de nascer e pôr do sol de 6h19min e 18h23min, respectivamente, calculados a partir dos horários registrados ao longo do estudo) e, portanto, comparando os períodos de atividade mais intensa das duas espécies, obtivemos 139 registros de horário e captura para *A. montensis* e 108 registros para *D. dorsalis*. Encontramos diferenças significativas entre os padrões de atividade noturnos das duas espécies ( $U^2 = 0,207, p < 0,05$ ), com *A. montensis* apresentando dois picos de atividade (no início da noite e entre as 2h e 3h) e *D. dorsalis* apresentando um pico no início da noite e decrescendo fortemente após a 1h (Figura 7).

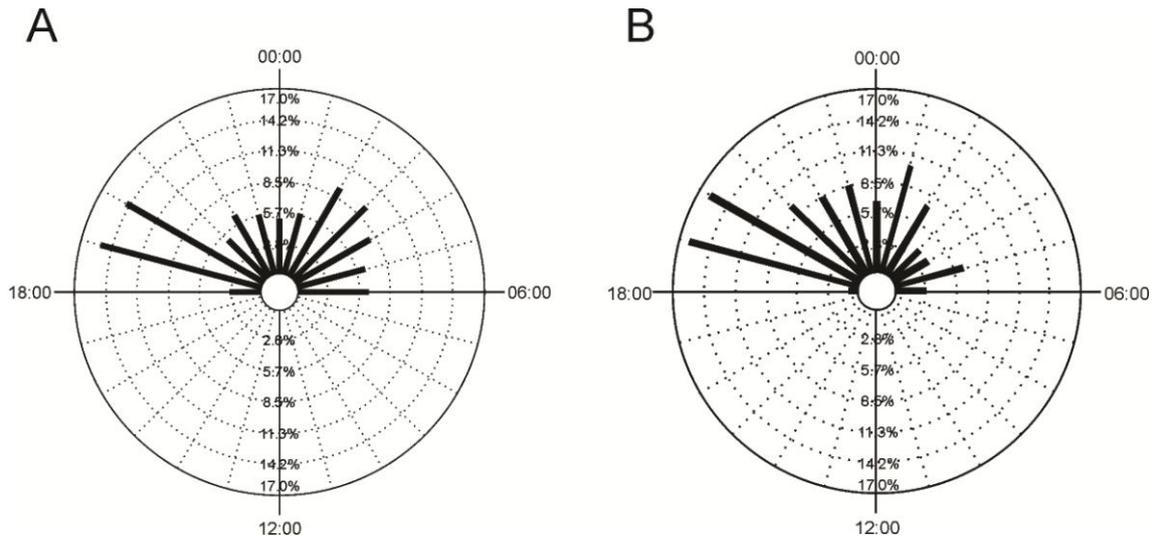


Figura 7. Padrões noturnos de atividade de *Akodon montensis* (A) e *Delomys dorsalis* (B) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

Comparando os horários de captura registrados entre épocas com e sem pinhão nas grades controle, não encontramos diferenças no padrão de atividade das espécies e dos sexos de *A. montensis* (Tabela 2). O número de registros obtidos para fêmeas de *D. dorsalis* na época com pinhão (6 registros) e machos de *D. dorsalis* na época com pinhão (8), impediu a realização do teste.

Em relação às grades controle e remoção nos meses de produção de pinhão, não encontramos diferença significativa na distribuição dos horários de captura para *A. montensis* ( $U^2 = 0,116$ ,  $0,5 > p > 0,2$ ). No entanto encontramos diferença marginalmente significativa entre os horários médios de atividade ( $F = 3,32$ ,  $p = 0,073$ ), com o horário de capturas médio nas grades controle sendo às 21h35min e, nas grades remoção, às 23h51min (Figura 8).

Tabela 2. Valores do teste  $U^2$  de Watson entre épocas com e sem pinhão para uma mesma espécie, para o mesmo sexo de uma mesma espécie, entre sexos em uma mesma época e entre espécies numa mesma época. AC = *Akodon montensis* época com pinhão; AS = *A. montensis* época sem pinhão; DC = *Delomys dorsalis* época com pinhão; DS = *D. dorsalis* época sem pinhão; AKFC = fêmeas de *A. montensis* época com pinhão; AKFS = fêmeas de *A. montensis* época sem pinhão; AKMC = machos de *A. montensis* época com pinhão; AKMS = machos de *A. montensis* época sem pinhão.

	$U^2$	p
<b>AC (39) x AS (41)</b>	0,125	0,2>p>0,5
<b>DC (15) x DS (36)</b>	0,04	>0,5
<b>AKFC (18) x AKFS (18)</b>	0,124	0,2>p>0,1
<b>AKMC (21) x AKMS (23)</b>	0,081	0,5>p>0,2
<b>AKMC (21) x AKFC (18)</b>	0,047	>0,5
<b>AKMS (23) x AKFS (18)</b>	0,079	0,5>p>0,2
<b>AC (39) x DC (15)</b>	0,042	>0,5
<b>AS (41) x DS (36)</b>	0,148	0,2>p>0,1

Não encontramos diferenças significativas para *D. dorsalis* entre as distribuições dos horários de captura obtidos nas grades controle e remoção ( $U^2 = 0,062$ ,  $p > 0,5$ ), e nem entre os horários médios de atividade ( $F = 0,389$ ,  $p = 0,538$ ).

Os registros obtidos nos permitem observar um possível padrão de atividade de *A. montensis* nas grades controle que parece se iniciar por volta das 18h, com um pico entre às 19h e 20h, caindo bruscamente por volta da meia noite e apresentando um pico pequeno às 6h seguido de outra queda brusca e alguma atividade diurna (parecido com o encontrado no período de inverno, devido à relação entre os conjuntos de dados) (Figura 8A). Já nas grades de remoção, a atividade parece começar em níveis mais baixos no início da noite, aumentando até um pico à meia-noite e decrescendo novamente, parecendo apresentar maior atividade diurna para *A. montensis* (Figura 8B).

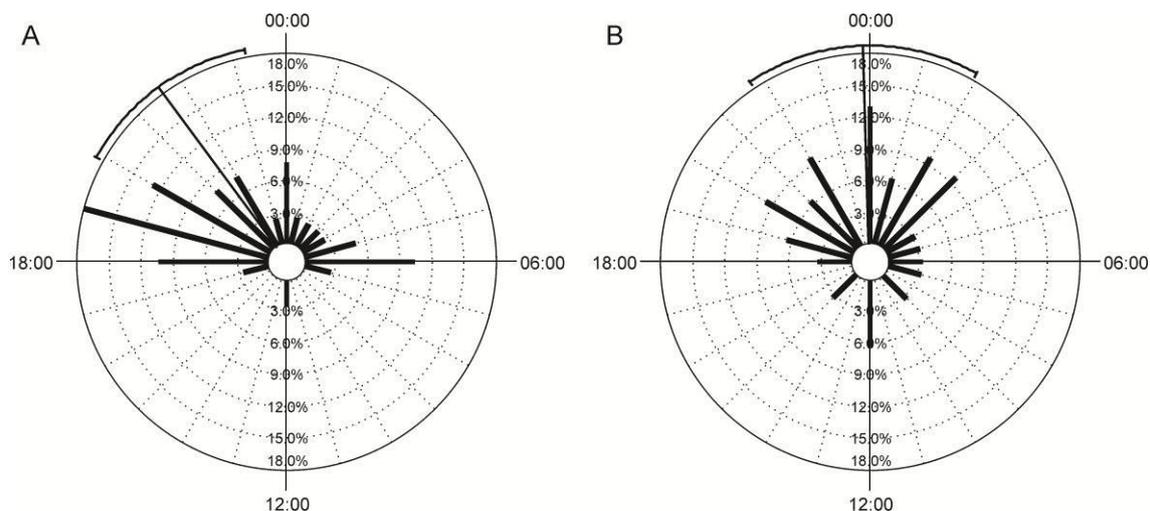


Figura 8. Padrão de atividade de *Akodon montensis* na época de produção de pinhão em grade controle (A) e remoção (B) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS no ano de 2010. Linhas com aba indicam horário médio de captura e intervalo de confiança de 95%.

Em relação ao padrão geral das espécies, não encontramos diferenças significativas entre os sexos de cada espécie ou entre espécies, com exceção entre os machos de *A. montensis* e *D. dorsalis* (Figura 9; Tabela 3).

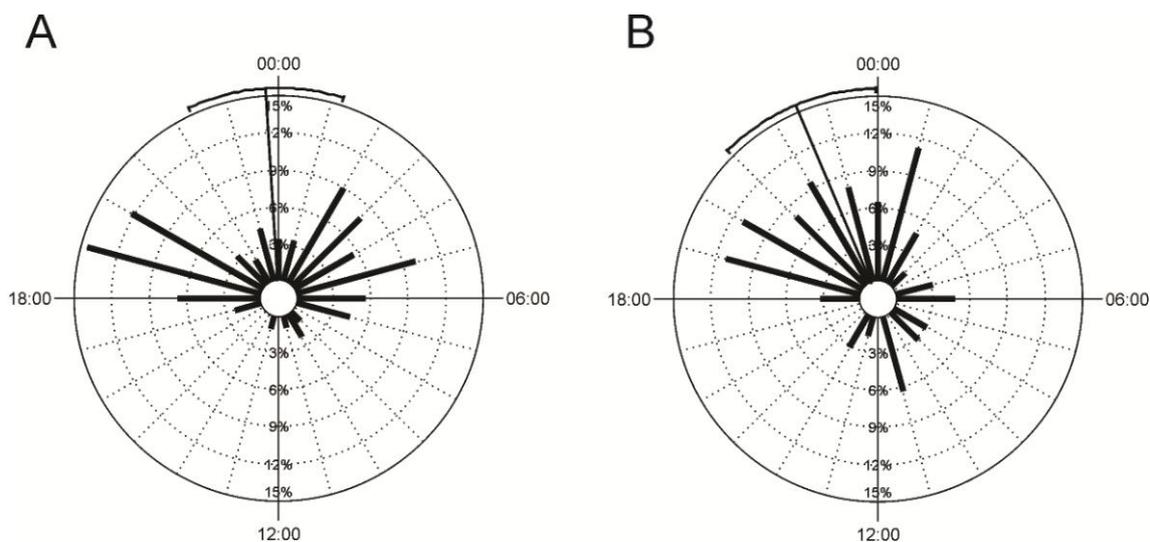


Figura 9. Padrão de atividade dos machos de *Akodon montensis* (A) e *Delomys dorsalis* (B) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, considerando todas as capturas nas grades controle e as capturas nas grades remoção nos meses sem pinhão (março, setembro e novembro de 2010 e fevereiro de 2011).

Tabela 3. Valores do teste  $U^2$  de Watson entre sexos dentro de uma espécie e entre sexos entre espécie. Resultados significativos ( $p < 0,05$ ) em negrito. AKF = fêmeas de *Akodon montensis*, AKM = machos de *A. montensis*, DF = fêmeas de *Delomys dorsalis*, DM = machos de *D. dorsalis*. Número de registros de horário de captura entre parênteses.

	$U^2$	$p$
<b>AKF (75) x AKM (90)</b>	0,152	0,2 > p > 0,1
<b>DF (71) x DM (63)</b>	0,076	0,5 > p > 0,2
<b>AKF (75) x DF (71)</b>	0,061	> 0,5
<b>AKM (90) x DM (63)</b>	<b>0,244</b>	<b>&lt; 0,02</b>
<b>AKF (75) x DM (63)</b>	0,059	> 0,5
<b>AKM (90) x DF (71)</b>	0,088	0,5 > p > 0,2

A temperatura noturna durante o estudo variou de 4,69 °C até os 24,88 °C (Tabela 4), sendo que dentro de cada excursão variou cerca de 6,3 °C (março) a 12,93 °C (julho). A temperatura média horária durante a cada excursão é apresentada na Figura 10.

Tabela 4. Temperaturas máximas, mínimas e médias registradas em casa excursão (em °C) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

	<b>Mar/10</b>	<b>Mai/10</b>	<b>Jul/10</b>	<b>Set/10</b>	<b>Nov/10</b>	<b>Fev/11</b>
<b>Temperatura mínima</b>	13.36	7.48	4.69	5.95	9.49	14.46
<b>Temperatura máxima</b>	19.65	18.77	17.62	16.71	17.81	24.88
<b>Temperatura média</b>	17.13	12.21	10.40	12.26	14.96	18.66

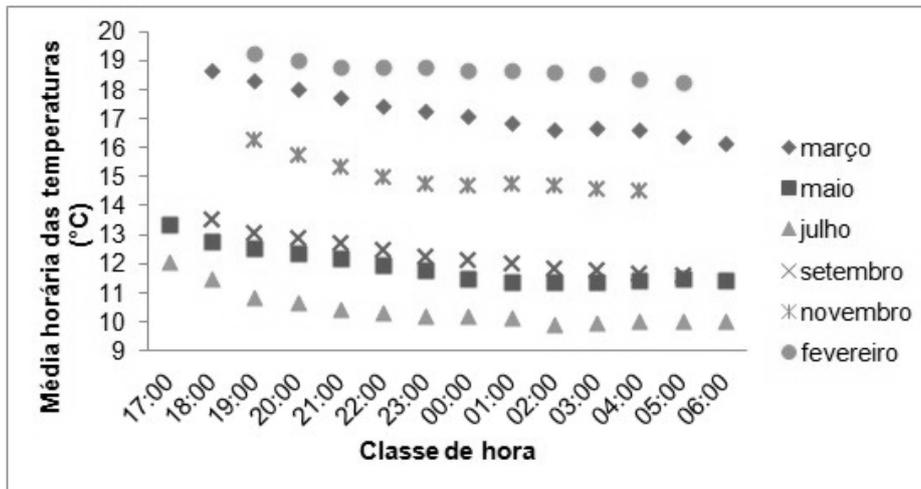


Figura 10. Média horária das temperaturas noturnas para cada mês de amostragem no período de março de 2010 a fevereiro de 2011 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

A taxa de variação da umidade relativa do ar horária noturna em cada excursão foi cerca de 4,8% (novembro) a 28,8% (setembro), sendo que a umidade relativa do ar mínima registrada durante todo o estudo foi de 71,2% em setembro. A média horária da umidade relativa do ar noturna (UR) representada na Figura 11.

Para as análises com relação à temperatura e umidade, utilizamos todas as capturas das grades controle e as capturas nos meses sem pinhão nas grades remoção. Registramos um total de 760 intervalos de 1h nesses intervalos de temperatura e umidade, com capturas de *A. montensis* em 75 destes e de *D. dorsalis* em 50. Não consideramos o intervalo de 2°C de temperatura mais alto (24,6 °C), pois neste ocorreram somente 3 intervalos de 1h, nenhum deles apresentando capturas. A média de intervalos de hora por classe de 2 °C de temperatura foi de 75,7 (de 6 a 178) e a média de intervalos de hora por classes de 3% de UR foi de 58,46 (de 1 a 317).

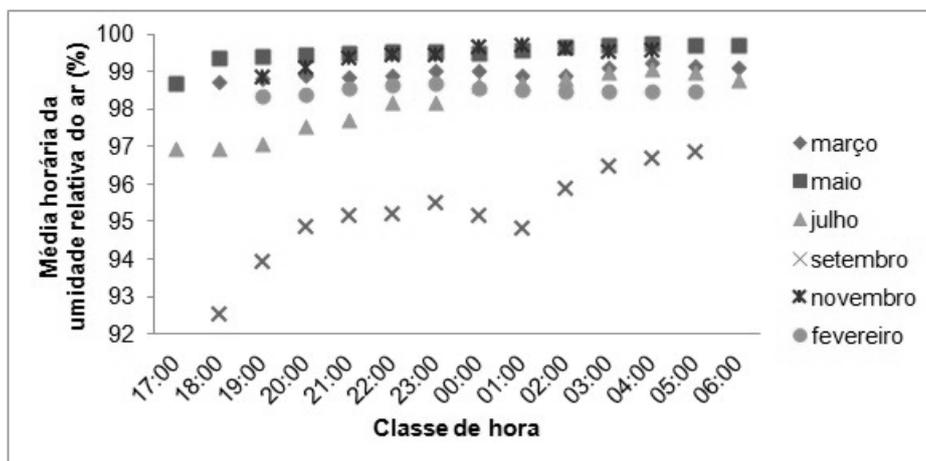


Figura 11. Média horária da umidade relativa do ar noturna para cada mês de amostragem no período de março de 2010 a fevereiro de 2011 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

As proporções de intervalos de 1h com capturas a cada classe de 2 °C de temperatura foram todas normais (*A. montensis* –  $W = 0,09576$ ,  $p = 0,7308$ ; *D. dorsalis* –  $W = 0,9817$ ,  $p = 0,9719$ ). O mesmo foi encontrado para as proporções de intervalos de 1h com capturas a cada classe de 3% de umidade (*A. montensis* –  $W = 0,9154$ ,  $p = 0,2885$ ; *D. dorsalis* –  $W = 0,9199$ ,  $p = 0,3209$ ).

Em *A. montensis*, não encontramos relação entre a atividade da espécie e a temperatura ( $R^2$  ajustado = 0,0338;  $p = 0,2847$ ) e a umidade ( $R^2$  ajustado = 0,1928;  $p = 0,1368$ ). Também não encontramos relação significativa entre a umidade ( $R^2$  ajustado = 0,0337;  $p = 0,3392$ ) e a atividade de *D. dorsalis*. Porém, o resultado da regressão entre classes de 2 °C de temperatura e a proporção de intervalos de 1h noturnos com capturas de *D. dorsalis* foi marginalmente significativo ( $R^2$  ajustado = 0,2503;  $p = 0,0782$ ), demonstrando uma atividade aparentemente maior em temperaturas mais altas (Figura 12).

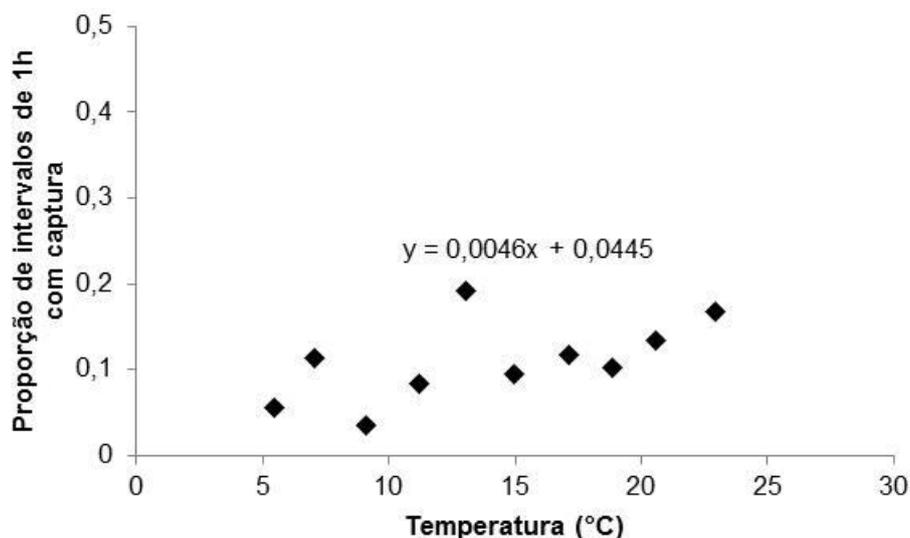


Figura 12. Relação entre a probabilidade de captura de *Delomys dorsalis* (proporção intervalos de 1h com capturas) e temperatura (em classes de 2°C) no período de março de 2010 a fevereiro de 2011 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

Para *A. montensis*, analisando os horários de captura entre os meses de inverno (maio, noites com cerca de 13h28min e julho, com cerca de 13h23min) e de verão (novembro, cerca de 10h12min e fevereiro, cerca de 10h47min) e utilizando os dados somente das grades controle, encontramos dois padrões significativamente diferentes ( $U^2 = 0,246$ ,  $p < 0,02$ ) em relação às médias ( $F = 7,268$ ,  $p = 0,009$ ), ou seja, aparentemente *A. montensis* responde alterando o padrão de atividade em relação à duração do período noturno.

No inverno, a atividade de *A. montensis* parece se iniciar por volta das 18h, apresentando um pico entre às 19h e 20h, caindo bruscamente por volta da meia noite e apresentando um pico menor de atividade às 6h. Já no verão a atividade se apresenta mais difusa, com um pico pequeno às 19h e um maior entre às 2h e 4h, mantendo uma atividade constante durante a noite (Figura 13 A e B). Não encontramos diferenças no

padrão de atividade de *D. dorsalis* entre inverno e verão ( $U^2 = 0,054$ ,  $p > 0,5$ ;  $F = 0,088$ ,  $p = 0,77$ ).

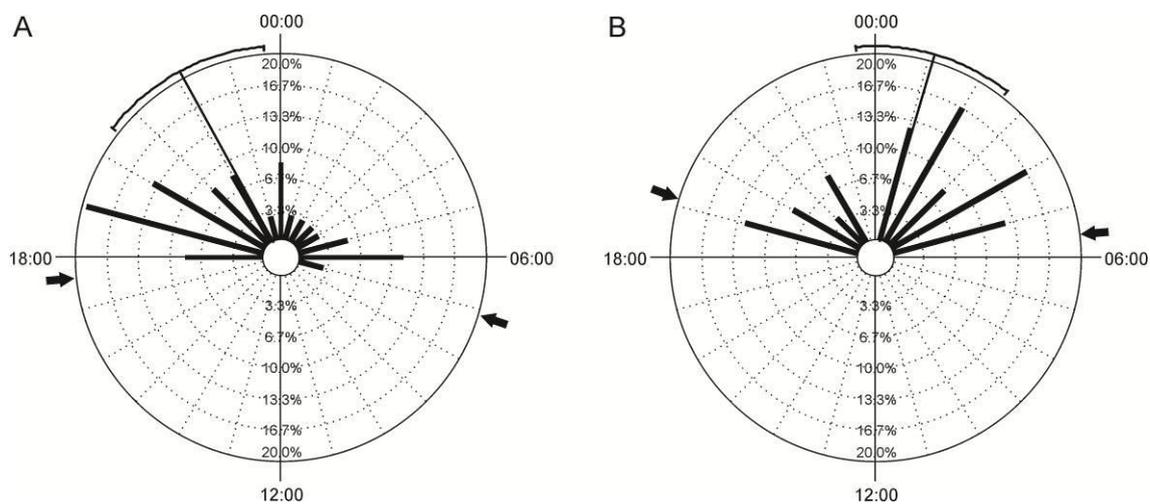


Figura 13. Padrão de atividade de *Akodon montensis* nos meses de inverno (A) e verão (B) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, utilizando somente os dados das grades controle. Flechas indicam os horários de nascer e pôr do sol. Linhas com aba indicam horário médio de captura e intervalo de confiança de 95%.

## DISCUSSÃO

Em nosso estudo, encontramos um padrão de atividade aparentemente bimodal para *Akodon montensis*. Graipel et al. (2003), encontraram um padrão bimodal de atividade para *A. montensis* em uma área de Floresta Atlântica de planície, na Reserva de Volta Velha, Santa Catarina, Brasil, onde a espécie apresentou maior atividade por volta dos horários crepusculares. Em nosso caso, os picos de atividade ocorreram no início da noite e de madrugada, já fora do período crepuscular.

Cáceres & Monteiro-Filho (2001) encontraram um padrão bicrepuscular para *A. paranaensis* em ambiente de Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, Paraná, Brasil, porém o número de capturas nesse estudo foi baixo (9). Bittencourt et al. (1999) registraram atividade constante durante a noite para *A. cursor*. Iriarte et al. (1989), encontraram um padrão noturno para *A. longipilis* e um padrão bicrepuscular para *A. olivaceus*, sugerindo que o comportamento da primeira espécie poderia estar sendo influenciado pelo comportamento da segunda.

Já o roedor *D. dorsalis* em nosso estudo, apresentou um padrão de atividade de aspecto unimodal e predominantemente noturno, com um pico de atividade no início da noite e diminuindo gradativamente até se estabilizar em valores baixos. Isso corrobora o padrão encontrado para esta espécie por Cademartori (2003) com a atividade predominantemente noturna. Entretanto, nesse estudo foram registradas capturas diurnas, apenas no fim da tarde e manhãs, enquanto nosso estudo demonstra atividade de baixa intensidade, porém constante, durante todo o dia.

Tanto *A. montensis* como *D. dorsalis* apresentam atividade diurna, porém em níveis baixos, com a maior parte da população estando ativa a noite. Comparando somente a atividade noturna de *A. montensis* e *D. dorsalis*, detectamos uma diferença significativa. Também encontramos diferenças entre os horários de atividade dos machos entre as duas espécies. Machos são geralmente considerados mais agressivos que as fêmeas, e a hostilidade entre esses animais de espécies diferentes poderia fazer com que os machos de uma das espécies tenham modificado seu horário de atividade para evitar conflito com os da outra espécie. Entretanto, para determinar se isso realmente aconteceu e qual espécie estaria evitando a outra, seriam necessários estudos realizados em ambiente em que uma das espécies não exista ou, estudos experimentais, com a exclusão de uma das espécies.

Padrões de atividade diferentes entre espécies sintópicas já foram encontradas entre *Peromyscus maniculatus* e *Peromyscus leucopus*, com as diferenças sendo atribuídas a possíveis diferenciações de nicho e também a diferentes preferências de temperatura durante a atividade (Drickamer 1987). Outro estudo encontrou diferença entre os padrões de atividade dessas espécies somente durante o período reprodutivo das duas, e sugeriu que, não importando a origem desses padrões, a existência deles evitaria uma competição entre as espécies durante esse período em que é necessário conservar energia (Bruseo & Barry 1995). Diferenciação no padrão de atividade pode ser atribuída a forte competição por recursos (principalmente por interferência) ou por espaço livre de predadores (Schoener 1974, Castro-Arellano & Lacher 2009), porém restrições filogenéticas podem determinar o horário de atividade de um taxon, (Roll et al. 2006) fazendo

com que esse seja inalterável futuramente, principalmente em relação a mudanças entre períodos (e. g.: de noturno para diurno).

Um exemplo extremo de partição temporal de atividade em roedores devido a competição é entre as espécies *Acomys cahirinus* e *A. russatus* em desertos em Israel. A primeira apresenta atividade noturna e a segunda diurna quando convivendo na mesma área. Porém, quando *A. cahirinus* é removido experimentalmente, *A. russatus* apresenta atividade noturna (Shkolnik 1971).

Apesar das diferenças encontradas entre *A. montensis* e *D. dorsalis*, as duas espécies ainda apresentam forte atividade nos mesmos horários, com o primeiro pico de atividade de *A. montensis* e o pico de atividade de *D. dorsalis* ocorrendo no mesmo intervalo de tempo (*A. montensis* entre as 18h e 20h e *D. dorsalis* entre as 19h e 20h). Isso também pode sugerir que tal diferença em atividade pode não estar relacionada à diferenciação temporal do nicho, já que essa separação geralmente seria evidenciada por uma tentativa de evitar a presença da outra espécie (como uma diminuição na atividade de uma espécie quando a outra está mais ativa). Além disso, uma diferenciação em nicho temporal é mais passível de acontecer entre espécies que possuem muitas semelhanças morfológicas e de requerimento de nicho (Owings & Lockhard 1971).

*A. montensis* poderia ser considerada uma espécie generalista em relação aos seus requerimentos de habitat, enquanto *D. dorsalis* poderia mais especialista (Dalmagro & Vieira 2005), fazendo com que a primeira possa realizar suas atividades em ambientes desfavoráveis à *D. dorsalis*, evitando a presença desta espécie caso isso fosse necessário. Apesar disso, não percebemos durante nosso

estudo alguma tendência das duas espécies se evitarem, sendo que elas foram capturadas em pontos próximos nos mesmos dias. No entanto, devemos relatar que, durante o estudo, capturamos dois indivíduos (um de cada espécie) na mesma armadilha mais de uma vez e encontramos tanto casos com evidência de agressões, como casos em que os indivíduos não pareceram ter tido alguma interação antagonística.

Esperávamos encontrar um padrão de atividade menos intenso durante o período de produção do pinhão em comparação com o período fora da produção. Porém nossos resultados demonstraram que o padrão de atividade das espécies não se diferenciou entre as épocas com e sem o pinhão. No entanto, ao analisar somente o período com oferta de pinhões, *A. montensis* apresentou um horário médio de atividade diferente entre as grades controle e remoção. Nas grades onde o recurso principal, o pinhão, estava presente, os animais puderam se alimentar nas primeiras faixas de horário e diminuir sua atividade nas demais. Já nas grades remoção, onde o pinhão foi retirado, os animais aparentemente permaneceram mais tempo em atividade, possivelmente, em busca de recurso. Além disso, *A. montensis* parece apresentar uma maior atividade diurna nas grades remoção, o que poderia ser um indício que a espécie precisou buscar alimento em outros horários que não somente durante a noite.

Já foi demonstrado que, em laboratório, acesso limitado ao alimento pode servir como um sinal exógeno que alinha o relógio biológico do animal ao ciclo claro/escuro do ambiente (*zeitgeber*), e pode ter os mesmos efeitos que outros estímulos, como luz e temperatura (Bartness & Albers 2000). Aqui podemos ver esta influência apresentada em ambiente natural. A influência da remoção da semente da araucária no

comportamento de *A. montensis* demonstra esse efeito em ambiente natural e é mais uma evidência da importância do pinhão para os pequenos roedores, especialmente se considerarmos que *A. montensis* é uma espécie onívora (Talamoni et al. 2008). Outros estudos já demonstraram a importância das sementes da araucária para os pequenos mamíferos, sendo este considerado um recurso chave (Cademartori et al. 2004, Paise 2005, Paise & Vieira 2005, Iob 2007, Perini 2010).

Em relação às variáveis ambientais, *A. montensis* não apresentou relação entre atividade noturna e temperatura, enquanto *D. dorsalis* mostrou indícios de estar associado positivamente à temperatura, apresentando maior atividade no início da noite, quando estas foram mais altas. Poucos estudos analisaram a influência da temperatura em roedores em ambiente de floresta. Machos de *Apodemus sylvaticus* apresentam maior atividade em temperaturas mais altas no inverno (Wolton 1983) e *Peromyscus maniculatus*, *Clethrionomys gapperi* e *Napaeozapus insignis*, em uma floresta no Canadá, apresentam maior atividade em noites quentes e chuvosas (Vickery & Bider 1981). Em espécies brasileiras, estudos foram realizados somente em ambientes abertos, com *Necromys lasiurus* (espécie do cerrado) apresentando uma relação positiva entre o número de intervalos de hora com captura e classes de 2 °C de temperatura na estação chuvosa, sendo que essa relação não foi encontrada na estação seca (Vieira et al. 2010). Já o roedor campestre diurno *Oxymycterus nasutus* (estudado no Rio Grande do Sul) apresentou maior atividade diurna em temperaturas mais baixas, com 70,4% das capturas ocorrendo de 3 °C a 6 °C (Paise & Vieira 2006). É possível que *A. montensis* prefira temperaturas intermediárias, o que não é comum em espécies de roedores noturnos. Já *D. dorsalis* parece apresentar um comportamento condizente com o de outros pequenos roedores.

Em relação à umidade relativa, não encontramos uma relação com a atividade de ambas as espécies. Isso pode ter ocorrido em função da baixa variação na umidade do ar, mantendo-se sempre em níveis altos. Vickery & Bider (1981) não encontraram associação entre atividade de *Peromyscus maniculatus gracilis* (Neotominae) em uma floresta de dossel fechado na Província de Quebec no Canadá, sendo que, como em nosso estudo, as umidades se mantiveram relativamente altas durante todo o período.

O padrão geral de atividade de *A. montensis* parece ser composto pelo comportamento apresentado pela espécie no inverno e no verão (Figura 5 e Figura 13 A e B), o que não encontramos em *D. dorsalis*, talvez devido ao número baixo de registros. Em *A. montensis* no inverno, a atividade se inicia com grande intensidade no início da noite, com um pico às 19h e então decresce até o fim da noite quando apresenta um novo pico de atividade, menor que o primeiro. Já no verão, a atividade parece se tornar maior durante a madrugada, com o pico maior ocorrendo entre as 2h e 4h e então decaindo, com o fim da atividade noturna no fim da noite. Essa maior atividade no início da noite no inverno pode estar relacionada à busca por alimentos e parceiros. O período de inverno foi referente aos meses de maio e julho, período de maior produção de sementes da araucária. Nessa época a espécie também apresentou um pico de atividade reprodutiva (J. A. Prevedello, comunicação pessoal) que pode causar uma maior atividade de busca por parceiros e também uma procura mais intensa por alimento para saciar os requerimentos energéticos relacionados a períodos reprodutivos (Bronson 1985). Diferenciação de horário de atividade no período reprodutivo já foi encontrada em *A. azarae* (Priotto & Polop 1997), em uma população sintópica com *Calomys venustus*, onde a

atividade no período não reprodutivo foi diurna e crepuscular e se deslocou em direção à noite durante o período reprodutivo. Os autores sugerem que tal deslocamento possa ter sido causado por competição devido à semelhança entre as espécies em várias dimensões de seus nichos, especialmente alimentar e espacial.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto *Akodon montensis* quanto *Delomys dorsalis* apresentaram padrões de atividade não uniformes, demonstrando preferências em horários de atividade. As espécies apresentaram padrões de atividade noturnos diferentes, com *Akodon montensis* apresentando dois picos noturnos e *Delomys dorsalis* um pico no início da noite. Além disso encontramos diferenças nos padrões dos machos entre as duas espécies, o que pode ser indício de uma partição temporal de nicho. Apesar disso, as duas espécies (como um todo e somente os machos) ainda apresentam forte atividade nos mesmos horários, sugerindo que essa diferenciação possa não ser relacionada diretamente ao ato de evitar a outra espécie.

*A. montensis* apresentou padrões diferentes no inverno e no verão, o que pode estar relacionado com a simultaneidade da produção do pinhão e do período reprodutivo da espécie.

*Akodon montensis* também apresentou alguma diferenciação no padrão de atividade entre as grades remoção e as grades controle, enquanto *D. dorsalis* não demonstrou diferenças entre estes dois tratamentos. *A. montensis* apresentou uma

atividade mais concentrada no meio da noite nas grades de remoção, demonstrando uma permanência maior na área, provavelmente em busca de alimento.

O pinhão já foi evidenciado em vários estudos como uma importante fonte de energia para os animais que habitam a floresta com araucária. Aqui demonstramos mais uma evidência disso, com a mudança do comportamento de uma espécie em frente à escassez desse recurso chave, enfatizando mais uma vez a importância da araucária no bioma Floresta Ombrófila Mista.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M., AYRES JUNIOR, M., AYRES, D. L. & SANTOS, A. A. S. 2007. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, Brasil.
- BACKES, A. 1999. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil - II. *Pesquisas, Série Botânica* 49:31–51.
- BARTNESS, T. J. & ALBERS, H. E. 2000. Activity patterns and the biological clock in mammals. Pp. 23–47 in Halle, S. & Stenseth, N. C. (eds.). *Activity patterns in small mammals: an ecological approach*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- BITTENCOURT, E. B., CONDE, V. C. F., ROCHA, C. F. D. & BERGALLO, H. G. 1999. Activity patterns of small mammals in an Atlantic forest area of southeastern Brazil. *Ciência e Cultura* 51:126–132.
- BONVICINO, C. R., DE OLIVEIRA, J. A. & D'ANDREA, P. S. 2008. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. P. 120 *Biologia*. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/PMS, Rio de Janeiro - RJ.
- BRONSON, F. H. 1985. Mammalian reproduction: an ecological perspective. *Biology of Reproduction* 32:1–26.
- BRUSEO, J. A. & BARRY, R. E. 1995. Temporal Activity of Syntopic *Peromyscus* in the Central Appalachians. *Journal of Mammalogy* 76:78–82.
- CADEMARTORI, C. V. 2003. Reproductive biology and daily and seasonal abundance patterns of *Delomys dorsalis* (Hensel, 1872) - Cricetidae, Sigmodontinae - in an area of mixed forest with conifers, Rio Grande do Sul state, Brazil. *Mastozoologia Neotropical/J. Neotrop. Mammal.* 10:342.

- 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. *Rev. bras. Zool.* 6:147–167.
- CASTRO-ARELLANO, I. & LACHER, T. E. 2009. Temporal niche segregation in two rodent assemblages of subtropical Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 25:593–603.
- 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.
- 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.
- DOYLE, J. J. & DOYLE, J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19:11–15.
- DRICKAMER, L. C. 1987. Influence of Time of Day on Captures of Two Species of *Peromyscus* in a New England Deciduous Forest. *Journal of Mammalogy* 68:702–703.
- EMMONS, L. H. & FEER, F. 1997. Neotropical Rainforest Mammals. A Field Guide. P. 307 (2nd edition). University of Chicago, Chicago, USA.
- FERREIRA, M. S. 2011. Dinâmica Populacional e padrão de atividade do marsupial *Metachirus nudicaudatus* Desmarest, 1817 (Didelphimorphia, Didelphidae) em área de Mata Atlântica no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil. P.124. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- 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.
- GRAIPEL, M. E., MILLER, P. R. M. & GLOCK, L. 2003. Padrão de atividade de *Akodon montensis* e *Oryzomys russatus* na Reserva de Volta Velha, Santa Catarina, sul do Brasil. *Mastozoologia Neotropical/J. Neotrop. Mammal.* 10:255–260.
- GUARAGNI, S. A. 2012. Seleção de habitat por pequenos mamíferos não-voadores em floresta ombrófila mista. P. 59. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- HALLE, S. & STENSETH, N. C. 2000. Activity Patterns in Small Mammals: An Ecological Approach. P. 320 (S. Halle and N. C. Stenseth, Eds.). Ecological Studies, Springer-Verlag, Berlin, Germany.

- HEBERT, P. D. N., CYWINSKA, A., BALL, S. L. & DEWAARD, J. R. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* 270:313–21.
- 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*). P. 63. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- IRIARTE, J. A., CONTRERAS, L. C. & JAKSIC, F. M. 1989. A long-term study of a small-mammal assemblage in the central Chilean matorral. *Journal of Mammalogy* 70:79–87.
- JULIEN-LAFERRIÈRE, D. 1997. The influence of moonlight on activity of woolly opossums (*Caluromys philander*). *Journal of Mammalogy* 78:251–255.
- KAUFMAN, D. W. & KAUFMAN, G. A. 1982. Effect of Moonlight on Activity and Microhabitat Use by Ord's Kangaroo Rat (*Dipodomys ordii*). *Journal of Mammalogy* 63:309–312.
- LEITE, P. F. & KLEIN, R. M. 1990. No Title. Pp. 113–188 in IBGE (ed.). *Geografia Do Brasil. Região Sul*. IBGE, Brasília, DF, Brasil.
- LOCKARD, R. B. & OWINGS, D. H. 1974. Seasonal Variation in Moonlight Avoidance by Bannertail Kangaroo Rats. *Journal of Mammalogy* 55:189–193.
- MARQUES, R. V., VARGAS, C. & MISSEL, S. 2011. Mastofauna no Planalto das Araucárias , Rio Grande do Sul , Brasil. *Revista Brasileirs de Biociências* 9:278–288.
- MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura.
- MÜLLER, L. 2012. Filogenia e identificação de roedores Sigmodontinae através de marcadores moleculares: avaliação do código de barras de DNA. P. 117. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R., TORTATO, M. A. & GRAIPEL, M. E. 2008. Activity pattern of Atlantic Forest small arboreal mammals as revealed by camera traps. *Journal of Tropical Ecology* 24:563–567.
- OLMOS, F. 1991. Observations on the behavior and population dynamics of some Brazilian Atlantic Forest rodents. *Mammalia* 55:555–565.
- OWINGS, D. H. & LOCKHARD, R. B. 1971. Different nocturnal activity patterns of *Peromyscus californicus* and *Peromyscus eremicus* in lunar lighting. *Psychonomical science* 22:63–64.

- PAISE, G. 2005. A influência do clima e da disponibilidade de recursos alimentares em uma comunidade de pequenos mamíferos no sul do Brasil. P. 91. Dissertação de mestrado, UNISINOS.
- 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 Brasil. Bot.* 28:615–625.
- PAISE, G. & VIEIRA, E. M. 2006. Daily Activity of a Neotropical Rodent (*Oxymycterus nasutus*): Seasonal Changes and Influence of Environmental Factors. *Journal of Mammalogy* 87:733–739.
- 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. P. 43. Dissertação de mestrado, UNISINOS.
- PRIOTTO, J. & POLOP, J. 1997. Space and time use in syntopic populations of *Akodon azarae* e *Calomys venustus* (Rodentia, Muridae). *Zeitschrift fur Säugetierkunde* 62:30–36.
- ROLL, U., DAYAN, T. & KRONFELD-SCHOR, N. 2006. On the role of phylogeny in determining activity patterns of rodents. *Evolutionary Ecology* 20:479–490.
- SCHNEIDER, P. R., BRENDA, D. A., FINGER, C. A. G., LONGHI, S. J., HOPPE, J. M., VINADÉ, L. F., BRUM, E. T., SALOMÃO, A. L. F. & SOLIGO, A. 1989. Plano de Manejo para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula - RS. *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis: Santa Maria, RS.*
- SCHOENER, T. W. 1974. Resource partitioning in Ecological Communities. *Science* 185:27–39.
- KOVACH COMPUTING SERVICES. Oriana 4.0. Pentraeth, Wales.
- SHKOLNIK, A. 1971. Diurnal activity in a small desert rodent. *International Journal of Biometeorology* 15:115–120.
- 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.
- TALAMONI, S. A., COUTO, D., CORDEIRO JÚNIOR, D. & DINIZ, F. M. 2008. Diet of some species of Neotropical small mammals. *Mammalian Biology - Zeitschrift fur Säugetierkunde* 73:337–341.
- TAMURA, K., PETERSON, D., PETERSON, N., STECHER, G., NEI, M. & KUMAR, S. 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Molecular Biology and Evolution* 28:2731–2739.

- TENCHNELYSIUM. 2001. Chromas. Technelysium Pty Ltd, Helensvale, Australia.
- VICKERY, W. L. & BIDER, J. R. 1981. The Influence of Weather on Rodent Activity. *Journal of Mammalogy* 62:140–145.
- VIEIRA, E. M. & BAUMGARTEN, L. C. 1995. Daily Activity Patterns of Small Mammals in a Cerrado Area from Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 11:255–262.
- VIEIRA, E. M., BAUMGARTEN, L. C., PAISE, G. & BECKER, R. G. 2010. Seasonal patterns and influence of temperature on the daily activity of the diurnal neotropical rodent *Necromys lasiurus*. *Canadian Journal of Zoology* 88:259–265.
- 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.
- WOLTON, R. J. 1983. The Activity of free-ranging wood mice. *Journal of Animal Ecology* 52:781–794.