



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, CONSERVAÇÃO E
BIODIVERSIDADE



Padrão de Atividade em *Clyomys laticeps* (Thomas, 1909)

Ingrid Beatriz Ferreira da Paixão

UBERLÂNDIA

Agosto – 2022

Ingrid Beatriz Ferreira da Paixão

Padrão de Atividade em *Clyomys laticeps* (Thomas, 1909)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia, Conservação e Biodiversidade.

Orientadora: Dra. Natália Oliveira Leiner

UBERLÂNDIA

Agosto – 2022

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

P149 Paixão, Ingrid Beatriz Ferreira da, 1994-
2022 Padrão de Atividade em *Clyomys laticeps* (Thomas, 1909)
[recurso eletrônico] / Ingrid Beatriz Ferreira da Paixão. -
2022.

Orientadora: Natália Oliveira Leiner. Dissertação
(Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Ecologia, Conservação e
Biodiversidade.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.362>

Inclui bibliografia.

1. Ecologia. I. Leiner, Natália Oliveira, 1979-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Pós- graduação em
Ecologia, Conservação e Biodiversidade. III. Título.

CDU: 574

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e
 Biodiversidade

Av. Pará, 1720, Bloco 2D, Sala 26 - Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, CEP 38405-320
 Telefone: (34) 3225-8641 - www.ppgeco.ib.ufu.br - ecologia@umuarama.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

| | | | | | |
|------------------------------------|--|-----------------|-------|-----------------------|-------|
| Programa de Pós-Graduação em: | Ecologia, Conservação e Biodiversidade | | | | |
| Defesa de: | Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 319, PPGECB | | | | |
| Data: | vinte e seis de agosto de dois mil e vinte e dois | Hora de início: | 14:00 | Hora de encerramento: | 16:45 |
| Matrícula do Discente: | 12012ECR006 | | | | |
| Nome do Discente: | Ingrid Beatriz Ferreira da Paixão | | | | |
| Título do Trabalho: | Padrão de Atividade em <i>Clyomys laticeps</i> (Thomas, 1909) | | | | |
| Área de concentração: | Ecologia | | | | |
| Linha de pesquisa: | Ecologia de comunidades e ecossistemas | | | | |
| Projeto de Pesquisa de vinculação: | Padrões de biodiversidade e processos ecológicos em ecossistemas de Cerrado na região do Triângulo Mineiro e Sudeste de Goiás (sub-bacia do Rio Paranaíba) | | | | |

Reuniu-se por videoconferência a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade assim composta pelos doutores: André Faria Mendonça - UnB; Fernanda Cavalcanti de Azevedo - UFCAT e Natalia Oliveira Leiner - INBIO/UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Natalia Oliveira Leiner, apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público e concedeu ao(à) Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Natalia Oliveira Leiner, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/08/2022, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **André Faria Mendonça, Usuário Externo**, em 29/08/2022, às 11:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Cavalcanti de Azevedo, Usuário Externo**, em 01/09/2022, às 12:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3790340** e o código CRC **8396EEEE**.



Foto: Drielly Queiroga

Dedico esse trabalho à minha amiga Claire Pauline Ropke Ferrando em razão do amor que tens pela espécie *Clyomys laticeps*, e também pela gratidão que tenho por todo o apoio que me deste durante todo esse trabalho e por ter compartilhado os dados para a realização desta dissertação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe Iracy, por todo apoio que me deu quando falei que teria que mudar da minha cidade natal Goiânia para a cidade de Uberlândia no intuito de realizar o um sonho, cursar um mestrado. De início foi muito difícil, mas soubemos lidar com a saudade e mesmo de longe a nossa conexão de mãe/filha/amiga nunca mudou. Também sou grata pelo apoio da minha madrinha Silvanete, tia Lúcia e minha tia avó Nair. Essas mulheres são minha base. E também aos meus irmãos João Vitor e Daniel.

À pessoa que me acolheu e aceitou o convite para me orientar durante o mestrado, a professora Dra. Natália Oliveira Leiner, sempre muito disposta a tirar as minhas dúvidas e muito paciente. E a grande amiga e mãe acadêmica, Claire Ferrando. Sem a companhia, entusiasmo e ensinamentos dessa mulher eu não teria me apaixonado pelos pequenos roedores. Obrigada, Claire, quero sempre caminhar com você! Eu te admiro muito!

À minha companheira Suzanne, sempre ao meu lado, me apoiando emocionalmente e esquentando o meu coração. Companheira de carrapatos, perrengues... Ela foi o melhor presente que ganhei de Uberlândia. Te amo, bem! Sou grata também aos pais dela que se tornou minha família, Patrícia e Anderson.

Às minhas amigas de Goiânia Wanessa Carvalho, Danusy Lopes que estão sempre ouvindo meus desabafos e se alegrando com as minhas conquistas. Vocês me inspiram! E aos meus amigos da graduação em ecologia da UFG, Kledsom Lemes, Vini Caetano, Júlia Sayuri e Laura Beatriz, que por mais que seguiram caminhos diferentes, estão sempre aqui no meu coração.

À minha amiga e irmã que se encontra na Bahia, Gabriela Alves, grata por ter você sempre na torcida por mim e pelas produções de artigos em conjunto. Um dia quero ser uma cientista igual a você! E ao Prof. Fausto Nomura que foi meu orientador na graduação, mas até hoje o considero, pois sempre está sempre me incentivando e torcendo por mim nessa caminhada de cientista.

Aos integrantes e ex integrantes do Laboratório de Ecologia de Mamíferos da UFU; Júlia Mafra, Rodrigo Rossi, Vinicius Alves, Giovanna Gularte, Lívia Maria, Pamella Melo que foram companheiros nas coletas de dados.

Aos meus companheiros e irmãos do lar, Luís Fernando e Lay, vocês são a minha família. Obrigada pelo apoio e companhia, amo vocês. E às minhas amigas que ganhei durante esse mestrado, Jessica Santana e Jéssica Ferreira, pelo apoio. Estamos juntas no doutorado!

Aos professores Dr. André Faria Mendonça, Dra. Fernanda Cavalcanti de Azevedo, Fernanda Cavalcanti de Azevedo e Celine de Melo por terem aceitado fazer parte da minha banca de avaliação e pelas valiosas dicas para a melhoria do trabalho.

Ao Instituto de Biologia (INBIO-UFU) e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade por todo apoio logístico, técnico e financeiro. E todos os professores que compõe o corpo docente do programa pelo conhecimento compartilhado e apoio oferecido. Sou grata também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida o que permitiu a realização desse trabalho com dedicação exclusiva.

No mais, agradeço a todos os amigos, familiares, colegas que fizeram parte dessa caminhada, seja indiretamente ou diretamente.

ÍNDICE

| | Página |
|--|---------------|
| RESUMO | 01 |
| ABSTRACT | 02 |
| INTRODUÇÃO | 03 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 08 |
| <i>Área de estudo</i> | 08 |
| <i>Captura dos e marcação</i> | 09 |
| <i>Padrão de atividade</i> | 11 |
| <i>Análises de dados</i> | 13 |
| RESULTADOS | 14 |
| DISCUSSÃO | 19 |
| REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 24 |

RESUMO - O nicho temporal é considerado como o horário em que as espécies irão desenvolver suas atividades afim de maximizar o encontro de alimento e parceiros, e diminuir a probabilidade de encontros com predadores. Fatores bióticos (predação, competição) e abióticos (luz, temperatura) são responsáveis por regular o horário de atividade desses indivíduos. Entre os pequenos mamíferos, a temperatura é o principal fator que influencia no período e na duração dessas atividades, devido ao custo energético da manutenção da homeostase. Além da soma desses fatores, a sazonalidade e diferenças fisiológicas entre sexo e idade podem levar a diferenças no padrão de atividade dentro de populações. Com o objetivo de verificar o padrão de atividade do pequeno roedor *Clyomys laticeps* através do método de telemetria, foi analisado a influência do sexo, sazonalidade, temperatura e fase lunar nos padrões de atividade diária de *Clyomys laticeps* em uma área de Cerrado. Os indivíduos realizaram suas atividades no período noturno e evitaram períodos do dia em que as temperaturas são altas para evitar o estresse térmico. Houve diferença nos padrões de atividade entre os sexos, com fêmeas restringindo suas atividades aos períodos em que as temperaturas são mais amenas e machos apresentando um padrão uniforme durante todo o ciclo diário. Essa diferença parece ser resultado do comportamento reprodutivo dos machos e características fisiológicas e comportamentais das fêmeas. Em um sistema poliginândrico, como ocorre em *C. laticeps*, machos otimizam seu tempo à procura de fêmeas enquanto que as fêmeas reduzem os gastos com termorregulação devido aos altos custos da reprodução e a necessidade de cuidar dos filhotes em uma atividade reprodutiva contínua. Ambos os sexos tiveram as atividades limitadas pela temperatura, sendo esse fator o principal moldador do padrão de atividade da espécie. A intensidade do luar não teve efeito sobre o padrão de atividade da espécie.

Palavras chave: Cerrado; nicho temporal; reprodução; roedores semi-fossoriais; temperatura

ABSTRACT - Animals schedule their activity in order to maximize the chances of finding food and mates and reduce predation risks. The resulting activity patterns reflect species temporal niche, which are affected by interactions, such as predation and competition, and abiotic factors, such as temperature and light. Among small mammals, ambient temperature is one of the the main factors influencing the temporal niche, due to the energetic cost of maintaining homeostasis. Moreover, seasonal changes in climatic conditions and physiological differences associated with sex and age can also lead to differences in activity patterns within populations. In order to verify the activity pattern of the semi-fossorial rodent *Clyomys laticeps*, we tested the role of sex, season, temperature and lunar phase on their daily activity patterns. The study was carried out in the Serra de Caldas Novas State Park (GO, Brazil) in a Cerrado area using the telemetry method. The 20 tracked individuals performed their activities at night and avoided warmer periods of the day, as a probable response to thermal stress. There was a difference in the above-ground activity patterns between the sexes, with males showing a uniform and constant activity throughout the daily cycle while females restricted their activities to periods with milder temperatures. This difference appears to be a result of the reproductive behavior of males and physiological and behavioral characteristics of females. In a polygynandrous system, as in *C. laticeps*, males invest more time searching for reproductive partners. On the other hand, apparently females minimize their activity as a strategy to cope with the combined costs of thermoregulation and continuous, non-seasonal reproduction, which is energetically costly and limits female movement due to parental care. Both sexes had activities limited by temperature, which was the main factor shaping the activity pattern of the population studied. Finally, *C. laticeps* individuals were more active in full moon nights, refuting the hypothesis of lunar phobia in this species.

Keywords: Cerrado; temporal niche; reproduction; semi-fossorial rodents; temperature.

*Dissertação apresentada em português, sob as normas da revista *Journal of Zoology*.

INTRODUÇÃO

Hutchinson em 1957, conceituou o nicho ecológico como sendo um espaço n-dimensional, em que as dimensões representam o conjunto de condições e recursos que a espécie tolera e necessita para sua sobrevivência e reprodução no ambiente. Análises do nicho ecológico são cruciais para entender os fatores que limitam a distribuição geográfica das espécies e determinam a persistência das populações (Kearney *et al.*, 2008; Holt, 2009; Anderson *et al.*, 2011). Ao mesmo tempo, quantificar como as espécies se distribuem ao longo de diferentes dimensões do nicho (e.g. trófica, espacial, temporal) possui implicações para a organização e estruturação das comunidades (Gerber *et al.*, 2012; Chen *et al.*, 2019; Cox *et al.*, 2021) uma vez que a coexistência de espécies ecologicamente semelhantes é muitas vezes resultado da partição de nicho em uma dessas dimensões (Pianka, 1973; Soberón, 2007).

O nicho temporal é um dos mais importantes componentes do nicho ecológico das espécies (Graipel *et al.*, 2003), e pode ser considerado o horário em que as espécies irão desenvolver suas atividades, de modo a maximizar a procura de alimentos e parceiros, garantir a defesa de territórios e diminuir a probabilidade de encontros com predadores e competidores (Tattersall, 1987; Halle, 2000; Hut *et al.*, 2012). A atividade é inicialmente regulada pela intensidade de luz, que influencia nos períodos de descanso e atividade dos indivíduos (Erkert, 2008). Entretanto, estudos apontam que a intensidade de luz juntamente com fatores abióticos (e.g., temperatura, ocorrência de distúrbios) e bióticos (e.g., interações, disponibilidade de recursos) pode determinar os padrões de atividade diários (Halle, 2000; DeCoursey, 2004; Hut *et al.*, 2012). Assim, o padrão de atividade é um aspecto relevante do comportamento dos organismos, que reflete estratégias para maximizar sua sobrevivência e/ou fecundidade (Daan & Aschoff, 1982; Bridges & Noss, 2011).

A maioria dos pequenos mamíferos são considerados noturnos (Bennie *et al.*, 2014), provavelmente em função da competição e forte pressão de predação exercida pelos dinossauros desde os mamíferos ancestrais (Gerkema *et al.*, 2013). Porém, mesmo no tempo presente, esse padrão pode se alterar entre atividade diurna e crepuscular devido aos desafios energéticos ou aumento da predação noturna (van der Vinne *et al.*, 2014). De fato, muitos estudos já demonstraram que o padrão de atividade dos organismos é dependente de contexto (i.e., das condições e recursos do ambiente em que os animais estão inseridos), podendo variar sazonalmente (Vieira *et al.*, 2010; Davimes *et al.*, 2017a) entre populações de uma mesma espécie (Sale & Arnould, 2009) e, até mesmo entre indivíduos, de acordo com idade, sexo e atividade reprodutiva (Rosenblatt *et al.*, 2013; Desbiez *et al.*, 2020). Dessa forma, a partir do momento que os custos de estar ativo ultrapassam os benefícios, seja porque os riscos de predação e/ou custos de competição por acesso a recursos limitados são muito altos (Frey *et al.*, 2017), os animais procuram alterar o seu período de atividade (Fingerle *et al.*, 2016).

Além dos riscos de predação e competição por recursos, as atividades antrópicas e as mudanças climáticas também podem causar alteração nos padrões de atividades das espécies (Peng-Fei *et al.*, 2012; Cruz *et al.*, 2014; McFarland *et al.*, 2014; Guerisoli *et al.*, 2019; Gálvez *et al.*, 2021). Dessa forma, em decorrência da atual pressão da ação humana sobre os ecossistemas naturais, se torna urgente entender quais fatores afetam o padrão de atividade dos organismos, já que tais resultados podem auxiliar a esclarecer como as modificações antrópicas podem alterar o comportamento e conseqüentemente o fitness dos organismos e persistências das populações.

A temperatura é um dos principais fatores abióticos determinantes da escolha do período de atividade e duração da atividade dos organismos ao longo do dia (Bicego *et al.*, 2007; Angilletta *et al.*, 2010), uma vez que a temperatura ambiente afeta o balanço energético e

consequentemente a aptidão dos organismos (Bozinovic *et al.*, 2011). Entre os pequenos mamíferos, os custos energéticos da manutenção da homeostase frente a variações de temperatura são muito altos, devido a sua alta relação superfície/volume (McNab, 2003). Diferentes estratégias comportamentais podem ser utilizadas para evitar o estresse térmico, assim como episódios de hipertermia e hipotermia. Tais estratégias podem envolver padrões de seleção de habitat (Bozinovic *et al.*, 2000; Kenagy *et al.*, 2002) e utilização de abrigos subterrâneos em períodos mais quentes ou frios do dia (Long *et al.*, 2005), ou mudanças em padrões temporais de atividade, como restringir a atividade aos horários com temperatura mais amenas (Bennie *et al.*, 2014) e alterar sazonalmente o padrão de atividade de acordo com mudanças na temperatura (Davimes *et al.*, 2017). Em alguns casos, os animais podem até mesmo reduzir a atividade diária, frequência de forrageamento e de interações sociais (Ismail *et al.*, 2011), refletindo um trade-off comportamental entre forrageamento e termorregulação (Bacigalupe *et al.*, 2003).

A presença de predadores ou o aumento dos riscos de predação em determinados ambientes também podem moldar o padrão de atividade dos pequenos mamíferos (Eccard *et al.*, 2008; Diete *et al.*, 2017), de maneira que as espécies podem alterar o período e duração da atividade para reduzir as chances de serem predadas (Sale & Arnould, 2009; Ross *et al.*, 2013). Estudos já demonstraram que tanto pistas indiretas de predadores, como odores e vestígios, quanto riscos de predação mediados por características do habitat afetam as decisões de onde e quando forragear pelas presas (Arthur & Dickman, 2004; Fanson, 2010; Beckmann *et al.*, 2022). Uma das métricas ambientais associada ao risco de predação por predadores noturnos visualmente orientados é a intensidade de luz, que pode ser medida pela fase da lua. O termo “fobia lunar” refere-se à mudança na atividade de morcegos devido ao aumento da luminosidade lunar em fases de lua cheia (*sensu* Morrison, 1978), e se baseia na ideia de que a incidência da luz facilita a detecção das presas por predadores visualmente orientados (Clarke,

1983). Apesar de descrito para morcegos, alterações no período de atividade ou redução da atividade noturna em função da maior luminosidade da lua já foram descritas para diferentes espécies animais (Daly *et al.*, 1992; Pereira *et al.*, 2016). Aparentemente, esse padrão é mais comum em espécies que realizam suas atividades em locais abertos, dado que a estrutura da vegetação é pouco eficaz na redução da detecção por predadores (Breviglieri & Paulo, 2011). Por outro lado, alguns estudos não encontraram relação entre a intensidade de luz e a duração da atividade diária (Heithaus *et al.*, 2009; Holland *et al.*, 2011), sugerindo a adoção de diferentes estratégias por parte das presas para reduzir as chances de ataque. Uma dessas estratégias consiste em forragear em noites claras para aumentar a capacidade de visualizar os predadores, e assim escapar mais rápido para locais seguros (Heithaus *et al.*, 2009; Wheeler & Hik, 2014).

Somado aos fatores extrínsecos (disponibilidade de recursos, risco de predação, atributos climáticos do ambiente), o período de atividade dos animais também pode ser regulado pelos fatores intrínsecos dos organismos. Dessa maneira, variações ontogenéticas, sexuais e sazonais nas demandas energéticas, assim como diferenças comportamentais e fisiológicas entre idades e sexos podem levar a contrastes no padrão de atividade entre os indivíduos de uma mesma população (Pita *et al.*, 2011). Além da variação sazonal, diversos estudos já demonstraram diferenças no padrão de atividade entre machos e fêmeas, que podem ser resultado de estratégias reprodutivas, dimorfismo sexual de tamanho, e até mesmo competição intersexual por recursos como abrigo e alimento (Pelletier & Festa-Bianchet, 2004; Ruckstuhl, 2007; Leung *et al.*, 2012). Em virtude do maior tamanho corporal dos machos em pequenos mamíferos (Lindenfors *et al.*, 2007), e da maior movimentação destes como reflexo do sistema de acasalamento geralmente poligínico (Clutton-Brock, 1989), as fêmeas possuem o padrão de atividade mais restrito do que os machos (Martin *et al.*, 2010). Porém, estudos avaliando diferenças no padrão de atividade entre os sexos em espécies monomórficas são menos comuns

(Lewis *et al.*, 2002), e apresentam resultados ambíguos (Vasey, 2005; Ruckstuhl & Neuhaus, 2009).

Clyomys laticeps é um roedor da família Echimyidae que ocorre em fitofisionomias de vegetação aberta, no bioma Cerrado, Pantanal e Chaco Paraguaio (Patton *et al.*, 2015). Apresenta hábito semi-fossorial, forrageando acima do solo e utilizando as galerias subterrâneas que escavam para escapar de predadores e se proteger de condições climáticas desfavoráveis, como altas temperaturas (Ferrando *et al.*, 2019; Lamberto & Leiner, 2019). Os indivíduos apresentam hábito solitário, e não há ocorrência de dimorfismo sexual relacionado ao tamanho corporal (Ferrando *et al.*, em prep.). A atividade reprodutiva das fêmeas é contínua ao longo do ano, e machos e fêmeas copulam com múltiplos parceiros, caracterizando um sistema de acasalamento poliginândrico (Ferrando *et al.*, 2019; Ferrando *et al.*, em prep). Machos se movimentam por áreas mais extensas do que fêmeas, as quais apresentam forte fidelidade ao sítio em função do cuidado parental com os filhotes (Ferrando & Leiner, 2018). Através do uso de armadilhas fotográficas, Ferrando & Leiner (2018) sugerem uma atividade noturna em *C. laticeps*, mas ao mesmo tempo apontam a necessidade de estudos sobre atividade com o uso da rádio telemetria, uma vez que esta pode permitir a obtenção de informações de padrão de atividade tanto na superfície quanto no subterrâneo dos ambientes utilizados por esta espécie.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi descrever o padrão de atividade diário de *C. laticeps* e verificar se a atividade da espécie pode ser influenciada pelo sexo, temperatura do meio, estações climáticas e o risco de predação. Para isso, testamos as seguintes hipóteses: **I.** Machos e fêmeas apresentam diferentes padrões de atividade diário, considerando o comportamento distinto entre os sexos, onde a maior fidelidade ao sítio e cuidado parental das fêmeas restringem seu período de atividade diário em relação aos machos **II.** O padrão de

atividade do *C. laticeps* varia sazonalmente em resposta às condições termais, **III**. Os indivíduos de *C. laticeps* reduzem sua atividade ao longo do ciclo de 24 horas em resposta às temperaturas muito quentes, para evitar o estresse térmico, **IV**. E em períodos de lua cheia esses indivíduos reduzem sua atividade em função dos altos riscos de predação por animais visualmente orientados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCaN) (Figura 1), localizado na cidade de Caldas Novas no estado de Goiás, Brasil (17°43' - 17°51' S, 48°40' - 48°44' W). O parque possui uma área de 12.315 ha e apresenta diferentes fitofisionomias do Cerrado, tais como campo sujo, campo limpo e cerrado sensu stricto (Eiten, 1978; SEMAD, 2020) (Figura 1). O clima da região é definido por duas estações, uma estação seca de abril a setembro e uma estação chuvosa de outubro a março (Silva *et al.*, 2008). A precipitação média anual da região é de aproximadamente 1500 mm enquanto a temperatura média anual é de 23°C (Carvalho, 2011). A vegetação do parque encontra-se em um bom estado de conservação, apesar de relatos de fogo intenso em 2002, 2006 e setembro de 2011.

As capturas de *C. laticeps* foram realizadas em uma fisionomia de campo sujo situada no platô a 1090 metros de altitude. Estudos anteriores (Lamberto & Leiner 2019; Ferrando *et al.*, 2019) registraram espécimes desses roedores através de capturas e registros fotográficos apenas nessa fitofisionomia do Parque. A área é dominada por gramíneas, mas também há a presença de arbustos esparsos e palmeiras como *Attalea geraensis* e *Allagoptera spp.*, as quais são frequentemente consumidas por esse roedor. A temperatura média ao longo do dia varia entre 15.4°C e 30.6°C, enquanto a umidade varia entre 96,20% e 31,30% (Lamberto, 2015). Durante a coleta de dados, na estação seca as temperaturas variaram entre 15-39°C e na chuvosa

as temperaturas variaram entre 18-42°C, sendo que nessa estação no período entre dez e meio dia a temperatura chegava a 42°C.

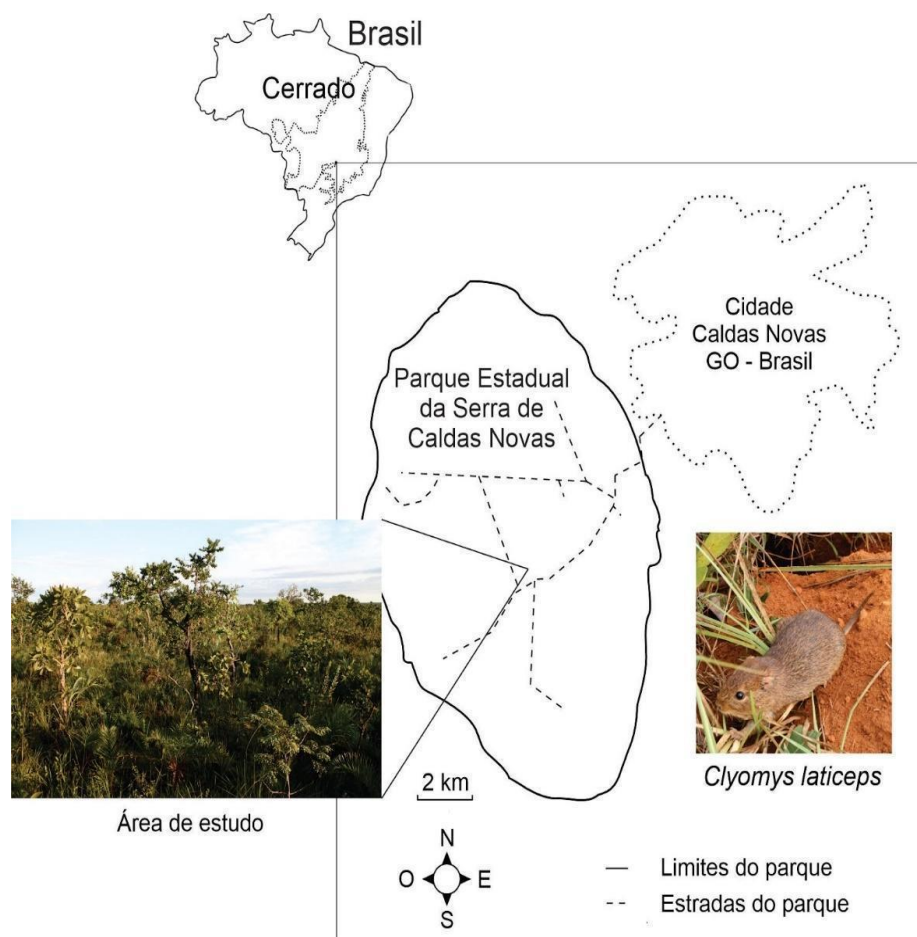


Figura 1. Localização da área de estudo no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (GO, Brasil), e foto da espécie estudada (*Clyomys laticeps*). Imagem modificada de Ferrando, 2017.

Captura e marcação

Para realizar a captura dos indivíduos de *C. laticeps*, primeiramente foram identificadas as tocas ativas, com base em sinais de atividade recente, tais como terra removida, frutos consumidos e fezes frescas depositadas na entrada (Figura 2). Armadilhas do tipo Sherman (43 x 12,5 x 14,5 cm; Equipos Fauna) foram instaladas na abertura das tocas ativas, ao longo de

uma área de 200 X 500 m, e como isca foi utilizada uma mistura de paçoca, banana e aveia para atrair os animais. Os espécimes capturados foram marcados com brincos numerados de identificação e as seguintes informações foram registradas: sexo, massa corporal, classe etária como proposto por Ferrando *et al.*, (2019b; i.e., filhotes < 100g; jovens < 200g e adultos > 200g), e estado reprodutivo das fêmeas (através das combinações de sinais, como sinais de lactação, abdômen inchado e/ou vagina perfurada). Além disso, todos os pontos de captura de cada indivíduo foram georreferenciados (latitude x longitude). Antes dos indivíduos serem soltos no mesmo local de captura, os adultos (massa corporal > 200g) foram equipados com coleiras rádio transmissoras VHF, (6g; < 5% do peso do animal) (modelo TXC009CZ, Telenax Wildlife Telemetry, Plava del Carmen, México) (Figura 3) para análise dos seus movimentos. Todos os procedimentos de manipulação dos animais nesse estudo foram feitos de acordo com o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA/Brasil) e as instruções da Sociedade Americana de Mastozoólogos no uso de mamíferos para pesquisa científica (Sikes, 2016) e foram aprovadas pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Federal de Uberlândia (número 176/18) e pelo SISBIO/ICMBio (número: 62336-2).



Figura 2: Tocas ativas dos indivíduos de *C. laticeps* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas. Imagens: Claire Ferrando

Padrão de Atividade

Os movimentos dos indivíduos adultos foram acompanhados ao longo de 5 dias consecutivos em cada estação do ano. Os dados da estação chuvosa foram coletados em fevereiro de 2019 e fevereiro de 2020 e da estação seca em agosto e outubro de 2019. Os movimentos dos indivíduos foram analisados através do método “homing in on the animal”. Esse método consiste em localizar a coordenada exata de localização em que se encontra o indivíduo, baseado na direção em que o sinal emitido pela coleira rádio transmissora apresenta maior intensidade (Freegard, 2009). Dados dos pontos fixos (localizações) foram obtidos a cada 2 horas ao longo de 5 dias (60 localizações/indivíduo), durante o ciclo de 24 horas com o uso de uma antena Yagi de 3 elementos e um receptor RX-600 (Telenax Wildlife Telemetry, Playa del Carmen, México) (Figura 4) e registrados com dispositivo GPS (Sistema de Posicionamento Global). A cada localização dos indivíduos foram também registrados dados de temperatura do ambiente com o uso de um Termo-higrômetro digital (modelo PD-003, Tomate) e fase lunar correspondente. As estações climáticas foram definidas com base no início das chuvas e os períodos dia e noite foram definidos através do horário médio do nascer (~ 06:00 horas) e pôr do Sol (~ 18:00 horas) para cada estação segundo os dados do site do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG).



Figura 3: Indivíduos da espécie de *Clyomys laticeps* equipados com radiocolar. Imagem: Claire Ferrando

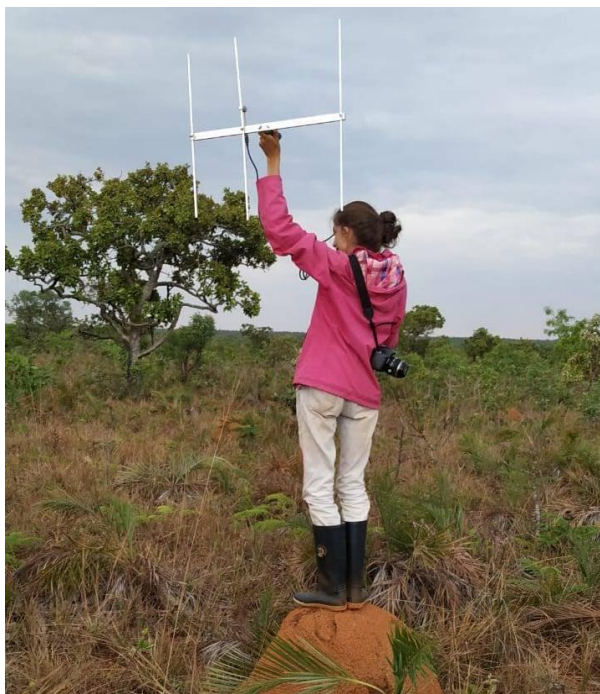


Figura 4: Representação da obtenção dos dados de telemetria com o uso da antena Yagi de 3 elementos e um receptor RX-600. Imagem: Claire Ferrando

Análise de dados

O padrão de atividade diário dos indivíduos foi calculado a partir da distância percorrida entre dois pontos fixos (localização dos indivíduos obtida com GPS durante a telemetria) consecutivos (distância percorrida entre t1 e t2, entre t2 e t3 e assim sucessivamente). A métrica utilizada para o cálculo da distância foi a distância euclidiana. Seguindo a metodologia proposta por Lashley *et al.*, (2018), o padrão de atividade diário de cada indivíduo foi calculado como a soma das distâncias percorridas em cada bloco de 2 horas durante os cinco dias de amostragem dividido pela soma total das horas (no caso, dez horas). Para excluir o erro do GPS foram subtraídos três metros de cada cálculo de distância entre dois pontos fixos. Para verificar os padrões de atividades diários de machos e fêmeas da população de *C. laticeps*, assim como os padrões de atividades diários em cada estação climática (seca e chuvosa), utilizamos a análise de estatística circular através do teste de uniformidade de Rayleigh (Zar, 2013). Esse tipo de análise é geralmente usada para dados que seguem um ciclo diário. O teste de Rayleigh nos mostra as concentrações de atividades ao longo de 24 horas, e testa se os períodos de atividade seguem uma distribuição uniforme ou estão concentrados em um determinado período de tempo. As análises foram realizadas no software ORIANA v.4.02 (Kovach, 2011). Para cada intervalo de 2 horas, foram considerados ativos aqueles indivíduos que percorreram distâncias (m) maior que zero e inativos aqueles com distância igual a zero.

Para investigar se houve diferença entre os sexos no padrão de atividade diária, foi calculado o coeficiente de sobreposição (Δ) (Ridout & Linkie, 2009) entre os padrões de atividade diária de cada sexo. O coeficiente de sobreposição varia entre 0 e 1, sendo 0 quando não há sobreposição e 1 quando há sobreposição completa no padrão de atividade. Os coeficientes de sobreposição foram calculados separadamente para cada estação (seca e chuvosa), baseado na premissa de que o padrão de atividade deve variar entre as estações

climáticas. A análise de sobreposição e as figuras foram realizadas no programa R (R Development Core Team 2022) através do pacote “overlap” criado por Linkie & Ridout (2011).

Para verificar o efeito da temperatura no padrão de atividade diário de machos e fêmeas da população de *Clyomys laticeps* foi realizada uma regressão por permutação usando o pacote “lmPerm” versão 2.1.0 criado por (Wheeler & Torchiano, 2016). Usamos esse tipo de análise de permutação devido aos dados não alcançarem os pressupostos de uma análise de regressão simples. O pacote lmPerm fornece suporte para uma abordagem de permutação para modelos lineares, sendo que a função lpm() usada no modelo é a função lm() modificada do modelo linear simples (Kabacoff, 2011). Para verificar o efeito da fase lunar no padrão de atividade da população de *Clyomys laticeps* foi realizada uma ANOVA por permutação (Frossard & Renaud, 2021), também devido ao não alcance dos pressupostos da ANOVA utilizando o pacote “wPerm” desenvolvido por Weiss (2015), e para comparar a magnitude do efeito foi realizado um teste *Post-Hoc* através do pacote rcompanion desenvolvido por (Mangiafico, 2022) versão 2.4.16. As duas análises também foram feitas no programa R (R Development Core Team 2022).

RESULTADOS

Durante o período estudado, 25 indivíduos de *C. laticeps* (16 fêmeas e 9 machos) foram capturados através de um esforço amostral de mais de 1899 armadilhas-noite. Vinte indivíduos desse grupo foram monitorados via radiotelemetria, sendo 12 fêmeas e 8 machos (7 fêmeas e 4 machos na estação chuvosa e 5 fêmeas e 4 machos na estação seca). As fêmeas apresentaram maior concentração de atividades no período noturno (teste de Rayleigh $P = 0,006$) (Figura 5a), enquanto os machos não apresentaram concentrações da atividade em um determinado período do ciclo de 24 horas (teste de Rayleigh $P = 0,136$) (Figura 5b). Através dos resultados obtidos,

foi possível observar que o padrão de atividade tanto de machos quanto de fêmeas é catemeral, seguindo classificação proposta por Romero-Muñoz et al. (2010) (Tabela 1). A sobreposição no padrão de atividade diário de machos e fêmeas variou entre 50 e 60% na estação seca e chuvosa, respectivamente (Figura 7 e 8). Durante a estação seca, as fêmeas apresentaram atividade preferencialmente no período noturno, (teste de Rayleigh $P = 0,015$) e ausência de atividade entre 10:00 horas e meio dia (Figura 7 e 5c). Já os machos foram ativos durante todos os horários do ciclo de 24 horas (teste de Rayleigh $P = 0,088$), apesar de picos maiores de atividade durante o período noturno e entardecer (Figura 7 e 5d). Já na estação chuvosa, ambos os sexos apresentaram atividades durante todo o ciclo de 24 horas (teste de Rayleigh $P = 0,758$ - machos; teste de Rayleigh $P = 0,202$ - fêmeas) apresentando um padrão catemeral. Durante essa estação, os sexos apresentaram um coeficiente de sobreposição igual a 60% (Figura 8).

Clyomys laticeps reduzem suas atividades ao longo do ciclo de 24 horas em resposta às temperaturas muito quentes (regressão simples por reamostragem: $R^2 = 0.017$, $P = 0.021$). A maior frequência de atividade foi observada aproximadamente entre 20 e 25°C e a partir de 30°C os movimentos diminuíram (Figura 9). O valor do intercepto da reta de regressão foi de -0,062, representando de que a cada aumento de 1°C de temperatura diminui 0,06 o movimento dos indivíduos. Por fim, tanto machos quanto fêmeas expandiram suas atividades em períodos de lua cheia ($F_{2,237} = 4.82$, $P = 0.008$). O teste a posteriori comparando os efeitos de cada fase lunar apontou maior atividade em períodos de lua cheia quando comparado com lua crescente ($P = 0.03$) e nova ($P = 0.01$), enquanto não houve diferença na atividade entre as fases de lua crescente e nova ($P = 0.2$).

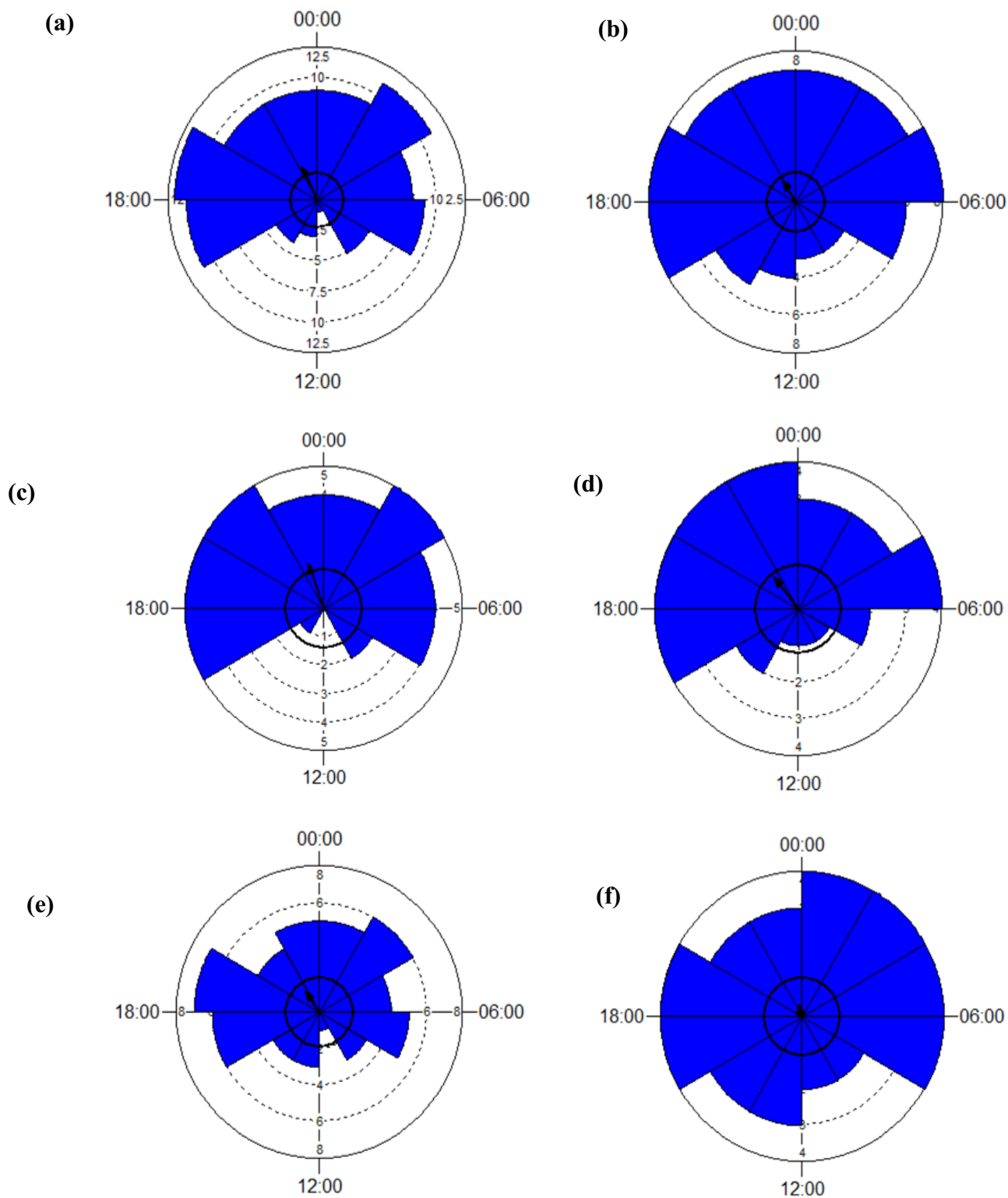
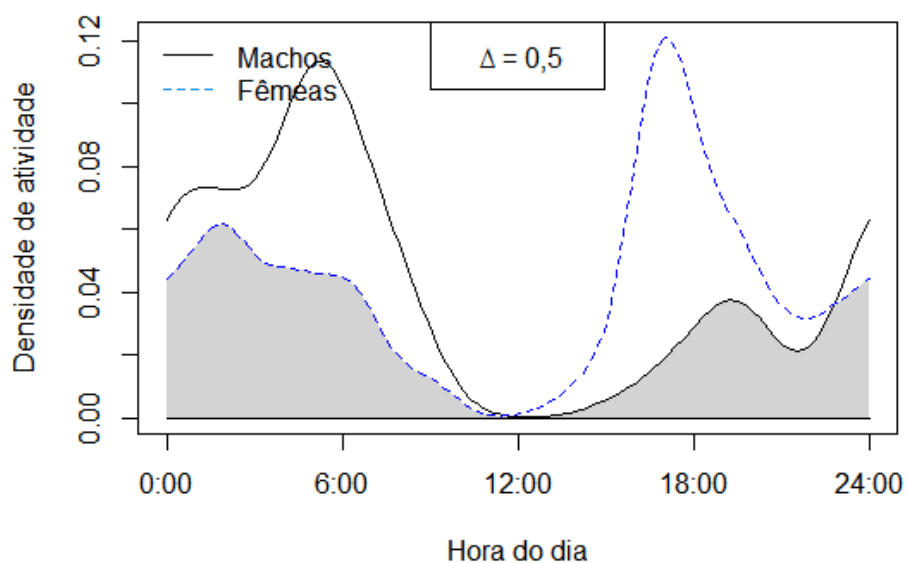


Figura 5: Diagrama de rosa demonstrando a distribuição de atividades de indivíduos de *Clyomys laticeps* ao longo de 24 horas no PESCaN. (a) Fêmeas; (b) Machos; (c) fêmeas e (d) machos durante a estação seca; (e) fêmeas e (f) machos durante a estação chuvosa.

Tabela 1: Classificação do hábito da população de *Clyomys laticeps*.

| Hábito | Descrição |
|---------------------------|--|
| Diurno | >85% de observações diurnas |
| Preferencialmente diurno | 60-85% de observações diurnas |
| Noturno | >85% de observações noturnas |
| Preferencialmente noturno | 60-85% de observações noturnas |
| Catemerall | todos os outros casos (atividade em diversos períodos do dia) |

Figura 6: Padrão de atividade diária de machos e fêmeas de *Clyomys laticeps* no PESCaN, durante o ciclo de 24 horas. Δ = coeficiente de sobreposição.

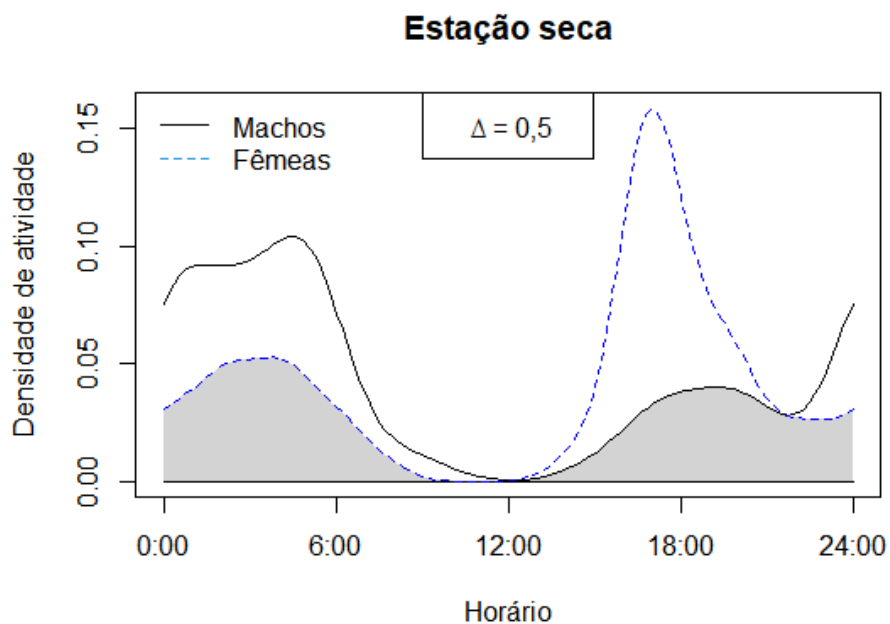


Figura 7: Padrão de atividade diária de machos e fêmeas de *Clyomys laticeps* no PESCaN durante o ciclo de 24 horas na estação seca. Δ = coeficiente de sobreposição.

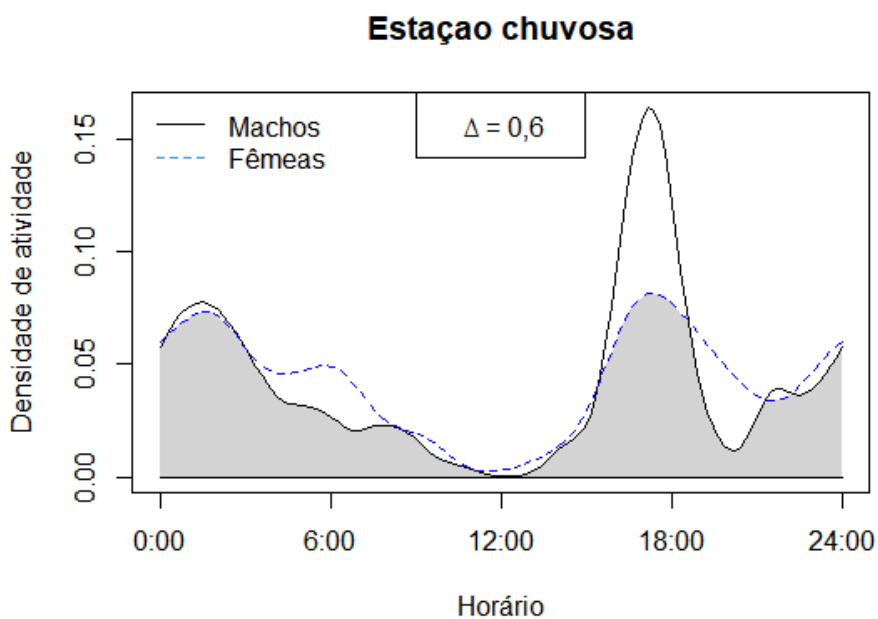


Figura 8: Padrão de atividade diária de machos e fêmeas de *Clyomys laticeps* no PESCaN, durante o ciclo de 24 horas na estação chuvosa Δ = coeficiente de sobreposição.

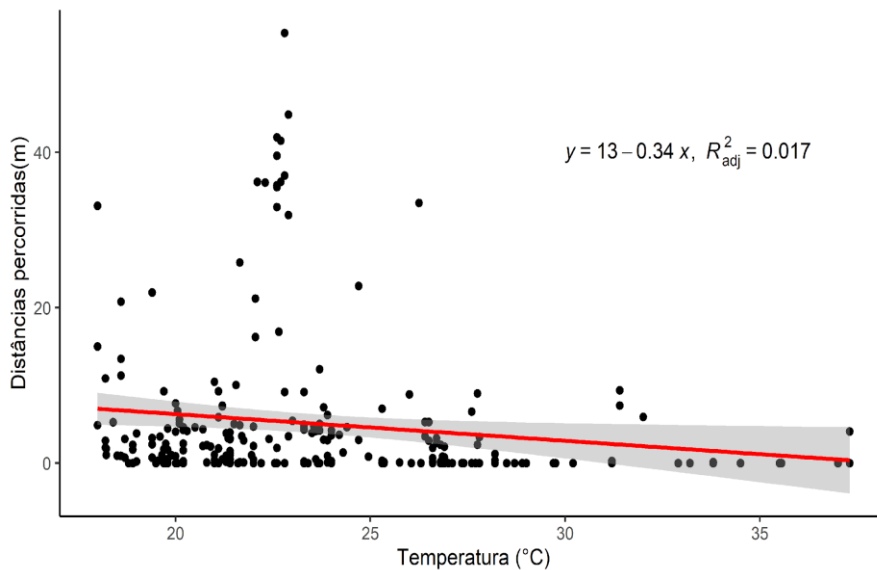


Figura 9: Gráfico de regressão por permutação, representando a relação da temperatura (variável x) sobre as distâncias percorridas (variável y) dos indivíduos da população de *Clyomys laticeps*. A reta de cor vermelha representa a relação das duas variáveis e o sombreado cinza representa o erro padrão.

DISCUSSÃO

Nossos resultados apoiam as hipóteses de que há diferenças no padrão de atividade entre machos e fêmeas e entre estações climáticas para o roedor *C. laticeps*. De maneira geral, tanto machos quanto fêmeas seguiram o mesmo padrão de atividade em cada uma das estações climáticas, apresentando um padrão catemeral durante a estação chuvosa e preferencialmente noturno na estação seca. Porém, foi possível observar diferenças sutis no padrão de atividade de machos e fêmeas durante a estação seca: fêmeas foram menos ativas do que os machos durante essa estação, e concentraram mais suas atividades durante o período noturno, ao passo que os machos apresentaram atividade ao longo de todo o ciclo de 24 horas na estação seca, apesar dos picos de atividade a noite. Tanto na estação seca quanto na estação chuvosa, as fêmeas evitaram atividades nas horas mais quentes do dia. De fato, corroborando a hipótese 3, a atividade de ambos os sexos foi limitada pela temperatura. Por último, não houve efeito da

intensidade da luminosidade lunar sobre o padrão de atividade de *C. laticeps*, refutando a hipótese 4.

Diferenças morfológicas, fisiológicas e comportamentais entre os sexos geralmente estão associadas aos padrões de atividades diários distintos encontrados para machos e fêmeas em populações de roedores (Ebensperger & Hurtado, 2005; Cutrera *et al.*, 2006). No nosso estudo, a atividade dos machos durante todo o ciclo de 24 horas não parece ser resultado da morfologia, uma vez que *C. laticeps* não apresenta dimorfismo sexual de tamanho (Ferrando *et al.* em prep.). Mecanismos associados a estratégias reprodutivas de cada sexo podem ser responsáveis pelos padrões encontrados. *Clyomys laticeps* se reproduzem de maneira não-sazonal, durante todo o ano, logo as fêmeas estão em constante cuidado com os seus filhotes (Ferrando 2022 em prep.). O comportamento de cuidado parental pode contribuir para a restrição da atividade nas fêmeas em função das tarefas associadas ao cuidado dos filhotes dentro das galerias subterrâneas (Ferrando *et al.*, 2019). Padrões semelhantes já foram encontrados em outras espécies semi-fossoriais e terrestres (Ebensperger & Hurtado, 2005; Pita *et al.*, 2011). Outro mecanismo que pode contribuir para a menor frequência de atividade das fêmeas nos períodos mais quentes do dia nas duas estações e machos apresentarem atividade durante o ciclo de 24 horas é a alta demanda energética das primeiras, especialmente os custos envolvidos. A lactação é extremamente dispendiosa em roedores (Speakman, 2008), e uma estratégia utilizada para lidar com altos custos energéticos, incluindo reprodução, é minimizar a atividade e locomoção (Wade & Schneider, 1992; Sorensen *et al.*, 2005; Murray & Smith, 2012). Uma vez que *C. laticeps* apresenta reprodução contínua durante todo o ano (Ferrando *et al.*, em prep.), os altos custos energéticos dessa atividade poderiam se somar ao cuidado parental para resultar em uma menor frequência de atividade das fêmeas.

Por outro lado, é conhecido que machos de *C. laticeps* se movem entre as galerias subterrâneas no intuito de copular com um maior número possível de parceiras, porém sem conseguir monopolizar o acesso a elas, formando um sistema de acasalamento em que machos e fêmeas copulam e compartilham parceiros múltiplos, conforme detectado recentemente a partir de ferramentas moleculares (Ferrando *et al.*, em prep.). Dentro desse contexto, o hábito catemeral dos machos poderia ser um comportamento vantajoso já que garantiria maior chance de acessar mais fêmeas. Dessa maneira, aparentemente o padrão de atividade pode refletir o investimento na procura de parceiras, como evidenciado pelo maior tamanho das áreas de vida diária dos machos quando comparado às fêmeas em *C. laticeps* (Ferrando *et al.*, 2019) e outros roedores (Murray & Smith, 2012). De fato, há evidências de que a atividade e o esforço investido na procura de fêmeas contribuem para o sucesso reprodutivo de machos em lagartos e pequenos mamíferos (Lane *et al.*, 2009; Keogh *et al.*, 2012).

Roedores semi-fossoriais realizam suas atividades acima do solo e em suas tocas, e as condições ambientais acima e dentro das galerias podem afetar seu padrão de atividades (Chappell & Bartholomew, 1981; Williams *et al.*, 2014; Ferrando & Leiner, 2018). Dentro desse contexto, observamos que a diferença no padrão de atividade diário dos sexos foi mais acentuada durante a estação seca, que poderia refletir uma estratégia para evitar competição intra-específica entre os sexos no uso de recursos ou uma estratégia para minimizar os custos de manter a homeostase nas fêmeas por conta da reprodução (Pita *et al.*, 2011; Murray & Smith, 2012). No Cerrado, geralmente os recursos alimentares são limitados durante a estação seca (Oliveira & Marquis, 2002), podendo gerar maior competição entre os roedores (veja Burghausen, 2020). Sendo assim, a diferença no padrão de atividade entre os sexos pode estar associada a uma segregação no uso temporal do espaço para evitar competição, porém mais estudos sobre o uso de recursos, densidade e interações entre os indivíduos de *C. laticeps* são necessários para discutir essa hipótese.

Por outro lado, as altas temperaturas observadas durante o dia na estação seca e chuvosa principalmente ao meio dia podem restringir a atividade de *C. laticeps*, especialmente das fêmeas por conta dos gastos energéticos com a reprodução contínua (Ferrando *et al.*, 2019). O aumento da atividade nos períodos de temperatura mais amena, no caso o período noturno, é um comportamento para evitar o estresse térmico e compensar a perda de calor devido a termorregulação (Bennie *et al.*, 2014). Diversos estudos com pequenos roedores já demonstraram o papel da temperatura modulando o padrão de atividade diário de ambos os sexos, uma vez que tanto a atividade quanto o stress térmico aumentam o consumo de energia nessas espécies (Farrell, 1974; Vieira *et al.*, 2010; Lövy *et al.*, 2013; Šklíba *et al.*, 2014), sendo assim, muitas vezes uma estratégia comportamental para adequar o balanço energético (ganhos x gastos) é reduzir ou limitar a atividade como um todo ou evitar os períodos mais quentes ou frios do ciclo diário (Bozinovic *et al.*, 2004; Williams *et al.*, 2014; Sassi *et al.*, 2015). De fato, isso ocorre em várias espécies com galerias subterrâneas, que cessam suas atividades nas temperaturas mais quentes (Corsini *et al.*, 1995; Kronfeld-Schor *et al.*, 2001; Schradin, 2006). O mesmo parece se repetir com machos e fêmeas de *C. laticeps*, que tiveram maior frequência de atividade acima do solo em temperaturas abaixo de 20°, e menor frequência em temperaturas acima de 20° independente da estação do ano (Ferrando & Leiner, 2018). Esse resultado fornece evidências de que a temperatura limita a atividade de indivíduos de *C. laticeps*, apresentando maior efeito sobre o padrão de atividade das fêmeas do que dos machos.

Riscos de predação também podem influenciar os padrões de atividade de pequenos roedores (Orrock *et al.*, 2004). Certamente, estudos já demonstraram que roedores escavadores reduzem a atividade em noites mais claras como resultado de uma estratégia para minimizar os riscos de predação por predadores visualmente orientados (Alkon & Mitrani, 1988; Mukherjee, *et al.*, 2018). Esse padrão está de acordo com a hipótese de fobia lunar (Morrison, 1978), que sugere que pequenos mamíferos noturnos evitam realizar suas atividades na lua cheia pois ficam

mais expostos aos predadores (Brown *et al.*, 1988; Kelt *et al.*, 2004; Orrock *et al.*, 2004; Prugh & Golden, 2014). Ao contrário do esperado, a atividade de *C. laticeps* não foi afetada negativamente pela intensidade luminosa da luz da lua na área de estudo, refutando a ocorrência de fobia lunar nessa espécie. De fato, nossos resultados fornecem evidência na direção contrária, uma vez que a atividade dos indivíduos de *C. laticeps* foi maior durante a lua cheia. Esse resultado não parece refletir a ausência de pressão de predação, uma vez que diversos carnívoros noturnos já foram relatados na área de estudo, incluindo *Cerdocyon thous*, *Lycalopex vetulus*, *Conepatus semistriatus* (Tôrres, 2004; Lemos *et al.*, 2011; Ferrando & Leiner, 2018), que são predadores potenciais de *C. laticeps*. Inclusive, estudos anteriores sugerem que o lobo-guará exerce uma forte pressão de predação sobre *C. laticeps* em áreas de Cerrado (Bueno, 2005). É possível que a estratégia de maior atividade durante noites mais claras em *C. laticeps* seja vantajosa, por conta da facilidade em detectar o predador (Webster & Webster, 1971), permitindo uma fuga mais rápida. De fato, estudos anteriores já encontraram esse mesmo padrão em roedores que possuem galerias subterrâneas (Prugh & Brashares, 2010). Estudos futuros são necessários para investigar com maior detalhe o efeito dos riscos de predação sobre o padrão de atividade de *C. laticeps*, e avaliar se em espécies com galerias subterrâneas a estratégia de visualizar o predador com antecedência (atividade em noites claras) é mais vantajosa do que a estratégia de se manter escondido (atividade em noites escuras).

Conclui-se que a diferença no padrão de atividade da espécie de *C. laticeps* na população estudada é resultado da estratégia reprodutiva associada ao sexo e do sistema de acasalamento da espécie em que a reprodução contínua restringe a atividade das fêmeas por conta dos altos custos energéticos e do cuidado com os filhotes enquanto os machos estendem suas atividades para acessar o maior número de parceiras possível e maximizar seu sucesso reprodutivo. Como ocorre em diversos outros roedores terrestres e fossoriais (Bacigalupe *et al.*, 2003; Angilletta *et al.*, 2010; Bennie *et al.*, 2014), a temperatura é o principal fator abiótico que molda o padrão de

atividade da população, o que é evidenciado pelo declínio da atividade dos indivíduos em períodos de altas temperaturas e aumento das atividades em períodos em que a temperatura é mais amena. O fato da espécie ter suas atividades limitadas pela temperatura torna-se preocupante em virtude das atuais mudanças climáticas no Cerrado, que tem se tornado mais quente nos últimos anos (Hofmann *et al.*, 2021). Tais alterações na temperatura podem pressionar as espécies à mudarem seus períodos de atividade, afetando as interações em níveis intra e interespecíficos (Levy *et al.*, 2019), assim como podem tornar os habitats inadequados para a ocorrência e persistência das populações (Loyola *et al.*, 2012). Porém, ainda são raros os estudos que prevêem respostas comportamentais das espécies aos cenários de mudanças climáticas no futuro. Estudos sobre o padrão de atividade de roedores semi-fossoriais neotropicais são raros, de maneira que os resultados obtidos fornecem pistas importantes acerca do comportamento e história natural desses animais, e de como tais atributos estão relacionados ao seu hábito e ecologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alkon, P.U. & Mitrani, D.S. (1988). Influence of Season and Moonlight on Temporal-Activity Patterns of Indian Crested Porcupines (*Hystrix indica*). *Journal of Mammalogy* **69**, 71–80.

<https://doi.org/10.2307/1381749>

Anderson, R.P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., Araújo, M.B., Peterson, A.T., Soberón, J. & Pearson, R.G. (2011). *Ecological Niches and Geographic Distributions (MPB-49)*. Princeton University Press.

<https://doi.org/10.1515/9781400840670>

Angilletta Jr, M.J., Cooper, B.S., Schuler, M.S. & Boyles, J.G. (2010). The evolution of thermal physiology in endotherms. *Frontiers in Bioscience-Elite* **2**, 861-881.

<https://doi.org/10.2741/e148>

Arthur, A.D., Pech, R.P. & Dickman, C.R. (2004). Habitat structure mediates the non-lethal effects of predation on enclosed populations of house mice. *Journal of Animal Ecology* **73**, 867–877.

<https://doi.org/10.1111/j.0021-8790.2004.00864.x>

Antunes 2009 - Antunes, P. C. 2009. Uso de habitat e partição do espaço entre três espécies de pequenos mamíferos simpátricos no pantanal sul-mato-grossense, Brasil. M.S. thesis, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Brazil.

Bacigalupe, L.D., Rezende, E.L., Kenagy, G.J. & Bozinovic, F. (2003). Activity And Space Use By Degus: A Trade-Off Between Thermal Conditions And Food Availability? *Journal of Mammalogy* **84**, 311–318.

[https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2003\)084<0311:AASUBD>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2003)084<0311:AASUBD>2.0.CO;2)

Beckmann, S., Avila, P. & Farrell, T. (2022). Effect of native and non-native snake scents on foraging activity of native rodents in Florida. *Journal of Mammalogy* **103**, 136–145.

<https://doi.org/10.1093/jmammal/gyab124>

Bennie, J.J., Duffy, J.P., Inger, R. & Gaston, K.J. (2014). Biogeography of time partitioning in mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **111**, 13727–13732.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1216063110>

Bicego, K.C., Barros, R.C.H. & Branco, L.G.S. (2007). Physiology of temperature regulation: Comparative aspects. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* **147**, 616–639.

<https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.06.032>

Bozinovic, F., Bacigalupe, L.D., Vásquez, R.A., Henk Visser, G., Veloso, C. & Kenagy, G.J. (2004). Cost of living in free-ranging degus (*Octodon degus*): seasonal dynamics of energy expenditure. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* **137**, 597–604.

<https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2003.11.014>

Bozinovic, F., Bastías, D.A., Boher, F., Clavijo-Baquet, S., Estay, S.A. & Angilletta, M.J. (2011). The Mean and Variance of Environmental Temperature Interact to Determine Physiological Tolerance and Fitness. *Physiological and Biochemical Zoology* **84**, 543–552.

<https://doi.org/10.1086/662551>

Bozinovic, F., Lagos, J.A., Vásquez, R.A. & Kenagy, G.J. (2000). Time and energy use under thermoregulatory constraints in a diurnal rodent. *Journal of Thermal Biology* **25**, 251–256.

[https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(99\)00031-5](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(99)00031-5)

Breviglieri, B. & Paulo, C. (2011). Influência do dossel na atividade de morcegos (Chiroptera: Phyllostomidae) em três fragmentos no estado de São Paulo. *Chiroptera Neotropical* **17**, 917–925.

Bridges, A.S. & Noss, A.J. (2011). Behavior and Activity Patterns. In *Camera Traps in Animal Ecology*: 57–69. Tokyo: Springer Japan.

https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4_5

Brown, J.S., Kotler, B.P., Smith, R.J. & Wirtz, W.O. (1988). The effects of owl predation on the foraging behavior of heteromyid rodents. *Oecologia* **76**, 408–415.

<https://doi.org/10.1007/BF00377036>

Bueno, A. de A. (2005). Vulnerabilidade de pequenos mamíferos de áreas abertas a vertebrados predadores na estação ecológica de Itirapina, SP. *Biota Neotropica* **5**.

<https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000300024>

Burghausen, W.B. (2020). Efeitos da disponibilidade de recursos alimentares nos parâmetros populacionais, reprodutivos, na área de uso e na condição corporal de *Rhipidomys macrurus* (Rodentia, Cricetidae). Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.

Carvalho, F. A. (2011). Diversity of a cerrado sensu stricto based on species abundance models. *Bioscience Journal*, **27**(1), 148-155.

Chappell, M.A. & Bartholomew, G.A. (1981). Activity and Thermoregulation of the Antelope Ground Squirrel *Ammospermophilus leucurus* in Winter and Summer. *Physiological Zoology* **54**, 215–223.

<https://doi.org/10.1086/physzool.54.2.30155822>

Chen, Y., Xiao, Z., Zhang, L., Wang, X., Li, M. & Xiang, Z. (2019). Activity Rhythms of Coexisting Red Serow and Chinese Serow at Mt. Gaoligong as Identified by Camera Traps. *Animals* **9**, 1071.

<https://doi.org/10.3390/ani9121071>

Clarke, J.A. (1983). Moonlight's influence on predator/prey interactions between short-eared owls (*Asio flammeus*) and deer mice (*Peromyscus maniculatus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* **13**, 205–209.

<https://doi.org/10.1007/BF00299924>

Clutton-Brock, T.H. (1989). Female transfer and inbreeding avoidance in social mammals. *Nature* **337**, 70–72.

<https://doi.org/10.1038/337070a0>

Corsini, M.T., Lovari, S. & Sonnino, S. (1995). Temporal activity patterns of crested porcupines *Hystrix cristata*. *Journal of Zoology* **236**, 43–54.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1995.tb01783.x>

Cox, D.T.C., Gardner, A.S. & Gaston, K.J. (2021). Diel niche variation in mammals associated with expanded trait space. *Nature Communications* **12**, 1753.

<https://doi.org/10.1038/s41467-021-22023-4>

Cruz, P., Paviolo, A., Bó, R.F., Thompson, J.J. & di Bitetti, M.S. (2014). Daily activity patterns and habitat use of the lowland tapir (*Tapirus terrestris*) in the Atlantic Forest. *Mammalian Biology* **79**, 376–383.

<https://doi.org/10.1016/j.mambio.2014.06.003>

Cutrera, A.P., Antinuchi, C.D., Mora, M.S. & Vassallo, A.I. (2006). Home-Range and Activity Patterns of the South American Subterranean Rodent *Ctenomys Talarum*. *Journal of Mammalogy* **87**, 1183–1191.

<https://doi.org/10.1644/05-MAMM-A-386R1.1>

Daan, S. & Aschoff, J. (1982). Circadian Contributions to Survival. In: Vertebrate circadian systems. 305–321.

https://doi.org/10.1007/978-3-642-68651-1_34

Daly, M., Behrends, P.R., Wilson, M.I. & Jacobs, L.F. (1992). Behavioural modulation of predation risk: moonlight avoidance and crepuscular compensation in a nocturnal desert rodent, *Dipodomys merriami*. *Animal Behaviour* **44**, 1–9.

[https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)80748-1](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)80748-1)

Davimes, J.G., Alagaili, A.N., Bertelsen, M.F., Mohammed, O.B., Hemingway, J., Bennett, N.C., Manger, P.R. & Gravett, N. (2017a). Temporal niche switching in Arabian oryx (*Oryx leucoryx*): Seasonal plasticity of 24 h activity patterns in a large desert mammal. *Physiology & Behavior* **177**, 148–154.

<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.04.014>

de Almeida, LB, & Galetti, M. (2007). Dispersão de sementes e distribuição espacial de *Attalea geraensis* (Arecaceae) em dois remanescentes de Cerrado no Sudeste do Brasil. *acta oecologica* **32**, 180-187.

<https://doi.org/10.1016/j.actao.2007.04.001>

DeCoursey, P.J. (2004). Diversity of Function of SCN Pacemakers in Behavior and Ecology of Three Species of Sciurid Rodents. *Biological Rhythm Research* **35**, 13–33.

<https://doi.org/10.1080/09291010412331313214>

Desbiez, A.L.J., Kluyber, D., Massocato, G.F., Oliveira-Santos, L.G.R. & Attias, N. (2020). Life stage, sex, and behavior shape habitat selection and influence conservation strategies for a threatened fossorial mammal. *Hystrix* **31**, 1–7.

<https://doi.org/10.4404/hystrix-00375-2020>

Diete, R.L., Meek, P.D., Dickman, C.R., Lisle, A. & Leung, L.K.-P. (2017). Diel activity patterns of northern Australian small mammals: variation, fixity, and plasticity. *Journal of Mammalogy* **98**, 848–857.

<https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx003>

Ebensperger, L.A. & Hurtado, M.J. (2005). On the Relationship between Herbaceous Cover and Vigilance Activity of Degus (*Octodon degus*). *Ethology* **111**, 593–608.

<https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2005.01084.x>

Eccard, J.A., Pusenius, J., Sundell, J., Halle, S. & Ylönen, H. (2008). Foraging patterns of voles at heterogeneous avian and uniform mustelid predation risk. *Oecologia* **157**, 725–734.

<https://doi.org/10.1007/s00442-008-1100-4>

Eiten, G. (1978). Delimitation of the cerrado concept. *Vegetatio* **36**, 169–178.

<https://doi.org/10.1007/BF02342599>

Erkert, H.G. (2008). Diurnality and nocturnality in nonhuman primates: comparative chronobiological studies in laboratory and nature. *Biological Rhythm Research* **39**, 229–267.

<https://doi.org/10.1080/09291010701683391>

Fan, P., Fei, H. & Ma, C. (2012). Behavioral Responses of Cao Vit Gibbon (*Nomascus Nasutus*) to Variations in Food Abundance and Temperature in Bangliang, Jingxi, China. *American Journal of Primatology* **74**, 632–641.
<https://doi.org/10.1002/ajp.22016>

Fanson, B.G. (2010). Effect of Direct and Indirect Cues of Predation Risk on the Foraging Behavior of the White-Footed Mouse (*Peromyscus leucopus*). *Northeastern Naturalist* **17**, 19–28.
<https://doi.org/10.1656/045.017.0102>

Farrell, M.J. (1974). Seasonal Activity Patterns of Rodents in a Sagebrush Community. *Journal of Mammalogy* **55**, 809–823.
<https://doi.org/10.2307/1379409>

Ferrando, C.P.R., Lamberto, J.M. & Leiner, N.O. (2019). Space use patterns of the burrowing echimyid rodent, *Clyomys laticeps*. *Ethology* **125**, 133–141.
<https://doi.org/10.1111/eth.12836>

Ferrando, C.P.R. & Leiner, N.O. (2018). Above-ground activity patterns of the semi-fossorial spiny rat *Clyomys laticeps*. *Ethology Ecology & Evolution* **30**, 373–383.
<https://doi.org/10.1080/03949370.2017.1371247>

Fingerle, A., Larranaga, N. & Steingrímsson, S.Ó. (2016). Density-dependent diel activity in stream-dwelling Arctic charr *Salvelinus alpinus*. *Ecology and Evolution* **6**, 3965–3976.
<https://doi.org/10.1002/ece3.2177>

Freegard, 2019 - Freegard, C. (2009). Ground-based radio-tracking. Department of Environment and Conservation Nature Conservation Service Biodiversity, Standard Operating Procedure No: 13:4

Frey, S., Fisher, J.T., Burton, A.C. & Volpe, J.P. (2017). Investigating animal activity patterns and temporal niche partitioning using camera-trap data: challenges and opportunities. *Remote Sensing in Ecology and Conservation* **3**, 123–132.
<https://doi.org/10.1002/rse2.60>

Frossard, J. & Renaud, O. (2021). Permutation Tests for Regression, ANOVA, and Comparison of Signals: The **permuco** Package. *Journal of Statistical Software* **99**, 1-32.
<https://doi.org/10.18637/jss.v099.i15>

Gálvez, N., Meniconi, P., Infante, J. & Bonacic, C. (2021). Response of mesocarnivores to anthropogenic landscape intensification: activity patterns and guild temporal interactions. *Journal of Mammalogy* **102**, 1149–1164.
<https://doi.org/10.1093/jmammal/gyab074>

Gerber, B.D., Karpanty, S.M. & Randrianantenaina, J. (2012). Activity patterns of carnivores in the rain forests of Madagascar: implications for species coexistence. *Journal of Mammalogy* **93**, 667–676.

<https://doi.org/10.1644/11-MAMM-A-265.1>

Gerkema, M.P., Davies, W.I.L., Foster, R.G., Menaker, M. & Hut, R.A. (2013). The nocturnal bottleneck and the evolution of activity patterns in mammals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **280**, 20130508.

<https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0508>

Graipel, M.E., Miller, P.R.M. & Glock, Luiz. (2003). Padrão de atividade de *Akodon montensis* e *Oryzomys russatus* na Reserva de Volta Velha, Santa Catarina, Sul do Brasil. *Mastozoologia Neotropical* **10**, 255–260.

Guerisoli, M. de las M., Caruso, N., Luengos Vidal, E.M. & Lucherini, M. (2019). Habitat use and activity patterns of *Puma concolor* in a human-dominated landscape of central Argentina. *Journal of Mammalogy* **100**, 202–211.

<https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz005>

Halle, S. (2000). Ecological relevance of daily activity patterns. In Halle S, Stenseth NC, editors. *Activity patterns in small mammals*. Berlin: Springer-Verlag: 67–90.

https://doi.org/10.1007/978-3-642-18264-8_5

Heithaus, M.R., Wirsing, A.J., Burkholder, D., Thomson, J. & Dill, L.M. (2009). Towards a predictive framework for predator risk effects: the interaction of landscape features and prey escape tactics. *Journal of Animal Ecology* **78**, 556–562.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01512.x>

Hofmann, G.S., Cardoso, M.F., Alves, R.J. v., Weber, E.J., Barbosa, A.A., Toledo, P.M., Pontual, F.B., Salles, L. de O., Hasenack, H., Cordeiro, J.L.P., Aquino, F.E. & Oliveira, L.F.B. (2021). The Brazilian Cerrado is becoming hotter and drier. *Global Change Biology* **27**, 4060–4073.

<https://doi.org/10.1111/gcb.15712>

Holland, R.A., Meyer, C.F.J., Kalko, E.K. v., Kays, R. & Wikelski, M. (2011). Emergence time and foraging activity in pallas' Mastiff Bat, *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae) in Relation to Sunset/Sunrise and Phase of the Moon. *Acta Chiropterologica* **13**, 399–404.

<https://doi.org/10.3161/150811011X624875>

Holt, R.D. (2009). Bringing the Hutchinsonian niche into the 21st century: Ecological and evolutionary perspectives. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106**, 19659–19665.

<https://doi.org/10.1073/pnas.0905137106>

Hut, R.A., Kronfeld-Schor, N., van der Vinne, V. & de la Iglesia, H. (2012). In search of a temporal niche: environmental factors. *Progress in brain research*, **199**, 281–304.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59427-3.00017-4>

Hutchinson, G.E. (1957). Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* **22**, 415–427.

<https://doi.org/10.1101/SQB.1957.022.01.039>

IAG. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Disponível em: <<https://www.iag.usp.br/astrofomia/nascer-e-ocaso-do-sol>>

Ismail, K., Kamal, K., Plath, M. & Wronski, T. (2011). Effects of an exceptional drought on daily activity patterns, reproductive behaviour, and reproductive success of reintroduced Arabian oryx (*Oryx leucoryx*). *Journal of Arid Environments* **75**, 125–131.

<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.09.017>

Kabacoff, R.I. (2011). R in action.: *Data analysis and graphics with R - In: Resampling statistics and bootstrapping*: 296–305.

Kearney, M., Phillips, B.L., Tracy, C.R., Christian, K.A., Betts, G. & Porter, W.P. (2008). Modelling species distributions without using species distributions: the cane toad in Australia under current and future climates. *Ecography* **31**, 423–434.

<https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.05457.x>

Kelt, D.A., Meserve, P.L., Karina Nabors, L., Forister, M.L. & Gutiérrez, J.R. (2004). Foraging ecology of small mammals in semiarid Chile: the interplay of biotic and abiotic effects. *Ecology* **85**, 383–397.

<https://doi.org/10.1890/02-4065>

Kenagy, G.J., Nespolo, R.F., Vásquez, R.A. & Bozinovic, F. (2002). Daily and seasonal limits of time and temperature to activity of *Degus*. *Revista chilena de historia natural* **75**, 567–581.

<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2002000300008>

Keogh, J.S., Noble, D.W.A., Wilson, E.E. & Whiting, M.J. (2012). Activity Predicts Male Reproductive Success in a Polygynous Lizard. *PLoS ONE*, **7**, e38856.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038856>

Kovach, W.L. (2011). Oriana - Circular statistics for Windows, ver. 4. Pentraeth (UK): Kovach Computing Services.

Kronfeld-Schor, N., Dayan, T., Elvert, R., Haim, A., Zisapel, N. & Heldmaier, G. (2001). On the use of the Time Axis for Ecological Separation: Diel Rhythms as an Evolutionary Constraint. *The American Naturalist* **158**, 451–457.

<https://doi.org/10.1086/321991>

Lamberto, J. & Leiner, N.O. (2019). Broad-headed spiny rats (*Clyomys laticeps*) as ecosystem engineers in the Brazilian savannah. *Journal of Zoology* **309**, 60–68.

<https://doi.org/10.1111/jzo.12684>

Lane, J.E., Boutin, S., Gunn, M.R. & Coltman, D.W. (2009). Sexually selected behaviour: red squirrel males search for reproductive success. *Journal of Animal Ecology* **78**, 296–304.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01502.x>

Lashley, M.A., Cove, M. v., Chitwood, M.C., Penido, G., Gardner, B., DePerno, C.S. & Moorman, C.E. (2018). Estimating wildlife activity curves: comparison of methods and sample size. *Scientific Reports* **8**, 1-11.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-22638-6>

Lemos, F.G., de Azevedo, F.C., Facure, K.G., de Freitas Junior, M.C., de Moura Costa, H.C., Dias, G.F. & de Assis Ribeiro, L. (2011). Riqueza de Mamíferos de médio e grande porte no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas e região do entorno, Goiás, Brasil. *In X Congresso de Ecologia do Brasil*.

Leung, E.S., Chilvers, B.L., Nakagawa, S., Moore, A.B. & Robertson, B.C. (2012). Sexual Segregation in Juvenile New Zealand Sea Lion Foraging Ranges: Implications for Intraspecific Competition, Population Dynamics and Conservation. *PLoS ONE* **7**, e45389.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045389>

Levy, O., Dayan, T., Porter, W.P. & Kronfeld-Schor, N. (2019). Time and ecological resilience: can diurnal animals compensate for climate change by shifting to nocturnal activity? *Ecological Monographs* **89**, e01334.
<https://doi.org/10.1002/ecm.1334>

Lewis, S., Benvenuti, S., Dall–Antonia, L., Griffiths, R., Money, L., Sherratt, T.N., Wanless, S. & Hamer, K.C. (2002). Sex-specific foraging behaviour in a monomorphic seabird. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* **269**, 1687–1693.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2083>

Lindfors, P., Gittleman, J.L. & Jones, K.E. (2007). Sexual Size Dimorphism in Mammals: Sex, size and gender roles–*Evolutionary studies of sexual size dimorphism*: 19–26.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199208784.003.0003>

Linkie, M. & Ridout, M.S. (2011). Assessing tiger–prey interactions in Sumatran rainforests. *Journal of Zoology* **284**, 224–229.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00801.x>

Long, R.A., Martin, T.J. & Barnes, B.M. (2005). Body temperature and activity patterns in free-living arctic ground squirrels. *Journal of Mammalogy* **86**, 314–322.
<https://doi.org/10.1644/BRG-224.1>

Lövy, M., Šklíba, J. & Šumbera, R. (2013). Spatial and temporal activity patterns of the free-living giant mole-rat (*Fukomys mechowii*), the Largest Social Bathyergid. *PLoS ONE* **8**, e55357.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055357>

Loyola, R.D., Lemes, P., Faleiro, F. v., Trindade-Filho, J. & Machado, R.B. (2012). Severe Loss of Suitable Climatic Conditions for Marsupial Species in Brazil: Challenges and Opportunities for Conservation. *PLoS ONE* **7**, e46257.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046257>

Mangiafico, S. (2022). Package ‘rcompanion.’ Cran Repos, v. 20, 1-71.

McFarland, R., Barrett, L., Boner, R., Freeman, N.J. & Henzi, S.P. (2014). Behavioral flexibility of vervet monkeys in response to climatic and social variability. *American Journal of Physical Anthropology* **154**, 357–364.

<https://doi.org/10.1002/ajpa.22518>

McNab, B.K. (2003). The physiological ecology of vertebrates: a view from Energetics. *Journal of Mammalogy*, **84**, 774-775.

[https://doi.org/10.1644/1545-1542\(2003\)084<0774:TPEOVA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1644/1545-1542(2003)084<0774:TPEOVA>2.0.CO;2)

Morrison, D.W. (1978). Lunar phobia in a neotropical fruit bat, *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Animal Behaviour* **26**, 852–855.

[https://doi.org/10.1016/0003-3472\(78\)90151-3](https://doi.org/10.1016/0003-3472(78)90151-3)

Mukherjee, A., Kumara, H.N. & Bhupathy, S. (2018). Environmental determinants of activity variation of an overlooked burrowing rodent: the Indian crested porcupine. *Mammalia* **82**, 449–459.

<https://doi.org/10.1515/mammalia-2017-0124>

Murray, I.W. & Smith, F.A. (2012). Estimating the influence of the thermal environment on activity patterns of the desert woodrat (*Neotoma lepida*) using temperature chronologies. *Canadian Journal of Zoology* **90**, 1171–1180.

<https://doi.org/10.1139/z2012-084>

Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (2002). The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press.

<https://doi.org/10.7312/oliv12042>

Orrock, J.L. (2004). Rodent foraging is affected by indirect, but not by direct, cues of predation risk. *Behavioral Ecology* **15**, 433–437.

<https://doi.org/10.1093/beheco/arih031>

Patton, J.L., Pardiñas, U.F.J. & D'Elía, G. (2015). *Mammals of South America, volume 2: rodents*. University of Chicago Press.

<https://doi.org/10.7208/chicago/9780226169606.001.0001>

Pelletier, F. & Festa-Bianchet, M. (2004). Effects of body mass, age, dominance and parasite load on foraging time of bighorn rams, *Ovis canadensis*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **56**, 546–551.

<https://doi.org/10.1007/s00265-004-0820-7>

Pereira, A.D., Bastiani, E. de & Bazilio, S. (2016). Influência do ciclo lunar no padrão de atividade *Cuniculus paca* (Rodentia: Cuniculidae) em uma floresta de Mata Atlântica no Sul do Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **56**, 97-102.
<https://doi.org/10.11606/0031-1049.2016.56.08>

Pianka, E.R. (1973). The Structure of Lizard Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* **4**, 53–74.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000413>

Pita, R., Mira, A. & Beja, P. (2011). Circadian activity rhythms in relation to season, sex and interspecific interactions in two Mediterranean voles. *Animal Behaviour* **81**, 1023–1030.
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.02.007>

Prugh, L. & Brashares, J. (2010). Basking in the moonlight? Effect of illumination on capture success of the endangered giant kangaroo rat. *Journal of Mammalogy* **91**, 1205–1212.
<https://doi.org/10.1644/10-MAMM-A-011.1>

Prugh, L.R. & Golden, C.D. (2014). Does moonlight increase predation risk? Meta-analysis reveals divergent responses of nocturnal mammals to lunar cycles. *Journal of Animal Ecology* **83**, 504–514.
<https://doi.org/10.1111/1365-2656.12148>

R Development Core Team (2022) R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Ridout, M.S. & Linkie, M. (2009). Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* **14**, 322–337.
<https://doi.org/10.1198/jabes.2009.08038>

Rosenblatt, A.E., Heithaus, M.R., Mazzotti, F.J., Cherkiss, M. & Jeffery, B.M. (2013). Intra-population variation in activity ranges, diel patterns, movement rates, and habitat use of American alligators in a subtropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **135**, 182–190.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.10.008>

Ross, J., Hearn, A.J., Johnson, P.J. & Macdonald, D.W. (2013). Activity patterns and temporal avoidance by prey in response to Scp unda clouded leopard predation risk. *Journal of Zoology* **290**, 96–106.
<https://doi.org/10.1111/jzo.12018>

Ruckstuhl, K.E. (2007). Sexual segregation in vertebrates: proximate and ultimate causes. *Integrative and Comparative Biology* **47**, 245–257.
<https://doi.org/10.1093/icb/icm030>

Ruckstuhl, K.E. & Neuhaus, P. (2009). Activity budgets and sociality in a monomorphic ungulate: the African oryx (*Oryx gazella*). *Canadian Journal of Zoology* **87**, 165–174.
<https://doi.org/10.1139/Z08-148>

Sale, M.G. & Arnould, J.P.Y. (2009). Spatial and Temporal Organization in the Swamp Antechinus: Comparison between Island and Mainland Populations. *Journal of Mammalogy* **90**, 347–355.

<https://doi.org/10.1644/08-MAMM-A-118.1>

Sassi, P.L., Taraborelli, P., Albanese, S. & Gutierrez, A. (2015). Effect of Temperature on Activity Patterns in a Small Andean Rodent: Behavioral Plasticity and Intraspecific Variation. *Ethology* **121**, 840–849.

<https://doi.org/10.1111/eth.12398>

SEMAD - Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás. (2020) https://www.meioambiente.go.gov.br/files/Arquivos_2021/PESCAN/PMPESCAN.pdf Acessado Janeiro 2022.

Schradin, C. (2006). Whole-day follows of striped mice (*Rhabdomys pumilio*), a diurnal murid rodent. *Journal of Ethology* **24**, 37–43.

<https://doi.org/10.1007/s10164-005-0158-2>

Sikes, R.S. (2016). 2016 Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education: *Journal of Mammalogy* **97**, 663–688.

<https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw078>

Silva F.A.M., Assad E.D., Evangelista B.A. 2008. 1. Caracterização climática do bioma cerrado. In Sano S.M., Almeida S.P., Riveiro, J.F., editors. Cerrado: Ecologia e flora Brasília, Goiás: EMBRAPA Informação Tecnológica, Brazil, 71-88.

Šklíba, J., Lövy, M., Hrouzková, E., Kott, O., Okrouhlík, J. & Šumbera, R. (2014). Social and Environmental Influences on Daily Activity Pattern in Free-Living Subterranean Rodents. *Journal of Biological Rhythms* **29**, 203–214.

<https://doi.org/10.1177/0748730414526358>

Soberón, J. (2007). Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters* **10**, 1115–1123.

<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01107.x>

Sorensen, J.S., McLister, J.D. & Dearing, M.D. (2005). Plant secondary metabolites compromise the energy budgets of specialist and generalist mammalian herbivores. *Ecology* **86**, 125–139.

<https://doi.org/10.1890/03-0627>

Speakman, J.R. (2008). The physiological costs of reproduction in small mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **363**, 375–398.

<https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2145>

Tattersall, I. (1987). Cathemeral Activity in Primates: A Definition. *Folia Primatologica* **49**, 200–202.

<https://doi.org/10.1159/000156323>

Tôrres, N.M. (2004). Métodos de campo em ecologia. Goiás: Universidade Federal de Brasília, 183-193.

Vasey, N. (2005). Activity budgets and activity rhythms in red ruffed lemurs (*Varecia rubra*) on the Masoala Peninsula, Madagascar: seasonality and reproductive energetics. *American Journal of Primatology* **66**, 23–44.
<https://doi.org/10.1002/ajp.20126>

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.
<https://doi.org/10.1139/Z09-142>

Van der Vinne, V., Riede, S.J., Gorter, J.A., Eijer, W.G., Sellix, M.T., Menaker, M., Daan, S., Pilorz, V. & Hut, R.A. (2014). Cold and hunger induce diurnality in a nocturnal mammal. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **111**, 15256–15260.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1413135111>

Wade, G.N. & Schneider, J.E. (1992). Metabolic fuels and reproduction in female mammals. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* **16**, 235–272.
[https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(05\)80183-6](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(05)80183-6)

Webster, D.B. & Webster, M. (1971). Adaptive Value of Hearing and Vision in Kangaroo Rat Predator Avoidance. *Brain, Behavior and Evolution* **4**, 310–322.
<https://doi.org/10.1159/000125441>

Weiss, N.A. (2015). wPerm: Permutation Tests. R package, version 1.0.1. Retrieved in 2020, May, 15, from <https://CRAN.R-project.org/package=wPerm>.

Wheeler, B. & Torchiano, M. (2016). lmPerm: Permutation Tests for Linear Models. R package version 2.

Wheeler, H.C. & Hik, D.S. (2014). Giving-up densities and foraging behaviour indicate possible effects of shrub encroachment on arctic ground squirrels. *Animal Behaviour* **95**, 1–8.

Williams, C.T., Wilsterman, K., Kelley, A.D., Breton, A.R., Stark, H., Humphries, M.M., McAdam, A.G., Barnes, B.M., Boutin, S. & Buck, C.L. (2014). Light loggers reveal weather-driven changes in the daily activity patterns of arboreal and semifossorial rodents. *Journal of Mammalogy* **95**, 1230–1239.
<https://doi.org/10.1644/14-MAMM-A-062>

Zar, J.H. (2013). *Biostatistical Analysis: Pearson New International Edition*.