



UNIVERSIDADE
VILA VELHA
ESPÍRITO SANTO

UNIVERSIDADE VILA VELHA
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**EFEITO DA SAZONALIDADE E DE ATRIBUTOS LUNARES
NO PADRÃO DE ATIVIDADE DO GAMBÁ (*Didelphis aurita*)
NA MATA ATLÂNTICA DO SUDESTE DO BRASIL**

COLOMBA PAZ ORTÚZAR BARRA

Vila Velha
Junho de 2023

UNIVERSIDADE VILA VELHA

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**EFEITO DA SAZONALIDADE E DE ATRIBUTOS LUNARES
NO PADRÃO DE ATIVIDADE DO GAMBÁ (*Didelphis aurita*)
NA MATA ATLÂNTICA DO SUDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à
Universidade Vila Velha, como pré-requisito para
a obtenção do Grau Bacharel em Ciências
Biológicas.

COLOMBA PAZ ORTÚZAR BARRA

Vila Velha

Junho de 2023

COLOMBA PAZ ORTÚZAR BARRA

**EFEITO DA SAZONALIDADE E DE ATRIBUTOS LUNARES
NO PADRÃO DE ATIVIDADE DO GAMBÁ (*Didelphis aurita*)
NA MATA ATLÂNTICA DO SUDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Vila Velha, como requisito parcial de avaliação para a obtenção do Grau Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em 20 de junho de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA:



Dra. Ana Carolina Srbe de Araujo
Universidade Vila Velha
Orientadora



Me. Karoline Victor Serpa
Universidade Vila Velha



Brenda Ferraz Nascimento
Universidade Vila Velha

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof^a Dr^a Ana Carolina Srbek de Araujo, por ter me acolhido no laboratório e ter acompanhado de perto todos os aspectos da minha formação durante estes últimos anos. Obrigada por me permitir ser parte da sua pesquisa e contribuir com minha perspectiva curiosa e menos experiente. Parabéns pela sua ética, sua perseverança e todas as contribuições à ciência que você continuamente faz. Eternamente agradecida pelo novo olhar que criei lhe observando e admirando seu trabalho. Espero poder ter o privilégio de trabalhar com você novamente.

À minha mãe, por sempre ter incentivado minha curiosidade e meu amor pela natureza. Obrigada pelo enorme apoio emocional e financeiro que você me brindou. Graças por sempre ter acreditado nos meus sonhos e me ensinar a nunca desistir deles.

Aos meus avós pela ajuda financeira e emocional que vocês me brindaram ao longo da minha graduação. Sem vocês nada disto teria sido possível.

Agradeço às amigas que fiz ao longo da graduação e que levarei comigo para a vida. Meus agradecimentos especiais à Lavínia Volpini, Flavio Alves, Gabriel Possé, Rafaela Coelho e Bárbara Sonegheti. Obrigada pelo imenso apoio que vocês me brindaram desde sempre, pelo companheirismo e pela ajuda incondicional. Não consigo imaginar minha graduação sem a presença de vocês. Extremamente grata por chamar vocês de bio-amigos!

Às minhas companheiras do Laboratório de Ecologia e Conservação de Biodiversidade (LECBio), tanto as que já formaram quanto as que estão ainda comigo neste processo. Obrigada pelas tardes mais intensas que já tive, pelas risadas e pelos surtos coletivos que juntas passamos. Agradeço muito o tanto que vocês sempre acreditaram no meu potencial e nunca me deixar desistir. Obrigada pelas contribuições e a chance de ver vocês se tornando profissionais.

À todas aquelas pessoas que são parte da minha vida e que contribuíram com palavras de amor, apoio emocional e, desde um início, sempre terem acreditado em mim. Obrigada por sempre estar presentes, amo vocês.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pelo financiamento concedido (FAPES 0607/2015 e FAPES 0510/2016).

À equipe da Reserva Natural Vale / Vale S.A. e da Reserva Biológica de Sooretama / ICMBio, pela autorização para desenvolvimento das atividades de campo e apoio logístico.

Por último, agradeço à banca avaliadora, Karoline Victor Serpa e Brenda Ferraz Nascimento por terem aceitado o convite e pelas contribuições.

Muchas Gracias!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados do Teste Mardia-Watson-Wheeler comparando o padrão de atividade do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), de acordo com as fases da lua e a porcentagem de iluminação lunar (comparações pares a par), no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, sudeste do Brasil) entre o período de junho de 2012 a janeiro 2021. 16

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Bloco Florestal Linhares-Sooretama, localizado no norte do Espírito Santo, Sudeste do Brasil (A, B), com destaque para a localização da Reserva Natural Vale (RNV) e da Reserva Biológica de Sooretama (RBS – detalhe em C). Fonte: Acervo Projeto Felinos.
..... 7
- Figura 2.** Distribuição horária dos registros (A) e padrão de atividade diária (B) do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, Sudeste do Brasil) considerando dados obtidos período de junho de 2012 a janeiro 2021.
..... 12
- Figura 3.** Distribuição horária dos registros (A) e padrão de atividade diária (B: Seca, C: Chuvosa) do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), de acordo com as estações do ano, no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, sudeste do Brasil) considerando dados obtidos no período de junho de 2012 a janeiro 2021.
..... 13
- Figura 4.** Padrão de atividade diária do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), de acordo com as diferentes fases da lua (A: Crescente; B: Nova; C: Cheia; D: Minguante), no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, sudeste do Brasil) considerando dados obtidos período de junho de 2012 a janeiro 2021.
..... 15
- Figura 5.** Padrão de atividade diária do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), de acordo com as diferentes classes de iluminação lunar (A: 0 ┆ 25%; B: 25 ┆ 50%; C: 50 ┆ 75%; D: 75 ┆ 100%), no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, sudeste do Brasil) considerando dados obtidos período de junho de 2012 a janeiro 2021.
..... 17

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO.....	3
MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
Área de estudo.....	6
Coleta de dados.....	8
Análise de dados.....	9
RESULTADOS.....	11
DISCUSSÃO.....	18
CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

RESUMO

ORTÚZAR, COLOMBA PAZ. Universidade Vila Velha – ES, Junho, 2023. **EFEITO DA SAZONALIDADE E DE ATRIBUTOS LUNARES NO PADRÃO DE ATIVIDADE DO GAMBÁ (*Didelphis aurita*) NA MATA ATLÂNTICA DO SUDESTE DO BRASIL.**
Orientadora: Ana Carolina Srbek-Araujo.

O padrão de atividade é um aspecto essencial da biologia dos organismos e o entendimento de como os aspectos bióticos e abióticos determinam a atividade revela informações importantes sobre a história natural das espécies. O presente estudo teve como objetivo caracterizar o padrão de atividade do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) e determinar se sazonalidade e atributos lunares interferem na atividade da espécie. O estudo foi realizado no Bloco Florestal Linhares-Sooretama mediante a utilização de armadilhas fotográficas instaladas ao longo de estradas internas e no interior da mata, no período de junho de 2012 a janeiro 2021. Os registros foram organizados em intervalos de 1 hora e classificados de acordo com o período do dia (diurno, crepuscular e noturno), a estação do ano (seca e chuvosa), a fase da lua (Nova, Crescente, Cheia e Minguante) e a porcentagem de iluminação noturna (0 | 25%; 25 | 50%; 50 | 75%; 75 | 100%). Foram obtidos 241 registros de *D. aurita*, os quais revelaram que a espécie é ativa no período de 17h às 05h (vetor médio = 23:19; IC% = 22:53h – 23:44h), sendo classificada como noturna. A atividade foi unimodal (pico de atividade = 18h às 4h). Houve uma maior quantidade de registros durante a estação chuvosa (55,6%), em noites de lua crescente (29,0%) e com > 75% de iluminação lunar (37,3%). Entretanto, apenas a porcentagem de iluminação influenciou a intensidade da atividade de *D. aurita*. O padrão de atividade, por sua vez, não foi afetado por nenhum dos parâmetros analisados. A espécie apresentou padrão de atividade similar ao registrado em outras localidades e para outros marsupiais, indicando inércia filogenética para esta característica comportamental. Se destaca também a intensificação da atividade em noites com maior e com menor luminosidade, o que pode ser explicado pela possível plasticidade comportamental devido a adaptações morfológicas e capacidade de perceber o ambiente. O presente estudo contribui para o melhor entendimento do nicho temporal e da história natural de *D. aurita*, bem como de outros marsupiais neotropicais.

Palavras-chaves: atributo lunar, Didelphimorphia, filia lunar, fobia lunar, horário de atividade, marsupial, sazonalidade.

ABSTRACT

ORTÚZAR, COLOMBA PAZ. Universidade Vila Velha – ES, June, 2023. **THE EFFECTS OF SEASONALITY AND LUNAR ATTRIBUTES ON BLACKED-EARED OPOSSUM (*Didelphis aurita*) ACTIVITY PATTERNS IN SOUTHEAST BRAZILIAN ATLANTIC FOREST.** Advisor: Ana Carolina Srbek-Araujo.

The activity pattern is a crucial aspect of the biology of organisms and understanding how biotics and abiotic aspects determine their activity reveals important information about natural history of the species. The present study aimed to characterize the activity pattern of the blacked-eared-opossum (*Didelphis aurita*) and to determine whether the seasonality and lunar attributes interfered with the species activities. The study was carried out in the Linhares-Sooretama Forest Block using camera traps. The equipment was installed along internal unpaved roads and in the interior of the forest, from July 2012 to January 2021. The records were organized at intervals of 1 hour and classified according to the period of the day (day, twilight and night), the season (dry and rainy), the phases of the moon (New Moon, First Quarter, Full Moon and Third Quarter) and the percentage of night lighting (0–25%; 25–50%; 50–75%; 75–100%). We obtained a total of 241 records of *D. aurita*. The species remained active from 17h to 05h (median vector = 23:19; IC% = 22:53h– 23:44h), being classified as nocturnal. The activity was unimodal (activity peak = 18h to 4h). Most records were obtained during the rainy season (55.6%), on nights with a First Quarter moon (29,0%) and with > 75% lunar illumination (37,3%). However, only the percentage of lighting influenced the intensity of *D. aurita* activity. The activity pattern, in turn, was not affected by any of the analyzed parameters. The species showed a pattern of activity similar to that recorded in other locations and for other marsupials, indicating phylogenetic inertia for this behavioral issue. Also noteworthy is the intensification of activity on nights with high and lower lunar illumination, which can be explained by possible behavioral plasticity due to morphological adaptations and ability to perceive the environment. The present study contributes to a better understanding of the temporal niche and natural history of *D. aurita*, as well as other neotropical marsupials.

Keywords: activity pattern, Didelphimorphia, lunar attribute, lunar philia, lunar phobia, marsupial, seasonality.

*Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado em formato de artigo científico
conforme as normas da revista Mastozoología Neotropical*

EFEITO DA SAZONALIDADE E DE ATRIBUTOS LUNARES NO PADRÃO DE ATIVIDADE DO GAMBÁ (*Didelphis aurita*) NA MATA ATLÂNTICA DO SUDESTE DO BRASIL

Colomba Paz Ortúzar & Ana Carolina Srbek-Araujo

Laboratório de Ecologia e Conservação de Biodiversidade, Universidade Vila Velha, Vila Velha, Espírito Santo, Brazil. [Autor Correspondente: Colomba Paz Ortúzar <colomba.ortuzar.b@gmail.com>]

INTRODUÇÃO

As espécies possuem padrões diários de atividade e estes evoluíram em resposta a mudanças ambientais periódicas (Kronfeld-Schor & Dayan 2003). As adaptações dos animais a estas mudanças envolvem modificações anatômicas, fisiológicas e comportamentais (Marques, 2004), representando o resultado da interação entre os ritmos biológicos internos do organismo e o seu ambiente (Norris et al. 2010). De fato, diferentes espécies de mamíferos apresentam modificações em seus períodos de atividade diária como resposta aos vários fatores extrínsecos, ou seja, derivados do ambiente (Zanirato 2017). Alguns dos fatores ambientais que influenciam os ciclos temporais das espécies são os fatores abióticos, como a temperatura (Gotthard 2001), o ciclo lunar (Nair 2007) e a precipitação (Kenagy et al. 2002), havendo também a influência de aspectos bióticos, como risco de predação (Kotrschal et al. 2017), competição (Terborgh et al. 2001) e perturbações antrópicas (Ulrich et al. 2012). As perturbações antrópicas podem alterar a hierarquia da competição entre as espécies e acarretar a introdução de espécies novas à comunidade, causando interferências nas atividades diárias dos organismos e até mesmo a extinção local de espécies (Ulrich et al. 2012).

Apesar da importância ecológica dos pequenos mamíferos (Asquith & Méjia-Chang 2005; Horn et al. 2008), a grande maioria das espécies é classificada, de modo bastante superficial, como diurnas ou noturnas (Olmos 1991), sem uma análise mais detalhada do padrão de atividade, havendo poucas informações sobre o horário de atividade dos pequenos mamíferos brasileiros (Graipel et al. 2003). Neste contexto, pouco se sabe sobre a história natural das espécies de pequenos mamíferos não-voadores, resultando em lacunas de conhecimento sobre a autoecologia das espécies (Dal Berto. 2012) e impossibilitando a elaboração de planos de conservação adequados (Costa et al. 2005).

Estudar o padrão de atividade de uma espécie é importante para o melhor entendimento das interações entre os táxons que competem por recursos e entre presas e predadores, do mesmo modo que é uma fonte importante de informações sobre a história natural e o nicho temporal das espécies (Graipel et al. 2003). O padrão de atividade também pode ser usado como ferramenta para determinar ações direcionadas para um dado táxon de interesse e para proposição de projetos de pesquisa mais eficientes (Nascimento et al. 2004), bem como avaliar se as modificações e impactos causados pelo homem podem ser responsáveis por mudanças no comportamento dos organismos, sendo importante, portanto, para a conservação das espécies (Kitchen & Cols. 2000).

A ordem Didelphimorphia é endêmica e autóctone do novo mundo (Marchall et al. 1979). Ela abrange parte dos mamíferos metatérios (marsupiais) e que, portanto, não possuem placenta verdadeira (Gardner 2005). Está composta por apenas uma família, a Didelphidae, com mais de 90 espécies, distribuídas em 19 gêneros conhecidos (Gardner 2005). A família Didelphidae se subdivide em duas subfamílias: Caluromyinae e Dilelphinae (Gardner 2008). A última inclui o gênero *Didelphis*, que corresponde aos maiores representantes da família (Gardner 2008). O gênero *Didelphis* é essencialmente euritópico, abrangendo desde o sul do Canadá até grande parte da América do Sul (Voss & Jansa 2009).

O gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) ocorre desde a costa nordeste do Brasil até o nordeste da Argentina e sudeste do Paraguai (Luo et al. 2003). No Brasil, ocorre desde o estado de Alagoas ao norte do Rio Grande do Sul, se estendendo para oeste até Mato Grosso do Sul, ocorrendo na Mata Atlântica (Paglia et al. 2012). O gambá-de-orelha-preta é escansorial, conseguindo usar todos os estratos da mata (Cunha & Vieira 2005). Consegue se adaptar às mais variadas condições e habitats, podendo ser encontrado tanto em fragmentos florestais como em centros urbanos (Pires et al. 2002). O comprimento corporal varia de 24 a 41 centímetros, com 32 a 35 centímetros de comprimento de cauda (Vieira 1997). O peso pode chegar a até 1.800 gramas (Paglia et al. 2012). Possui hábito noturno e é vágil, andando cerca de 1.868 ± 55 m²/dia (Loretto & Vieira 2005). A reprodução é sazonal, começando no meio da estação seca e terminando no fim da estação chuvosa (Kajin et al. 2008). Apresenta duas ninhadas por período reprodutivo, sendo o número de filhotes por ninhada variável, bem como o período de lactação (Catzeflis et al. 1997). Os filhotes nascem em um estágio precoce de desenvolvimento e se deslocam a partir do pelo da mãe para alcançar os mamilos, localizados no marsúpio ou bolsa marsupial, onde permanecem até completarem seu desenvolvimento (Passamani 2000). O gambá-de-orelha-preta apresenta dieta onívora, podendo consumir diferentes alimentos, incluindo uma grande variedade de frutos, artrópodes e pequenos vertebrados (Carvalho et al. 1999; Cáceres & Monteiro-Filho. 2001). Esta ampla variação na dieta parece estar associada à disponibilidade de recursos no ambiente, sendo que estes animais possuem dieta oportunista, consumindo em maior quantidade os itens mais disponíveis em cada época do ano (Lessa & Geise 2010). A importância ecológica da espécie é variada, atuando como presas de mamíferos maiores (Wang 2002; Facure et al. 2003), como predador de outros vertebrados e invertebrados (e.g. Oliveira & Santori 1999; Rollins & Carroll 2001), sendo também considerada gomívora oportunista (Aléssio et al. 2005), polinizadora (Steiner 1981) e dispersadora de sementes dos frutos que consomem (e.g. Cáceres et al. 2002; Cáceres 2004).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar o padrão de atividade do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) em um remanescente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil e determinar se sua atividade é influenciada pela sazonalidade e por atributos lunares.

MATERIAS E MÉTODOS

Área de estudo

A coleta de dados foi realizada na Reserva Natural Vale (RNV; -19.1094°S, -39.9238°W; 22.711 ha) e na Reserva Biológica de Sooretama (RBS; -19,0044°S, -40,1474°W; -27,859 ha), localizadas entre os municípios de Linhares, Sooretama e Jaguaré, no norte do Espírito Santo, sudeste do Brasil (Figura 1). Essas duas áreas, juntamente com mais duas reservas privadas existentes na região, formam um bloco contínuo de vegetação nativa, denominado Bloco Florestal Linhares-Sooretama (BLS), somando mais de 53.000 ha de área protegida (Figura 1). De acordo com os dados disponíveis em FSOSMA & INPE (2021), o BLS representa aproximadamente 11% da cobertura florestal remanescente no estado.

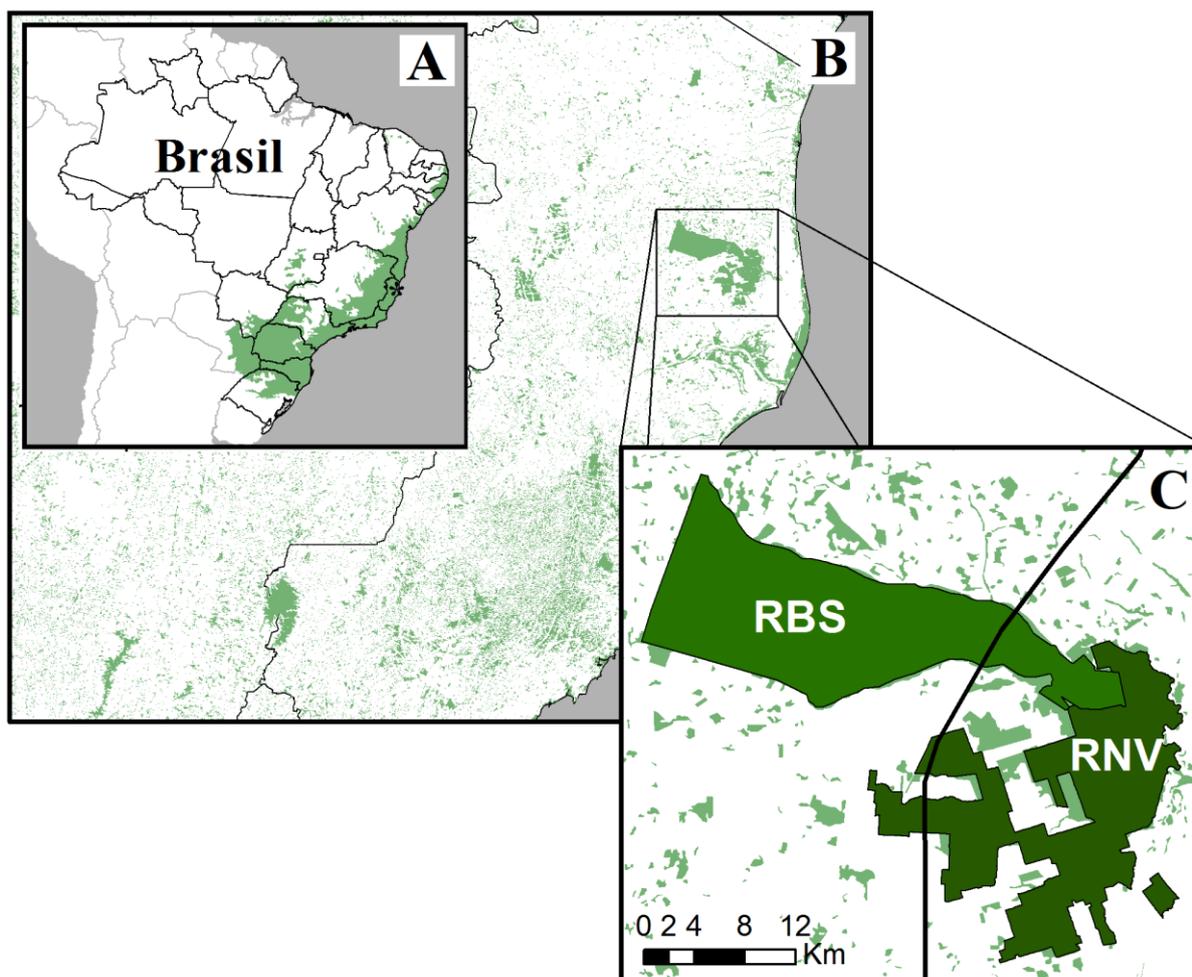


Fig. 1: Bloco Florestal Linhares-Sooretama, localizado no norte do Espírito Santo, sudeste do Brasil (A, B), com ênfases para a localização da Reserva Natural Vale (RNV) e da Reserva Biológica de Sooretama (RBS – C). Fonte: Acervo Projeto Felinos.

A região está composta por um mosaico de habitats formado por quatro tipos principais de vegetação, sendo eles: floresta alta, floresta de muçununga, campos nativos e formações de áreas alagáveis ou alagadas, todos constituindo fitofisionomias típicas de uma formação da Mata Atlântica que é denominada Floresta de Tabuleiros (Jesus & Rolim 2005; Kierulff et al. 2014). A vegetação na região é classificada como Floresta Estacional Perenifólia (Kierulff et al. 2014). A RNV apresenta topografia relativamente plana, com elevações variando entre 28 e 65 m acima do nível do mar (Jesus & Rolim 2005). A região é caracterizada por dois períodos

climáticos ao longo do ano, com uma estação seca, que se estende de abril a setembro, e uma estação chuvosa, de outubro até março (Kierulff et al. 2014). O clima na região é classificado como tropical com inverno seco (tipo Aw) segundo o sistema de classificação de Köppen (Alvares et al. 2014). A temperatura média anual na região é de $24,3 \pm 2,1$ °C, variando de $18,7 \pm 0,6$ °C a $29,9 \pm 0,9$ °C; enquanto a média anual de precipitação é de 1.215 mm, apresentando grande variação entre anos (Kierulff et al. 2014). A RNV possui uma rede de estradas internas não pavimentadas, totalizando 126 quilômetros de extensão, o que possibilita o acesso às diferentes partes da unidade (Srbek-Araujo & Chiarello 2013), enquanto a RBS possui apenas duas estradas internas não pavimentadas. No entorno da RNV predominam pastagens e áreas destinadas a culturas agrícolas (Kierulff et al. 2014), as quais também são observadas nas áreas adjacentes à RBS.

Coleta de dados

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos por meio de armadilhas fotográficas entre junho de 2012 e julho 2014 (~26 meses) e entre outubro de 2015 e janeiro de 2021 (~64 meses), totalizando aproximadamente 90 meses de amostragem (Banco de Dados do Projeto Felinos). A espécie em estudo possui um baixo sucesso de captura por armadilhamento fotográfico na área de estudo (Srbek-Araujo & Chiarello 2013), tendo sido realizado o agrupamento dos registros obtidos em longos períodos amostrais para reunir um maior volume de dados.

No período amostral analisado, foram utilizadas armadilhas fotográficas digitais marca Bushnell (Bushnell Corporation, EUA), incluindo os modelos Trophy Cam, Trophy Cam HD Agressor Low-Glow e Trophy Cam HD Agressor No-Glow. As armadilhas foram instaladas ao longo das estradas internas ou em trilhas no interior da mata, contemplando as diferentes partes da reserva. Os equipamentos eram fixados a aproximadamente 45 cm acima do solo e mantidos em funcionamento durante 24 horas/dias no decorrer de todo o período de amostragem. As

armadilhas eram vistoriadas em intervalos regulares para manutenção e limpeza geral, ressaltando-se a utilização do horário solar em todo o período amostral.

Análise de dados

Para a análise dos dados, foram considerados todos os registros de *D. aurita*, classificando-os como registros independentes ou associados. Desta forma, o primeiro evento obtido a partir de uma mesma armadilha fotográfica, em um intervalo de uma hora, foi classificado como independente. Os registros captados da espécie, no mesmo ponto de captura, num lapso de tempo inferior a uma hora, foram considerados como registros associados. Este processo foi praticado com o intuito de evitar superestimar o número de registros, sendo o intervalo de uma hora suficiente para que o mesmo indivíduo não fosse contabilizado mais de uma vez em um mesmo evento de captura (Srbek-Araujo & Chiarello 2013). O esforço amostral (EA) foi calculado a partir da soma dos dias efetivamente amostrados em cada ponto de captura, considerando todo o período de amostragem (Srbek-Araujo & Chiarello 2013). O sucesso de captura (SC) de *D. aurita* foi calculado a partir da razão: (número de registros independentes / esforço amostral) x 100 (Srbek-Araujo & Chiarello 2013).

Dois registros independentes tiveram problemas na configuração da hora no momento da captura, tendo sido desconsiderados nas análises para as quais esta informação era necessária. Os registros válidos foram então organizados em intervalos de uma hora para descrição do horário de atividade. Foram definidos como picos de atividade os intervalos nos quais a porcentagem de registros em um determinado horário era maior do que a metade da porcentagem do horário com o maior número de registros (Magalhães & Srbek-Araujo 2019). Esta abordagem foi empregada considerando todos os registros obtidos (padrão geral) e cada estação do ano separadamente (seca e chuvosa).

A classificação da atividade foi baseada no proposto por Gómez et al. (2005). Para isso, os registros de *D. aurita* foram classificados de acordo com o período do dia (diurno, crepuscular e noturno). Todos os registros obtidos meia hora antes e meia hora depois do nascer e do pôr do sol foram classificados como crepusculares. Em seguida, os registros noturnos foram classificados de acordo com a fase da lua (Nova, Crescente, Cheia e Minguante) e com a porcentagem de iluminação lunar, considerando quatro classes com proporções iguais (0 |25%; 25 |50%; 50 |75%; 75 |100%). Os dados de porcentagem de iluminação lunar não podem ser calculados para as noites em que a lua não ultrapassa o meridiano local, sendo então desconsiderados (observado em cinco ocasiões). As informações referentes ao horário do nascer e pôr do sol, a fase lunar e a porcentagem de iluminação foram obtidas utilizando-se as funcionalidades “Sun Calculator” e “Moon Calculator” do site Time and Date (<https://www.timeanddate.com>).

Para a descrição do horário de atividade, foi calculado o vetor médio (ângulo médio = μ) e o respectivo Intervalo de Confiança de 95% (IC95%). Para avaliar se o número de registros de *D. aurita* (indicador de intensidade da atividade) variou em relação aos períodos do dia, sazonalidade, fases da lua e porcentagem de iluminação lunar, foi utilizado o teste de aderência do Qui-Quadrado (proporções esperadas iguais). Para avaliar se o número de registros diferiu sazonalmente entre os períodos do dia, foi aplicado o Teste G (teste de independência). Nos casos em que o grau de liberdade foi igual a um, foram empregadas correções estatísticas para garantir o melhor ajuste dos dados, o que se aplicou ao teste do Qui-Quadrado (Correção de Yates) e ao teste G (Correção de Williams). O teste Mardia-Watson-Wheeler (estatística circular) foi utilizado para analisar se o padrão diário de distribuição dos registros (padrão de atividade diária) variou em relação à sazonalidade e aos atributos lunares. Para os atributos lunares, também foram realizadas comparações entre pares.

A distribuição horária dos registos foi ilustrada mediante elaboração do gráfico de linha (padrão geral e para cada estação separadamente), enquanto o padrão de atividade diária foi representado em diagrama de rosa (para todos os parâmetros analisados; 24 h = 360°).

O teste do Qui-Quadrado e o Teste G foram calculados utilizando-se o software BioEstat (versão 5.3; Ayres et al. 2007). As análises de estatística circular foram realizadas no programa Oriana (versão 4.02; Kovach Computing Services 2009).

RESULTADOS

O esforço amostral do estudo (17.726 armadilhas-dia) resultou em 241 registos de *D. aurita* (sucesso de captura = 1,36). A maior parte dos registos foi obtida no período noturno (n= 236; 98,7%), havendo uma pequena proporção de registos crepusculares (n = 3; 1,3%) ($X^2_{Yates} = 225,205$; g.l. = 1; $p = < 0,0001$). Não foram obtidos registos diurnos. A partir da proporção de registos em cada momento do dia, *D. aurita* pode ser classificada como noturna. A espécie se manteve ativa por aproximadamente 13 horas, especificamente no período de 17h às 05h (vetor médio = 23:19h; IC95% = 22:53h – 23:44h) (Figura 2). A espécie apresentou padrão de atividade unimodal, com o período de atividade mais intensa começando às 18h e se estendendo até 4h, tendo duração de 11 horas (Figura 2).

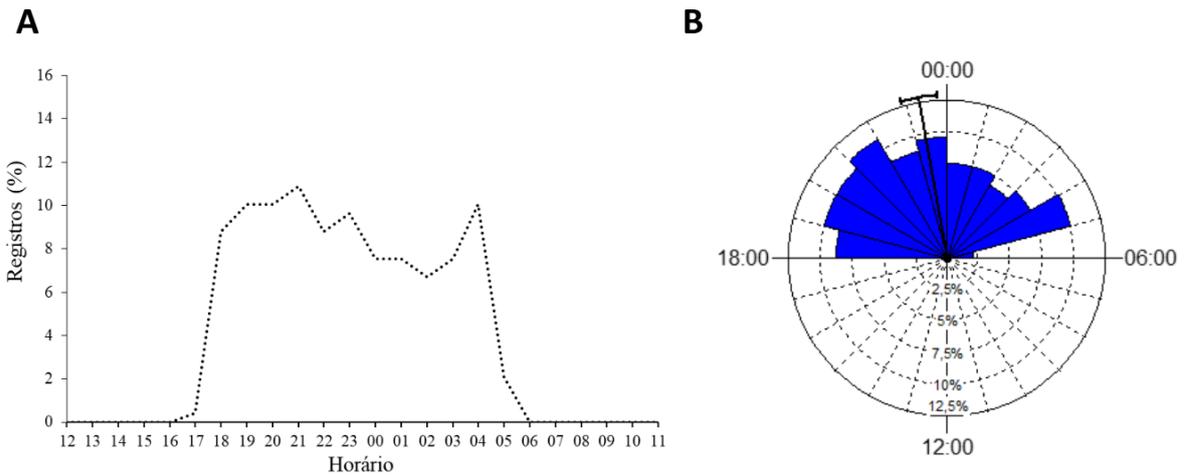


Fig. 2: Distribuição horária dos registros (A) e padrão de atividade diária (B) do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, sudeste do Brasil) considerando dados obtidos no período de junho de 2012 a janeiro 2021.

Dos registros de *D. aurita*, 55,6% (n = 134) foram obtidos durante a estação chuvosa, enquanto 44,4% (n = 107) foram obtidos durante a estação seca, apontando que não houve efeito da sazonalidade na intensidade da atividade desta espécie ($X^2_{Yates} = 2,805$; g.l. = 1; $p = 0,094$). Entretanto, o número de registros obtidos em cada período do dia diferiu sazonalmente ($G_{Williams} = 4,1645$; g.l. = 1; $p = 0,0413$), ressaltando que na estação chuvosa houve apenas registros noturnos, enquanto na seca houve registros noturnos e crepusculares. Na estação seca, *D. aurita* manteve horário de atividade com 13 horas de duração (vetor médio = 22:02h; IC95% = 22:20h – 23:45h), enquanto na estação chuvosa houve redução de uma hora na sua atividade, totalizando 12 horas (vetor médio = 22:30h; IC95% = 22:58h – 00:02h) (Figura 3). Durante a estação seca, o início das atividades foi às 17h, finalizando às 5h, apresentando três picos de atividade (polimodal). O primeiro pico ocorreu de 18h até 22h, com duração de 5 horas, enquanto o segundo pico ocorreu às 02h e o terceiro pico às 04h, ambos com duração uma hora apenas (Figura 3). Na estação chuvosa, o horário de início das atividades foi às 18h e o fim às 05h, com dois picos de atividade (bimodal). O primeiro pico foi de 19h às 01h, com duração de

7 horas, e o segundo pico foi de 03h às 04h, totalizando 2 horas de atividade mais intensa no fim da noite (Figura 3). Apesar das peculiaridades citadas, o padrão de atividade diária não variou entre estações (W = 5,113; p = 0,078).

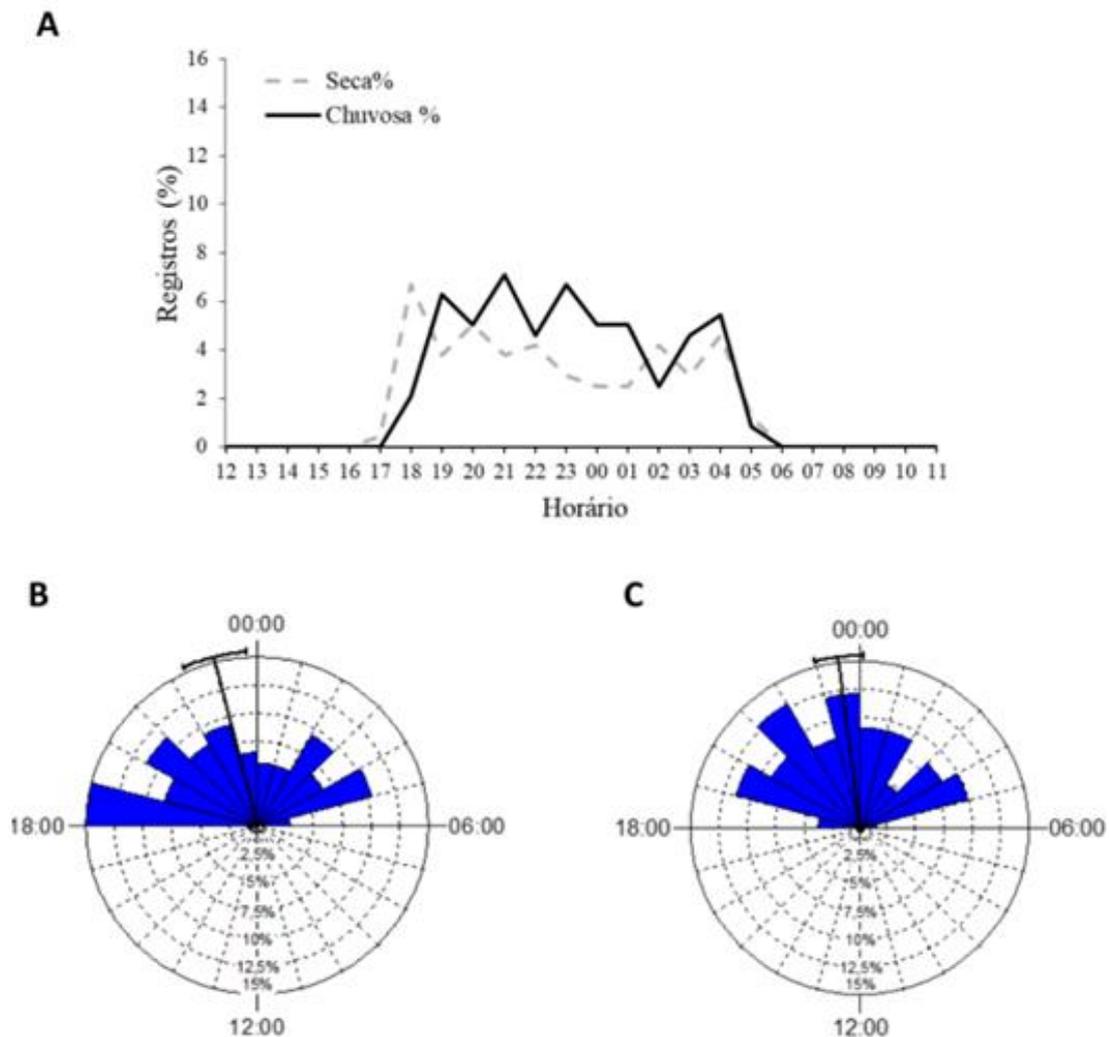


Fig. 3: Distribuição horária dos registros (A) e padrão de atividade diária (B: Seca, C: Chuvosa) do gambá-de-orelha-preta (*Dieldelphis aurita*), de acordo com as estações do ano, no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, sudeste do Brasil) considerando dados obtidos no período de junho de 2012 a janeiro de 2021.

A distribuição dos registros de *D. aurita* não variou entre as fases lunares ($X^2 = 4,195$; g.l = 3; p = 0,2412), havendo pouca variação no número de registros obtidos durante as luas nova

(n= 63; 26,1%), crescente (n = 70; 29,0%), cheia (n= 60; 24,9%) e minguante (n= 48; 19,9%), embora a última tenha reunido a menor proporção de registros. A atividade de *D. aurita* foi mais intensa na primeira metade da noite na lua crescente (vetor médio = 23:28h; IC95% = 22:42h – 00:13h), na lua cheia (vetor médio = 22:57h; IC95% = 22:03h – 23:50h), na lua minguante (vetor médio = 23:37h; IC95% = 22:40h – 00:34h) e na lua nova (vetor médio = 23:15h; IC95% = 22:23h – 00:07h), não havendo diferença no padrão de atividade diária quando comparados os quatro estágios ($W = 2,715$; $p = 0,844$) ou pares de fases lunares entre si (Figura 4, Tabela 1).

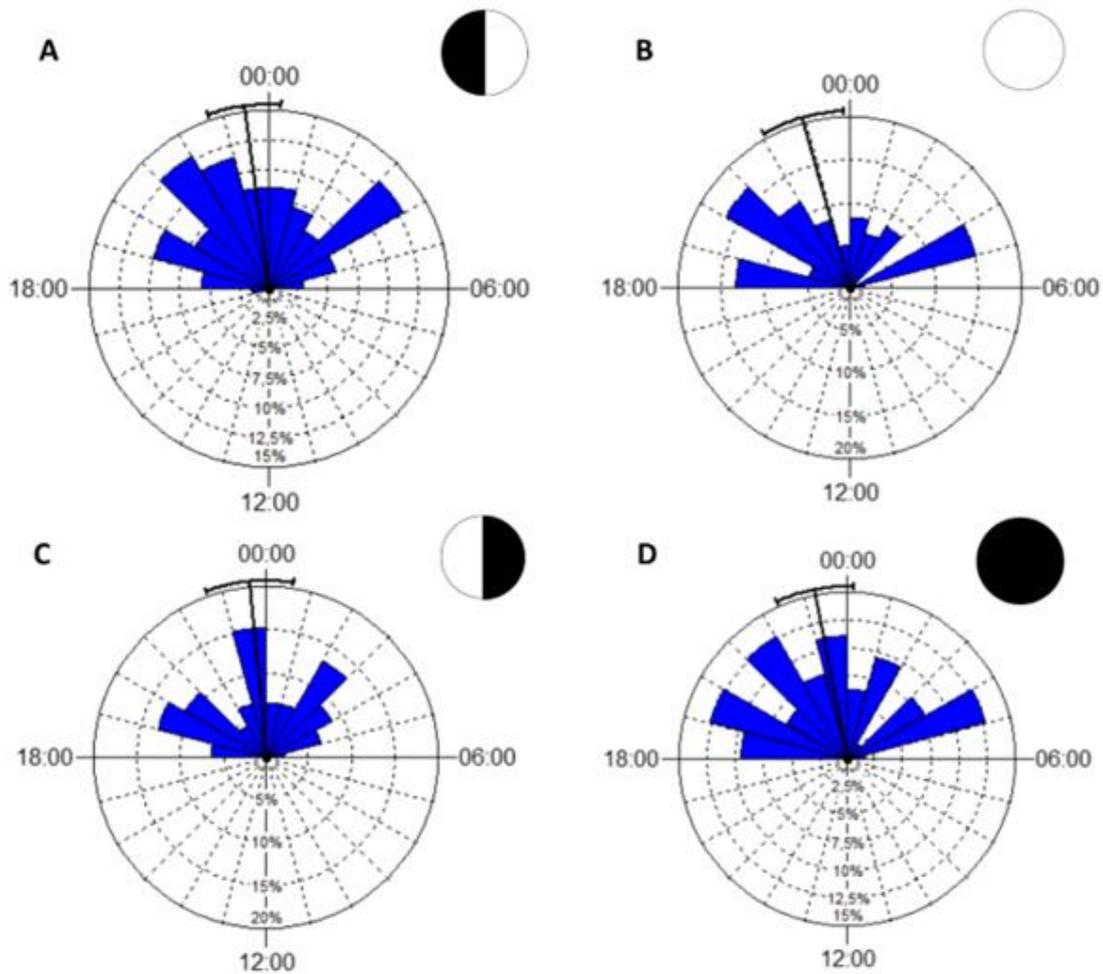


Fig. 4: Padrão de atividade diária do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), de acordo com as diferentes fases da lua (A: Crescente; B: Cheia; C: Minguante; D: Nova), no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, sudeste do Brasil) considerando dados obtidos no período de janeiro de 2011 a janeiro de 2021.

Tabela 1: Resultados do Teste Mardia-Watson-Wheeler comparando o padrão de atividade do gambá-de-orelha-preta (*Dieldelphis aurita*), de acordo com as fases da lua e a porcentagem de iluminação lunar (comparações pares a par), no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, sudeste do Brasil) no período de janeiro de 2011 a janeiro de 2021.

Comparação entre pares	W	P
Cheia & Minguante	1,601	0,449
Cheia & Nova	0,454	0,797
Cheia & Crescente	1,935	0,380
Minguante & Nova	0,561	0,755
Minguante & Crescente	0,133	0,935
Nova & Crescente	0,801	0,670
0 ┆25% & 25 ┆50%	0,735	0,693
0 ┆25% & 50 ┆75%	2,260	0,323
0 ┆25% & 75 ┆100%	0,879	0,644
25 ┆50% & 50 ┆75%	0,502	0,778
25 ┆50% & 75 ┆100%	2,350	0,309
50 ┆75% & 75 ┆100%	4,927	0,085

A distribuição dos registros de *D. aurita* demonstrou que a intensidade da atividade desta espécie variou em relação à porcentagem de iluminação lunar ($X^2 = 34,136$; g.l. = 3; $p < 0,0001$). Obteve-se um maior número de registros em noites nas quais a iluminação foi maior (75 ┆100%: $n = 88$; 37,3%), seguindo das noites com menor iluminação (0 ┆25%: $n = 69$; 29,2%). As noites com porcentagem de iluminação intermediária apresentaram menos registros (25 ┆50%: $n = 52$; 22,0%; 50 ┆75%: $n = 27$; 11,4%). Foram observadas pequenas variações na distribuição dos registros ao longo da noite, sendo a atividade de *D. aurita* mais intensa na primeira metade da noite nas classes de iluminação 0 ┆25% (vetor médio = 23:18h; IC95% = 22:29h – 00:08h), 25 ┆50% (vetor médio = 23:33h; IC95% = 22:41h – 00:25h) e 75 ┆100% (vetor médio = 22:58h; IC95% = 22:15h – 23:41h) (Figura 5). A classe 50 ┆75% foi a única com atividade mais intensa na segunda metade da noite (vetor médio = 00:18h; IC95% = 23:10h

– 01:27h) (Figura 5). Apesar disso, não houve diferença no padrão de atividade diária de *D. aurita* quando comparadas as quatro classes em conjunto ($W = 5,948$; $p = 0,429$) ou pares de classes entre si (Figura 5, Tabela 1).

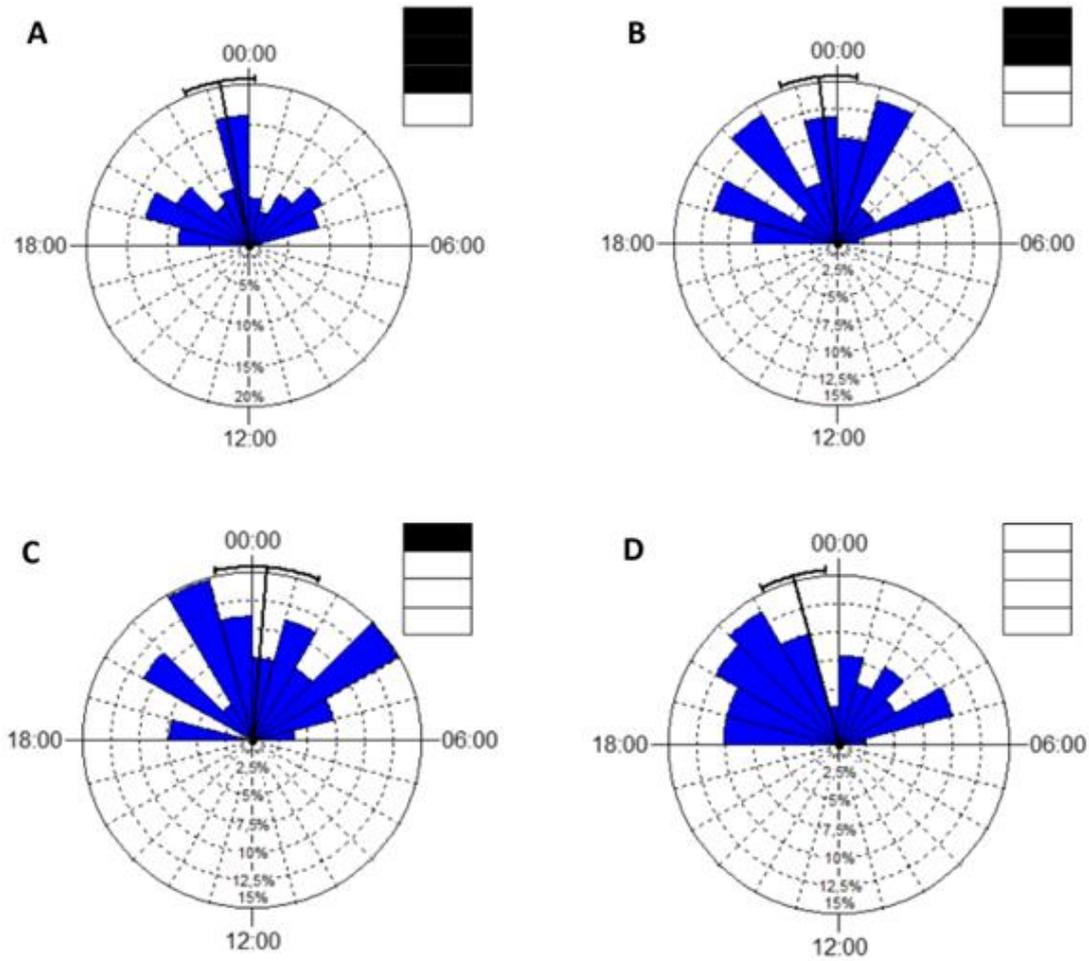


Fig. 5: Padrão de atividade diária do gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), de acordo com as diferentes classes de iluminação lunar (A: 0 | 25%; B: 25 | 50%; C: 50 | 75%; D: 75 | 100%), no Bloco Florestal Linhares-Sooretama (Espírito Santo, sudeste do Brasil) considerando dados obtidos no período de janeiro de 2011 a janeiro de 2021.

DISCUSSÃO

Didelphis aurita se caracterizou como uma espécie noturna na RNV, em concordância com o padrão de atividade apresentado por esta espécie em outros remanescentes de Mata Atlântica (e.g. Marques & Fábian 2018; Ferreira & Vieira 2014), bem como na Costa Rica (e.g. Vaughan & Hawkins 1999), na Venezuela (Cáceres & Monteiro-Filho 2001) e na Colômbia (e.g. Castillo et al. 2021). Isso indica que o padrão de atividade da espécie é consistente e corrobora os resultados obtidos no presente estudo. Embora a grande maioria dos marsupiais neotropicais apresentem padrão de atividade parcialmente noturno, com registros em alguma proporção no crepúsculo, eles são influenciados pelo fotoperíodo, sendo proposto que este comportamento possa refletir aspectos relacionados a conforto térmico (Marques & Fábian 2018).

No presente estudo, *D. aurita* esteve ativo no período de 17h às 05h, que é semelhante ao horário de atividade de *Didelphis marsupialis* na região amazônica (vetor médio = 22:55h; Norris et al. 2010), enquanto, na Mata Atlântica, *Didelphis albiventris* possui padrão de atividade com um pico logo após o pôr do sol, sendo sua atividade reduzida depois da meia noite (Oliveira-Santos et al. 2008). Já na América do Norte, o horário de maior intensidade na atividade de *Didelphis virginianus* foi às 22:43h (Carver et al. 2011). Apesar das diferenças na ecologia, no comportamento e no habitat das espécies de gambás, estas possuem a mesma resposta à mudança gradual na intensidade diária de luz solar, ressaltando que os períodos de atividade observados para o gênero *Didelphis* não variam substancialmente (Leite et al. 2013). Segundo Leite et al. (2013), este tipo de padrão indica a existência de inércia filogenética em relação ao padrão de atividade dos marsupiais.

A espécie apresentou padrão de atividade unimodal, o qual se diferenciou nas estações do ano, variando entre bimodal e polimodal. Apesar da distribuição bimodal dos registros de atividade ter sido observada em outras populações de *D. aurita* (Fernandez 1989), a distribuição unimodal da atividade noturna já foi registrada para esta espécie e outros marsupiais

neotropicais (Galliez et al. 2009), indicando alguma flexibilidade no padrão de atividade do grupo. Destaca-se ainda que os indivíduos sub-adultos e juvenis possuem atividade mais unimodal do que o restante da população de *D. aurita* (Ferreira & Vieira 2014), evidenciando que a flexibilidade intraespecífica também pode ocorrer dentro do mesmo grupo populacional.

Ressalta-se que a atividade dos marsupiais pode variar de acordo com o sexo, a idade e a estação do ano, entre outros fatores (Galliez et al. 2009; Ladine 1997). A temperatura, por exemplo, é um dos fatores que afeta o padrão de atividade dos mamíferos de pequeno porte (McManus 1969) devido à existência de estratégias para minimizar o gasto energético e manter a temperatura corporal, o que é observado em endotérmicos em geral (Fitch & Shirer 1970; McManus 1969). Diferentemente do esperado, em referência à influência da sazonalidade na atividade de *D. aurita* no BLS, não houve efeito da estação do ano sobre a intensidade ou sobre o padrão de atividade da espécie. De forma semelhante, Ferreira & Vieira (2014) sustentam que as baixas temperaturas associadas à época seca numa porção de Mata Atlântica não parecem ser suficientes para afetar ou limitar as atividades de *D. aurita*. Entretanto, o comportamento das espécies noturnas tende a refletir a busca pelo conforto térmico durante as primeiras horas da noite, quando a temperatura ambiente ainda não alcançou as temperaturas mais baixas (Marques & Fábian 2018). Destaca-se que, no BLS, *D. aurita* iniciou as atividades uma hora mais cedo durante a estação seca, em comparação com a estação chuvosa. Considerando a temperatura destas estações, a antecipação da atividade na seca pode estar relacionada ao conforto térmico, como proposto por Marques & Fábian (2018), associado ao fato do período de luz ser mais curto durante o inverno, quando anoitece mais cedo (variações sazonais no fotoperíodo). Neste contexto, os movimentos e o padrão de atividade da espécie podem ser afetados tanto pela estação seca quanto pela chuvosa (Loretto & Vieira 2005; McManus 1971). Adicionalmente, cita-se que a presença de *D. aurita* em variados tipos de clima demonstra que a

espécie é capaz de resistir a diferentes temperaturas, podendo estar ativo até mesmo em temperaturas baixas (McManus 1971).

A resposta de *D. aurita* à fase lunar e à intensidade de iluminação também foi diferente do esperado. Apesar de existir uma pequena diferença no número de registros entre as fases da lua, este parâmetro não teve efeito significativo na atividade da espécie. Este comportamento diferiu do observado por Junior (2003) para *Micoureus demerarae*, um marsupial sul-americano de tamanho médio (até 150 gramas; Paglia et al. 2012). Neste caso, os indivíduos monitorados apresentaram redução na intensidade das atividades nas noites de lua cheia. Em contrapartida, Vieira & Baumgartem (1995) também não observaram nenhuma redução na atividade de *Thylamys velutinus*, um marsupial sul-americano de pequeno porte (até 36 gramas; Paglia et al. 2012), em noites de luminosidade mais alta em relação à fase lunar. Isso demonstra que este parâmetro pode ter influência diferenciada entre os marsupiais sul-americanos, assumindo-se, portanto, que a resposta pode ser variável.

Apesar da fase da lua não ter influenciado a atividade de *D. aurita* no BLS, a porcentagem de iluminação teve efeito sobre a intensidade da atividade a espécie. É proposto que as mudanças no grau de iluminação cíclica da lua têm influência sobre diferentes aspectos da fisiologia e comportamento dos organismos (Muñoz 2008). Por exemplo, existe evidência que algumas espécies de mamíferos podem reduzir (fobia) ou aumentar (filia) suas atividades como consequência do aumento da luminosidade lunar (Harmsen et al. 2011). Assim, os efeitos que a luminosidade da lua tem sobre as espécies é heterogênea, posto que algumas espécies (e.g. *Cuniculus paca* e *Dasypus novemcintus*) apresentam fobia lunar, outras espécies possuem filia lunar (*D. marsupialis*; Norris et al. 2010), enquanto em alguns casos a intensidade da luminosidade noturna não parece influenciar o padrão de atividade das espécies (Starr et al. 2012). No presente estudo, houve mais registros de *D. aurita* nas noites mais claras (75 | 100%) e nas noites mais escuras (0 | 25%), sugerindo uma estratégia comportamental

que combina fobia e filia lunar. Norris et al (2010) evidenciaram a existência de filia lunar em *D. marsupialis*, o qual apresentou atividade mais intensa quando a luminosidade foi mais alta em um fragmento da Amazônia brasileira, enquanto Parodi (2015) observou que a intensidade da atividade desta mesma espécie não variou em relação às condições do brilho lunar em duas regiões no Peru. Isso pode indicar a existência de plasticidade comportamental no gênero *Didelphis*, combinando aspectos anatômicos e peculiaridades dos ambientes nas regiões onde as espécies ocorrem.

Vários fatores podem dilucidar os motivos da mudança no comportamento em relação à porcentagem de iluminação. Para isso, entretanto, são necessários estudos comparativos da fisiologia visual nos mamíferos (Carpi 2008). Neste âmbito, destaca-se que no olho de *D. aurita* há uma estrutura que atua para melhorar a visão em condições de pouca luz, denominada *tapetum lucidum* (Olliver et al. 2004). Esta estrutura está presente na hemi-retina superior, sendo comum aos animais de hábitos noturnos, a qual incrementa a sensibilidade da retina à luz (Olliver et al. 2004). Importante também destacar outro aspecto da visão em *D. aurita* que é o fenômeno da constância de cores, no qual a cor de um objeto é a mesma independentemente dos comprimentos de ondas refletidos (Land 1977). Este tipo de visão possui papel fundamental na ecologia alimentar, detecção de presas e de predadores especialmente durante a noite (Land 1977). De acordo com o mencionado anteriormente, a funcionalidade do sistema visual influencia a percepção do ambiente e, desde modo, se assume que a anatomia de *D. aurita* lhe permite estar ativo tanto em noites mais claras quanto nas mais escuras devido à sua adaptação e capacidade de perceber o ambiente sem ser influenciada pela alta ou baixa incidência de luz.

Sugere-se que a filia lunar de *D. aurita* esteja relacionada à adaptação da espécie às mudanças de luminosidade inerentes ao hábitat florestal (mesmo com dossel contínuo a cobertura não é homogênea) e ao fato da Mata Atlântica, a exemplo da vegetação presente no BLS, estar composta por mosaicos de habitats com tipos variados de estrutura vegetacional,

influenciando diferentemente a passagem da luz noturna pela vegetação. Prugh & Golden (2014) consideram que variados fatores podem influenciar a atividade de espécies noturnas em resposta à luminosidade lunar, sendo que a supressão da luz da lua (noites escuras) teria um efeito mais forte em habitats abertos em comparação com noites mais claras. Por último, o comportamento de fobia lunar representa uma estratégia anti-predação, quando expressa por presas, ou uma resposta à diminuição da densidade de presas potenciais, por parte de predadores (Muñoz 2008). Assim, é esperado que espécies de mamíferos que são considerados presas possuam atividade mais intensa durante as noites mais escuras, nas quais são menos facilmente detectados pelos predadores (Barnum et al. 1992; Jayne & Irschick 2000). Destaca-se que, embora *D. aurita* seja presa de várias espécies de carnívoros, como *Panthera onca* (e.g. Porfírio 2009) e *Leopardus pardalis* (e.g. Vidolin, 2013; Santos et al. 2022), por exemplo, é provável que a atividade mais intensa em noites com menor porcentagem de luminosidade esteja relacionada também à sua atuação como predador de pequenos animais, em detrimento de eventual comportamento anti-predação, uma vez que a espécie está mais ativa nos dois extremos de luminosidade lunar.

CONCLUSÃO

Didelphis aurita demonstrou ser uma espécie noturna e com padrão de atividade unimodal no BLS, similar ao observado em outras localidades. A intensidade da atividade de *D. aurita* não variou de acordo a sazonalidade ou a fase da lua, embora tenha respondido à intensidade de luz noturna, com uma estratégia comportamental que combina filia e fobia lunar. Por outro lado, o padrão de atividade diária não variou em relação a nenhum dos parâmetros analisados. As variações em elementos que definem o padrão de atividade de uma espécie, considerando bioma e local de estudo, por exemplo, indicam que *D. aurita* possua algum nível de plasticidade comportamental, respondendo diferentemente a fatores abióticos e interações

ecológicas. O presente estudo contribui para o melhor entendimento do nicho temporal e da história natural de *D. aurita*, bem como de outros marsupiais neotropicais, sendo necessária a realização de estudos complementares para avaliação de outros fatores ambientais que possam afetar o comportamento e a atividade de *D. aurita*, sendo relevante também o estudo de diferentes populações para melhor compreensão do efeito dos componentes locais sobre a biologia das espécies.

REFERÊNCIAS

- ALÉSSIO, F. M., A. R. M. PONTES, & V. L. SILVA. 2005. Feeding by *Didelphis albiventris* on tree gum in the Northeastern Atlantic Forest of Brazil. *Mastozoologia Neotropical* 12(1):53-56.
- ALHO, C. J. R. 1982. Brazilian rodents, their habitats and habits: Mammalian Biology in South America (Mares, M.A. and H.H. Genoways). Pymatuning Laboratory of Ecology. University of Pittsburgh, Pittsburgh.
- ASQUITH, N. M., & M. MÉJIA-CHANG. 2005. Mammals, edge effects, and the loss of the tropical forest diversity. *Ecology* 86(2):379-390.
- Ayres, M., M. Ayres-Junior, & D. L. Ayres. 2007. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Instituto Mamiraurá, Belém.
- BANKS-LEITE, C., R. PARDINI, L. R. TAMBOSI, W. D. PEARSE, A. A. BUENO, R. T. BRUSCAGIN, & J. P. METZGER. 2014. Using ecological thresholds to evaluate the costs and benefits of set-asides in a biodiversity hotspot. *Science* 345(620):1041-1045.
- BARNUM, S. A., C. J. MANVILLE, J. R. TESTER, & W. J. CARMEN. 1992. Path selection by *Peromyscus leucopus* in the presence and absence of vegetative cover. *Journal of Mammalogy* 73:797–801.
- BROWN, B. E. 2004. Atlas of new world marsupials. *Fieldiana Zoology, New Series*, Ohio.

- CÁCERES, N.C., I. R. G. HIZONI-JÚNIOR, & M. E. GRAIPEL. 2002. Diet of two marsupials, *Lutreolina crassicaudata* and *Micoureus demerarae*, in a coastal Atlantic Forest Island of Brazil. *Mammalia* 66:331-340.
- CÁCERES, N.C., & E. MONTEIRO FILHO. 2001. Food habits, home range and activity of *Didelphis aurita* (Mammalia, Marsupialia) in a forest fragment of southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environmental* 36(2):85-92.
- CÁCERES, N. C. 2002. Food habits and seed dispersal by the white-eared opossum, *Didelphis albiventris*, in the southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37(2):97-104.
- CÁCERES, N. C. 2004. Diet of three *didelphid marsupials* (Mammalia, Didelphimorphia) in southern Brazil. *Mammalian Biology* 69(6):430-433.
- CARPI, L. C. F. G. 2008. Contraste simultâneo e constância de brilhos em gambás (*Didelphis albiventris*). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Brasília. Brasília. Brasil.
- CARVALHO, F. M., P. S. FERNANDEZ, & J. L. NESSIMIAN. 1999. Diet of small mammals in Atlantic Forest fragments in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoociências* 1(1):91-101.
- CARVER, B. D., M. L. KENNEDY, A. E. HOUSTON, & S. B. FRANKLIN. 2011. Assessment of temporal partitioning in foraging patterns of syntopic Virginia opossums and raccoons. *Journal of Mammalogy* 92(1):134-139.
- CASTILLO-FIGUEROA, D., D. MARTÍNEZ-MEDINA, & M. E. RODRÍGUEZ-POSADA. 2021. Activity patterns of medium and large mammals in two savanna ecosystems in the Colombian Llanos. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 45(177):1071-1083.

- CATZEFLIS, F. M., C. RICHARD-HANSEN, C. FOURNIER-CHAMBRILLON, A. LAVERGNE, & J. VIÉ. 1997. Biometria, reprodução e interação simpátrica de *Didelphis marsupialis* e *D. albiventris* na Guiana Francesa (Didelphidae: Mammalia). *Mammalia* 61 (2): 231-243.
- CERQUEIRA, R., & B. LEMOS. 2000. Morphometric differentiation between Neotropical black-eared opossums, *Didelphis marsupials* and *D. aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae). *Mammalia* 64(3):319-327.
- COSTA, L.P., Y. L. R. MENDES, & A. D. DITCHFIELD. 2005. Mammal Conservation in Brazil. *Conservation Biology* 19(3):672-679.
- CUNHA A. A., & M. V. VIERIA. 2005. Age, season, and vertical use of the Atlantic rainforest by the common opossum, *Didelphis aurita* Wied 1826. *Acta Theriologica* 50:551-560.
- DAL BERTO, A. C. 2012. Padrão de atividade temporal de pequenos mamíferos não voadores em Floresta Ombrófila Mista no nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Brasil.
- FACURE, K.G., A. A. GIARETTA, & E. L. A. MONTEIRO-FILHO. 2003. Food habits of the crab-eating-fox, *Cerdocyon thous*, in an altitudinal forest of the Mantiqueira range, southeastern Brazil. *Mammalia* 67:503-511.
- FERNANDEZ, F. A. S. 1989. Dinâmica de populações e uso do espaço e do tempo em uma comunidade de pequenos mamíferos da Restinga da Barra de Marica. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. Brasil.
- FERREIRA, M. S., & M. V. VIEIRA. 2014. Activity pattern of the neotropical marsupial *Didelphis aurita* in south-eastern Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Tropical Ecology* 30(2):169-172.
- FITCH, H. S., & H. W. SHIRER. 1970. A radiotelemetric study of spatial relationships in the opossum. *American Midland Naturalist* 84(1):170-186.

- FONSECA, G.A.B., & M. C. KIERULFF. 1989. Biology and natural history of Brazilian Atlantic Forest small mammals. *Bulletin of Florida State Museum, Biological Science* 34:99-152.
- FREITAS, S. R., D. A. DE MORAES, R. T. SANTORI, & R. CERQUEIRA. 1997. Habitat preference and food use by *Metachirus nudicaudatus* and *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae) in a reestinga forest at Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Biologia* 57:93-98.
- GALLIEZ, M., M. DE SOUZA LEITE, T. L. QUEIROZ, & F. A. DOS SANTOS FERNANDEZ. 2009. Ecology of the water opossum *Chironectes minimus* in Atlantic Forest streams of southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy* 90(1):93-103.
- GARDNER, A. L. 2005. Order Didelphimorphia. *Mammal Species of the World, Third Edition* (Wilson DE and DM Reeder). John Hopkins University Press. Baltimore.
- GARDNER, A. L. 2008. *Mammals of South America: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and bats*. The University of Chicago Press, Chicago.
- GENTILE, R., & F. A. S. FERNANDEZ. 1999. Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. *Mammalia* 63:29-40.
- GRAIPEL, M. E., P. R. M. MILLER, & L. GLOCK. 2003. Padrão de atividade *Akodon montensis* e *Oryzomys rusatus* na Reserva Volta Velha, Santa Catarina, sul do Brasil. *Mastozoologia Neotropical* 10:255-260.
- GRAIPEL, M. E. 2003. Contribuição ao estudo da mastofauna do estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Brasil.
- GRELLE, C. E. V. 1996. Análise tridimensional de uma comunidade de pequenos mamíferos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Brasil.
- GÓMEZ, H., R. B. WALLACE, G. AYALA, & R. TEJADA. 2005. Dry season activity periods of some Amazonian mammals. *Studies on Neotropical and Environment* 40(2):91-95.

- GOTTHARD, K. 2001. Growth strategies of ectothermic animals in temperate environments. *Environment and Animal Development* 098:287-304.
- HARMSSEN, B. J., R. J. FOSTER, S. C. SILVER, L.E.T. OSTRO, & C. P. DONCASTER. 2011. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology* 76:320-324.
- HORN, G. B., A. KIDEL, & S. M. HARTS. 2008. *Akodon montensis* (Thomas, 1913) (Muridae) as a dispenser of endozoochoric seeds in a coastal swap forest of southern Brazil. *Mammalian Biology* 73(4):325-329.
- JAYNE, B. C., & D. J. IRSCHICK. 2000. Field study of incline use and preferred speeds for the locomotion of lizards. *Ecology* 81:2969–2983.
- JESUS, R. M., & S. G. ROLIM. 2005. Fitossociologia da Mata Atlântica de Tabuleiro. *Boletim Técnico SIF* 19:1-149.
- JUNIOR, E. A. M. 2003. Área de uso, deslocamento e padrão de atividade de *Micoureus demerarae* (Thomas, 1905) (Mammalia: Didelphidae) na Reserva Biológica União, estado do Rio de Janeiro, Brasil.
- KAJIN, M., R. CERQUEIRA, M. V. VIEIRA, & R. GENTILE. 2008. Nine-year demography of the black-eared opossum *Didelphis aurita* (Didelphimorphis: Didelphidae) using life tables. *Revista Brasileira de Zoologia* 25:206-213.
- KENAGY, G. J., R. F. NESPOLO, R. A. VASQUEZ, & F. BOZINOVIC. 2002. Daily and seasonal limits of time and temperature to activity of degus. *Revista Chilena de História Natural* 75: 567-581.
- KIERULFF, M. C. M., L. H. S. AVELAR, M. E. S. FERREIRA, K. F. POVOA, & R. S. BÉRNÍ. 2014. Reserva Natural Vale: história e aspectos físicos. *Ciência & Ambiente* 49:7-40.
- KITCHEN, A. M., E. M. GESE, & E. R. SCHAUSTER, E. R. 2000. Changes in coyote activity patterns due to reduced exposure to human persecution. *Canadian Journal of Zoology* 78(5):853-857.

- KOTRSCHAL, A., DEACON, A. E., MAGURRAN, A. E., & KOLM, N. 2017. Predation pressure shapes brain anatomy in the wild. *Evolutionary Ecology* 31:619-633.
- KRONFELD-SCHOR, N., & T. DAYAN. 2003. Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 33:153-181.
- LADINE, T. A. 1997. Ecology of co-occurring populations of Virginia opossums (*Didelphis virginiana*) and raccoons (*Procyon lotor*). The University of Memphis.
- LAND, E. 1977. The retinex theory of colour vision. *Scientific American* 237:108-128.
- LEITE, Y. L. R., L. P. COSTA, & J. R. STALLINGS. 1996. Diet and vertical space use of three sympatric opossums in a Brazilian Atlantic Forest reserve. *Journal Tropical Ecology* 12:435-440.
- LEITE, Y. L. R., L. R. STALLINGS, & COSTA, L. P. 1994. Partição de recursos entre espécies simpátricas de marsupiais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro. *Revista brasileira de biologia* 54(3):525-536.
- LEITE, M. S., T. L. QUEIROZ, M. GALLIEZ, P. P. MENDONÇA, & F. A. S. FERNANDEZ. 2013. Activity patterns of the water opossum *Chironectes minimus* in Atlantic Forest Rivers of south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 29(3):261-264.
- LESSA, L. G., & L. GEISE. 2010. Hábitos alimentares de marsupiais didelfídeos brasileiros: análise do estado de conhecimento atual. *Oecologia Australis* 14(4) 910-910.
- LORETTO, D., & M. V. VIEIRA. 2005. The effects of reproductive and climatic seasons on movements in the black-eared opossum (*Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826). *Journal of Mammalogy* 86:287- 293
- LOZADA, M., N. GUTHMANN, & N. BACCALA. 2000. Microhabitat selection of five sigmodontine rodents in a Forest-steppe transition zone in northwestern Patagonia. *Studies on Neotropical Fauna & Environment* 35:85-90.

- LUO, Z. X., Q. JI, J. R. WIBLE, & C. YUAN. 2003. An early cretaceous tribosphenic Mammal and Metatherian Evolution. *Science* 1934-1940.
- MCMANUS, J. J. 1969. Temperature regulation in the opossum, *Didelphis marsupialis virginiana*. *Journal of Mammalogy* 50:550-558.
- MCMANUS, J. J. 1971. Activity of captive *Didelphis marsupialis*. *Journal of Mammalogy* 52:846-848.
- MAGALHÃES, L. M., & A. C. SRBEK-ARAÚJO. 2019. Plasticity in the timing of activity in the Red-rumped Agouti, *Dasyprocta leporina* (Mammalia: Rodentia), in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 19(2):e20180625.
- MARQUES, M. D. 2004. Rhythms and Ecology, Do chronobiologists still remember nature? *Biological Rhythm Research* 35: 1-2.
- MARQUES, R. V., & M. E. FÁBIAN. 2018. Daily activity patterns of medium and large neotropical mammals during different seasons in an area of high-altitude Atlantic rain forest in the South of Brazil. *Revista Brasileira de Zoociências* 19(3):38-64.
- MARCHALL, L. G., R. F. BULTER, R. E. DRAKE, & G. H. CURTIS. 1979. Calibration of the Great American Interchange. *Science* 204: 272-279.
- MUÑOZ DELGADO, J. 2008. A propósito de los ritmos de la luna. *Revista de la Academia Mexicana de Ciencias* 59(1):48-57.
- NASCIMENTO, V.L., J. A. FERREIRA, D. M. DE FREITAS, L. L. SOUZA, A. L. BORGES, & W. M. TOMAS. 2004. Período de atividade de alguns vertebrados do Pantanal, estimado por fotografia remota. IV Simpósio sobre recursos naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, Corumbá, Mato Grosso do Sul.
- NORRIS, D., F. MICHALSKI, & C. PERES. 2010. Habitat patch size modulates terrestrial mammal activity patterns in Amazonian Forest fragment. *Journal of Mammalogy* 91:551-560.

- OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R., M. A. TORTATO, & M. E. GRAIPEL. 2008. Activity pattern of Atlantic Forest small arboreal mammals as revealed by camera traps. *Journal of Tropical Ecology* 24(5):563-567.
- OLIVEIRA, M.E., & R. T. SANTORI. 1999. Predatory behavior of the opossum *Didelphis albiventris* on the pitviper *Bothrops jararaca*. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 34(2):72-75.
- OLLIVIER, F. J., D. A. SAMUELSON, D. E. BROOKS, P. A. LEWIS, M. E. KALLBERG, & A. M. KOMÁROMY. 2004. Comparative morphology of the tapetum lucidum (among selected species). *Veterinary Ophthalmology* 7(1):11-22.
- OLMOS, F. 1991. Observations on the behavior and population dynamics of some Brazilian Atlantic Forest rodents. *Mammalia* 55:555-565.
- PAGLIA, A. P., G. A. DA FONSECA, A. B. RYLANDS, G. HERRMANN, L. M. AGUIAR, A. G. CHIARELLO, & J. L. PATTON. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. *Occasional Papers in Conservation Biology* 6:1-82.
- PARODI, A. 2015. Patrones de actividad e influencia del ciclo lunar en la actividad de una comunidad animal del Parque Nacional del Manu. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima. Peru.
- PASSAMANI, M. 2000. Análise da comunidade de marsupiais em Mata Atlântica de Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 11/12:215-228.
- PIRES, A.S., P. K. LIBRA, F. A. S. FERNANDEZ, G. M. SCHITTINI, & L. C. OLIVEIRA. 2002. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. *Biological Conservation* 108(2):229-237.

- PORFÍRIO, G. 2009. Ecologia alimentar da onça-pintada (*Panthera onça*) na sub-região do Pantanal de Miranda, MS. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande. Brasil.
- PRUGH, R., & D. GOLDEN. 2014. Does moonlight increase predation risk? meta-analysis reveals divergent responses of nocturnal mammals to lunar cycles. *Journal of Animal Ecology* 83:504–514.
- ROLLINS, D., & J. P. CARROLL. 2001. Impacts of predation on northern bobwhite and scaled quail. *Wildlife Society Bulletin* 29(1):39-51.
- SANTORI, R. T., D. A. DE MORAES, & R. CERQUEIRA. 1995. Diet composition of *Metachirus nudicaudatus* and *Didelphis aurita* (Marsupialia, Didelphoidea) in southeastern Brazil. *Mammalia* 59:511-516.
- SANTOS, J. G.; ENTRINGER JÚNIOR, H. & SRBEK-ARAUJO, A. C. 2022. Food habits of the ocelot (*Leopardus pardalis*) in a lowland Atlantic Forest of Southeastern Brazil. *Mastozoología Neotropical* 29(2):e0681.
- SRBEK-ARAUJO, A. C., & A. G. CHIARELLO. 2013. Influence of camera-trap sampling design on mammal species capture rates and community structures in southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 13(2):51-62.
- STARR, C., K. NEKARIS, & L. LEUNG. 2012. Hiding from the moonlight: luminosity and temperature affect activity of Asian nocturnal primates in a highly seasonal forest. *PLoS One* 7(4):e36396.
- STEINER, K.E. 1981. Nectarivory and potential pollination by a Neotropical marsupial. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68(1):505-513.
- TERBORGH, J., L. LOPEZ, P. NUÑEZ, M. RAO, G. SHAHABUDDIN, G. ORIHUELA, M. RIVEROS, R. ASCANIO, G. H. ADLER, T. D. LAMBERT, & L. BALBAS. 2001. Ecological Meltdown in Predator-Free Forest Fragments. *Science* 294(5548):1923-1926.

- ULRICH, W., M. ZALEWSKI, & A. V. UVAROV. 2012. Spatial distribution and species cooccurrence in soil invertebrate and plant communities on northern taiga islands. *Annales Zoologici Fennici* 49:161-173.
- VAUGHAN, C. S., & L. F. HAWKINS. 1999. Late dry season habitat use of common opossum, *Didelphis marsupialis* (Marsupialia: Didelphidae) in Neotropical lower montane agricultural areas. *Revista Biología Tropical* 47:263-269.
- VIDOLIN, G. P. 2013. Aspectos bioecológicos de *Puma concolor* (Linnaeus, 1771), *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758) e *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1775) na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Brasil.
- VIEIRA, M. V. 1997. Body size and form in two Neotropical marsupials, *Didelphis aurita* and *Philander opossum* (Marsupialia: Didelphidae). Natural History Museum and Department of Systematics and Ecology, University of Kansas. United States.
- VIEIRA, E. M., & L. C. BAUMGARTEN. 1995. Daily activity patterns of small mammals in a cerrado area from central Brazil *Journal of Tropical Ecology* 11:255-262.
- VOLTOLINI, J. C. 1997. Estratificação vertical de marsupiais e roedores na Floresta Atlântica do Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo. Brasil.
- WANG, E. 2002. Diets of Ocelots (*Leopardus pardalis*), margays (*Leopardus wiedii*), and oncillas (*Leopardus tigrinus*) in the Atlantic Rainforest in the southeast Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37:207-212.
- WOLDA, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *The Journal of Animal Ecology* 47:369-381.
- ZANIRATO, G. L. 2017. A influência da perda e da fragmentação do habitat sobre a ocupação e o padrão de atividade do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista. São Paulo. Brasil.