
ECOLOGIA

EDUARDO CLAUDINO BUCALAM

**O PAPEL DA TEMPERATURA AMBIENTAL NO
PADRÃO DE ATIVIDADE DO TAMANDUÁ-
BANDEIRA (MYRMECOPHAGA TRIDACTYLA) EM
UMA ÁREA NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU/SP**



Rio Claro - SP
2024

EDUARDO CLAUDINO BUCALAM

**O PAPEL DA TEMPERATURA AMBIENTAL NO PADRÃO DE
ATIVIDADE DO TAMANDUÁ-BANDEIRA (MYRMECOPHAGA
TRIDACTYLA) EM UMA ÁREA NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU/SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Ecólogo

Orientador(a): Dra. Claudia Zukeran Kanda

Supervisor(a): Dr. Milton Cezar Ribeiro

Rio Claro - SP
2024

B918p

Bucalam, Eduardo Claudino

O papel da temperatura ambiental no padrão de atividade do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) em uma área no município de Botucatu/SP / Eduardo Claudino Bucalam. -- Rio Claro, 2024

31 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientadora: Claudia Zukeran Kanda

1. Padrão de atividade. 2. *Myrmecophaga tridactyla*. 3. Ecologia comportamental. 4. Catemeral. I. Título.

EDUARDO CLAUDINO BUCALAM

**O PAPEL DA TEMPERATURA AMBIENTAL NO PADRÃO DE
ATIVIDADE DO TAMANDUÁ- BANDEIRA (MYRMECOPHAGA
TRIDACTYLA) EM UMA ÁREA NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU/SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Ecólogo.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Juliana Bento De Oliveira

Prof. Dr. Viviane Brito Dias

Prof. Dr. Milton Cézar Ribeiro

Aprovado em: 11 de Novembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha mais profunda gratidão à minha mãe, Giovana Regina Ebúrneo, e ao meu avô, Luiz Pedro Ebúrneo, assim como a todos os meus familiares que me apoiaram e incentivaram ao longo da minha jornada no curso de Ecologia. Vocês tornaram possível cada vivência e aprendizado deste período marcante da minha vida, sendo fundamentais para a pessoa que me tornei.

Aos laços construídos ao longo desse caminho, minha imensa gratidão à Casa Plantae e à Tropinha, que tornaram essa trajetória ainda mais significativa e enriquecedora. Também agradeço à minha terapeuta, Glória Guilera Catelan, por seu acolhimento e suporte.

À minha orientadora, Cláudia Zukeran Kanda, meu mais sincero agradecimento por acreditar nesta ideia, por sua dedicação e paciência ao me guiar na concretização deste trabalho.

E a arte, que esteve sempre presente me ajudando a sobreviver através da expressão.

RESUMO

O padrão de atividade é fundamental para a história natural das espécies, que podem adaptar seu comportamento em resposta a fatores ambientais. Eventos climáticos extremos, como o aumento das temperaturas, representam desafios significativos à biodiversidade, levando as espécies a ajustar seus padrões comportamentais para se adaptarem. Este estudo avaliou a influência da temperatura no padrão de atividade do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) em Botucatu/SP. Foram analisados 54 registros de tamanduás obtidos por armadilhas fotográficas, em conjunto com dados de temperatura horária da estação meteorológica da UNESP de Botucatu. Observou-se que os tamanduás apresentam um padrão predominantemente noturno, entre temperaturas de 16 °C e 31 °C, evitando horários de temperaturas extremas. Esses resultados indicam que a espécie ajusta seu comportamento para evitar condições térmicas adversas, sugerindo que o aumento de temperaturas extremas, em decorrência das mudanças climáticas, pode limitar ainda mais seus períodos de atividade, impactando sua sobrevivência e forrageio. A compreensão dessa relação reforça a importância de políticas de conservação que preservem habitats adequados para a espécie, especialmente diante das crescentes ameaças climáticas.

Palavras-chave: Tamanduá-bandeira; Padrão de atividade; Ecologia comportamental; Catemeral.

ABSTRACT

The activity pattern is fundamental to the natural history of species, which can adapt their behavior in response to environmental factors. Extreme climatic events, such as rising temperatures, pose significant challenges to biodiversity, leading species to adjust their behavioral patterns to adapt. This study evaluated the influence of temperature on the activity pattern of the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) in Botucatu, São Paulo, Brazil. A total of 54 records of giant anteaters obtained from camera traps were analyzed, along with hourly temperature data from the UNESP weather station in Botucatu. It was observed that the giant anteaters exhibit a predominantly nocturnal pattern, active between temperatures of 16 °C and 31 °C, avoiding periods of extreme temperatures. These results indicate that the species adjusts its behavior to avoid adverse thermal conditions, suggesting that the increase in extreme temperatures due to climate change may further restrict its activity periods, impacting its survival and foraging. Understanding this relationship reinforces the importance of conservation policies that preserve suitable habitats for the species, especially in the face of growing climatic threats.

Keywords: Giant anteater; Activity pattern; Behavioral ecology; Cathemeral.

Title in english: The role of environmental temperature in the activity pattern of the Giant Anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) in an area in the municipality of Botucatu/SP.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	Objetivo.....	11
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1	Área de estudo.....	12
2.2	Coleta de dados.....	13
2.3	Análise de dados.....	14
3	RESULTADOS.....	16
4	DISCUSSÃO.....	22
5	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS.....	27
	ANEXOS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O padrão de atividade dos animais é um aspecto fundamental da sua história natural, em que repetem padrões comportamentais entre o desenvolvimento de atividades e de descanso diários (Halle; Stenseth, 2000). Essas diferenças comportamentais incluem padrões de atividade diurna, noturna ou crepuscular, estratégias de busca por alimento e interação com outras espécies. Essas características são sustentadas por adaptações fisiológicas, como ritmos circadianos hormonais e mecanismos de termorregulação, e morfológicas, como alterações na estruturas de camuflagem, impactando diretamente nos papéis ecológicos das espécies (McGill, et al., 2006). Os comportamentos relacionados às atividades e de descanso podem ser flexíveis quanto aos horários de sua ocorrência e estão intimamente ligados às estratégias de forrageamento, evitação de predadores, interações competitivas e termorregulação (Russo et al., 2011; Mech, 2011).

As mudanças climáticas têm um impacto multifacetado sobre a biodiversidade, resultando em ameaças diretas e indiretas à dinâmica ecológica. O aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como as ondas de calor, pode causar alterações significativas nos comportamentos de muitas espécies (Bartness; Albers, 2020). Por exemplo, mamíferos com baixa capacidade de regulação térmica podem apresentar respostas comportamentais à variação térmica, reduzindo seu deslocamento com a diminuição da temperatura do ambiente devido à baixa produção de calor corporal (Giroux et al., 2021). Essa redução na distância percorrida pode estar diretamente relacionada à diminuição da duração das atividades diárias, limitando o acesso aos alimentos e, conseqüentemente, podendo afetar sua condição física.

Os padrões de atividade dos animais podem ser influenciados por uma combinação de fatores extrínsecos (ambientais) e intrínsecos (biológicos), com uma possível interação entre eles. Os fatores extrínsecos incluem temperatura do ambiente (Donati; Borgognini-Tarli, 2006), qualidade do habitat (Wauters et al., 2001), risco de predação (Griffin et al., 2005) e pressão de caça furtiva (Di Bitetti et al., 2008). Estes fatores, combinados com os fatores intrínsecos, como massa corporal, filogenia, sexo (Zschille et al., 2010), idade e tamanho corporal (Mott et al., 2011), estágio reprodutivo (Eriksen et al., 2011) e características individuais resultantes de diferenças genéticas ou

experiência e aprendizagem (Kaczensky et al., 2006) podem modular a resposta dos animais, resultando em ajustes comportamentais e fisiológicos que otimizam a eficiência energética e a sobrevivência (Speakman, 1997; Anderson; Jetz, 2005). Assim, a interação dinâmica entre esses dois fatores determinam como os animais adaptam seus padrões de atividade para maximizar a sobrevivência e o sucesso reprodutivo.

Os comportamentos associados às atividades diárias resultam em maiores custos energéticos de locomoção, estresse térmico e risco de predação, em comparação com os períodos de descanso (Dunbar, 1988; Owen-Smith, 1998; Suselbeek et al., 2014). Os períodos de descanso oferecem isolamento e segurança, minimizando o gasto de energia, permitindo que os animais se sustentem com as reservas acumuladas durante os períodos de atividade (Halle; Stenseth, 2000), assim como proporcionam menor taxa metabólica e produção de calor térmico corporal (Bonebrake et al., 2020). Desta forma, os animais devem otimizar seu tempo ativo para satisfazer suas necessidades básicas, ao mesmo tempo que minimizam os custos relacionados à predação, estresse térmico e gastos energéticos (Downes, 2001).

O padrão de atividade de algumas espécies pode ser classificado como catemeral, caracterizado pela flexibilidade em estar ativo tanto durante o dia quanto à noite, sem restrição a períodos estritamente diurnos ou noturnos (Di Bitetti et al., 2009). Essa modulação de atividade permite que animais catemerais ajustem seus comportamentos em resposta a fatores externos, como risco de predação e competição, evitando encontros desfavoráveis ou maximizando a sobreposição de atividade com as presas, o que pode aumentar sua aptidão. Além disso, os ciclos de atividade desses animais são influenciados por fatores internos, como processos fisiológicos (Speakman, 1997; Anderson; Jetz, 2005), e externos, como mudanças na temperatura, sazonalidade (Anderson; Jetz, 2005) e fases lunares (Naylor, 1999).

Nesse contexto, o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), um mamífero terrestre de grande porte, destaca-se por sua baixa taxa metabólica basal e capacidade reduzida de termorregulação (McNab, 1985). Com uma temperatura corporal relativamente baixa (33°C) e uma dieta composta principalmente por formigas, um recurso alimentar de baixo valor calórico (Gull, 2015), a espécie precisa ajustar sua atividade diária de acordo com as condições ambientais. Esse padrão comportamental pode ser classificado como catemeral, permitindo que o tamanduá-bandeira evite temperaturas extremas durante o dia (Camilo-Alves e Mourão, 2006) e

adapte seus deslocamentos (Giroux et al., 2021). Além disso, a espécie pode modificar seu comportamento para evitar a presença humana, percebida como um estímulo análogo à predação, e minimizar ataques de cães domésticos, predadores e a caça (Horowitz, 1992; Lacerda, Tomas e Marinho-Filho, 2009).

Essa espécie utiliza desde campos abertos e savanas durante os horários de temperatura mais amena até áreas florestadas para se abrigar em momentos de temperaturas extremas (Camilo-Alves; Mourão, 2006). Isso reflete a importância de um ambiente de alta qualidade, caracterizado por uma diversidade de habitats que atendam às suas necessidades de forrageamento, refúgio e termorregulação. Ambientes assim oferecem disponibilidade de recursos alimentares, condições adequadas de abrigo e conectividade entre áreas, essenciais para sua sobrevivência. Além disso, a presença do tamanduá-bandeira serve como indicador de saúde ambiental e integridade do ecossistema, devido à sua sensibilidade a mudanças no habitat, como a destruição de florestas e a fragmentação do território (Rodrigues et al., 2008).

Apesar de sua adaptabilidade, o tamanduá-bandeira enfrenta ameaças significativas decorrentes da degradação e perda de habitat devido a atividades antrópicas, como expansão agrícola, urbanização e fragmentação de ambientes naturais (Diniz & Brito, 2013; Tang et al., 2021). Essa espécie é encontrada em diversos habitats, incluindo florestas tropicais e subtropicais, savanas e pastagens, que fornecem os recursos necessários para sua alimentação, abrigo e termorregulação. No entanto, a transformação desses ambientes em lavouras e áreas urbanas tem causado um impacto severo na disponibilidade e qualidade de habitat, prejudicando populações locais e ameaçando a viabilidade da espécie (Durigan; Ratter, 2006; Versiani et al., 2021). A fragmentação de habitats, particularmente no Cerrado brasileiro, onde o tamanduá-bandeira é amplamente distribuído, tem levado ao isolamento de populações, com consequências como a redução do fluxo gênico e da diversidade genética (Sartori et al., 2020). Além disso, a urbanização e a expansão de rodovias têm intensificado os atropelamentos, uma das principais causas de mortalidade da espécie, exigindo ações mitigatórias, como a instalação de redutores de velocidade em áreas próximas a habitats naturais (Diniz; Brito, 2013). A degradação desses ambientes também impacta outras espécies que compartilham os mesmos biomas, destacando a urgência de implementar medidas de conservação para mitigar os efeitos do desmatamento e promover a conectividade entre fragmentos de habitat.

Essas ações são essenciais para garantir a preservação do tamanduá-bandeira e da biodiversidade associada a ecossistemas como o Cerrado, um dos biomas mais ameaçados do Brasil.

Com o aumento das alterações climáticas globais, associado a degradação e perda de habitat, torna-se crucial compreender como fatores ambientais, como a temperatura, influenciam os padrões comportamentais de espécies sensíveis, como *M. tridactyla*. Este estudo tem como objetivo avaliar o efeito da temperatura ambiental no padrão de atividade dessa espécie em uma área localizada no município de Botucatu - SP. A região é marcada por intensas transformações ambientais, como urbanização e fragmentação do habitat, que resultam em um mosaico de fragmentos florestais e áreas antropizadas, impactando diretamente a fauna local. Além disso, a escolha da área se justifica pela alta presença registrada de tamanduás-bandeira, destacando sua importância como refúgio para a espécie.

Espera-se que os tamanduás apresentem maior atividade durante horários de temperaturas mais amenas, evitando extremos de calor e frio, comportamento que reflete sua adaptação às variações térmicas do ambiente. Esses resultados poderão contribuir para estratégias de conservação da espécie, especialmente em regiões impactadas por mudanças climáticas e atividades humanas.

1.1 Objetivo

Esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar o efeito da temperatura ambiental no padrão de atividade do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) em uma área localizada no município de Botucatu - SP. Especificamente, busca-se identificar os períodos de maior e menor atividade ao longo do dia e correlacionar esses padrões com as variações de temperatura, a fim de compreender se e como a temperatura influencia o comportamento dessa espécie, considerando sua baixa capacidade de termorregulação fisiológica.

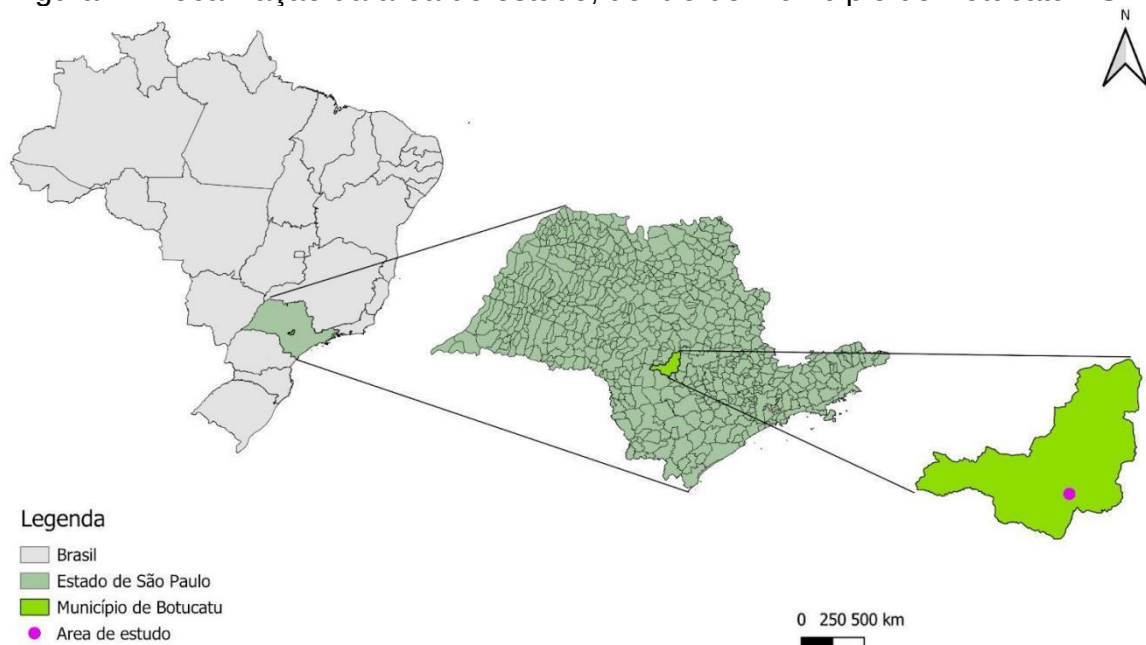
Essas informações são de grande relevância para a elaboração de estratégias de conservação, manejo de habitats e mitigação de ameaças, especialmente em áreas onde a pressão antrópica e o aquecimento global alteram significativamente os microclimas. Além disso, compreender as adaptações comportamentais do tamanduá-bandeira frente às variações térmicas pode servir como base para estudos comparativos com outras espécies de mamíferos que compartilham capacidades termorregulatórias semelhantes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada em Botucatu (Figura 1), município que se encontra no centro-oeste do estado de São Paulo. O bioma predominante na região é o Cerrado, caracterizado por sua rica biodiversidade e vulnerabilidade frente à expansão agrícola e urbana (Alves et al., 2016). O clima de Botucatu, SP, é caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos, com temperatura média anual variando de 17,24°C a 26,51°C e umidade relativa média de 70%. A precipitação acumulada anual é de aproximadamente 1.500 mm, distribuída em cerca de 107 dias de chuva. (Cunha; Martins, 2018) De acordo com a classificação de Köppen, o clima é identificado como Cfa, indicando um clima subtropical úmido com verões quentes e invernos amenos (Cunha; Martins, 2018). As chuvas concentram-se no verão, enquanto déficits hídricos podem ocorrer em alguns meses, demandando estratégias de manejo sustentável, especialmente para a agricultura local.

Figura 1 - Localização da área de estudo, dentro do município de Botucatu - SP.

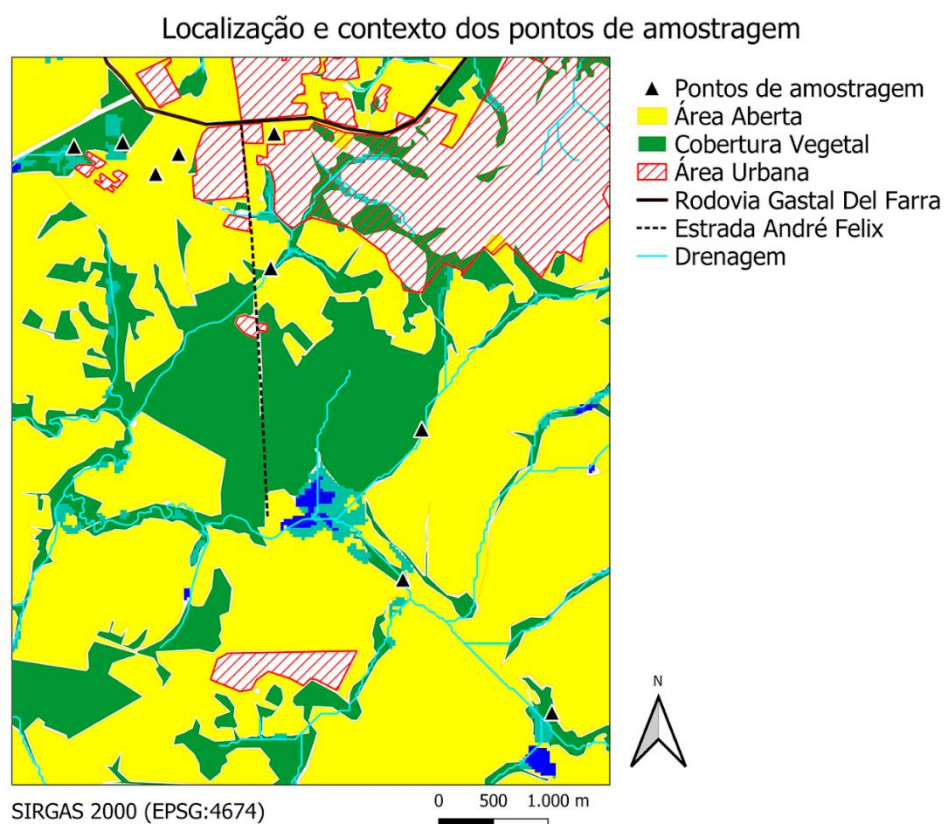


Fonte: Autor, 2024

A área amostrada está localizada em uma região de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, caracterizada por uma diversidade de fitofisionomias. Os fragmentos de áreas abertas incluem campos limpos e campos sujos, que são típicos

do Cerrado. A região também apresenta fragmentos florestais que correspondem a cerradões e florestas estacionais semidecíduais, além de fragmentos em estágios pioneiro e secundário de regeneração. As monoculturas predominantes na área incluem plantações de cana-de-açúcar, Pinus e eucalipto, que coexistem com pastagens manejadas e áreas em processo de regeneração natural. (figura 2)

Figura 2 - Distribuição geográfica dos pontos de amostragem das armadilhas fotográficas, representando diferentes tipos de habitat (cerrado, pastagens, monoculturas e fragmentos florestais) relevantes para o monitoramento da atividade do tamanduá-bandeira



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

2.2 Coleta de dados

Para análise do padrão de atividade, foram instaladas armadilhas fotográficas (*Bushnell*) em locais previamente selecionados com base em evidências indiretas de presença da espécie, como pegadas, trilhas e vestígios alimentares, além de informações obtidas junto a moradores locais e grande quantidade de atropelamentos registrados na área em curto prazo de tempo na região. Essa abordagem visou maximizar as chances de registro da espécie nos diferentes habitats presentes na

área de estudo, de modo que as armadilhas foram colocadas em trilhas e clareiras, que são possíveis caminhos utilizados pelos animais

As armadilhas fotográficas foram posicionadas em uma altura média de 60 cm acima do solo e operaram 24 horas por dia, registrando vídeos de 30 segundos com um intervalo de 1 minuto entre os registros. O período de amostragem de cada ponto amostral variou de 1 a 2 meses e ocorreu entre 03/01/2020 e 01/04/2023 (Tabela A1, Anexo I). As câmeras foram posicionadas a uma distância mínima de 500 metros e máxima de 2 quilômetros entre si, abrangendo uma área de estudo total de 4,5 km².(Figura 2)

Nove pontos amostrais foram distribuídos, com uma armadilha instalada por ponto (conforme Tabela A1 em Anexos). Estes pontos incluíram zonas de transição entre diferentes tipos de vegetação nativa, como florestas ripárias e áreas abertas de Cerrado, além de remanescentes de Cerrado em diferentes estágios de conservação, localizados dentro da área de estudo. Os dados coletados foram triados, registrando a hora, a data, a campanha de coleta de dados e o ponto amostral em que foi feito o registro do tamanduá-bandeira.

2.3 Análise de dados

O padrão de atividade foi analisado a frequência e a densidade de registros ao longo dos horários do dia foram avaliadas, utilizando a função de densidade Kernel com o auxílio do pacote Overlap (Ridout; Linkie 2009), de forma a possibilitar a identificação dos períodos de maior e menor atividade ao longo do dia. Esse método não-paramétrico permite suavizar as variações nos dados, proporcionando uma visão clara dos picos e vales de atividade ao longo do tempo.

Foram utilizados dados de temperatura do ar, registrados a cada hora, referentes ao período dos registros da espécie neste estudo. Essas informações foram fornecidas pela Estação Meteorológica da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP/Botucatu, localizada a aproximadamente 15,5 km da área de estudo, para correlacionar com os padrões de atividade observados. Para os dias em que não houve dados de temperatura disponíveis pela estação meteorológica de Botucatu, as informações de temperatura horária foram complementadas pelo Weather Underground (disponível em www.wunderground.com), que fornece dados

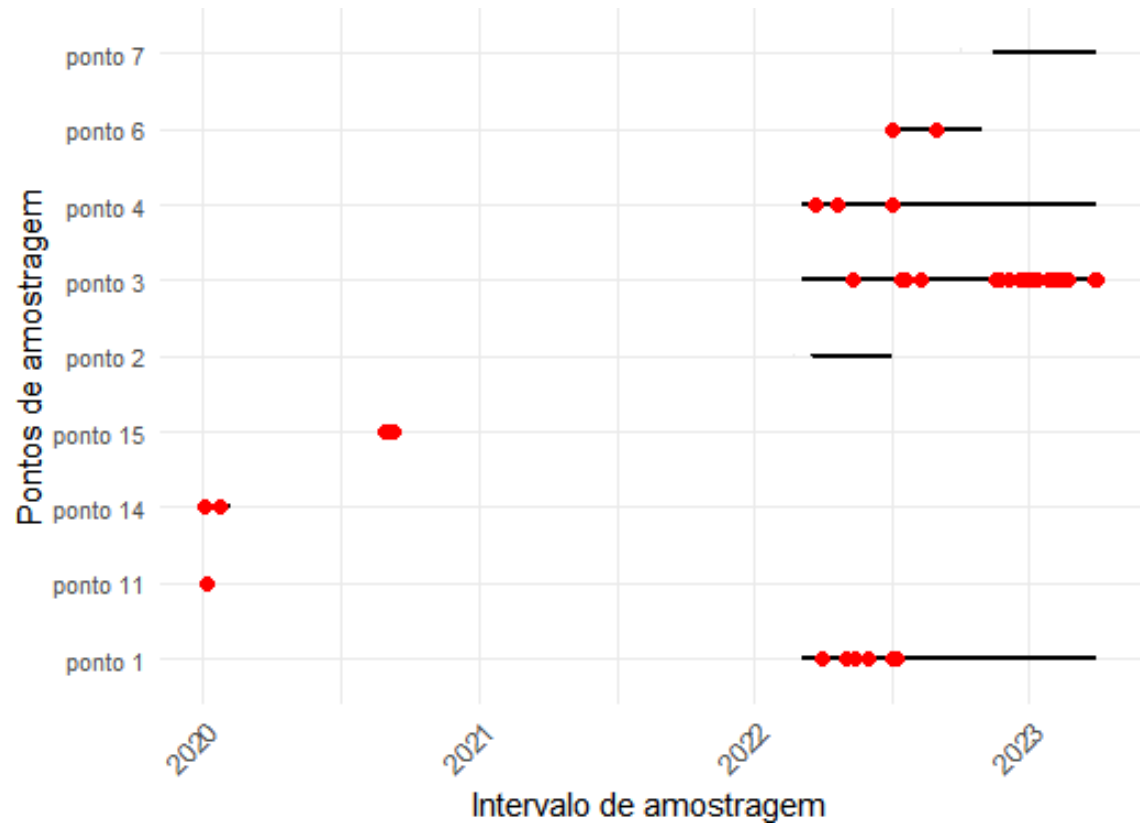
de clima do SBBU - Aeroporto de Bauru/SP. Os dias foram: 04/01/2020, 05/01/2020, 23/01/2020 e 01/01/2023.

As estimativas de sobreposição das atividades em função da temperatura foram feitas selecionando as temperaturas registradas no horário de atividade, assim como a estimativa média da temperatura diária, permitindo visualizar e comparar graficamente as distribuições de atividade em diferentes faixas de temperatura. Dessa forma, é possível identificar as faixas térmicas que correspondem a aumentos ou reduções nos períodos de atividade.

3 RESULTADOS

Totalizando esforço amostral de 38400 horas (Figura 3) 54 registros de *M.tridactyla* foram obtidos por meio do monitoramento de armadilhas fotográficas, Figura 4). Foram obtidas diferentes quantidades de registros da espécie em cada ponto amostral das armadilhas fotográficas, variando de ausência de registros até 34 registros em um único ponto (Tabela 1).

Figura 3 - Esforço amostral e período de amostragem, indicando o tempo em que a armadilha fotográfica esteve ativa (linha preta) e os registros de ocorrência do tamanduá-bandeira (pontos vermelhos).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Figura 4 - Registro fotográfico do tamanduá-bandeira no ponto 3 apresentando horários de registro e a data.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Tabela 1 – Pessoas residentes em domicílios particulares, por sexo da pessoa de referência da família (Mil pessoas) – Brasil.

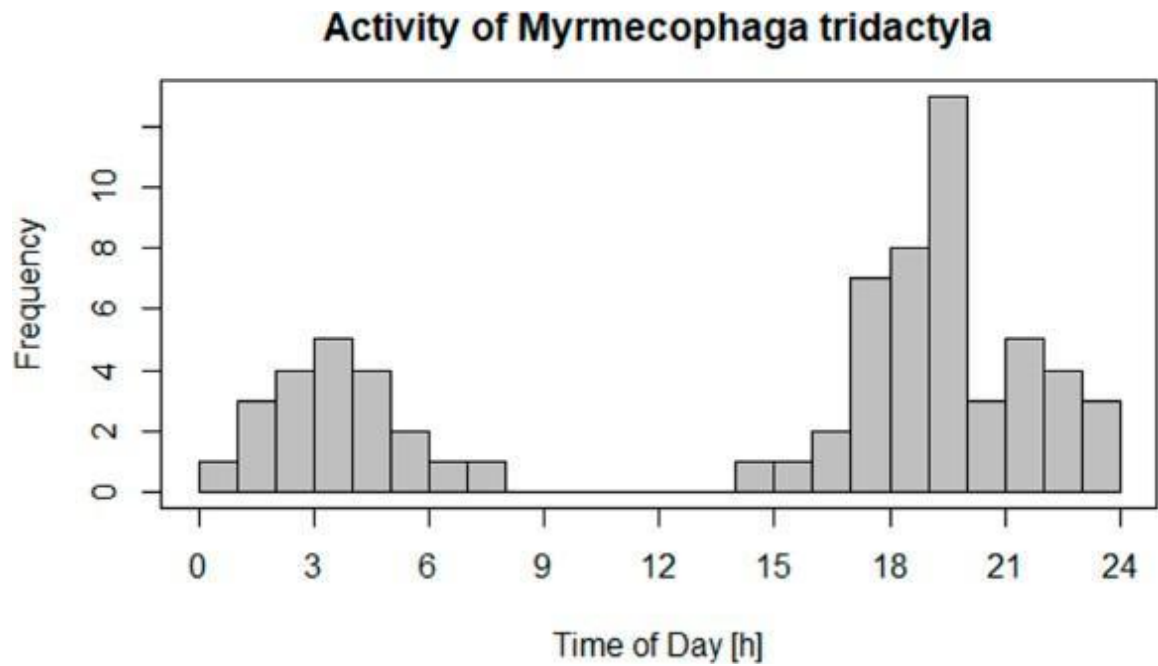
Ponto	Registro
1	7
2	0
3	34
4	3
6	2
7	0
11	2
14	2
15	4
total	54

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

A temperatura na área de estudo apresentou uma variação de 7,97°C a 29,72°C ao longo do período de estudo. De maneira geral, as temperaturas acima de 30°C registradas foram entre 10 e 17 horas e abaixo de 15°C, entre 18 e 11 horas (Figura 7), embora as frentes frias tenham ocorrido apenas em algumas ocasiões durante o período do monitoramento como nos dias 21/09/2020, quando a temperatura atingiu 3°C, e 29/06/2021, com um registro mínimo de 2°C.

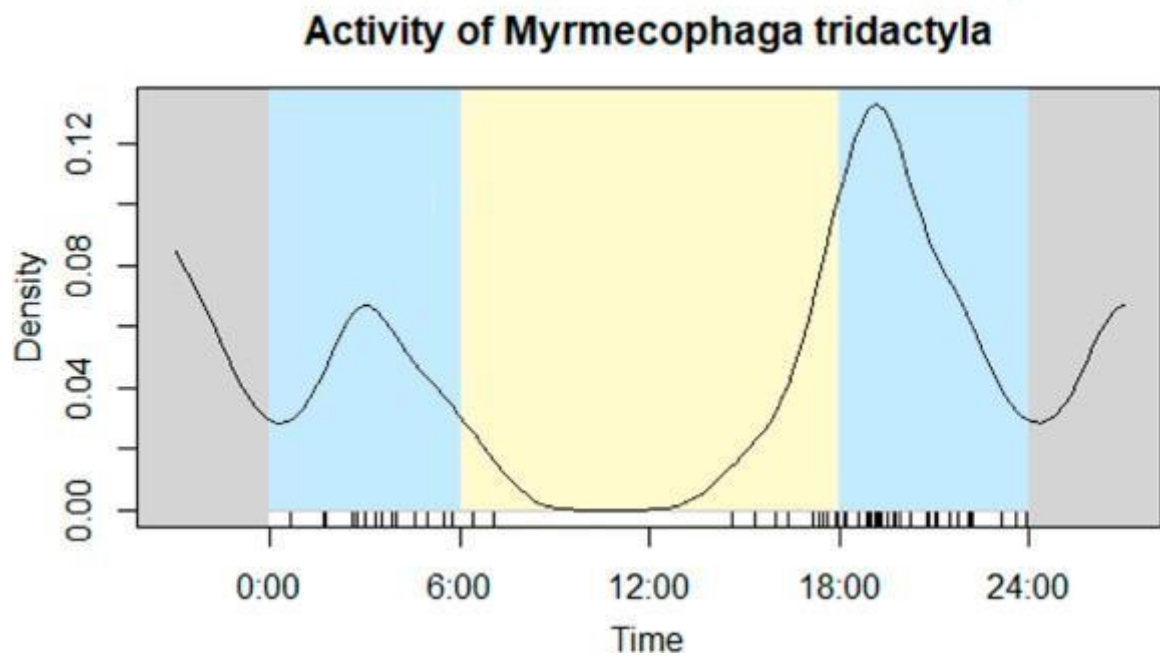
Os resultados sugerem que o *M.tridactyla* possui hábitos predominantemente noturnos, correspondendo a 76% dos registros, com pico de atividade entre 18:00 e 06:00 (Figuras 6 e 7). Não foram observados registros de atividade no período diurno entre 08:00 e 14:00 (Figuras 5 e 6), especialmente em momentos de temperaturas mais elevadas (Figura 6 e 7). A ausência de registros nesse intervalo sugere um possível período de inatividade da espécie durante essas horas. As temperaturas dos horários de registro da espécie variaram entre 15,47°C a 31°C, enquanto a amplitude de variação das temperaturas nestes dias de registros foi entre 9,38°C e 34°C (Figura 7). Já a temperatura média diária com ausência de registro da espécie variaram entre 7,97°C a 29,72°C e para os dias com registro, entre 9,38°C e 34°C (Figura 7)

Figura 5 - Histograma da frequência de registros do tamanduá-bandeira ao longo do dia no município de Botucatu - SP. O eixo X representa as horas do dia, enquanto o eixo Y mostra a frequência de registros, indicando os períodos de maior atividade da espécie conforme capturados pelas armadilhas fotográficas.



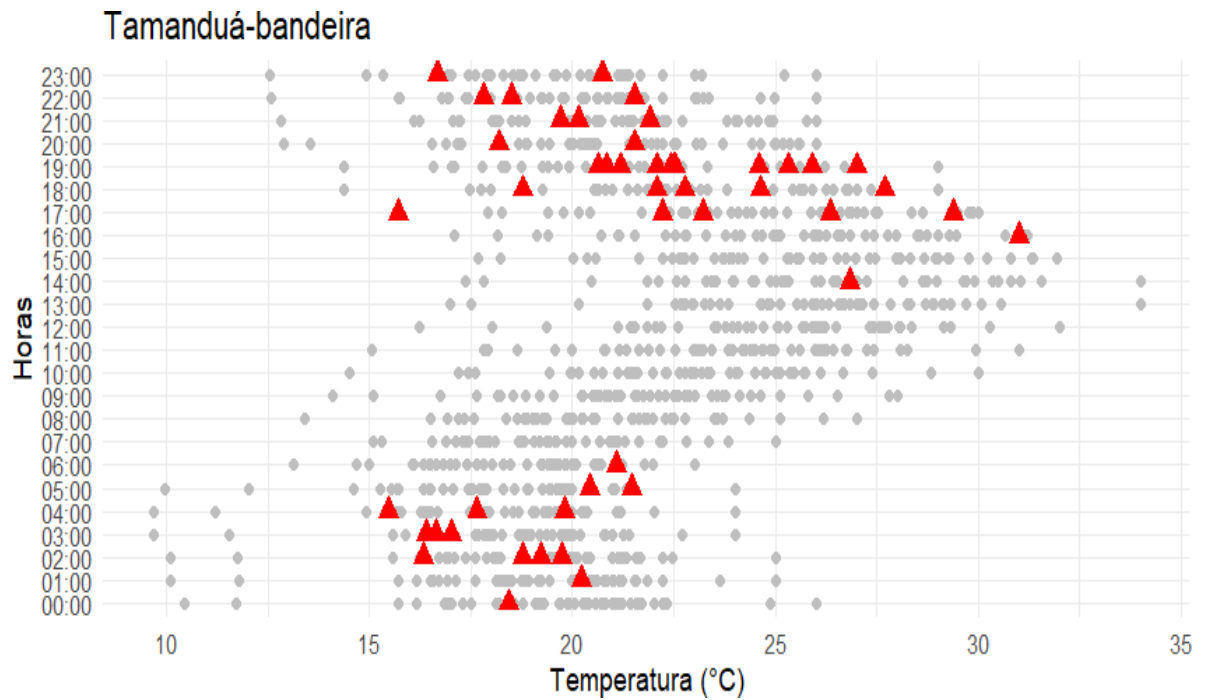
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Figura 6 - Padrão de atividade do tamanduá-bandeira no município de Botucatu - SP, representado pela densidade de Kernel. O eixo Time of Day corresponde às horas do dia, ao longo do ciclo de 24 horas, enquanto o eixo Density representa a densidade de Kernel, refletindo a probabilidade de ocorrência e intensidade de atividade ao longo do dia. O fundo da figura está colorido em azul para representar o período noturno e em amarelo para o período diurno.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Figura 7 - Variação da temperatura por hora durante os dias de registro. Triângulo vermelho indica a temperatura no momento em que o tamanduá-bandeira foi registrado, enquanto os pontos cinzas representam a temperatura por hora nos dias de observação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

4 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a maior atividade do tamanduá-bandeira ocorreu durante o final da tarde e à noite, indicando um padrão predominantemente crepuscular e noturno. Estudos indicam que a espécie mantém-se ativa dentro de sua faixa de termoneutralidade, que varia entre 15°C e 36°C, enfrentando dificuldades para permanecer ativo fora dessa faixa de temperatura (McNab, 1984) e que, em temperaturas acima de 30°C, o padrão de atividade aumenta à noite e tendem a buscar áreas com cobertura vegetal densa para se proteger do calor (Giroux, 2023). Apesar de 54 registros da espécie, os resultados deste estudo também indicaram a ocorrência da espécie entre as temperaturas de 15°C e 31°C, apesar de uma amplitude entre 9,38°C e 34°C. O único registro da espécie 31°C ocorreu às 16 horas, em uma área de floresta indicando possivelmente a busca de refúgios ambientais climáticos.

Nos dias frios, a estratégia comportamental dos tamanduás muda significativamente (Giroux, 2021). Há uma redução clara na atividade, com aumento no tempo de descanso, como uma forma de conservar energia e evitar a perda de calor (Camilo-Alves; Mourão, 2006; Di Blanco et al., 2016). O padrão torna-se mais diurno, especialmente quando as temperaturas caem abaixo de 15°C (Giroux, 2023). Além disso, durante esses períodos, os tamanduás buscam abrigo preferencialmente em áreas florestais, que fornecem um microclima mais quente em comparação com habitats abertos, contribuindo para a regulação térmica e a sobrevivência em condições adversas (Giroux et al., 2021; Camilo-Alves & Mourão, 2005).. Em nossos resultados não houve registros da espécie em horários com temperaturas abaixo de 15 °C (Figura 6).

Apesar da limitação de nossos dados, a ausência de registros da espécie abaixo desta temperatura pode estar associada a adaptações comportamentais dos tamanduás-bandeira, que, em dias mais frios, parecem adotar estratégias de economia de energia. Esses comportamentos incluem a redução do tempo de forrageamento e a minimização da exposição a temperaturas baixas (Rosa, 2007; McNab, 1984). A variação no padrão de atividade pode ser influenciada, ainda, pela menor disponibilidade de presas, como formigas e cupins, que tendem a ser menos abundantes durante o inverno, contribuindo para o equilíbrio energético (Willis et al., 1992). Contudo, não é possível afirmar diretamente que esses resultados refletem

plasticidade comportamental sem estudos adicionais. Pesquisas com maior tempo de monitoramento e realizadas em diferentes áreas de ocorrência da espécie devem ser conduzidas para avaliar os fatores que determinam as respostas comportamentais observadas.

Em dias sem registros, além da temperatura, outros fatores podem ter influenciado a ausência de capturas nas armadilhas fotográficas, como a alta frequência de gado nas imagens, disparos falsos que consumiram a memória dos dispositivos ou mesmo o uso de outras áreas e ambientes pela espécie, considerando que o delineamento amostral não foi realizado em grid. Dos 54 registros totais, 34 foram obtidos em um único ponto amostral (ponto 3), enquanto os demais pontos apresentaram entre 0 e 7 registros. Este ponto amostral estava localizado em uma trilha próxima a uma mata ciliar, transição entre área de cobertura florestal e pasto. Na área de cobertura florestal próxima ao ponto, haviam muitos formigueiros e marcas nas árvores, fatores que possivelmente contribuíram para a maior quantidade de registros da espécie neste local.

Os dados do estudo corroboram que o tamanduá-bandeira apresenta um padrão de atividade em uma faixa de temperatura semelhante à registrada em outros estudos, entre 15°C e 31°C. Contudo, na área de estudo, a espécie parece ser mais ativa com maior frequência durante os períodos noturnos e crepusculares, independentemente da temperatura, desde que esteja dentro dessa faixa padrão reportada. Curiosamente, embora dezenas de registros de temperaturas entre 15°C e 30°C tenham ocorrido entre 06h e 14h — um intervalo considerado adequado para a espécie —, nenhum registro de ocorrência foi feito nesse período, apesar das condições térmicas serem ideais.

O padrão de atividade noturno permite que os animais descansem em áreas protegidas pela vegetação durante as horas mais quentes do dia, evitando a luz solar direta, e sejam ativos nas horas mais frescas da noite (Camilo-Alves & Mourão 2006; Mourão & Medri 2007; Di Blanco et al. 2016). No entanto, essa estratégia, adotada para escapar das temperaturas extremas, reduz os custos metabólicos associados à termorregulação, mas também pode implicar em custos energéticos, como a limitação no acesso aos recursos alimentares durante o período de atividade reduzida (Angilletta 2009; Terrien et al. 2011).

A modulação do deslocamento e do uso do habitat, dois mecanismos de termorregulação comportamental, reflete essa troca entre benefícios e custos. Ao

diminuir o deslocamento em temperaturas mais elevadas, os tamanduás evitam a produção excessiva de calor endógeno gerado pela atividade muscular, conservando energia e reduzindo o risco de superaquecimento (Terrien et al., 2011). No entanto, essa estratégia também limita o acesso a recursos alimentares, como formigas e cupins, essenciais para sua dieta de baixo teor calórico (McNab, 1984). Por outro lado, ao se movimentarem mais durante as horas mais frescas, quando o risco de superaquecimento é menor, eles aumentam o tempo disponível para exploração do habitat e têm maiores chances de capturar suas presas (Angilletta et al., 2010). Assim, esse padrão comportamental equilibra a necessidade de conservar energia e o ganho calórico necessário para sua sobrevivência.

A partição temporal é um fenômeno em que as espécies exibem padrões de atividade diferenciados, para evitar possíveis encontros antagônicos, como predação e competição (Sommers et al., 2019). Dessa forma a partição temporal pode explicar o presente resultado, em que o tamanduá ajusta sua atividade menores em horários em que potenciais ameaças (humanos, cães domésticos, fluxo de carros nas estradas e rodovias) são mais ativas. Descansar durante o dia, pode evitar que os tamanduás estejam ativos no momento de maior atividade antrópica, apresentando padrões de atividade inverso, praticamente sem sobreposição (Petrazzini 2001).

A crescente fragmentação dos habitats naturais e as mudanças climáticas representam ameaças significativas à sobrevivência do tamanduá-bandeira. Com o aumento da frequência de eventos climáticos extremos, como ondas de calor e frio, a espécie pode enfrentar dificuldades adicionais para encontrar abrigos adequados e recursos alimentares suficientes. A inatividade em períodos mais quentes do dia apontado no resultado deste estudo, associado com os maiores registros da espécie em um ponto amostral em floresta, pode indicar uma preocupação frente a essas duas grandes ameaças. Devido à sua baixa taxa metabólica e temperatura corporal, os tamanduás-bandeira são particularmente vulneráveis a baixas temperaturas, o que agrava o impacto das mudanças climáticas e a perda de habitats. Fragmentos florestais, portanto, desempenham um papel crucial em sua termorregulação, fornecendo áreas onde esses animais podem se proteger de temperaturas extremas e ajustar seu comportamento de forma eficaz (Bonebrake et al., 2020).

Apesar do presente estudo não estar relacionado a temática, a conservação de fragmentos florestais e a criação de corredores ecológicos poderiam ser medidas essenciais para garantir a conectividade dos habitats, permitindo que os tamanduás

acessem áreas com condições térmicas favoráveis à sua termorregulação frente às possíveis ocorrência frequentes de eventos climáticos extremos, como as ondas de calor que ocorreram recentemente em 2024. Além disso, como medidas de estudos futuros, é fundamental integrar variáveis que relacionam o movimento animal com as condições ambientais, a fim de prever como o tamanduá-bandeira e outros mamíferos tropicais responderão ao desmatamento e às mudanças climáticas para melhor entender os efeitos da variação da temperatura ambiental no comportamento e conservação da espécie a longo prazo.

5 CONCLUSÃO

Em conclusão, apesar de poucos pontos amostrais e registros para a espécie e ser um local pontual de estudo, o tamanduá-bandeira demonstra possuir um padrão de atividade condizente com a faixa de temperatura reportada como ideal para o seu metabolismo, entre 15° C e 31°C, possivelmente ajustando seu comportamento para maximizar a eficiência energética e minimizar o estresse térmico. Suas adaptações fisiológicas e comportamentais poderiam refletir uma estratégia evolutiva que o permitiria sobreviver em ambientes com uma certa variação térmica. No entanto, as ameaças decorrentes da degradação ambiental reforçam a importância de políticas de conservação que preservem habitats adequados para a espécie, especialmente em face das mudanças climáticas, garantindo, assim, as condições necessárias para sua sobrevivência e termorregulação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Maria Ines Bulgari et al. Composição da mimercofauna de um fragmento de cerrado em regeneração em Botucatu, São Paulo. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 12, n. 1, 2016.
- ANDERSON, Kristina J.; JETZ, Walter. The broad-scale ecology of energy expenditure of endotherms. **Ecology Letters**, v. 8, n. 3, p. 310-318, 2005.
- ANGILLETTA JR, Michael J. Thermal adaptation: a theoretical and empirical synthesis. 2009.
- ANGILLETTA JR, Michael J.; HUEY, Raymond B.; FRAZIER, Melanie R. Thermodynamic effects on organismal performance: is hotter better?. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 83, n. 2, p. 197-206, 2010.
- BERTASSONI, Alessandra; MOURÃO, Guilherme; BIANCHI, Rita de Cassia. Space use by giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*) in a protected area within human-modified landscape. **Ecology and Evolution**, v. 10, n. 15, p. 7981-7994, 2020.
- BONEBRAKE, Timothy et al. Climate change and thermoregulatory consequences of activity time in mammals. **The American Naturalist**, v. 196, n. 1, 2020.
- BRANDON-MONG, G.-J. et al. Temporal changes in arthropod activity in tropical anthropogenic forests. **Bulletin of entomological research**, v. 108, n. 6, p. 792-799, 2018.
- BRIVIO, Francesca et al. Seeking temporal refugia to heat stress: increasing nocturnal activity despite predation risk. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 291, n. 2015, p. 20231587, 2024.
- CAMILO-ALVES, Constança de Sampaio e Paiva; MOURAO, Guilherme de Miranda. Responses of a specialized insectivorous mammal (*Myrmecophaga tridactyla*) to variation in ambient temperature 1. **Biotropica: The Journal of Biology and Conservation**, v. 38, n. 1, p. 52-56, 2006..
- DI BITETTI, Mario S. et al. Differential responses to hunting in two sympatric species of brocket deer (*Mazama americana* and *M. nana*). **Biotropica**, v. 40, n. 5, p. 636-645, 2008.
- DI BITETTI, Mario S. et al. Time partitioning favors the coexistence of sympatric crab-eating foxes (*Cerdocyon thous*) and pampas foxes (*Lycalopex gymnocercus*). **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 2, p. 479-490, 2009.
- DI BLANCO, Yamil E.; SPØRRING, Karina L.; DI BITETTI, Mario S. Daily activity pattern of reintroduced giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*): effects of seasonality and experience. **Mammalia**, v. 81, n. 1, p. 11-21, 2017.
- DOWNES, Sharon. Trading heat and food for safety: costs of predator avoidance in a lizard. **Ecology**, v. 82, n. 10, p. 2870-2881, 2001.

DA CUNHA, Antonio Ribeiro; MARTINS, Dinival. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

DUNBAR, Robin Ian MacDonald. Primate social systems. **Springer Science & Business Media**, 2013.

ERIKSEN, Ane et al. Activity patterns of predator and prey: a simultaneous study of GPS-collared wolves and moose. **Animal Behaviour**, v. 81, n. 2, p. 423-431, 2011.

FRANCO, José Rafael et al. ATUALIZAÇÃO DA NORMAL CLIMATOLÓGICA E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN PARA O MUNICÍPIO DE BOTUCATU-SP. **IRRIGA**, v. 28, n. 1, p. 77-92, 2023.

FUSTER, Andrea; DIODATO, Liliana; CONTRERAS, Jorge Homero. Dieta de *Myrmecophaga tridactyla* (Pilosa: Myrmecophagidae) en pastizales y bosques del noreste de Santiago del Estero y su relación con las hormigas. **Acta zoológica lilloana**, p. 1-9, 2018.

GRIFFIN, Paul C. et al. Mortality by moonlight: predation risk and the snowshoe hare. **Behavioral Ecology**, v. 16, n. 5, p. 938-944, 2005.

GIROUX, Aline et al. Activity modulation and selection for forests help giant anteaters to cope with temperature changes. **Animal Behaviour**, v. 201, p. 191-209, 2023.

GIROUX, Aline et al. The role of environmental temperature on movement patterns of giant anteaters. **Integrative Zoology**, v. 17, n. 2, p. 285-296, 2022.

GIROUX, Aline et al. Sexual, allometric and forest cover effects on giant anteaters' movement ecology. **PLoS One**, v. 16, n. 8, p. e0253345, 2021.

GULL, J. M. et al. Digestive physiology of captive giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*): determinants of faecal dry matter content. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 99, n. 3, p. 565-576, 2015.

HALLE, Stefan; STENSETH, Nils Chr. Chronoecology: new light through old windows—a conclusion. In: Activity patterns in small mammals: an ecological approach. Berlin, Heidelberg: **Springer Berlin Heidelberg**, 2000. p. 275-284.

HOOGENBOOM, I. et al. Seasonal change in the daily timing of behaviour of the common vole, *Microtus arvalis*. **Oecologia**, p. 18-31, 1984.

HOROWITZ, C. Plano de manejo do Parque Nacional de Brasília: avaliação da metodologia de planejamento adotada, execução e resultados alcançados no decênio 79/89. **Brasília, Universidade de Brasília**, 1992.

KACZENSKY, P. et al. Activity patterns of brown bears (*Ursus arctos*) in Slovenia and Croatia. **Journal of Zoology**, v. 269, n. 4, p. 474-485, 2006.

LACERDA, Ana CR; TOMAS, Walfrido Moraes; MARINHO-FILHO, Jader. Domestic dogs as an edge effect in the Brasília National Park, Brazil: interactions with native mammals. **Animal Conservation**, v. 12, n. 5, p. 477-487, 2009.

MCGILL, Brian J. et al. Rebuilding community ecology from functional traits. **Trends in ecology & evolution**, v. 21, n. 4, p. 178-185, 2006.

MCNAB, Brian K. Physiological convergence amongst ant-eating and termite-eating mammals. **Journal of Zoology**, v. 203, n. 4, p. 485-510, 1984.

MECH, L. David; CLUFF, H. Dean. Movements of wolves at the northern extreme of the species' range, including during four months of darkness. **PLoS one**, v. 6, n. 10, p. e25328, 2011.

MOURÃO, G.; MEDRI, Í. M. Activity of a specialized insectivorous mammal (*Myrmecophaga tridactyla*) in the Pantanal of Brazil. **Journal of zoology**, v. 271, n. 2, p. 187-192, 2007.

MOTT, Cy L.; BLOOMQUIST, Craig K.; NIELSEN, Clayton K. Seasonal, diel, and ontogenetic patterns of within-den behavior in beavers (*Castor canadensis*).

Mammalian Biology, v. 76, p. 436-444, 2011.

NAYLOR, Ernest. Marine animal behaviour in relation to lunar phase. **Earth, Moon, and Planets**, v. 85, n. 0, p. 291-302, 1999.

NIEDEBALLA, Jürgen et al. camtrapR: an R package for efficient camera trap data management. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 7, n. 12, p. 1457-1462, 2016.

OLIVEIRA, Fábio G.; ROENNEBERG, Till. Respostas humanas aos ciclos geofísicos diários, anuais e lunares. **Biologia atual**, v. 18, n. 17, p. R784-R794, 2008.

OWEN-SMITH, Norman. How high ambient temperature affects the daily activity and foraging time of a subtropical ungulate, the greater kudu (*Tragelaphus strepsiceros*). **Journal of Zoology**, v. 246, n. 2, p. 183-192, 1998.

REDFORD, Kent H. Feeding and food preference in captive and wild giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*). **Journal of Zoology**, v. 205, n. 4, p. 559-572, 1985.

RIDOUT, Martin S.; LINKIE, Matthew. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics**, v. 14, p. 322-337, 2009.

ROSA, Augusto Lisboa Martins. Efeito da temperatura ambiental sobre a atividade, uso de habitat e temperatura corporal do tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) na fazenda Nhumirim, Pantanal. 2007.

RUSSO, Danilo et al. Out of the dark: diurnal activity in the bat *Hipposideros ruber* on São Tomé island (West Africa). **Mammalian Biology**, v. 76, p. 701-708, 2011.

SPEAKMAN, John. Factors influencing the daily energy expenditure of small mammals. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 56, n. 3, p. 1119-1136, 1997.

SOMMERS, Pacifica; CHESSON, Peter. Effects of predator avoidance behavior on the coexistence of competing prey. **The American Naturalist**, v. 193, n. 5, p. E132-E148, 2019.

SUSELBEEK, Lennart et al. Food acquisition and predator avoidance in a Neotropical rodent. **Animal Behaviour**, v. 88, p. 41-48, 2014. novas

SUSELBEEK, Lennart et al. Food acquisition and predator avoidance in a Neotropical rodent. **Animal Behaviour**, v. 88, p. 41-48, 2014.

TANG, Lanping et al. Which impacts more seriously on natural habitat loss and degradation? Cropland expansion or urban expansion?. **Land Degradation & Development**, v. 32, n. 2, p. 946-964, 2021.

TERRIEN, Jeremy; PERRET, Martine; AUJARD, Fabienne. Behavioral thermoregulation in mammals: a review. **Frontiers in bioscience**, v. 16, n. 4, p. 1428-1444, 2011.

VERSIANI, Natalia F. et al. Protected areas and unpaved roads mediate habitat use of the giant anteater in anthropogenic landscapes. **Journal of Mammalogy**, v. 102, n. 3, p. 802-813, 2021.

WILLIAMS, David R. et al. Proactive conservation to prevent habitat losses to agricultural expansion. **Nature sustainability**, v. 4, n. 4, p. 314-322, 2021.

WILLIS, C. K.; SKINNER, J. D.; ROBERTSON, H. G. Abundance of ants and termites in the False Karoo and their importance in the diet of the aardvark *Orycteropus afer*. **African Journal of Ecology**, v. 30, n. 4, p. 322-334, 1992.

ANEXOS

Tabela 1 – Tabela A1 - Localização das armadilhas fotográficas instaladas para o monitoramento do padrão da atividade do tamanduá-bandeira no município de Botucatu - SP e suas respectivas coordenadas -. SIRGAS 2000.

Ponto	Zona	E (long)	E (lat)	Data instalação	Data retirada
1	22K	763716	7459126	05/03/2022	01/04/2023
2	22K	762733	7458931	05/03/2022	04/07/2022
3	22K	763672	7457801	05/03/2022	01/04/2022
4	22K	762695	7458884	05/03/2022	01/04/2023
6	22K	764805	7455821	04/07/2022	30/10/2022
7	22K	766196	7453650	30/10/2022	01/04/2023
11	22K	764661	7454077	03/01/2020	07/01/2020
14	22K	764254	7453525	23/01/2020	07/02/2020
15	22K	767340	7451026	29/08/2020	11/09/2020

Fonte: Elaborado pelo autor