

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL

KAÍQUE FERREIRA DE MACEDO

COMPARAÇÃO ENTRE O PERFIL TÉRMICO DE
CAIXAS-NINHO E OCOS NATURAIS VISANDO SEU
USO POR MICOS-LEÕES-PRETOS

Artigo apresentado à Universidade Federal de
Viçosa como parte das exigências da disciplina
BIO 499 – Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador: Dr. Guilherme Siniciato Terra Garbino


Viçosa
Minas Gerais – Brasil
2025

KAÍQUE FERREIRA DE MACEDO

COMPARAÇÃO ENTRE O PERFIL TÉRMICO DE
CAIXAS-NINHO E OCOS NATURAIS VISANDO SEU
USO POR MICOS-LEÕES-PRETOS


Artigo apresentado à Universidade Federal de
Viçosa como parte das exigências da disciplina
BIO 499 – Trabalho de Conclusão de Curso.

APROVADO: 31 de janeiro de 2025.

Documento assinado digitalmente
 KAIQUE FERREIRA DE MACEDO
Data: 02/02/2025 20:40:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Kaíque Ferreira de Macedo

(Autor)

Documento assinado digitalmente
 GUILHERME SINICIATO TERRA GARBINO
Data: 02/02/2025 21:12:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Guilherme Siniciato Terra Garbino

(Orientador)

(UFV)

Agradecimentos

Para a construção desse TCC, contei com ajuda de diversas pessoas ao longo da minha graduação, aqui menciono algumas entre elas.

À minha família, que sempre me ajudou, especialmente minha mãe, meu padrasto e meus avós, sem eles nem na universidade eu estaria. Meu pai e meu irmão pelo suporte.

O Professor Renato Feio e o agora Doutor Clodoaldo que foram meus primeiros orientadores, me apresentaram como o mundo acadêmico funciona, como escrever um artigo e mundo dos campos e coleções. E claro, os momentos de comemoração nos famosos churrascos no Museu de Zoologia João Moojen.

Aos meus orientadores atuais, Professor Guilherme Garbino e Professora Gabriela Rezende, por aceitarem me orientar, me mostrar o mundo da conservação e ecologia, terem paciência de ensinar a fazer as análises estatísticas e os desenhos experimentais, pelas diversas oportunidades de fazer campo em locais novos e assim conhecer pessoas e animais incríveis (especialmente o mico-leão-preto).

Aos amigos que fiz ao longo da graduação, Tandara, como companheiros de república e de curso, e Luis, juntos desde 2019, Ana Luiza Guido, uma bela amizade pós-pandemia. Aos amigos do Museu de Zoologia João Moojen, local que foi uma segunda casa pra mim. O pessoal da Herpeto e da Masto, que sempre estava lá para um cafezinho e fofoca para distrair do estresse do trabalho. Um especial a minha “filha” Ana Paula, Adeline, João Pedro e Maria “Marcia” Clara, importante ponto de apoio no MZUFV.

Ao pessoal do IPÊ do Pontal do Paranapanema por sempre me dar um conforto nessa cidade tão longe de casa, especialmente ao pessoal do campo João, João, Wilsinho e Daniel, por ajudar no trabalho que foi projetar, construir e instalar essas caixas no meio do mato. Ao Eduardo Zanette, por acompanhar esse projeto desde o início, ajudado no desenho do experimento e ensinado a fazer as análises no tão temido R.O João Pedro, MZUFV e IPÊ, que sempre me apoiou, inclusive indo pela primeira vez comigo pra Teodoro Sampaio, conhecer o IPÊ e o mico-leão-preto, também pelas horas de análise de tabela e filmagens de câmera trap.

À todos os supervisores e companheiros de estágio externo que tive, CETAS Barueri, Zoológico de Guarulhos, Oceânica e IPÊ por todo conhecimento e experiências que me proporcionaram.

Aos professores e funcionários da Silvicultura da Universidade Federal de Viçosa, que doaram parte dos bambus utilizados na pesquisa.

Ao Parque Estadual Morro do Diabo, seu gestor e funcionários, pelo auxílio, especialmente o Didi pela ajuda nas coletas de bambu em Teodoro Sampaio.

À Universidade Federal de Viçosa e ao curso de Ciências biológicas (Bacharel e Licenciatura) por todo aprendizado, infraestrutura e auxílio nesses anos de graduação.

Agradeço a Durrell Wildlife Conservation Trust e Disney Conservation Fund pelo financiamento desse projeto.

RESUMO

Os ocos naturais em árvores são abrigos essenciais para uma grande diversidade de vertebrados, incluindo o mico-leão-preto, primata ameaçado *Leontopithecus chrysopygus*, que depende desses locais para termorregulação, proteção contra adversidades climáticas e predadores. A perda de habitat e a escassez de árvores maduras em áreas de restauração reduziram a disponibilidade desses ocos. Como forma de fornecer esse recurso, foi necessária a criação de dormitórios artificiais. Este estudo avaliou as propriedades de isolamento térmico de ocos naturais usados pelo mico-leão-preto em comparação com três modelos de dormitórios artificiais: entrenós de bambu e caixas de madeira de cedrinho com paredes duplas, com e sem isolamento de lã de rocha. Os perfis térmicos foram coletados no Parque Estadual Morro do Diabo (São Paulo) e em Viçosa (Minas Gerais). Foram instalados sensores de temperatura (*data loggers*) no interior dos dormitórios artificiais e naturais, além de um sensor externo para medir a temperatura ambiente. As medições ocorreram a cada 30 minutos por períodos de até três meses. Os ocos naturais apresentaram maior estabilidade térmica, com amplitudes menores de temperatura e melhor isolamento em comparação aos modelos artificiais. Entre as caixas-ninho, as de cedrinho com paredes duplas demonstraram desempenho térmico mais próximo ao dos ocos naturais, especialmente a que não tinha a lã de rocha. Os modelos de bambu mostraram-se menos eficazes na regulação térmica, embora aqueles com altura e diâmetro maiores tenham demonstrado uma melhora nos resultados. Esses achados destacam a importância de aperfeiçoar os projetos de dormitórios artificiais para replicar as condições microclimáticas dos ocos naturais, contribuindo para a conservação do mico-leão-preto em paisagens onde esse recurso é escasso.

Palavras-chave: *Leontopithecus chrysopygus*, manejo do habitat, isolamento térmico, oco de árvore.

Sumário

1	Introdução.....	12
2	Materiais e Métodos.....	14
2.1	Área de Estudo.....	14
2.2	Ocos naturais e artificiais – experimento no PEMD.....	15
2.3	Ocos artificiais – experimento no MZUFV.....	22
2.4	Análise dos dados.....	25
3	Resultados.....	25
3.1	Ambiente.....	26
3.2	Oco natural.....	26
3.3	Dormitórios artificiais - PEMD.....	27
3.4	DAV Bambu.....	35
4	Discussão.....	40
5	Conclusão.....	42
6	Referências.....	44

Lista de Figuras

- Figura 1. **Mico-Leão-Preto (MLP), espécie alvo desse estudo. 12**
- Figura 2. **Ocos naturais em árvore utilizados durante o experimento no Parque Estadual Morro do Diabo (Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil): A) Dormitório 1 (Ficus sp.), B) Dormitório 2 (Plinia rivularis); C) Dormitório 3. 16**
- Figura 3. **Buracos feitos nas árvores, fechados após captura de micos-leões-pretos: A e B) Dormitório 2; C e D) Dormitório 3. 17**
- Figura 4. **Exemplares dos dormitórios artificiais (DA) feitos de bambu (DA Bambu). 18**
- Figura 5. **Exemplar do modelo que foi usado para fazer os dormitórios artificiais DA Ar e DA Rocha: A) A caixa vista de cima, antes de isolar a parede dupla com a madeira, onde é possível ver a lã de rocha nesse espaço; B) A caixa vista de cima, agora com a parede dupla isolada utilizando madeira; C) Caixa pronta em vista frontal. DA: Dormitório Artificial. 19**
- Figura 6. **Exemplos das rachaduras que surgiram nos dormitórios artificiais (DA) dos modelos DA Ar e DA Rocha. 19**
- Figura 7. **Mapa indicando os locais dos blocos onde as coletas de dados foram realizadas, no Parque Estadual Morro do Diabo (Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil). 20**
- Figura 8. **Esquema representando um bloco experimental utilizado para avaliar o isolamento térmico de dormitórios artificiais em comparação com ocos naturais. O bloco é composto por um oco natural em árvore e três modelos de dormitórios artificiais (DA): DA Ar (caixa de madeira com paredes duplas sem isolamento; abertura 12 × 12 cm), DA Rocha (caixa de madeira com paredes duplas e isolamento de lã de rocha; mesmas dimensões do DA Ar) e DA Bambu (entrenó de bambu com abertura de 7 cm), esses dormitórios foram fechados com tela de arame. Sensores de temperatura (Kestrel) foram instalados dentro dos abrigos para registrar os perfis térmicos. *Foram estimadas as médias dos valores para cada categoria (\pm Desvio padrão). 20**
- Figura 9. **Dormitórios artificiais (DA) em campo: A) DA Bambu; B) DA Ar; C) DA Rocha. 21**
- Figura 10. **Mapa da região próxima ao Museu de Zoologia João Moojen na Universidade Federal de Viçosa, mostrando os locais onde os dados foram coletados. 23**
- Figura 11. **DAV Bambu instalado em campo na mata do entorno do museu de zoologia João moojen em Viçosa. DAV: Dormitório Artificial Viçosa. 24**
- Figura 12. **Temperatura média no Ambiente e em cada dormitório artificial (DA) e natural**

usados no experimento do PEMD (Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, Brasil). Com a barra de desvio padrão. 28

Figura 13. Temperatura mínima média no Ambiente e em cada dormitório artificial (DA) e natural usados no experimento do PEMD (Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, Brasil). Com a barra de desvio padrão. * Dormitório 1 diferiu estatisticamente de todos os outros modelos ($p < 0,05$). 28

Figura 14. Temperatura máxima média no Ambiente e em cada dormitório artificial (DA) e natural usados no experimento do PEMD (Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, Brasil). Com a barra de desvio padrão. * Dormitório 3 e DA Ar diferiram significativamente do Ambiente, DA Rocha e DA Bambu ($p < 0,05$). ** Dormitório 1 teve diferença estatística com o Ambiente, DA Bambu e Dormitório 2 ($p < 0,05$). 29

Figura 15. Amplitude no Ambiente e em cada dormitório artificial (DA) e natural usados no experimento do PEMD (Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, Brasil). Com a barra de desvio padrão. * DA Ar e Dormitórios 2 e 3 tiveram diferença significativa com todos os outros modelos ($p < 0,05$). ** Dormitório 1 diferiu estatisticamente de todos os outros modelos ($p < 0,05$). 29

Figura 16. Temperatura média ($^{\circ}\text{C}$, calculada a partir de dados brutos) por hora, durante o ciclo de 24h no interior dos dormitórios naturais e artificiais, e no ambiente. O desvio padrão é apresentado. DA: Dormitório Artificial. 35

Figura 17. Temperatura média ($^{\circ}\text{C}$, calculada a partir de dados brutos) durante o ciclo de 24h no interior dos dormitórios artificiais em comparação com as condições ambientais externas em Viçosa. DAV: Dormitório Artificial Viçosa. 37

Lista de Tabelas

- Tabela 1. **Informações sobre os ocos naturais utilizados no experimento. NI: Não identificada. DAP: Diâmetro à altura do peito. 16**
- Tabela 2. **Medidas dos modelos de dormitórios artificiais (DA) e altura do posicionamento em campo. *Foram estimadas as médias dos valores sempre para cada categoria (\pm Desvio padrão). \emptyset : diâmetro 24**
- Tabela 3. **Relação da temperatura externa (Ex.) e interna (In.) dos ocos naturais usados nesse estudo. DAP = Diâmetro à Altura do Peito. 27**
- Tabela 4. **Temperaturas (\pm desvio padrão) do ambiente e dos dormitórios naturais e artificiais do experimento realizado no Parque Estadual Morro do Diabo (Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil). DA: Dormitório Artificial. Temp: Temperatura. 30**
- Tabela 5. **Temperatura média (\pm desvio padrão) do Ambiente, Dormitórios Artificiais (DA) e naturais por hora ao longo de um dia separado por mês do experimento realizado no Parque Estadual Morro do Diabo (Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil). 31**
- Tabela 6. **Temperaturas do ambiente e dos dormitórios artificiais de Viçosa (DAV). Temp: Temperatura. 36**
- Tabela 7. **Relação da temperatura externa (Ex.) e interna (In.) dos dormitórios artificiais usados nesse estudo. n = tamanho da amostra. DA: Dormitório Artificial. DAV: Dormitório Artificial Viçosa. 36**
- Tabela 8. **Temperatura média (\pm desvio padrão) do Ambiente e Dormitório Artificial Viçosa (DAV) Bambu por hora ao longo de um dia separado por mês do experimento realizado no entorno do Museu de Zoologia João Moojen (Viçosa, Minas Gerais, Brasil). 37**

1 Introdução

Ocos naturais, encontrados em árvores vivas ou mortas, são recursos importantes para uma grande diversidade de vertebrados, servindo como abrigo contra predadores, proteção contra adversidades climáticas e dormitório (Remm e Löhmus, 2011; Saunders et al., 2014; Goldingay et al., 2015). Dentre os primatas os únicos gêneros que utilizam esse recurso são os *Aotus* e os *Leontopithecus* (Aquino e Encarnación, 1986; Kierulff et al., 2002). Sendo uma das espécies que frequentemente utiliza tais abrigos o mico-leão-preto (MLP) (Fig. 1), *Leontopithecus chrysopygus* (Mikan, 1823), um pequeno primata (500–600 g) endêmico da Mata Atlântica de interior do estado de São Paulo, Brasil (Kierulff, 2008). Indivíduos da espécie utilizam ocos encontrados em árvores vivas ou mortas para se abrigar durante a noite, sendo essa uma estratégia importante para a sobrevivência da espécie (Passos, 1992; Kierulff et al., 2002), pois os ocos fornecem proteção contra predadores e contra adversidades do clima (Passos, 1992; Heymann, 1995). Além de contribuir para a coesão social (Anderson, 2000). O MLP está ameaçado de extinção, sendo considerado como “Em Perigo” nas listas global, nacional e estadual (São Paulo, 2014; ICMBio, 2018; Rezende et al. 2020), tendo como principal ameaça a perda e fragmentação do habitat (Kierulff, 2008).

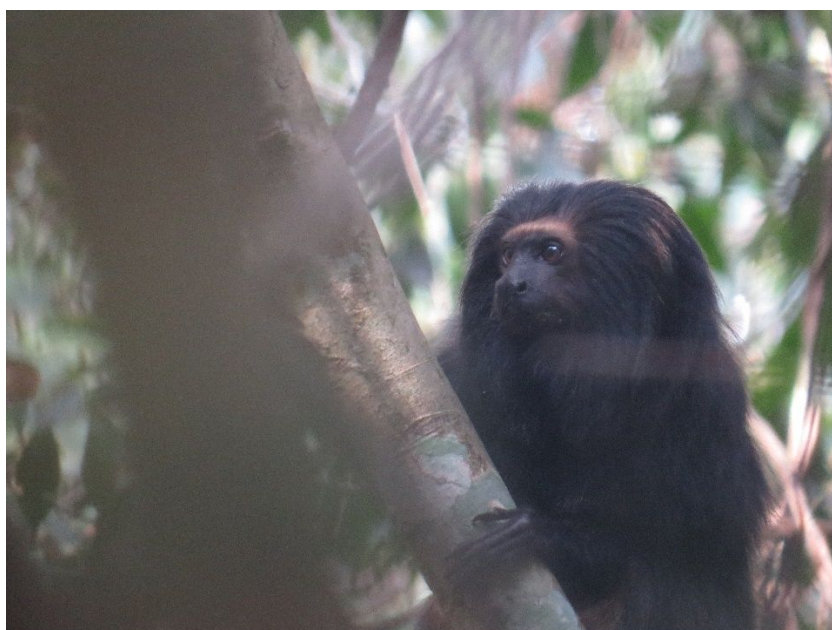


Figura 1. Mico-Leão-Preto (MLP), espécie alvo desse estudo.

A fragmentação do habitat leva ao isolamento geográfico e os pequenos fragmentos formados são mais suscetíveis as flutuações ambientais e efeitos de borda

(Wootton e Pfister, 2013). Para reestabelecer a conexão entre esses fragmentos, uma das estratégias cada vez mais utilizada é o plantio de corredores ecológicos, conectando populações isoladas (Gregory et al., 2021). Contudo, os corredores recém-plantados são formados por árvores jovens, e as cavidades ocorrem com maior frequência em florestas maduras (Smith et al., 2008; Lindenmayer e Laurance, 2017). Por esse motivo, árvores com ocos demoram muito tempo para se originarem (Saunders et al. 2014), não sendo observadas em curto e médio prazo em áreas restauradas.

Visando suprir essa necessidade por abrigos, uma estratégia muito utilizada é a de fabricação e instalação de dormitórios artificiais (López-Baucells, 2017). Tais estruturas são utilizadas com sucesso por diversos grupos de vertebrados, como anfíbios, aves, morcegos e pequenos mamíferos não voadores (Goldingay e Stevens, 2009; Franco et al., 2011; Veiga et al., 2013; Warakai et al., 2013; Glorioso e Waddle, 2014; Mering e Chambers, 2014). Os dormitórios artificiais são bastante usados para aves, especialmente em áreas próximas a ambientes urbanos (Corrigan et al., 2011; Altwegg et al., 2013). Há também relatos de seu uso para morcegos insetívoros (Baranauskas, 2010) e estudos que sugerem que essas estruturas são um apoio efetivo para espécies ameaçadas de mamíferos (Goldingay et al, 2015; Harley, 2016; Goldingay, 2017). Contudo, os mamíferos não voadores demonstram baixo uso de caixas-ninho, geralmente ocupando 21% ou menos das estruturas empregadas (Franco et al., 2011; Veiga et al., 2013; Warakai et al., 2013). O MLP, alvo deste estudo, tem apenas um registro do uso desse tipo de abrigo na literatura (Garcia et al., 2021).

Um recurso importante fornecido pelos dormitórios naturais é o isolamento térmico. Animais endotérmicos, em locais de temperaturas mais frias, tendem a produzir mais calor metabólico, gastando mais energia com termorregulação (Dawson et al., 2005; Rowland et al., 2017). Contudo, caso a temperatura esteja muito quente, pode causar níveis elevados de perda de água por transpiração (Dawson, 1969; Rowland et al., 2017). Portanto, esse recurso é importante para que o animal economize energia na termorregulação, podendo assim, investir em crescimento e reprodução (Dawson et al., 2005; Porter e Kearney, 2009). Outra estratégia que alguns primatas utilizam para suprir essa necessidade de aquecimento é a termorregulação social (Anderson, 2000).

Estudos comparativos sobre as propriedades térmicas dos dormitórios artificiais e naturais, abordam principalmente o sucesso reprodutivo em aves (Purcell et al., 1997; Amat-Valero et al., 2014; Singh et al., 2016; Marzias et al., 2017), sendo escassos trabalhos que contemplem as propriedades térmicas dos ocos naturais para primatas (Rowland et al., 2017). Entre os estudos com reprodução de aves, alguns associam as caixas-ninho a um sucesso reprodutivo (Purcell et al., 1997) e outras não encontram efeito de sucesso reprodutivo nos dormitórios artificiais (Singh et al., 2016).

Nesses estudos, foi observado que dormitórios artificiais que não tem propriedades térmicas adequadas podem causar dano à fauna-alvo (Isaac et al., 2008; Marzias et al., 2017). Tal efeito deletério foi demonstrado em um estudo feito em área de clima frio, que constatou uma menor sobrevivência e tamanho reduzido nos filhotes de *Tachycineta bicolor* que estavam em ninhos feitos em dormitórios artificiais mais frios (Dawson et al., 2005). De maneira análoga, em caixas-ninho com temperaturas mais altas, observou-se uma elevada taxa de mortalidade em juvenis de *Falco naumanni* (Catry et al., 2011).

Nesse estudo, descrevemos o perfil térmico de três ocos naturais usados pelo mico-leão-preto em relação ao ambiente, e os comparamos com três modelos de dormitório artificial, no Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, SP. Além disso, comparamos um segundo modelo de bambu gigante, com tamanho maior que do experimento anterior, com o perfil térmico do ambiente em Viçosa, MG. O objetivo foi testar se dormitórios artificiais feitos com diferentes materiais e arquiteturas podem imitar a propriedade de isolamento térmico dos ocos naturais usados pelos micos-leões. Assim, fornecemos novas ideias para o desenvolvimento dos modelos de caixas-ninho usadas pela fauna.

2 Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A primeira parte do estudo foi realizada na região do Pontal do Paranapanema, extremo oeste de São Paulo, especificamente no Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD; 22°31'26"S, 52°18'11"W, Datum WGS84), que está localizado na cidade de Teodoro Sampaio, São Paulo. O parque é um remanescente

de Mata Atlântica com 33,800 ha e vegetação de Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012; Veloso et al., 1991). Seguindo a classificação de Koppen, o PEMD possui um clima do tipo Cwa, tendo estação seca no inverno, sendo a temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e o verão chuvoso, com média de temperatura no mês mais quente acima de 22°C (Mielke e Casagrande 1997). A segunda parte foi feita no Museu de Zoologia João Moojen (MZUFV), no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada na cidade Viçosa, Minas Gerais. Na região do entorno do MZUFV encontra-se uma área de vegetação da Mata Atlântica do tipo Floresta Estacional Semidecidual Montana (IBGE, 2012; Veloso et al., 1991).

2.2 Ocos naturais e artificiais – experimento no PEMD

Nós selecionamos três ocos naturais (Dormitório 1, Dormitório 2 e Dormitório 3) (Fig.2) utilizados por grupos de micos-leões-pretos monitorados pelo Programa de Conservação do Mico-leão-preto do IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas, localizados em árvores de diferentes espécies (*Ficus* sp., *Plinia rivularis* e uma não identificada). Essas árvores tem tamanho variado, com altura de 23; 9 e 7 m e DAP (Diâmetro à Altura do Peito) de 124,2; 22,3 e 31,8 cm (Tabela 1). Os ocos naturais tem sombreamento do dossel de 73,6; 72,2 e 75,7%, esses dados foram coletados usando a lente grande angular de um telefone Galaxy M31, com uma lente de 0,45x externa acoplada e a porcentagem foi calculada usando o programa Gap Light Analyzer version 2.0 image processing software.

As entradas dos ocos, com abertura tendo tamanhos variados (40x12; 23x7 e 48x9cm) e que estavam a 1,3; 3 e 1,7 metros do solo (altura acessível em campo), estavam viradas para o Norte (Dormitório 1), Sudeste (Dormitório 2) e Nordeste (Dormitório 3) (Tabela 1). Além disso, é importante mencionar que o Dormitório 2 e Dormitório 3 foram utilizados, previamente a este estudo, para captura de MLPs. Logo, parte dos troncos das respectivas árvores precisou ser aberta e depois fechada utilizando madeira, prego e arame (Fig. 3).

Tabela 1. Informações sobre os ocos naturais utilizados no experimento. NI: Não identificada.
DAP: Diâmetro à altura do peito.

Oco Natural ID	Árvore ID	Altura árvore (m)	DAP (cm)	Altura oco (m)	Abertura oco (cm)	Orientação do oco	Status
Dormitório 1	<i>Ficus sp.</i>	23	124,2	1,3	40x12	Norte	Viva
Dormitório 2	<i>P. rivularis</i>	9	22,3	2,37 e 3	23x7 18x9 ^e	Sudeste	Viva
Dormitório 3	ND	7	31,8	1,68	48,9	Nordeste	Morta

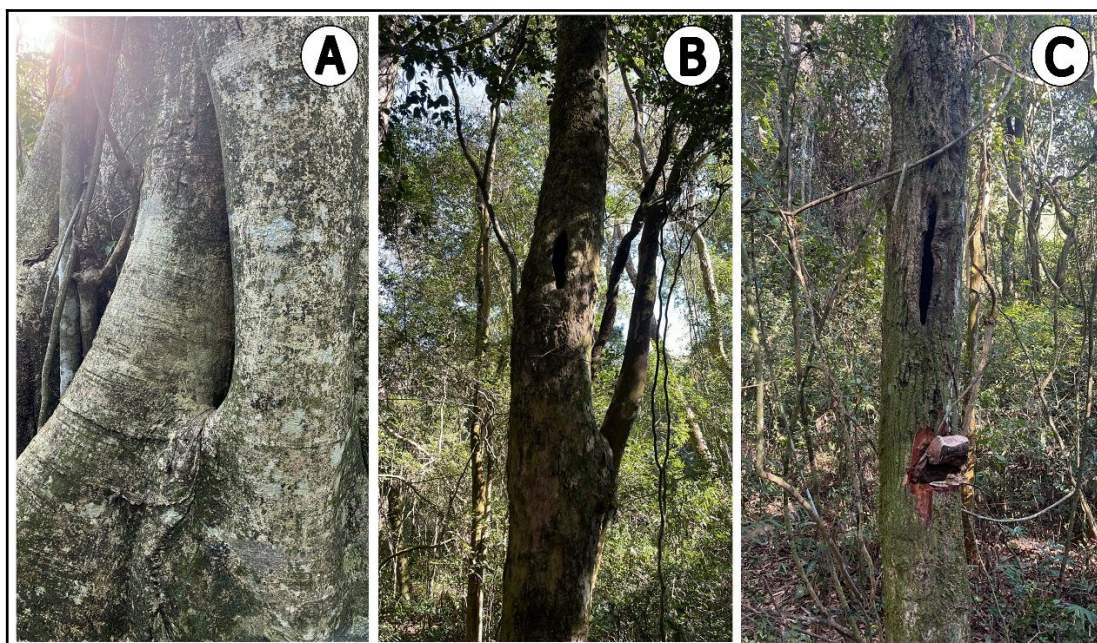


Figura 2. Ocos naturais em árvore utilizados durante o experimento no Parque Estadual Morro do Diabo (Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil): A) Dormitório 1 (*Ficus sp.*), B) Dormitório 2 (*Plinia rivularis*); C) Dormitório 3.

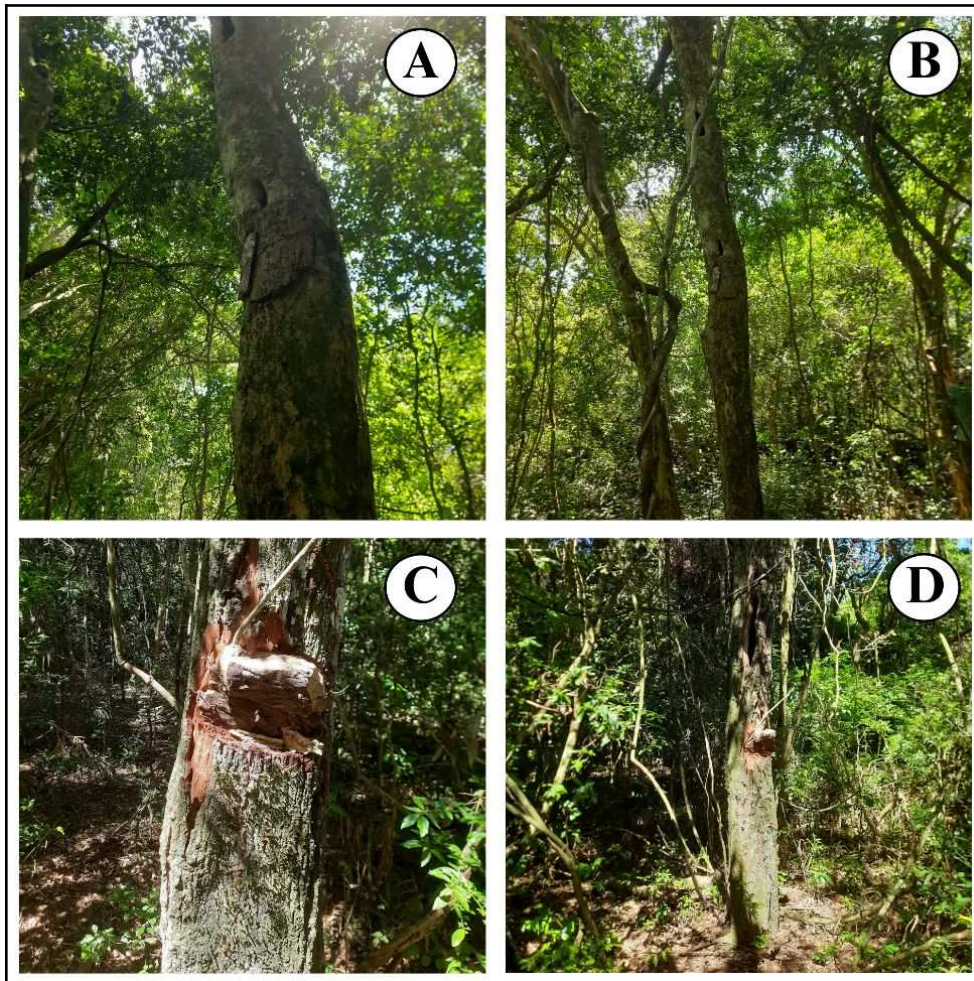


Figura 3. Buracos feitos nas árvores, fechados após captura de micos-leões-pretos: A e B) Dormitório 2; C e D) Dormitório 3.

Além dos ocos naturais avaliados, foram construídos 3 modelos diferentes de caixas-ninho. O primeiro modelo de dormitório artificial foi feito usando o entrenó de bambus gigantes (DA Bambu), tendo em média (\pm DP) $43,5 \pm 0,3$ cm de altura e $11,6 \pm 0,1$ cm de diâmetro. A abertura de todos foi padronizada em formato circular com 7 cm de diâmetro (Tabela 2) (Fig. 4).



Figura 4. Exemplos dos dormitórios artificiais (DA) feitos de bambu (DA Bambu).

Os outros dois modelos foram feitos em madeira tratada de cedrinho, com uma parede dupla, de forma que fosse possível preencher o meio entre as paredes, isolando do ambiente externo e do ambiente interno (onde o animal tem acesso). Em um dos modelos, nós deixamos esse espaço vazio (DA Ar) (Fig. 5), enquanto no outro modelo o espaço foi preenchido com lã de rocha (DA Rocha), um material isolante utilizado em construção civil (Fig. 5). Os dois modelos foram feitos com a mesma medida, tendo externamente 34x30 cm e 50 cm de altura, internamente 23x19 cm e 42 cm de altura e a abertura no formato quadrado de 12x12 cm (Tabela 2). Durante o período do experimento todas as caixas do modelo DA Ar e DA Rocha sofreram rachaduras na parede externa (Fig. 6) e mantiveram a parede interna intacta.



Figura 5. Exemplar do modelo que foi usado para fazer os dormitórios artificiais DA Ar e DA Rocha: A) A caixa vista de cima, antes de isolar a parede dupla com a madeira, onde é possível ver a lã de rocha nesse espaço; B) A caixa vista de cima, agora com a parede dupla isolada utilizando madeira; C) Caixa pronta em vista frontal. DA: Dormitório Artificial.



Figura 6. Exemplos das rachaduras que surgiram nos dormitórios artificiais (DA) dos modelos DA Ar e DA Rocha.

Para a coleta de dados de temperatura, foram criados três blocos, usando os locais dos ocos naturais no PEMD como referência (Fig. 7), sendo as caixas posicionadas a no máximo 10 metros de distância. Em cada um foi colocada uma caixa-ninho de cada modelo, além de ter coleta de dados de temperatura do ambiente (Fig. 8). As caixas foram colocadas em alturas que tivessem árvores acessíveis (DA Ar 2,69; 2,19 e 1,67 m, DA Rocha 2,44; 2,19 e 1,60 m e DA Bambu 2,37; 2,37 e 1,90 m), além de ter sua abertura virada para a mesma direção cardinal do oco natural do respectivo bloco. A distância dos dormitórios artificiais para os naturais variou com base na disponibilidade de árvores para o posicionamento dos mesmos, de modo que fosse possível fixar as caixas, não ultrapassando 10 metros (DA Ar 7,90; 10 e 7,67 m DA Rocha 6,23; 9,27 e 8,52 m e DA Bambu 8,30; 9,80 e 8,68 m). O sombreamento fornecido pela copa variou de 74,09% a 80,89% (DA Ar 76,04; 74,09% e 78,96% DA Rocha 80,66%; 78,60% e 70,76% a e DA Bambu 77,06%; 82,07% e 80,89%).

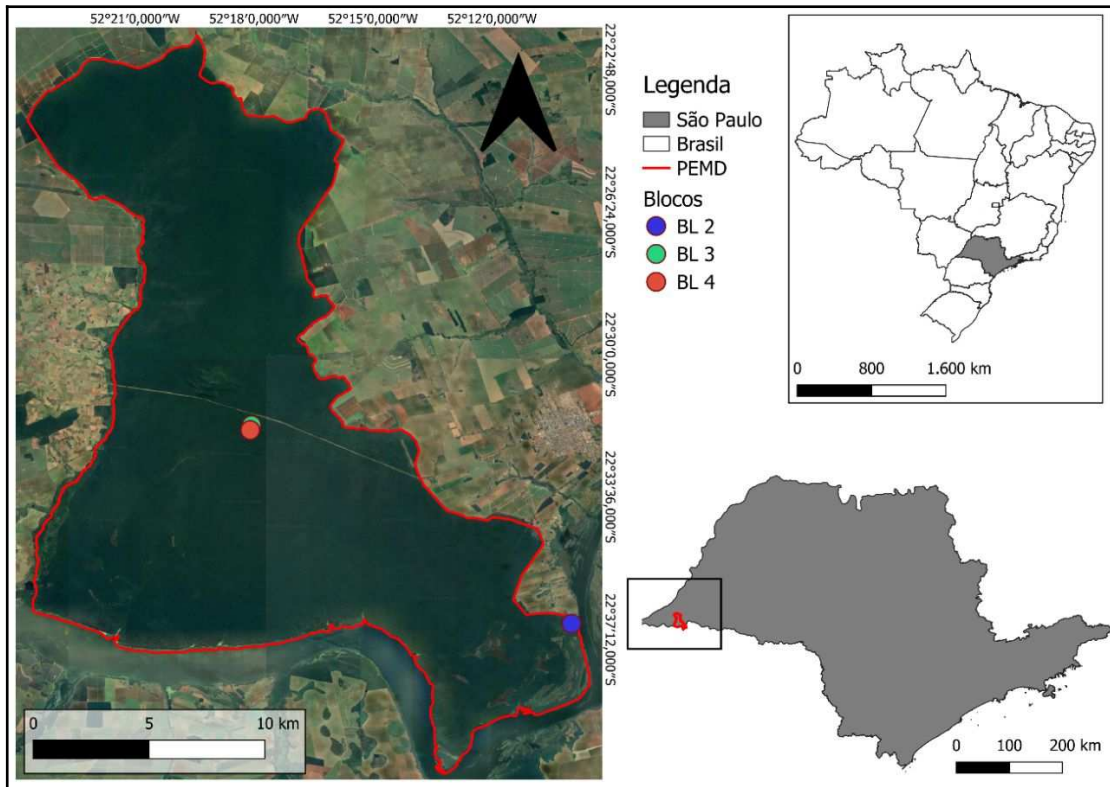


Figura 7. Mapa indicando os locais dos blocos onde as coletas de dados foram realizadas, no Parque Estadual Morro do Diabo (Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil).

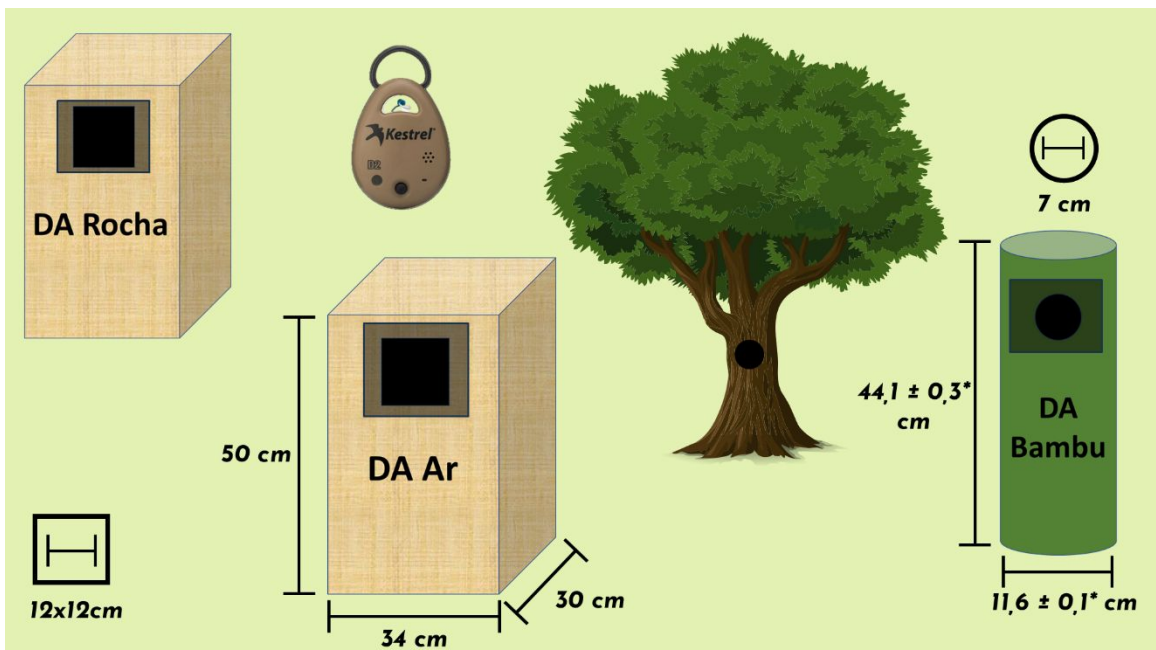


Figura 8. Esquema representando um bloco experimental utilizado para avaliar o isolamento térmico de dormitórios artificiais em comparação com ocos naturais. O bloco é composto por

um oco natural em árvore e três modelos de dormitórios artificiais (DA): DA Ar (caixa de madeira com paredes duplas sem isolamento; abertura 12 × 12 cm), DA Rocha (caixa de madeira com paredes duplas e isolamento de lã de rocha; mesmas dimensões do DA Ar) e DA Bambu (entrenó de bambu com abertura de 7 cm), esses dormitórios foram fechados com tela de arame. Sensores de temperatura (Kestrel) foram instalados dentro dos abrigos para registrar os perfis térmicos. *Foram estimadas as médias dos valores para cada categoria (± Desvio padrão).

Todas as caixas tiveram sua entrada tampada com uma malha de arame para que nenhum animal utilizasse durante o período de coleta de dados, de modo que pudesse alterar a temperatura interna, mas ainda permitindo o fluxo de ar. Os ocos não foram tampados, para não impedir a entrada de animais, que são dependentes desse recurso no ambiente, então instalamos armadilhas fotográficas na frente deles, para monitorar possíveis interferências na coletada de dados. Ao todo, então, foram examinados três ocos naturais, três ocos de bambu, três caixas de madeira (ar) e três caixas de madeira com lã-de-rocha (Fig. 9).



Figura 9. Dormitórios artificiais (DA) em campo: A) DA Bambu; B) DA Ar; C) DA Rocha.

Para a coleta de dados de temperatura foram usados *data loggers* de dois modelos (Kestrel DROP D1 Wireless Temperature Monitor and Data Logger e Kestrel DROP D2 Wireless Temperature Monitor and Data Logger, KestrelMeters,

Boothwyn, PA, EUA). Ambos modelos possuem a faixa de operação entre -10°C e 55°C. Os *data loggers* foram colocados no fundo das caixas-ninho e nos ocos naturais eles foram presos a um arame e inseridos dentro do oco. Para coletar dados de temperatura ambiente, em cada bloco, um *data logger* foi preso com arame na parede externa de uma árvore (tronco) próxima ao oco natural, em alturas de 2,05; 2,20 e 1,70 m do chão. As temperaturas foram registradas a cada 30 minutos, 16 de julho até 18 de outubro de 2024. Os registros foram feitos simultaneamente nos dormitórios naturais e artificiais e no ambiente em todos os blocos.

Em caso de falhas no aparelho e o *data logger* perder o registro de um ponto isolado, nós vamos fazer a média da temperatura anterior e posterior, em caso de dois ou mais pontos seguidos, vamos excluir aquele dia de todos os blocos. Para contabilizar o período de um dia, utilizamos os dados das 17:00h do primeiro dia até as 16:30 do dia seguinte, totalizando um período de 24h. Fizemos isso por conta do início das coletas terem sido de tarde, dessa forma conseguimos mais dados do período noturno que é o de maior uso pelo MLP.

2.3 Ocos artificiais – experimento no MZUFV

Diante da disponibilidade de bambus de diâmetro maior em Viçosa, testamos se havia mudança no isolamento térmico. Como o MLP não ocorre em Minas Gerais, não tivemos ocos naturais para comparação. Portanto, coletamos dados de temperatura apenas dos ocos artificiais de bambu e do ambiente em uma mata no entorno do MZUFV (Fig. 10).

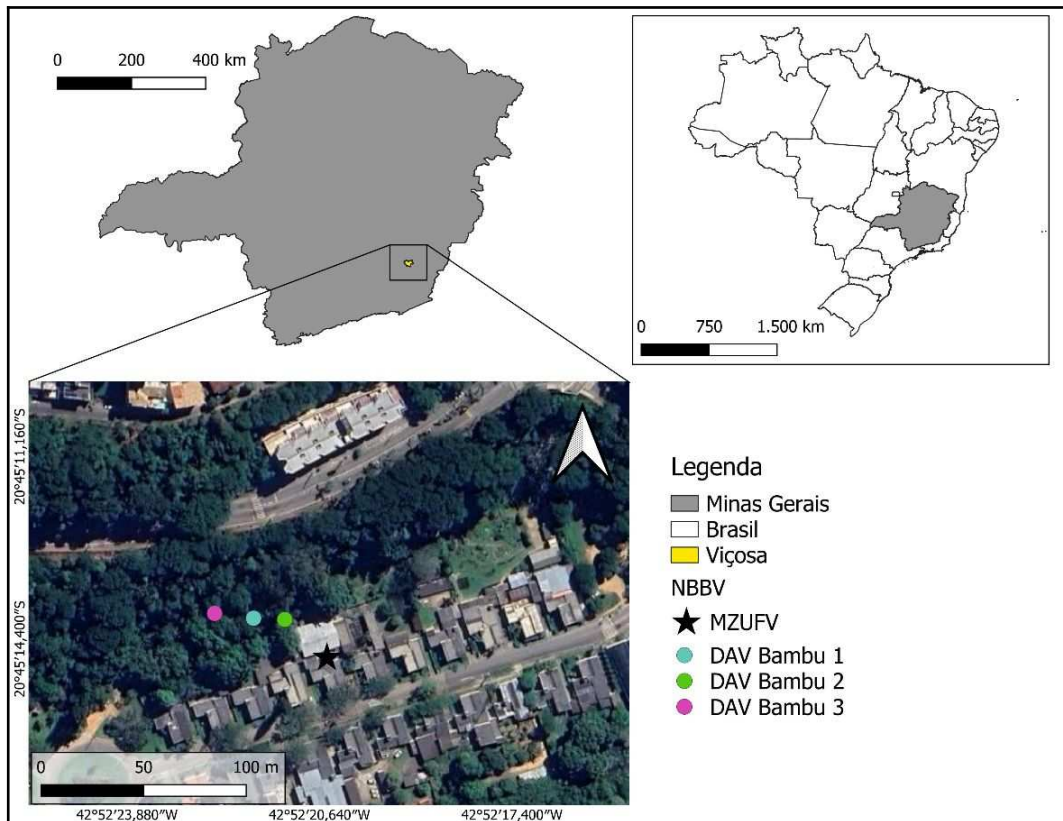


Figura 10. Mapa da região próxima ao Museu de Zoologia João Moojen na Universidade Federal de Viçosa, mostrando os locais onde os dados foram coletados.

Os bambus gigantes da espécie *Dendrocalamus asper* (DAV Bambu) tinham em média $62,7 \pm 2,7$ cm de altura, $13,2 \pm 0,2$ cm de diâmetro e a abertura de todos foi padronizada em um círculo de 6,5 cm de diâmetro (Tabela 2). Foram instalados três ocos de bambu na mata do entorno do MZUFV (Fig. 11).

Tabela 2. Medidas dos modelos de dormitórios artificiais (DA) e altura do posicionamento em campo. *Foram estimadas as médias dos valores sempre cada categoria (\pm Desvio padrão). \emptyset : diâmetro

Dormitório Artificial ID	DA Comprimento (cm)	DA Largura (cm)	DA Altura (cm)	Abertura do DA (cm)	Altura (m)
DA Bambu	11,6 \pm 0,1* (\emptyset)		44,1 \pm 0,3*	7 (\emptyset)	2,17 \pm 0,20*
DA Ar	34 (Externo)	30 (Externo)	50 (Externo)	12x12	2,18 \pm 0,42*
	23 (Interno)	19 (Interno)	42 (Interno)		
DA Rocha	34 (Externo)	30(Externo)	50 (Externo)	12x12	2,08 \pm 0,35*
	23 (Interno)	19 (Interno)	42 (Interno)		
DAV Bambu	13,2 \pm 0,2* (\emptyset)		62,7 \pm 2,7*	6,5 (\emptyset)	2,5



Figura 11. DAV Bambu instalado em campo na mata do entorno do museu de zoologia João moojen em Viçosa. DAV: Dormitório Artificial Viçosa.

A coleta de dados foi feita usando o *data logger* modelo Kestrel DROP D1 Wireless Temperature Monitor, (KestrelMeters, Boothwyn, PA, EUA). A faixa de operação do aparelho vai de -10°C a 55°C. Os *data loggers* foram colocados no fundo dos bambus e na mesma árvore do bambu foi pendurado no galho um *data logger* para coletar a temperatura do ambiente. Tanto as caixas-ninho quanto os aparelhos do ambiente foram instalados a uma altura de 2,5 metros, com a abertura dos bambus virada para o norte e a cobertura do dossel de 81,9%; 85,2% e 80,74%.

As temperaturas foram registradas a cada 30 minutos, de 12 de agosto até 17 de outubro de 2024. Os registros foram feitos simultaneamente nos dormitórios artificiais e no ambiente. Em casa de falha nos aparelhos, vamos seguir a mesma metodologia que para os dados do PEMD.

2.4 Análise dos dados

As análises do PEMD e do MZUFV foram feitas separadas por serem em localidades diferentes. Da nossa sequência de 24h (17:00h até 16:30h) para cada localidade, cada modelo artificial, cada um dos três ocos naturais e os dois ambientes, vamos calcular a temperatura média ao longo do experimento, além das médias das temperaturas mínima e máxima. A partir desses valores médios de mínima e máxima, determinaremos a amplitude térmica de cada modelo. Também calcularemos a razão entre a amplitude interna de cada dormitório e a amplitude externa (ambiente), facilitando a comparação com outros trabalhos (valores maiores indicam maior semelhança com o ambiente, enquanto valores menores indicam maior isolamento térmico). Além disso, para a construção de gráficos de variação ao longo do dia, vamos tirar a média da temperatura para cada hora do dia, separando os dados por mês. Para comparar a condição térmica de cada modelo de caixa com o oco natural, ambiente e entre si usamos o teste Kruskal-Wallis, para as temperaturas médias, máximas, mínimas e amplitude térmica. Toda a análise foi feita usando as fórmulas do R, versão 4.4.1 (R Core Team, 2024) e o pacote tidyverse (Wickham et al., 2019), o p utilizado foi de 0,05.

3 Resultados

Durante o período do experimento, houveram falha nos *data loggers*, sendo

assim seguimos o procedimento descrito na metodologia, dessa forma, após excluir os dias incompletos, nós tivemos dados coletados para o PEMD do dia 26 de julho até dia 25 de agosto totalizando 30 dias. E para Viçosa de 12 de agosto a 22 de agosto, de 31 de agosto até 17 de setembro e de 5 de outubro até 17 de outubro, totalizando 42 dias.

3.1 Ambiente

A temperatura no PEMD durante as coletas teve uma média mínima (\pm DP) de $12,2 \pm 4,2$ °C até uma média máxima de $27,9 \pm 6,5$ °C, tendo, então, uma amplitude de $15,7 \pm 6,4$ °C, com temperatura média $18,2 \pm 6,9$ °C (intervalo de 8,7°C a 22,5°C) (Tabela 3).

Já em Viçosa a temperatura variou de uma média mínima de $14,3 \pm 2,8$ °C a média máxima de $30,4 \pm 2,8$ °C, sendo a amplitude de $16,2 \pm 4,2$ °C e a temperatura média de $20,4 \pm 5,3$ °C (Tabela 4).

3.2 Oco natural

Nas quatro variáveis de temperatura que foram analisadas durante o estudo, sendo média (Fig. 12), mínima (Fig. 13), máxima (Fig. 14) e amplitude (Fig. 15). O Dormitório 1 diferiu significativamente do Dormitório 2 na temperatura mínima ($p = 0,003$), temperatura máxima ($p = 0,003$) e amplitude ($p < 0,001$), já do Dormitório 3 diferiu na temperatura mínima ($p = 0,016$) e amplitude ($p < 0,001$) (Tabela 4).

Quando comparados com a temperatura externa (Ambiente), nenhum dos dormitórios naturais teve diferença significativa na temperatura média ($p > 0,05$) (Fig. 12) e todos tiveram a amplitude significativamente menor ($p < 0,05$) (Fig. 15) (Tabela 3). Apenas o Dormitório 1 teve a temperatura mínima significativamente mais quente que o ambiente ($p < 0,001$) (Fig. 13) e os dormitórios 1 e 3 foram significativamente mais frios que o Ambiente quando comparado as temperaturas máximas ($p < 0,05$) (Fig. 14) (Tabela 3). Além disso, o Dormitório 1, Dormitório 2 e Dormitório 3 tiveram, respectivamente, uma razão entre a amplitude interna e a externa de 0,4; 0,9 e 0,7 (tabela 3).

Tabela 3. Relação da temperatura externa (Ex.) e interna (In.) dos ocos naturais usados nesse estudo. DAP = Diâmetro à Altura do Peito.

Oco natural	DAP (cm)	Estado da árvore	Temp. Diária (°C)		Temp. Amplitude (°C)		
			Mínima	Máxima	Interna	Externa	In/Ex.
Dormitório 1	124,2	Viva	In. > Ex.	In. < Ex.	6,3	15,7	0,4
Dormitório 2	22,3	Viva	In. > Ex.	In. < Ex.	13,4	15,7	0,9
Dormitório 3	31,8	Morta	In. > Ex.	In. < Ex.	11,4	15,7	0,7

3.3 Dormitórios artificiais - PEMD

Durante o experimente, dormitórios naturais, artificiais e Ambiente, mantiveram temperaturas médias parecidas ($p > 0,05$) (Fig. 12) (Tabela 4). Os modelos DA Ar, DA Rocha e DA Bambu estavam todos com a temperatura mínima parecidas entre si, com os dormitórios naturais 2 e 3, com o Ambiente ($p > 0,05$) e o Dormitório 1 teve temperatura mínima maior que todos os outros ($p < 0,05$) (Fig. 13) (Tabela 4).

DA Ar teve temperatura máxima menor que a do Ambiente e que o DA Bambu ($p < 0,05$), sendo que DA Bambu e DA Rocha tiveram temperatura máxima mais quente que os dormitórios naturais 1 e 3 ($p < 0,05$) (Fig. 14) (Tabela 4). DA Ar teve amplitude menor que o Ambiente, DA Rocha e DA Bambu ($p < 0,05$), e parecida com os dormitórios naturais 2 e 3 ($p > 0,05$). Já DA Rocha e DA Bambu tiveram amplitude parecida com o Ambiente ($p > 0,05$) e maior que todos outros dormitórios ($p < 0,05$). O Dormitório 1 teve amplitude menor do que todos os dormitórios e que o Ambiente ($p < 0,05$) (Fig. 15) (Tabela 4). Os dormitórios DA Bambu, DA Ar e DA Rocha tiveram razão da amplitude interna/externa respectivamente de 1; 0,7; 0,8 (Tabela 7).

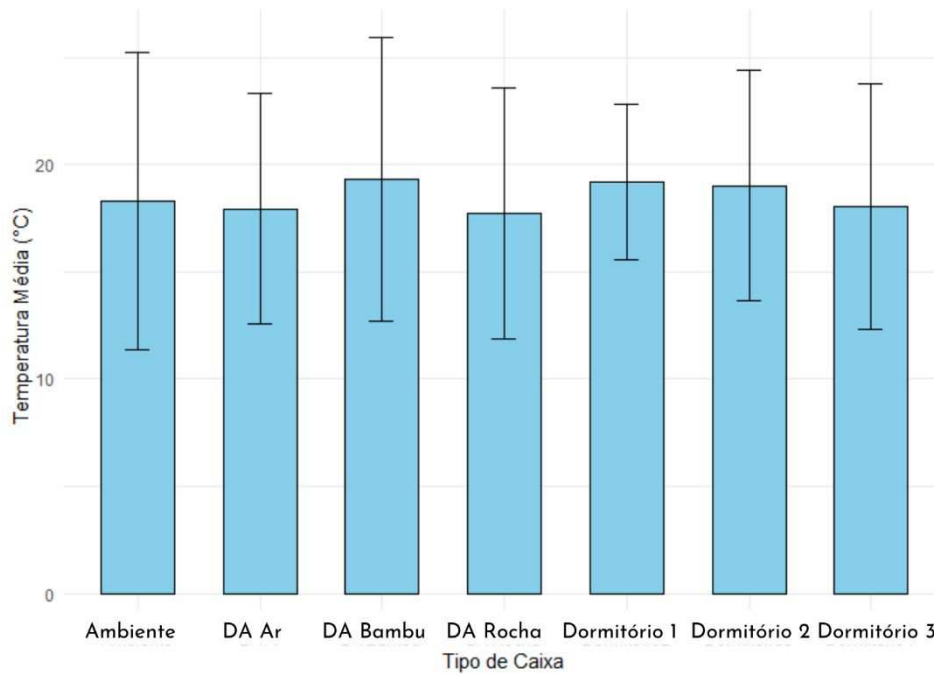


Figura 12. Temperatura média no Ambiente e em cada dormitório artificial (DA) e natural usados no experimento do PEMD (Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, Brasil). Com a barra de desvio padrão.

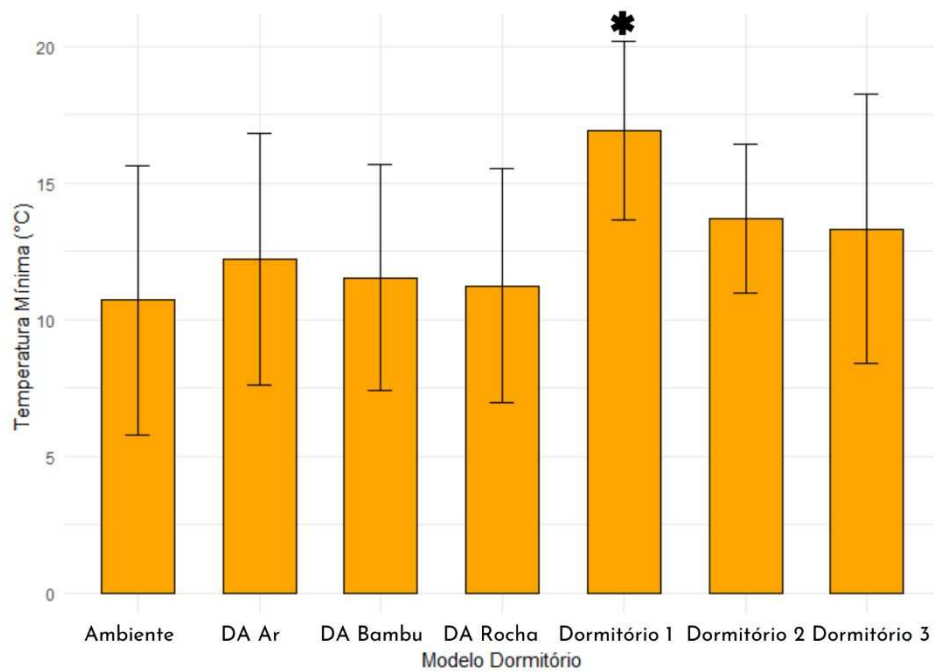


Figura 13. Temperatura mínima média no Ambiente e em cada dormitório artificial (DA) e natural usados no experimento do PEMD (Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, Brasil). Com a barra de desvio padrão. * Dormitório 1 diferiu estatisticamente de todos os outros modelos ($p < 0,05$).

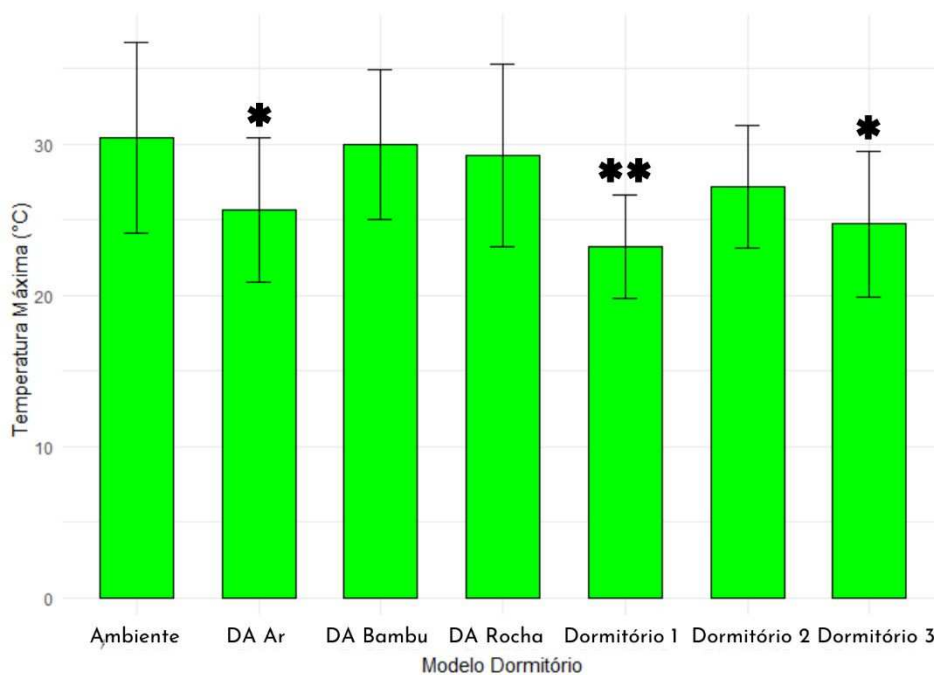


Figura 14. Temperatura máxima média no Ambiente e em cada dormitório artificial (DA) e natural usados no experimento do PEMD (Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, Brasil). Com a barra de desvio padrão. * Dormitório 3 e DA Ar diferiram significativamente do Ambiente, DA Rocha e DA Bambu ($p < 0,05$). ** Dormitório 1 teve diferença estatística com o Ambiente, DA Bambu e Dormitório 2 ($p < 0,05$).

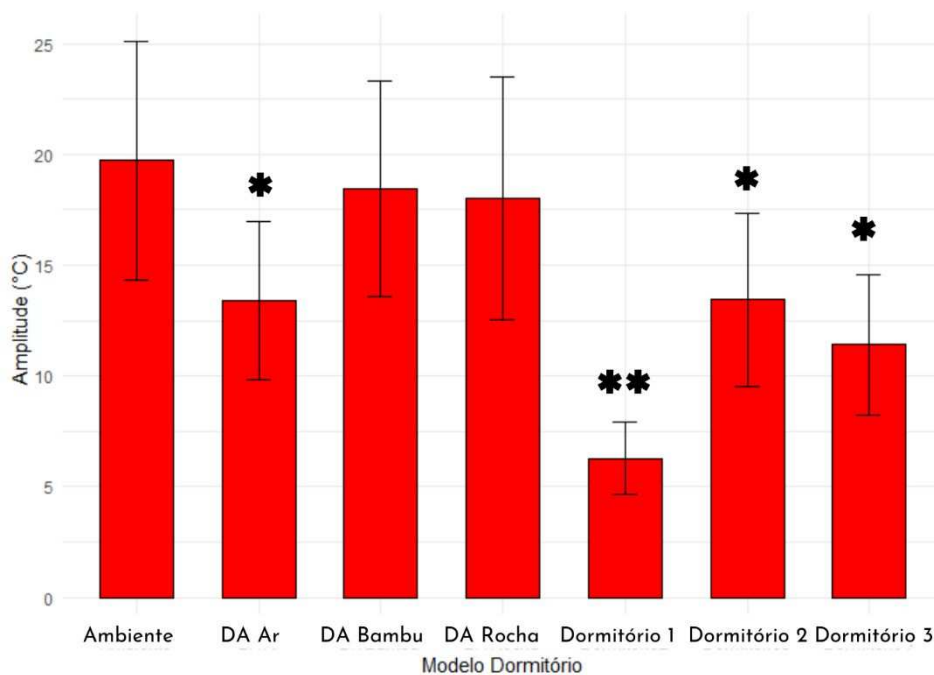


Figura 15. Amplitude no Ambiente e em cada dormitório artificial (DA) e natural usados no experimento do PEMD (Parque Estadual Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, Brasil). Com a

barra de desvio padrão. * DA Ar e Dormitórios 2 e 3 tiveram diferença significativa com todos os outros modelos ($p < 0,05$). **Dormitório 1 diferiu estatisticamente de todos os outros modelos ($p < 0,05$).

Durante o ciclo de 24h (Fig. 16), a temperatura média calculada para cada hora (a partir dos dados brutos) (Tabela 5) dos ocos naturais diferem do ambiente, e os modelos DA Ar e DA Rocha tem um padrão de curva parecido. Por exemplo, se pegarmos os horários mais quentes (14:00h em julho e 15:00h em agosto) (Tabela 5), os dormitórios naturais tinham temperaturas menores que as do ambiente. Nos horários mais frios, (7:00h em julho e agosto) (Tabela 5), os ocos naturais tinham temperaturas maiores que os artificiais. Os dormitórios artificiais DA Ar e DA Rocha também tinham temperaturas mais baixas que o ambiente no horário mais quente e mais altas no horário mais frio (julho: DA Ar $14,5 \pm 1,5$ °C; DA Rocha $14,7 \pm 1,5$ °C) (agosto: DA Ar $13,6 \pm 4,6$ °C; DA Rocha $12,9 \pm 4,7$ °C). Contudo, tanto o Dormitório 2, Dormitório 3, DA Ar e DA Rocha tiveram mais variações na temperatura, que o Dormitório 1 (Fig. 16). Já o DA Bambu acompanhou o padrão de curva do ambiente, tendo temperatura mais alta que o mesmo durante os horários mais quentes do dia no mês de agosto (Fig. 16) (Tabela 5), demonstrando uma facilidade de aquecer maior que os outros modelos de dormitórios artificiais e que os ocos naturais.

Tabela 4. Temperaturas (\pm desvio padrão) do ambiente e dos dormitórios naturais e artificiais do experimento realizado no Parque Estadual Morro do Diabo (Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil). DA: Dormitório Artificial. Temp: Temperatura.

Dormitório ID	Temp. mínima	Temp. máxima	Amplitude	Temp. média
Ambiente	$12,2 \pm 4,2$	$27,9 \pm 6,5$	$15,7 \pm 6,4$	$18,2 \pm 6,9$
Dormitório 1	$16,9 \pm 3,2^*$	$23,1 \pm 3,4^{**}$	$6,3 \pm 1,6^*$	$19,2 \pm 3,6$
Dormitório 2	$13,7 \pm 2,7$	$27,1 \pm 4,1$	$13,4 \pm 3,9^{****}$	$19,0 \pm 5,4$
Dormitório 3	$13,3 \pm 4,9$	$24,7 \pm 4,8^{***}$	$11,4 \pm 3,2^{****}$	$18,1 \pm 5,7$
DA Bambu	$13,0 \pm 3,9$	$28,8 \pm 5,0$	$15,8 \pm 4,6$	$19,3 \pm 5,0$
DA Ar	$13,3 \pm 4,1$	$24,8 \pm 4,3^{***}$	$11,5 \pm$	$17,9 \pm 5,3$

3,4****

DA Rocha	12,6 ± 4,2	25,4 ± 5,5	12,7 ± 5,6	17,7 ± 5,6
-----------------	------------	------------	------------	------------

Dormitório 1 diferiu estatisticamente de todos os outros modelos (p<0,05). *

Dormitório 1 teve diferença estatística com o Ambiente, DA Bambu e Dormitório 2 (p<0,05).

**** Dormitório 3 e DA Ar diferiram significativamente do Ambiente, DA Rocha e DA Bambu (p<0,05). **** DA Ar e Dormitórios 2 e 3 tiveram diferença significativa com todos os outros modelos (p<0,05).*

Tabela 5. Temperatura média (± desvio padrão) do Ambiente, Dormitórios Artificiais (DA) e naturais por hora ao longo de um dia separado por mês do experimento realizado no Parque Estadual Morro do Diabo (Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil).

Hora	Mês	Temperatura média (°C)						
		Ambiente	Dormitório 1	Dormitório 2	Dormitório 3	DA Bambu	DA Ar	DA Rocha
00:00	Julho	15,9 ± 1,9	18,7 ± 0,5	16,6 ± 1,0	18,0 ± 0,6	16,3 ± 1,3	17,6 ± 0,8	16,9 ± 0,2
	Agosto	14,6 ± 4,2	18,3 ± 3,3	16,4 ± 2,8	16,9 ± 4,5	15,5 ± 3,9	16,3 ± 3,7	15,3 ± 3,9
01:00	Julho	15,4 ± 1,9	18,5 ± 0,6	16,0 ± 1,2	17,3 ± 0,8	16,0 ± 2,3	17,0 ± 1,0	16,3 ± 1,4
	Agosto	14,3 ± 4,4	18,2 ± 3,3	15,8 ± 3,0	16,2 ± 4,5	15,1 ± 4,3	15,7 ± 3,9	14,8 ± 4,0
02:00	Julho	15,1 ± 1,9	18,4 ± 0,7	15,5 ± 1,3	16,8 ± 0,9	15,4 ± 1,6	16,5 ± 1,1	15,8 ± 1,5
	Agosto	14,0 ± 4,5	18,0 ± 3,4	15,4 ± 3,0	15,5 ± 4,6	14,9 ± 1,6	15,1 ± 1,1	14,3 ± 1,5

						4,6	3,9	± 4,1
03:00	Julho	14,6 ± 1,9	18,2 ± 0,8	15,1 ± 1,4	16,3 ± 1,0	15,2 ± 2,6	16,0 ± 1,2	15,3 ± 1,6
	Agosto	13,9 ± 4,7	17,8 ± 3,4	15,2 ± 3,1		14,8 ± 5,3	14,7 ± 4,1	13,9 ± 4,2
04:00	Julho	14,2 ± 2,0	18,0 ± 0,8	14,6 ± 1,5	15,8 ± 1,2	14,8 ± 2,3	15,6 ± 1,3	15,0 ± 1,6
	Agosto	13,6 ± 4,8	17,6 ± 3,4	15,0 ± 3,2	14,6 ± 4,9	14,6 ± 5,0	14,4 ± 4,2	13,6 ± 4,3
05:00	Julho	13,9 ± 1,9	17,9 ± 0,9	14,3 ± 1,5	15,4 ± 1,3	14,3 ± 1,8	15,2 ± 1,4	14,6 ± 1,6
	Agosto	13,3 ± 4,9	17,4 ± 3,5	14,9 ± 3,3	14,2 ± 5,1	14,3 ± 4,9	14,1 ± 4,4	13,4 ± 4,6
06:00	Julho	13,7 ± 1,9	17,7 ± 0,9	14,0 ± 1,6	15,0 ± 1,4	14,0 ± 1,9	14,8 ± 1,5	14,3 ± 1,6
	Agosto	12,9 ± 4,8	17,2 ± 3,6	14,7 ± 3,2	13,8 ± 5,3	14,0 ± 4,9	13,9 ± 4,5	13,1 ± 4,6
07:00	Julho	13,4 ± 1,8	17,6 ± 0,8	13,7 ± 1,5	14,7 ± 1,4	13,8 ± 1,7	14,5 ± 1,5	14,1 ± 1,5
	Agosto	12,7 ± 4,7	17,1 ± 3,6	14,4 ± 3,1	13,5 ± 5,3	13,7 ± 4,7	13,6 ± 4,6	12,9 ± 4,7
08:00	Julho	14,2 ± 1,4	17,7 ± 0,8	13,6 ± 1,4	14,5 ± 1,3	13,9 ± 1,7	14,4 ± 1,4	14,2 ± 1,4
	Agosto	13,7 ± 4,5	17,1 ± 3,5	14,4 ± 3,0	13,4 ± 5,4	14,2 ± 4,6	13,5 ± 4,6	13,3 ± 4,4
09:00	Julho	16,2 ± 1,5	18,1 ± 0,7	14,6 ± 1,2	14,8 ± 1,1	15,3 ± 1,5	14,5 ± 1,3	15,2 ± 1,9
	Agosto	16,3 ± 4,9	17,6 ± 3,4	15,5 ± 2,9	14,0 ± 5,2	16,4 ± 4,3	13,9 ± 4,5	14,6 ± 4,5

10:00	Julho	18,6 ± 2,6	18,8 ± 0,4	16,2 ± 0,8	15,7 ± 0,8	17,6 ± 1,0	15,2 ± 1,1	16,4 ± 2,7
	Agosto	19,2 ± 6,4	18,2 ± 3,4	17,6 ± 3,2	15,3 ± 5,0	19,5 ± 4,5	15,1 ± 4,4	16,4 ± 5,1
11:00	Julho	20,7 ± 3,5	19,6 ± 0,4	18,1 ± 0,5	16,8 ± 0,5	19,9 ± 1,0	16,5 ± 1,0	17,9 ± 3,6
	Agosto	21,3 ± 7,3	19,4 ± 3,6	19,8 ± 3,9	16,8 ± 4,8	22,2 ± 5,1	16,8 ± 4,5	18,8 ± 6,2
12:00	Julho	22,9 ± 4,6	20,4 ± 0,6	20,0 ± 0,8	18,1 ± 0,5	22,0 ± 1,3	17,9 ± 1,1	19,3 ± 4,0
	Agosto	23,5 ± 8,2	20,7 ± 4,1	21,9 ± 4,7	18,4 ± 5,0	24,6 ± 5,8	18,6 ± 4,7	20,3 ± 6,6
13:00	Julho	24,4 ± 4,7	21,2 ± 0,7	21,8 ± 1,0	19,5 ± 0,6	23,9 ± 1,6	19,5 ± 1,3	20,5 ± 4,0
	Agosto	24,8 ± 8,3	21,5 ± 4,3	23,8 ± 5,4	19,9 ± 5,3	26,3 ± 6,3	20,4 ± 5,1	21,7 ± 6,8
14:00	Julho	25,2 ± 4,7	21,6 ± 0,6	23,3 ± 1,3	20,6 ± 0,7	25,1 ± 1,8	20,9 ± 1,5	21,4 ± 3,5
	Agosto	25,7 ± 8,3	22,1 ± 4,4	25,1 ± 5,8	21,1 ± 5,5	27,3 ± 6,6	21,9 ± 5,3	22,9 ± 6,9
15:00	Julho	25,0 ± 4,0	21,7 ± 0,6	23,9 ± 1,4	21,7 ± 0,9	25,6 ± 1,9	21,8 ± 1,6	22,1 ± 3,1
	Agosto	25,9 ± 8,0	22,2 ± 4,3	25,7 ± 6,2	22,3 ± 5,8	27,4 ± 6,7	22,8 ± 5,5	23,5 ± 6,7
16:00	Julho	24,7 ± 3,2	21,8 ± 0,6	24,1 ± 1,6	22,6 ± 1,2	25,4 ± 1,9	22,5 ± 1,6	22,5 ± 2,5
	Agosto	25,6 ± 7,5	22,0 ± 4,1	25,9 ± 6,3	23,2 ± 6,0	27,0 ± 6,6	23,4 ± 5,7	23,5 ± 6,1
17:00	Julho	22,6 ± 1,9	21,1 ± 0,7	23,1 ± 1,6	22,6 ± 1,2	24,2 ± 1,9	22,4 ± 1,6	22,0 ± 1,6

						1,7	1,8	± 1,7
	Agosto	25,0 ± 5,7	21,6 ± 3,5	26,4 ± 4,3	24,1 ± 5,5	26,6 ± 5,2	24,2 ± 4,9	23,6 ± 4,9
18:00	Julho	20,9 ± 1,1	20,5 ± 0,7	22,1 ± 1,3	22,5 ± 1,6	22,8 ± 1,4	22,2 ± 1,5	21,4 ± 1,2
	Agosto	22,2 ± 4,5	20,5 ± 3,4	24,9 ± 3,9	23,8 ± 5,4	24,5 ± 4,6	23,7 ± 4,7	22,4 ± 4,5
19:00	Julho	19,5 ± 1,2	20,0 ± 0,4	20,9 ± 1,1	21,8 ± 1,3	21,0 ± 1,0	21,6 ± 1,2	20,3 ± 1,1
	Agosto	19,8 ± 4,1	19,7 ± 3,4	22,9 ± 3,4	22,6 ± 5,0	22,0 ± 4,3	22,3 ± 4,3	20,8 ± 4,3
20:00	Julho	18,4 ± 1,2	19,5 ± 0,2	19,7 ± 0,8	20,9 ± 1,1	19,4 ± 0,7	20,8 ± 1,3	19,5 ± 1,2
	Agosto	18,1 ± 4,1	19,2 ± 3,3	21,1 ± 3,0	21,3 ± 4,8	19,7 ± 3,7	20,7 ± 4,0	19,3 ± 4,2
21:00	Julho	17,5 ± 1,4	19,2 ± 0,2	18,7 ± 0,5	20,1 ± 0,8	18,3 ± 0,5	19,6 ± 0,6	18,7 ± 1,1
	Agosto	16,8 ± 4,1	19,0 ± 3,3	19,5 ± 2,9	20,0 ± 4,6	18,3 ± 3,9	19,4 ± 3,8	18,1 ± 4,0
22:00	Julho	17,0 ± 1,6	19,1 ± 0,3	17,9 ± 0,5	19,3 ± 0,5	17,5 ± 0,7	18,8 ± 0,5	18,1 ± 1,1
	Agosto	15,9 ± 4,1	18,8 ± 3,3	18,2 ± 2,8	18,8 ± 4,5	17,0 ± 3,6	18,2 ± 3,7	17,0 ± 4,0
23:00	Julho	16,4 ± 1,7	18,9 ± 0,5	17,2 ± 0,8	18,6 ± 0,5	16,9 ± 1,0	18,2 ± 0,6	17,5 ± 1,2
	Agosto	15,2 ± 4,1	18,6 ± 3,3	17,2 ± 2,8	17,8 ± 4,4	16,3 ± 4,0	17,2 ± 3,7	16,1 ± 3,9

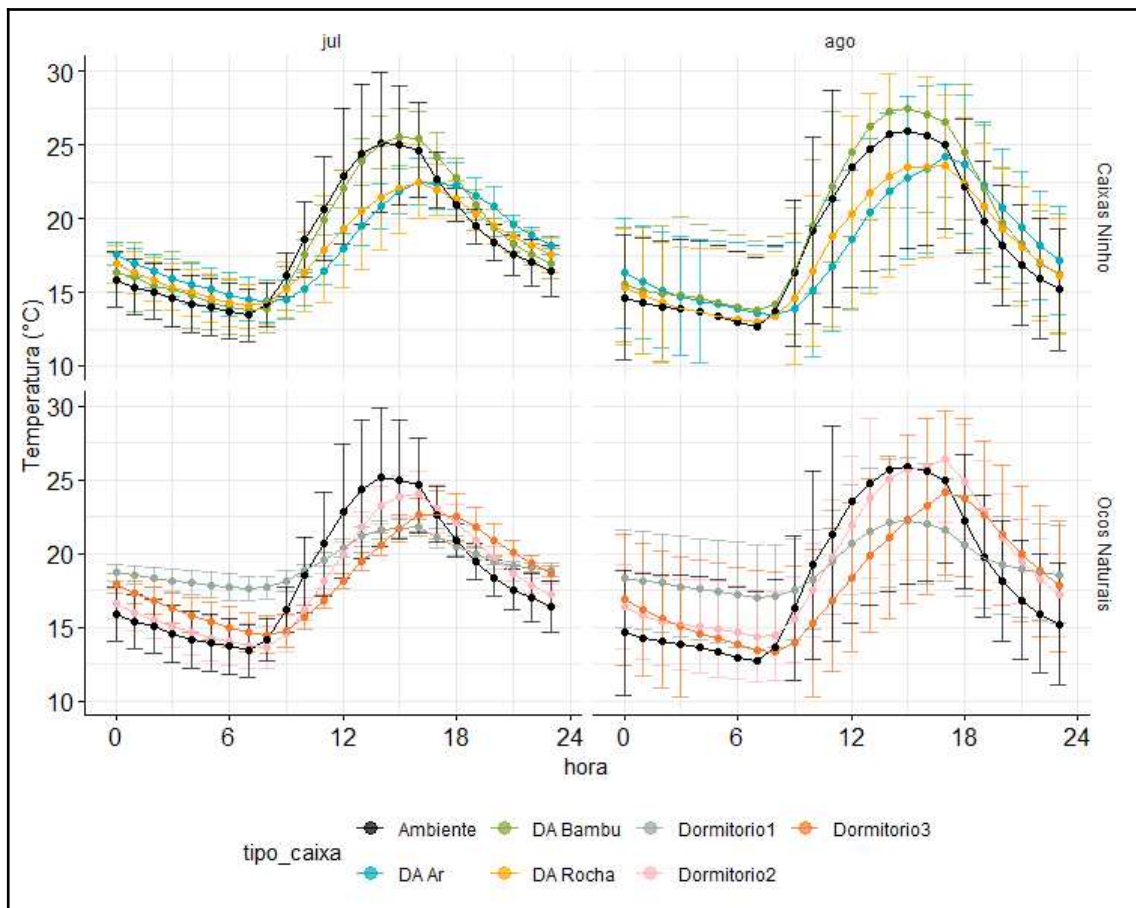


Figura 16. Temperatura média (°C, calculada a partir de dados brutos) por hora, durante o ciclo de 24h no interior dos dormitórios naturais e artificiais, e no ambiente. O desvio padrão é apresentado. DA: Dormitório Artificial.

3.4 DAV Bambu

No teste com o bambu em Viçosa, a temperatura média e a temperatura mínima, foram parecidas com o Ambiente, não tendo diferença estatística ($p > 0,05$), enquanto a máxima do bambu foi significativamente menor que a do Ambiente ($p = 0,02$) (Tabela 6). A amplitude do DAV Bambu, foi significativamente menor ($p = 0,006$), ou seja, a temperatura variou menos no interior do dormitório feito de bambu (Tabela 6). Além disso esse dormitório artificial teve razão da amplitude interna/externa de 0,9 (Tabela 7).

O DAV Bambu teve um padrão de curva parecido com o do Ambiente (Fig. 17) (Tabela 8), como o outro dormitório de bambu (DA Bambu), contudo sua temperatura se manteve igual e não acima a do Ambiente no horário mais quente (15h) durante os 3 meses analisados (Tabela 8).

Tabela 6. Temperaturas do ambiente e dos dormitórios artificiais de Viçosa (DAV). Temp: Temperatura.

Dormitório ID	Temp. mínima	Temp. máxima	Amplitude	Temp. média
Ambiente	14,3 ± 2,8	30,4 ± 2,8	16,2 ± 4,2	20,4 ± 5,3
DAV Bambu	14,8 ± 2,6	29,1 ± 2,5	14,2 ± 3,1	20,5 ± 5,0

Tabela 7. Relação da temperatura externa (Ex.) e interna (In.) dos dormitórios artificiais usados nesse estudo. n = tamanho da amostra. DA: Dormitório Artificial. DAV: Dormitório Artificial Viçosa.

Dormitório artificial ID	n	Abertura (cm)	Tamanho do piso (cm)	Temp. Diária (°C)		Temp. Amplitude (°C)		
				Mínima	Máxima	Interna	Externa	Interna/Externa
DA Bambu	3	7 x 7	11,6 (diâmetro)	In. > Ex.	In. > Ex.	15,8	15,7	1
DA Ar	3	12 x 12	23 x 19	In. > Ex.	In. < Ex.	11,5	15,7	0,7
DA Rocha	3	12 x 12	23 x 19	In. > Ex.	In. < Ex.	12,7	15,7	0,8
DAV Bambu	3	6,5 x 6,5	13,2 (diâmetro)	In. > Ex.	In. < Ex.	14,2	16,2	0,9

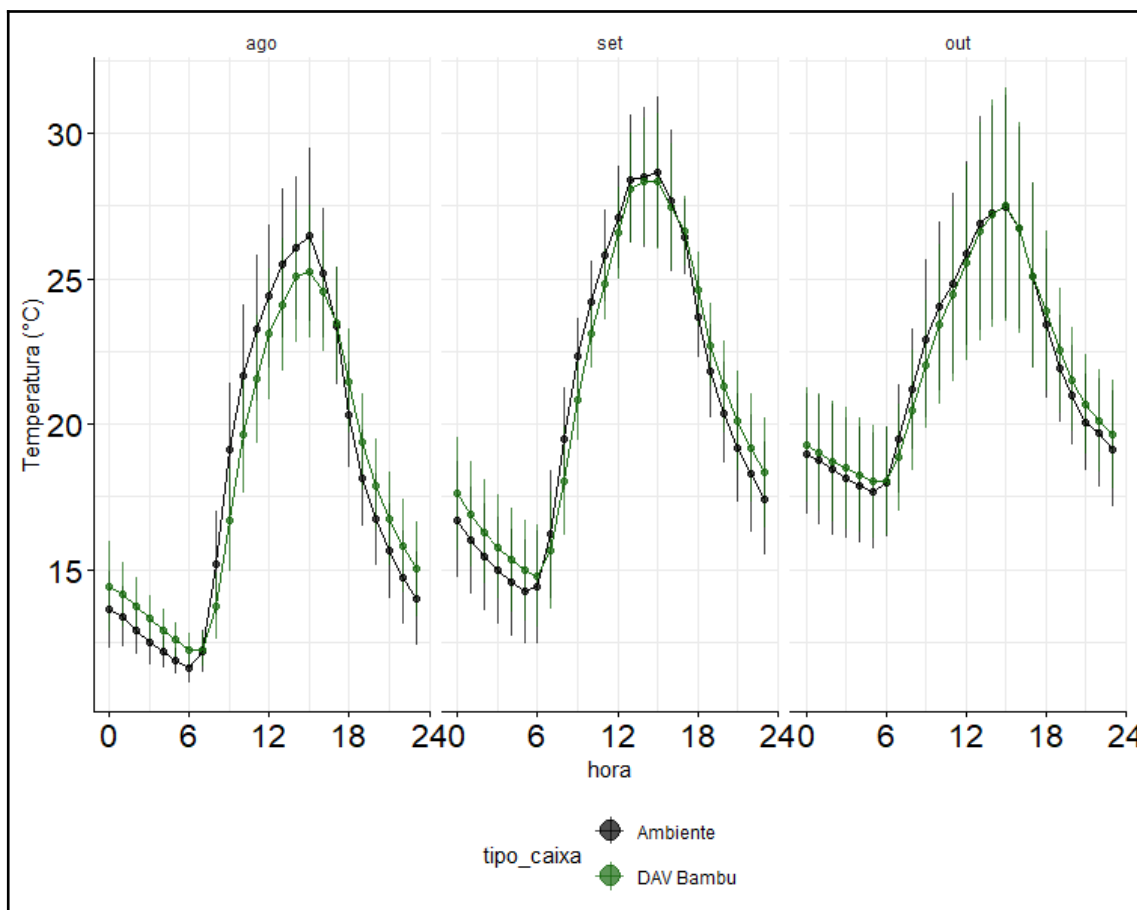


Figura 17. Temperatura média (°C, calculada a partir de dados brutos) durante o ciclo de 24h no interior dos dormitórios artificiais em comparação com as condições ambientais externas em Viçosa. DAV: Dormitório Artificial Viçosa.

Tabela 8. Temperatura média (\pm desvio padrão) do Ambiente e Dormitório Artificial Viçosa (DAV) Bambu por hora ao longo de um dia separado por mês do experimento realizado no entorno do Museu de Zoologia João Moojen (Viçosa, Minas Gerais, Brasil).

		Temperatura média (°C)	
Hora	Mês	Ambiente	DAV Bambu
00:00	Agosto	13,6 \pm 1,3	14,4 \pm 1,6
	Setembro	16,7 \pm 2,0	17,6 \pm 1,9
	Outubro	19,0 \pm 2,1	19,3 \pm 1,9
01:00	Agosto	13,4 \pm 1,1	14,1 \pm 1,1
	Setembro	16,0 \pm 1,8	16,9 \pm 1,8
	Outubro	18,8 \pm 2,2	19,0 \pm 2,0

02:00	Agosto	12,9 ± 0,8	13,7 ± 1,0
	Setembro	15,4 ± 1,8	16,3 ± 1,8
	Outubro	18,4 ± 2,3	18,7 ± 2,1
03:00	Agosto	12,5 ± 0,8	13,3 ± 0,8
	Setembro	15,0 ± 1,8	15,8 ± 1,8
	Outubro	18,1 ± 2,1	18,5 ± 2,1
04:00	Agosto	12,2 ± 0,6	12,9 ± 0,7
	Setembro	14,5 ± 1,8	15,3 ± 1,8
	Outubro	17,9 ± 2,0	18,2 ± 2,0
05:00	Agosto	11,9 ± 0,5	12,6 ± 0,6
	Setembro	14,2 ± 1,8	15,0 ± 1,8
	Outubro	17,7 ± 2,0	18,0 ± 1,9
06:00	Agosto	11,6 ± 0,5	12,3 ± 0,5
	Setembro	14,4 ± 1,9	14,8 ± 1,8
	Outubro	18,0 ± 1,9	18,0 ± 1,9
07:00	Agosto	12,2 ± 0,7	12,3 ± 0,6
	Setembro	16,2 ± 2,2	15,7 ± 2,0
	Outubro	19,5 ± 1,9	18,8 ± 1,9
08:00	Agosto	15,2 ± 1,8	13,8 ± 1,1
	Setembro	19,5 ± 1,7	18,0 ± 1,9
	Outubro	21,2 ± 2,1	20,5 ± 2,1
09:00	Agosto	19,1 ± 2,3	16,7 ± 1,8
	Setembro	22,3 ± 1,3	20,8 ± 1,4
	Outubro	22,9 ± 2,7	22,0 ± 2,2
10:00	Agosto	21,7 ± 2,4	19,6 ± 2,0
	Setembro	24,2 ± 1,4	23,1 ± 1,2

	Outubro	24,1 ± 2,9	23,4 ± 2,7
	Agosto	23,3 ± 2,5	21,5 ± 2,2
11:00	Setembro	25,8 ± 1,6	24,8 ± 1,2
	Outubro	24,8 ± 3,1	24,4 ± 3,0
	Agosto	24,4 ± 2,5	23,1 ± 2,3
12:00	Setembro	27,1 ± 1,7	26,6 ± 1,6
	Outubro	25,9 ± 3,2	25,5 ± 3,4
	Agosto	25,5 ± 2,6	24,1 ± 2,3
13:00	Setembro	28,4 ± 2,2	28,1 ± 1,9
	Outubro	26,9 ± 3,7	26,6 ± 3,8
	Agosto	26,1 ± 2,5	25,1 ± 2,3
14:00	Setembro	28,5 ± 2,4	28,4 ± 2,2
	Outubro	27,2 ± 3,7	27,2 ± 3,9
	Agosto	26,5 ± 3,0	25,2 ± 2,3
15:00	Setembro	28,6 ± 2,6	28,3 ± 2,3
	Outubro	27,5 ± 3,8	27,5 ± 4,0
	Agosto	25,2 ± 2,2	24,6 ± 2,1
16:00	Setembro	27,7 ± 2,4	27,5 ± 2,2
	Outubro	26,7 ± 3,5	26,7 ± 3,6
	Agosto	23,4 ± 2,0	23,5 ± 1,9
17:00	Setembro	26,4 ± 1,3	26,7 ± 1,2
	Outubro	25,1 ± 3,2	25,1 ± 3,2
	Agosto	20,3 ± 1,8	21,5 ± 1,8
18:00	Setembro	23,7 ± 1,4	24,6 ± 1,3
	Outubro	23,4 ± 2,6	23,9 ± 2,7

19:00	Agosto	18,1 ± 1,7	19,4 ± 1,7
	Setembro	21,8 ± 1,6	22,7 ± 1,4
	Outubro	21,9 ± 1,8	22,5 ± 2,2
20:00	Agosto	16,7 ± 1,6	17,9 ± 1,6
	Setembro	20,4 ± 1,7	21,3 ± 1,6
	Outubro	21,0 ± 1,7	21,5 ± 1,8
21:00	Agosto	15,6 ± 1,6	16,7 ± 1,6
	Setembro	19,2 ± 1,9	20,1 ± 1,7
	Outubro	20,1 ± 1,7	20,7 ± 1,7
22:00	Agosto	14,7 ± 1,6	15,8 ± 1,6
	Setembro	18,3 ± 2,0	19,2 ± 1,9
	Outubro	19,7 ± 1,9	20,1 ± 1,8
23:00	Agosto	14,0 ± 1,6	15,0 ± 1,6
	Setembro	17,4 ± 1,9	18,3 ± 1,9
	Outubro	19,1 ± 2,0	19,6 ± 1,9

4 Discussão

As três cavidades naturais usadas pelo mico-leão-preto avaliadas neste estudo mostraram uma grande diferença entre si no isolamento térmico. O Dormitório 1 foi o que demonstrou o microclima mais bem protegido das condições externas (amplitude de 6,3°C, razão entre temperaturas interna/externa de 0,4). Esse valor é um dos mais baixos quando comparado com a revisão feita por Maziars et al. (2017), onde a amplitude variou de 1°C até 16°C, tendo a razão interna/externa indo de 0,2 até 1,3. Já os dormitórios 2 e 3 não tiveram valores tão baixos. Ainda assim, ambos osocos naturais tiveram suas amplitudes abaixo da do ambiente, tendo temperaturas menores no horário com as temperaturas mais altas do ambiente e com temperaturas maiores nos horários mais frios do ambiente. Esses valores demonstram a capacidade

de manter a estabilidade na temperatura interna desses ocos naturais.

A diferença de temperatura entre os ocos naturais pode ser por conta da diferença do microclima do local onde estão localizados e também por conta das características físicas das árvores, como, por exemplo, o DAP, que quanto maior, isola melhor a temperatura, ou a espessura do súber (Wiebe, 2001). Nossos dados corroboram essa informação, uma vez que nosso dormitório natural com melhor capacidade de isolamento foi o Dormitório 1, que possui o maior DAP (124,2 cm), e o pior foi o Dormitório 2, que possui 22,3 cm de DAP (o menor dos 3). Outros estudos também demonstraram que o isolamento é maior nas árvores com paredes mais espessas (Maziarz e Wesółowski, 2013; Otto et al., 2016; Maziars et al. 2017).

Além disso, o Dormitório 2 e o Dormitório 3 foram previamente utilizados para captura de MLPs, na qual é feita uma outra abertura na árvore, que é posteriormente fechada com madeira, entretanto podem ficar fendas que permitem a entrada de ar, alterando o microclima interno desses dormitórios. Contudo, mesmo com essa modificação na árvore, os mico-leões-pretos voltam a utilizar esses dormitórios, demonstrando que essa alteração no microclima não seja o suficiente para eles abandonarem o abrigo (G. Rezende, comunicação pessoal).

As caixas-ninho deste estudo tiveram um desempenho melhor do que o observado em outros estudos (Maziars et al. 2017). Os dormitórios artificiais da revisão citada anteriormente tiveram amplitude variando entre 6°C e 20°C e razão interna/externa entre 0,8°C a 1,4°C, enquanto nossos modelos DA Bambu, DA Ar, DA Rocha e DAV Bambu tiveram respectivamente razão de 1; 0,7; 0,8; 0,9. O DA Ar foi, portanto, o abrigo artificial que apresentou a menor razão entre a temperatura interna e a externa, sugerindo um melhor isolamento térmico, isso pode ser por conta de uma maior espessura da parede (parede dupla), que é sugerido em outros estudos como sendo um fator importante para o isolamento (Maziars et al. 2017; Griffiths et al. 2018). A diferença na estabilidade térmica entre DA Ar e DA Rocha, sendo que as duas foram feitas com paredes duplas e mesmas medidas, pode ter sido por conta das rachaduras que surgiram nas caixas de madeira, essas rachaduras podem ter interferido o efeito isolante da lã de rocha, fazendo ter o efeito contrário.

Em comparação com os dormitórios naturais, nenhum dos nossos modelos demonstrou a significativa capacidade de isolamento térmico do Dormitório 1, mas quando comparado com os outros dois dormitórios, que também são utilizados por

MLPs, eles demonstraram eficiência em simular os respectivos microclimas. Sendo que o DA Ar e DA Rocha tiveram uma razão menor que o Dormitório 2 e DA Ar se igualou a razão do Dormitório 3.

DA Bambu demonstrou um desempenho pior que os ocos naturais, ficando mais quente inclusive que o ambiente durante maior parte do dia em agosto, especialmente nos horários mais quentes, não tendo um microclima interessante para os animais. Entretanto, quando utilizamos ocos de bambu com maior espessura, como é o caso do DAV Bambu, observa-se um desempenho aparentemente melhor, com temperaturas menores que o ambiente durante períodos de calor e com razão temperatura externa/interna menor que a do DA Bambu. Esses resultados demonstram que bambus maiores podem ser uma possibilidade para testes de microclima.

Diversos trabalhos apontam que as temperaturas das caixas-ninho feitas de compensado são inferiores aos ocos naturais, mostrando amplitude térmica e máximos mais quentes, as vezes até mesmo maiores que o ambiente, tornando esses abrigos estufas no calor, enquanto no frio tem temperaturas menores que os ocos e as vezes menores que o ambiente, não fazendo a função de economizar energia na termorregulação (Isaac et al., 2008; Amat-Valero et al., 2014; Marzias et al., 2017; Griffiths et al., 2018).

Para animais endotérmicos, o amortecimento térmico eficaz em abrigos é importante para que os animais não gastem tanta energia com a termorregulação em dias ou noites mais frias, e possam então investir em crescimento e reprodução, especialmente em ambientes sazonais onde a temperatura varia muito ao longo dos dias (Dawson et al., 2005; Porter e Kearney, 2009). Ademais, em períodos de muito calor, os animais podem sofrer estresse térmico (Catry et al., 2011; Rowland et al., 2017.), além de temperaturas mais quentes poderem atrair abelhas (Broughton et al., 2015), sendo a invasão delas em caixas-ninho um grande desafio.

5 Conclusão

A utilização de paredes duplas nos modelos DA Ar e DA Rocha resultou em um desempenho térmico mais próximo ao observado nos ocos naturais, especialmente quando comparado aos dormitórios artificiais convencionais. Além

disso, nossos testes com bambus de diferentes diâmetros sugerem que o aumento nas dimensões deste material natural pode resultar em melhores propriedades de isolamento térmico.

A disponibilidade de dormitórios artificiais com características térmicas adequadas pode ser especialmente importante em áreas degradadas onde os naturais são escassos, contribuindo assim para estratégias de manejo e conservação da espécie.

6 Referências

- ALTWEGG, R.; JENKINS, A.; ABADI, F. Nestboxes and immigration drive the growth of an urban Peregrine Falcon *Falco peregrinus* population. **Ibis**, v. 156, n. 1, p. 107-115, 2013.
- AMAT-VALERO, M.; CALERO-TORRALBO, M. A.; VÁCLAV, R.; VALERA, F. Cavity types and microclimate: implications for ecological, evolutionary, and conservation studies. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, p. 1983-1994, 2014.
- ANDERSON, J. R. Sleep-related behavioural adaptations in free-ranging anthropoid primates. **Sleep Medicine Reviews**, v. 4, n. 4, p. 355-373, 2000.
- AQUINO, R.; ENCARNACIÓN, F. Characteristics and use of sleeping sites in *Aotus* (Cebidae: Primates) in the Amazon lowlands of Peru. **American Journal of Primatology**, v. 11, n. 4, p. 319-331, 1986.
- BARANAUSKAS, K. Diversity and abundance of bats (Chiroptera) found in bat boxes in East Lithuania. **Acta Zoologica Lituanica**, v. 20, n. 1, p. 39-44, 2010.
- BROUGHTON, R. K.; HEBDA, G.; MAZIARZ, M.; SMITH, K. W.; SMITH, L.; HINSLEY, S. A. Nest-site competition between bumblebees (Bombidae), social wasps (Vespidae) and cavity-nesting birds in Britain and the Western Palearctic. **Bird Study**, v. 62, n. 3, p. 427-437, 2015.
- CATRY, I.; FRANCO, A. M. A.; SUTHERLAND, W. J. Adapting conservation efforts to face climate change: modifying nest-site provisioning for lesser kestrels. **Biological Conservation**, v. 144, n. 3, p. 1111-1119, 2011.
- CORRIGAN, R. M.; SCRIMGEOUR, G. J.; PASZKOWSKI, C. Nest boxes facilitate local-scale conservation of common goldeneye (*Bucephala clangula*) and bufflehead (*Bucephala albeola*) in Alberta, Canada. **Avian Conservation & Ecology**, v. 6, n. 1, 2011.
- DAWSON, R. D.; LAWRIE, C. C.; O'BRIEN, E. L. The importance of microclimate variation in determining size, growth and survival of avian offspring: experimental evidence from a cavity nesting passerine. **Oecologia**, v. 144, p. 499-507, 2005.

- DAWSON, T. J. Temperature regulation and evaporative water loss in the brush-tailed possum *Trichosurus vulpecula*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 28, n. 1, p. 401-407, 1969.
- FRANCO, M.; QUIJANO, A.; SOTO-GAMBOA, M. Communal nesting, activity patterns, and population characteristics in the near-threatened monito del monte, *Dromiciops gliroides*. **Journal of Mammalogy**, v. 92, n. 5, p. 994-1004, 2011.
- FRAZER, G. W.; CANHAM, C. D.; LERTZMAN, K.P. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0. New York: Simon Fraser University; 1999
- GARCIA, F. D. O.; DO PRADO, B. H. S.; SOUZA, E. D. J.; MACHADO, V.; ALBINO, C. V.; ROCHA, V. J. Nest box use and polygyny in an endangered primate species: the black lion tamarin (*Leontopithecus chrysopygus*). **Oecologia Australis**, v. 25, n. 1, p. 166–173-166–173, 2021.
- GLORIOSO, B. M.; WADDLE, J. H. A review of pipe and bamboo artificial refugia as sampling tools in anuran studies. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 9, n. 3, p. 609-625, 2014.
- GOLDINGAY, Ross L. Does nest box use reduce the fitness of a tree-cavity dependent mammal? **Ecological research**, v. 32, n. 4, p. 495-502, 2017.
- GOLDINGAY, R. L.; RUEEGGER, N. N.; GRIMSON, M. J.; TAYLOR, B. D. Specific nest box designs can improve habitat restoration for cavity-dependent arboreal mammals. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 4, p. 482-490, 2015.
- GOLDINGAY, R. L.; STEVENS, J. R. Use of artificial tree hollows by Australian birds and bats. **Wildlife Research**, v. 36, n. 2, p. 81-97, 2009.
- GREGORY, A.; SPENCE, E.; BEIER, P.; GARDING, E. Toward best management practices for ecological corridors. **Land**, v. 10, n. 2, p. 140, 2021.
- GRIFFITHS, S. R.; LENTINI, P. E.; SEMMENS, K.; WATSON, S. J.; LUMSDEN, L. F.; ROBERT, K. A. Chainsaw-carved cavities better mimic the thermal properties of natural tree hollows than nest boxes and log hollows. **Forests**, v. 9, n. 5, p. 235, 2018.
- HARLEY, Dan. An overview of actions to conserve Leadbeater's Possum '*Gymnobelideus leadbeateri*'. **The Victorian Naturalist**, v. 133, n. 3, p. 85-97, 2016.

- HEYMANN, E. W. Sleeping habits of tamarins, *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis* (Mammalia; Primates; Callitrichidae), in north-eastern Peru. **Journal of Zoology**, v. 237, n. 2, p. 211-226, 1995.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. IBGE, Rio de Janeiro, 2012.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. Brasília: ICMBio. p. 622.
- ISAAC, J. L.; PARSONS, M.; GOODMAN, B. A. How hot do nest boxes get in the tropics? A study of nest boxes for the endangered mahogany glider. **Wildlife Research**, v. 35, n. 5, p. 441-445, 2008.
- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2. (Retrieved on Jan 18th, 2025, from <<https://www.iucnredlist.org>>).
- KIERULFF, M. C. M.; RABOY, B. E.; OLIVEIRA, P. P.; MILLER, K. E.; PASSOS, F. de C.; PRADO, F. Behavioural Ecology of lion tamarins. In: Kleiman, D. G. & Rylands, A. B. (Eds.). Lion tamarins: Biology and conservation. pp. 157–187. Washington, DC: **Smithsonian Institution Press**, 2002.
- KIERULFF, M. C. M.; RYLANDS, A. B.; MENDES, S. L.; de OLIVEIRA, M. M. *Leontopithecus chrysopygus*. In: The IUCN Red List Threatened Species: e.T11505A17935400. 2008. [https:// dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS. T11505A17935400.en](https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T11505A17935400.en).
- LINDENMAYER, D. B.; LAURANCE, W. F. The ecology, distribution, conservation and management of large old trees. **Biological Reviews**, v. 92, n. 3, p. 1434-1458, 2017.
- LÓPEZ-BAUCELLS, A.; PUIG-MONTSERRAT, X.; TORRE, I.; FREIXAS, L.; MAS, M.; ARRIZABALAGA, A.; FLAQUER, C. Bat boxes in urban non-native forests: a popular practice that should be reconsidered. **Urban Ecosystems**, v. 20, n. 1, p. 217-225, 2017.
- MAZIARZ, M.; BROUGHTON, R. K.; WESOŁOWSKI, T. Microclimate in tree cavities and nest-boxes: Implications for hole-nesting birds. **Forest Ecology and**

- Management**, v. 389, p. 306-313, 2017.
- MAZIARZ, M.; WESOŁOWSKI, T. Microclimate of tree cavities used by Great Tits (*Parus major*) in a primeval forest. **Avian Biology Research**, v. 6, n. 1, p. 47-56, 2013.
- MERING, E. D.; CHAMBERS, C. L. Thinking outside the box: a review of artificial roosts for bats. **Wildlife Society Bulletin**, v. 38, n. 4, p. 741-751, 2014.
- MIELKE, O. H.; CASAGRANDE, M. M. Papilionoidea e Hesperioidea (Lepidoptera) do Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, p. 967-1001, 1997.
- OTTO, M. S.; BECKER, N. I.; ENCARNAÇÃO, J. A. Roost characteristics as indicators for heterothermic behavior of forest-dwelling bats. **Ecological Research**, v. 31, p. 385-391, 2016.
- PASSOS, F. C. Habito alimentar do mico-leão-preto *Leontopithecus chrysopygus* (mikan, 1823) (Callithricidae, primates) na Estação Ecológica dos Caetetus, Municipio de Galia, SP. 1992. Tese de Doutorado. [sn].
- PORTER, W. P.; KEARNEY, M. Size, shape, and the thermal niche of endotherms. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. supplement_2, p. 19666-19672, 2009.
- PURCELL, K. L.; VERNER, J.; LEWIS W, O. A comparison of the breeding ecology of birds nesting in boxes and tree cavities. **The Auk**, v. 114, n. 4, p. 646-656, 1997.
- R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2024.
- REMM, J.; LÖHMUS, A. Tree cavities in forests—the broad distribution pattern of a keystone structure for biodiversity. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 4, p. 579-585, 2011.
- REZENDE, G.; KNOGGE, C.; PASSOS, F.; LUDWIG, G.; OLIVEIRA, L. C.; JERUSALINSKY, L.; MITTERMEIER, R. A. *Leontopithecus chrysopygus*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T11505A17935400**. 2020.
- ROWLAND, J. A.; BRISCOE, N. J.; HANDASYDE, K. A. Comparing the thermal

- suitability of nest-boxes and tree-hollows for the conservation-management of arboreal marsupials. **Biological Conservation**, v. 209, p. 341-348, 2017.
- SÃO PAULO. 2014. Decreto-lei no 60.133, de 7 de fevereiro de 2014. Declara as espécies ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as deficientes de dados para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. Diário Oficial, Poder Executivo, São Paulo, SP, 2014. Seção 1, pp. 25–27. (Retrieved on Jan 18th, 2025, from <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2014/decreto-60133-07.02.2014.html>).
- SAUNDERS, D. A.; MAWSON, P. R.; DAWSON, R. Use of tree hollows by Carnaby's Cockatoo and the fate of large hollow-bearing trees at Coomallo Creek, Western Australia 1969–2013. **Biological Conservation**, v. 177, p. 185-193, 2014.
- SINGH, A.; BHATT, D.; SETHI, V. K.; DADWAL, N. Nesting success of the oriental magpie robin *Copsychus saularis* in nest boxes and tree cavities. **Wildlife Biology**, v. 22, n. 6, p. 277-283, 2016.
- SMITH, C. Y.; WARKENTIN, I. G.; MORONI, M. T. Snag availability for cavity nesters across a chronosequence of post-harvest landscapes in western Newfoundland. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 4, p. 641-647, 2008.
- VEIGA, J. P.; WAMITI, W.; POLO, V.; MUCHAI, M. Interaction between distant taxa in the use of tree cavities in African ecosystems: a study using nest-boxes. *Journal of Tropical Ecology*, v. 29, n. 3, p. 187-197, 2013.
- VELLOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal. **IBGE**, 1991.
- WARAKAI, D.; OKENA, D. S.; IGAG, P.; OPIANG, M.; MACK, A. L. Tree cavity-using wildlife and the potential of artificial nest boxes for wildlife management in New Guinea. **Tropical Conservation Science**, v. 6, n. 6, p. 711-733, 2013.
- WICKHAM, H.; AVERICK, M.; BRYAN, J.; CHANG, W.; MCGOWAN, L. D.; FRANÇOIS, R.; GROLEMD, G.; HAYES, A.; HENRY, L.; HESTER, J.;

KUHN, M.; PEDERSEN, T. L.; MILLER, E.; BACHE, S. M.; MÜLLER, K.; OOMS, J.; ROBINSON, D.; SEIDEL, D. P.; SPINU, V.; TAKAHASHI, K.; VAUGHAN, D.; WILKE, C.; WOO, K.; YUTANI, H. (2019). “Welcome to the tidyverse.” **Journal of Open Source Software**, v. 4, n. 43, p. 1686. 2019 doi:10.21105/joss.01686 <<https://doi.org/10.21105/joss.01686>>.

WIEBE, K. L. Microclimate of tree cavity nests: is it important for reproductive success in Northern Flickers?. **The Auk**, v. 118, n. 2, p. 412-421, 2001.

WOOTTON, J. T.; PFISTER, C. A. Experimental separation of genetic and demographic factors on extinction risk in wild populations. **Ecology**, v. 94, n. 10, p. 2117-2123, 2013.