



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

LUAN ARTHUR QUEIRÓS LIMA

TERMORREGULAÇÃO EM PEQUENOS MAMÍFEROS DA CAATINGA

MOSSORÓ -RN

2025

LUAN ARTHUR QUEIRÓS LIMA

TERMORREGULAÇÃO EM PEQUENOS MAMÍFEROS DA CAATINGA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Orientadora: Dra. Cecília Irene Pérez Calabuig - UFERSA

Coorientador: Prof. Marco Jacinto Katzenberger Baptista Novo - UFPE

MOSSORÓ – RN

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

LL926 Lima, Luan Arthur Queiros Lima.
t Termorregulação Em Pequenos Mamíferos Da
Caatinga / Luan Arthur Queiros Lima Lima. - 2025.
52 f. : il.

Orientadora: Cecilia Calabuig.
Coorientador: Marco Katzenberger.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal, 2025.

1. Temperatura corporal. 2. Marsupiais . 3.
Roedores. 4. Ambiente. 5. Mudanças climáticas . I.
Calabuig, Cecilia, orient. II. Katzenberger,
Marco, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

LUAN ARTHUR QUEIROS LIMA

TERMORREGULAÇÃO EM PEQUENOS MAMÍFEROS DA CAATINGA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Aprovação em 23 de julho de 2025

BANCA EXAMINADORA

Pofa. Dra. Cecilia Irene Pérez Calabuig – UFERSA
(orientadora presidente)

Prof. Marco Jacinto Katzenberger Baptista Novo - UFPE
(Coorientador primeiro Membro)

Carlos Arturo Navas Iannini - USP

(Membro externo)

Ricardo Siqueira Bovendorp – UESC

(Membro externo)

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LUAN ARTHUR QUEIRÓS LIMA nasceu em 30 de abril de 2000, na cidade de Russas, Ceará. Concluiu o ensino médio na Escola Estadual de Educação Profissional Professor Walquer Cavalcante Maia, onde também realizou o curso técnico em Redes de Computadores, finalizado em 2017. Em 2018, ingressou no curso de Bacharelado em Ecologia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), concluindo a graduação em agosto de 2023. Durante a graduação, atuou no Laboratório de Ecologia e Conservação de Fauna Silvestre, desenvolvendo pesquisas com foco em termodinâmica aplicada a pequenos mamíferos da Caatinga. Nesse período, participou do 11º Congresso Brasileiro de Mastozoologia, realizado em Fortaleza/CE. Ainda em 2023, iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFERSA, dando continuidade às pesquisas na área de termodinâmica em pequenos mamíferos. Durante o mestrado, também realizou estágio de docência nas disciplinas de Zoologia de Vertebrados e Auditoria Ambiental. Em 2024, participou do 12º Congresso Brasileiro de Mastozoologia, realizado em Búzios/RJ. Concluiu o mestrado em 2025.

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial à minha mãe, pelo amor incondicional, pelo apoio constante em todos os momentos e por ser minha base e inspiração ao longo de toda a caminhada.

À professora Cecília Calabuig, pela orientação dedicada, pelos ensinamentos valiosos, pela paciência e por todo o incentivo ao longo da minha formação.

Ao professor Marco Katzenberger, meu coorientador, pela contribuição essencial, pelas sugestões precisas, pelo apoio nas etapas da pesquisa e pelo comprometimento com meu desenvolvimento.

Aos meus amigos, Guilherme Freitas, Isadora Benevides, Eduarda Alves, Rilari Oliveira, Marcus Gomes, Kauane Monique, Tayonra Viana, Talita Oliveira, Raul dos Santos, Juliana Sousa, Fillipe Costa e tantos outros que fizeram parte dessa caminhada, pelo companheirismo, pelas trocas de experiências e por tornarem essa trajetória mais leve, rica e significativa.

À Juan Lima, Thiara Maia e à Izabia Palhano, por serem e fazerem muito mais que amigos, por estarem presentes nos momentos mais difíceis e felizes, pelo apoio incondicional, pela irmandade construída ao longo dessa jornada e por fazerem parte do que há de mais especial em minha trajetória.

A todos os antigos e novos companheiros de laboratório, em especial Renata, Sofia, Viviane, Ananda, Ayko, Itainara, Vanessa, Laisse e Alice, pela convivência enriquecedora, pela ajuda nas atividades diárias, pelo suporte durante os campos e pela amizade construída ao longo dessa trajetória científica, que tornaram o ambiente de pesquisa mais colaborativo, leve e motivador.

A Thibério e ao professor Lelis, do grupo de pesquisa THERMOBIO, pelo suporte técnico e pela gentil disponibilização do material utilizado durante as atividades de campo, essenciais para o desenvolvimento deste trabalho

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio financeiro e pela concessão da bolsa, que foram fundamentais para a realização deste trabalho e para a continuidade da minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta trajetória. Cada gesto, palavra e presença deixaram marcas profundas e ajudaram a construir não apenas este trabalho, mas também a pessoa e o profissional que me tornei.

TERMORREGULAÇÃO EM PEQUENOS MAMÍFEROS DA CAATINGA, Luan Arthur Queirós Lima. Ecofisiologia térmica de pequenos mamíferos da Caatinga 2025 52F Dissertação de mestrado; programa de pós-graduação em ciência animal; universidade federal rural do semiárido; Mossoró-RN Brasil 2025

RESUMO: Os pequenos mamíferos desempenham papéis ecológicos essenciais na manutenção dos ecossistemas, atuando na ciclagem de nutrientes, na herbivoria e como presas de diversos predadores. Sua atividade, no entanto, é influenciada por fatores ambientais e biológicos, como temperatura, umidade, precipitação, sazonalidade e período reprodutivo, cujos efeitos podem variar de acordo com a espécie e o ambiente. Na Caatinga, bioma semiárido de grande biodiversidade e forte limitação hídrica, compreender a resposta desses organismos às variações ambientais é fundamental diante das pressões impostas pelas mudanças climáticas globais. O estudo avaliou, de um lado, a termorregulação de quatro espécies simpátricas (*Didelphis albiventris*, *Gracilinanus agilis*, *Thrichomys laurentius* e *Rattus rattus*), identificando diferenças interespecíficas na relação entre temperatura corporal e ambiental e no uso de extremidades como cauda e orelhas para dissipação de calor. De outro, investigou como variáveis ambientais temperatura, umidade, precipitação e sazonalidade e biológicas como o período reprodutivo influenciam a taxa de captura das mesmas espécies, em um esforço de 16.059 armadilha/noite, com 866 registros entre 2017 e 2023. Os resultados mostraram que, enquanto os marsupiais apresentaram temperaturas corporais mais baixas e maior variação térmica em relação aos roedores, as espécies generalistas mantiveram padrões de atividade mais estáveis ao longo do ano, e espécies como *Gracilinanus agilis* e *Thrichomys laurentius* apresentaram respostas mais sensíveis às condições climáticas e reprodutivas. De forma integrada, o estudo revela que esses pequenos mamíferos utilizam tanto ajustes fisiológicos quanto comportamentais para lidar com as condições extremas do semiárido, mas que diferenças interespecíficas podem indicar graus distintos de vulnerabilidade frente às mudanças climáticas, ressaltando a importância de abordagens que considerem múltiplos níveis de adaptação para a conservação da fauna da Caatinga.

Palavras-chave: Temperatura corporal; Marsupiais; Roedores; Ambiente; Mudanças climáticas.

ABSTRACT: Small mammals play essential ecological roles in ecosystem maintenance, contributing to nutrient cycling, herbivory, and serving as prey for various predators. Their activity, however, is influenced by environmental and biological factors such as temperature, humidity, precipitation, seasonality, and reproductive period, whose effects can vary depending on the species and habitat. In the Caatinga, a semi-arid biome with high biodiversity and strong water limitation, understanding how these organisms respond to environmental fluctuations is critical under the pressures of global climate change. This study evaluated both the thermoregulation of four sympatric species (*Didelphis albiventris*, *Gracilinanus agilis*, *Thrichomys laurentius*, and *Rattus rattus*), identifying interspecific differences in the relationship between body and environmental temperature and in the use of extremities, such as tail and ears, for heat dissipation, and the influence of environmental (temperature, humidity, precipitation, seasonality) and biological (reproductive period) variables on capture rates in an effort totaling 16,059 trap-nights, yielding 866 records between 2017 and 2023. Results showed that marsupials exhibited lower body temperatures and greater thermal variation compared to rodents, generalist species maintained more stable activity patterns throughout the year, and species such as *Gracilinanus agilis* and *Thrichomys laurentius* were more sensitive to climatic and reproductive conditions. Overall, the study demonstrates that these small mammals employ both physiological and behavioral adjustments to cope with extreme semi-arid conditions, while interspecific differences suggest varying degrees of vulnerability to climate change, highlighting the importance of multi-level adaptation approaches for the conservation of Caatinga fauna.

Keywords: Body temperature; Marsupials; Rodents; Environment; Climate change.

SUMÁRIO

CAPITULO I - PADRÕES DE TERMORREGULAÇÃO EM QUATRO ESPÉCIES DE PEQUENOS MAMÍFEROS SIMPÁTRICOS DA CAATINGA.

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. METODOLOGIA	14
2.1 Área de estudo	14
2.2 Identificação taxonômica e sexagem	14
2.3 Esforço amostral	15
2.4 Coleta de dados	15
2.5 Análise estatística	16
2.6 Licença de pesquisa	17
3. RESULTADOS	18
3.1 Comparações Interespecíficas	18
3.2 Comparações Intraespecífica	22
3.2.1 <i>Didelphis albiventris</i>	22
3.2.2 <i>Gracilinanus agilis</i>	22
3.2.3 <i>Rattus rattus</i>	23
3.2.4 <i>Thrichomys laurentius</i>	24
4. DISCUSSÃO	24
4.1 Comparações Interespecíficas	24
4.2 Comparações Intraespecífica	26
5. REFERÊNCIAS	28

CAPÍTULO II - PADRÕES DE CAPTURA E INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS SOBRE PEQUENOS MAMÍFEROS EM UM ECOSISTEMA SEMIÁRIDO

1. INTRODUÇÃO.....	33
--------------------	----

2. METODOLOGIA	35
2.1 Área de estudo	35
2.2 Espécies estudadas	37
2.3 Desenho amostral.....	37
2.4 Captura e identificação de pequenos mamíferos	37
2.5 Período reprodutivo.....	37
2.6 Variáveis ambientais.....	37
2.7 Análise estatística	38
2.8 Permissão de Pesquisa.....	39
3. RESULTADOS	39
3.1 Caracterização Ambiental	39
3.2 Taxas de captura	40
3.3 Taxa de captura vs. ambiente	41
4. DISCUSSÃO	43
4.1 Sazonalidade e taxa de captura	43
4.2 Influências climáticas no comportamento das espécies.....	44
5. REFERÊNCIAS	46

CAPÍTULO I - PADRÕES DE TERMORREGULAÇÃO EM QUATRO ESPÉCIES DE PEQUENOS MAMÍFEROS SIMPÁTRICOS DA CAATINGA

Resumo: A termorregulação é uma adaptação crucial para mamíferos em ambientes semiáridos, onde as flutuações térmicas impõem desafios fisiológicos significativos. Foram analisados 247 indivíduos capturados entre 2019 e 2024, com medições de temperatura retal, caudal dorsal/ventral e auricular em diferentes horários do dia, considerando também sexo, tamanho corporal e período sazonal. Os resultados indicam que os marsupiais apresentam temperaturas corporais significativamente mais baixas que os roedores, enquanto todas as espécies exibem algum grau de relaxamento da homeotermia, permitindo variações térmicas diárias dentro de limites seguros. A temperatura das extremidades foi consistentemente inferior à retal, confirmando seu papel na dissipação de calor, e espécies como *Gracilinanus agilis* mostraram controle eficiente da temperatura, ao passo que *Thrichomys laurentius* apresentou forte correlação entre temperatura corporal e ambiente, sugerindo adaptação a condições extremas. Diferenças sexuais foram observadas apenas em *Rattus rattus*, com fêmeas apresentando temperaturas mais elevadas. Os resultados demonstram que pequenos mamíferos da Caatinga combinam estratégias fisiológicas e morfológicas para regular a temperatura corporal, revelando plasticidade adaptativa frente às condições extremas do semiárido e fornecendo subsídios importantes para a conservação dessas espécies diante de mudanças climáticas.

1. Introdução

A termorregulação é um processo vital que permite aos organismos endotérmicos manter a temperatura corporal em níveis compatíveis com a vida, independentemente das variações ambientais (Bícego; Gargaglioni, 2020; McNab, 1986). Esse processo é essencial para a homeostase, uma vez que as reações bioquímicas e funções enzimáticas ocorrem de forma eficiente apenas dentro de uma faixa térmica estreita (Banfalvi, 2014).

Os mamíferos, de modo geral, são endotérmicos, possuindo mecanismos comportamentais e fisiológicos para regular a temperatura corporal (Eliosa León; Silva Gómez, 2011). Entre as estratégias comportamentais, destacam-se hábitos noturnos para evitar exposição ao calor (Hooper; Hilali, 1972; Johansen, 1961; Le Maho et al., 1981; Perea-Rodríguez et al., 2022), mudanças posturais para otimizar troca de calor (Stelzner;

Hausfater, 1986; Thompson; Hermann, 2024) e uso de abrigos subterrâneos ou sombreados durante os períodos mais quentes (Cory Toussaint; McKechnie, 2012; Glass et al., 2021; Zhu et al., 2008). Os mecanismos fisiológicos incluem o uso de extremidades como janelas térmicas para dissipação de calor (Terrien, 2011), perda de calor por evaporação principal forma de resfriamento em muitos mamíferos (Mota-Rojas et al., 2021; Zhu et al., 2008), produção de urina concentrada e fezes secas para retenção de água (Kenagy, 1973; Rocha et al., 2021) e até modulação do sistema reprodutivo em resposta às condições ambientais (Schwimmer; Haim, 2009).

Pequenos mamíferos, devido à sua alta relação superfície-volume (Planinšič; Vollmer, 2008; Sapoval; Filoche; Weibel, 2002), perdem ou ganham calor rapidamente, tornando-se mais suscetíveis às variações térmicas (Searing; Lomolino; Rozzi, 2023). Em ambientes áridos ou semiáridos, como a Caatinga, essas variações podem ser extremas, impondo pressões seletivas que favorecem estratégias como relaxamento da homeotermia e torpor facultativo para reduzir os custos energéticos da termorregulação (Bozinovic et al., 2014; Geiser; Ruf, 1995; Lovegrove, 2012). Espécies como *Monodelphis domestica* e pequenos roedores como *Necomys lasiurus* e *Calomys expulsus* utilizam tocas ou apresentam hipo-termia controlada em condições de estresse térmico, o que demonstra que essas estratégias são comuns entre mamíferos de ambientes secos (Navas; Gomes; Carvalho, 2008; Rezende; Bozinovic; Jr, 2004).

Apesar disso, ainda existe lacuna significativa de conhecimento sobre a ecologia térmica de pequenos mamíferos neotropicais, especialmente os da Caatinga (Pacifci et al., 2015; Peck et al., 2009; Tourinho et al., 2023). O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC prevê aumento da temperatura média e maior frequência de eventos de seca para o semiárido brasileiro, compreender como essas espécies regulam sua temperatura corporal é crucial para prever respostas populacionais, ajustar modelos de distribuição de espécies e orientar estratégias de conservação mais eficazes.

O presente capítulo tem por objetivo avaliar os padrões de termorregulação de pequenos mamíferos simpátricos (marsupiais e roedores) na Caatinga, comparando a relação entre temperatura corporal e temperatura ambiental, bem como como as diferentes temperaturas corporais (retal, caudal e auricular) se relacionam entre si, e identificar diferenças interespecíficas nas estratégias de manutenção da homeotermia. A investigação se fundamenta em três hipóteses principais: (1) Marsupiais apresentam temperaturas corporais mais baixas do que os roedores, devido às diferenças evolutivas

na fisiologia térmica. (2) As extremidades (cauda e orelhas) apresentam temperaturas significativamente mais baixas que a temperatura retal, atuando como regiões de dissipação de calor; e (3) Espera-se que as espécies analisadas apresentem mecanismos de termorregulação característicos de mamíferos adaptados a ambientes áridos e semiáridos, como a Caatinga.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no bioma de Caatinga entre os anos de 2019 a 2024, Região semiárida do Nordeste brasileiro (5°03'40"S, 37°23'51"O). A área está localizada na região da Chapada do Apodi, que apresenta uma vegetação do tipo arbórea arbustiva densa, hiperxerófila caducifólia (Velloso A. L.; Sampaio E. V. S. B.; Pareyn F. G. C., 2002). Possui duas épocas do ano bem marcadas, o período chuvoso e o período seco. O período chuvoso é concentrado em 3 a 5 meses e pluviometria média anual de 673,9 mm (Ferreira da Silva et al., 2012) enquanto que no período seco variando de 7 a 9 meses e não chove (Silva; Leal; Tabarelli, 2017). Esta região é classificada, de acordo com a climatologia de Köppen, como BSh, correspondente ao clima semiárido quente (Alvares et al., 2013).

2.2 Identificação taxonômica e sexagem

A identificação taxonômica e sexagem foi realizada através de marcadores morfológicos, com base na literatura especializada (Bonvicino et al., 2008; Carvalhaes et al., 2019; Faria, 2019; Garcia et al., 2010; Islam et al., 2021; Lemos; Cerqueira, 2002; Patton; Yang; Myers, 1975). Para aferição do comprimento do corpo os espécimes foram dispostos em uma régua milimetrada sobre a bancada. A massa corporal foi aferida com o auxílio de uma pesola de 100 e 500g com precisão de 1 e 5g, respectivamente. Os dados obtidos através das medidas corporais auxiliaram na identificação da idade do *Thrichomys laurentius* e *Rattus rattus*, já para o *Didelphis albiventris* e *Gracilinanus agilis* foi utilizado para determinação da idade a sequência de erupção dentária, (Astúa; Leiner, 2008; Van Nievelt; Smith, 2005).

Foram amostradas quatro espécies de pequenos mamíferos. Da Ordem Didelphimorphia, foram amostrados 77 indivíduos sendo 37 machos e 40 fêmeas de gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris* lund, 1840) e 41 indivíduos sendo 22 machos e 19 fêmeas de cuíca-graciosa (*Gracilinanus agilis* Burmeister, 1854). Da Ordem

Rodentia foram amostrados 89 indivíduos sendo 34 machos e 55 fêmeas de punaré (*Thrichomys laurentius* Thomas, 1904), e 34 indivíduos sendo 20 machos e 14 fêmeas do rato-preto (*Rattus rattus* Linnaeus, 1758).

2.3 Esforço amostral.

Os indivíduos foram capturados utilizando 115 armadilhas dos modelos Tomahawk e Sherman. Todas as armadilhas foram iscadas e abertas cerca de meia hora antes do pôr do sol, contendo em seu interior uma mistura de banana, massa de milho, óleo de sardinha e paçoca de amendoim, visando abranger diferentes preferências alimentares das espécies estudadas. As armadilhas foram verificadas aproximadamente três horas antes do amanhecer; os animais capturados eram triados e mantidos nas próprias armadilhas, enquanto as armadilhas vazias eram fechadas. Até uma hora após o amanhecer, os animais eram novamente triados e mantidos em local sombreado. Por volta das 09:00 horas, uma terceira triagem era realizada e, em seguida, os animais eram liberados no mesmo local de captura. Esse procedimento permitiu a obtenção de três medições de temperatura: no período de atividade (primeira triagem), no intervalo entre os períodos (segunda triagem) e fora do período de atividade (terceira triagem).

As campanhas de captura tiveram duração de cinco noites consecutivas ocorrendo mensalmente ou bimensalmente entre os anos de 2019 a 2024. Os animais capturados foram triados e posteriormente liberados no mesmo local de captura.

2.4 Coleta de dados

A medição da temperatura caudal dorsal/ventral, (Tcd e Tcv, respectivamente) foi realizada através de um termômetro de infravermelho ($\pm 1.5^{\circ}\text{C}$). Para as coletas da temperatura retal (Tr), foi utilizado sensor tipo k, adaptado, com leitor termoanemometro da instrutheme Thal - 300. Os dados de temperatura ambiente (Ta) foram obtidos através do termômetro higrométrico toch screen da Vivosun com precisão de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Todo o procedimento foi realizado usando uma camada de luva de látex por baixo de uma luva de algodão para evitar a troca de calor com os animais. Ao final do procedimento todos os indivíduos foram marcados utilizando brincos metálicos alfanuméricos, colocados na orelha de cada indivíduo e liberados no mesmo local de captura.

Os dados de temperatura ambiente foram coletados por meio da estação meteorológica do Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte (CETAPIS), localizada a aproximadamente 500 metros da área de estudo. Para a

definição dos períodos chuvosos e secos, utilizou-se o método proposto por Liebmann et al., (2007), baseado na anomalia acumulada de precipitação diária. Essa anomalia acumulada, representada por $A(day)$, é calculada pela fórmula:

$$A(day) = \sum_{n=1}^{day} [R(n) - \bar{R}]$$

Nessa equação, $R(n)$ corresponde à precipitação observada no dia n , enquanto $\bar{R}$ representa a média climatológica de precipitação para esse mesmo dia, calculada com base em uma série histórica de longo prazo. A diferença entre $R(n) - \bar{R}$ indica se, naquele dia, choveu mais ou menos do que o esperado. Ao somar essas diferenças cumulativamente, dia após dia, obtém-se a curva de acumulação anômala, que revela a tendência de comportamento da precipitação ao longo do tempo. Assim o início da estação chuvosa é identificado como o dia seguinte àquele em que $A(day)$ atinge seu valor mínimo, indicando uma mudança de tendência a partir de um período mais seco para um período com precipitação acima da média. O fim da estação chuvosa é determinado quando $A(day)$ atinge seu valor máximo, sinalizando o início de um novo período seco, com precipitação abaixo da média. Os períodos definidos entre o fim de uma estação chuvosa e o início da próxima foram considerados como estações secas.

2.5 Análise estatística

Entre espécies, a temperatura corporal retal foi comparada, usando um teste de Kruskal-Wallis seguido de teste de Dunn de modo a determinar se as espécies divergem entre si. Foram realizadas regressões lineares para observar há independência da temperatura corporal sobre a temperatura ambiental. Para avaliar a influência da temperatura ambiental sobre a temperatura corporal, foi realizada uma regressão linear simples, relacionando as medidas de temperatura corporal com a temperatura do ambiente. Para cada espécie, foram extraídos os valores máximos e mínimos observados de temperatura retal, de modo a refletir o possível intervalo de temperaturas corporais que cada espécie pode experimentar.

Para verificar uma possível relação entre o tamanho do animal e a temperatura interna do animal, foram usados os resíduos da regressão linear entre o comprimento do corpo (mm) e a massa corporal (g) como variável dependente explicativa.

Para avaliar o efeito do horário de medição e da temperatura ambiente sobre a temperatura corporal dos animais, ajustamos modelos lineares generalizados (GLM) para

cada espécie, utilizando distribuição Gaussiana para *Didelphis albiventris* e *Thrichomys laurentius* e distribuição Gamma para *Gracilinanus agilis*, em função da distribuição dos resíduos. Em todos os modelos incluímos os efeitos principais de horário de medição (três níveis), temperatura ambiente (covariável contínua) e a interação entre ambos. Quando identificados efeitos significativos, foram realizados testes post hoc para comparações múltiplas entre horários, ajustados para valores médios de temperatura ambiente, a fim de identificar quais horários diferiam entre si com o objetivo de determinar se a temperatura corporal variou entre os horários de medição e se essa variação foi influenciada pela temperatura ambiente.

De cada espécie, foi analisada a possível relação entre as diferentes temperaturas corporais, utilizou-se a correlação de Pearson apenas para *Rattus rattus*, por apresentar distribuição normal dos dados, para as demais espécies, foi aplicada a correlação de Spearman.

Para determinar se a temperatura corporal de cada espécie varia conforme a região do corpo do animal, foram feitos testes t de Student para *Rattus rattus* e teste de Wilcoxon para as demais espécies, considerando-se amostras pareadas. Além disso, analisou-se a relação entre as temperaturas da cauda (ventral e dorsal) para verificar variações dentro da mesma estrutura e entre as temperaturas da orelha (esquerda e direita) para determinar possíveis variações em um órgão com simetria bilateral.

Individualmente, para avaliar se a época do ano e/ou o sexo afetam a temperatura corporal, foi realizado um teste de Kruskal-Wallis, usando temperatura retal como variável dependente, época e sexo como variáveis categóricas (independentes).

Nas análises de correlação, comparação de médias e regressões foram priorizadas as temperaturas retais visto que segundo Brown-Brandl *et al.*, (2003) é comumente usada como um bom indicador da condição do conforto ou estresse dos animais assim como avaliar o grau de adaptabilidade dos animais a um determinado ambiente ou condição.

A normalidade dos dados foi verificada usando o teste de Shapiro-Wilk. Todas as análises foram realizadas no programa R V.2024.12.1 e avaliadas a um nível de significância de $\alpha = 0,05$.

2.6 Licença de pesquisa

A captura e manipulação foram executadas com parecer N° 11/2014, processo N° 23091.00413/2014-21 da Comissão de Ética de uso de Animais da UFERSA e pelo

Ministério do Meio Ambiente - MMA Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, com N° 41686 de licença.

3. Resultados

3.1 Comparações Interespecíficas

Quanto as temperaturas retais, as ordens apresentaram diferenças significativas entre si. *Didelphis albiventris* ($32.9^{\circ}\text{C} \pm 1.29$) apresentou diferenças em relação aos roedores *Rattus rattus* ($34.9^{\circ}\text{C} \pm 0.98$) e *Thrichomys laurentius* ($34.9^{\circ}\text{C} \pm 1.63$). Similarmente, *Gracilinanus agilis* ($32.9^{\circ}\text{C} \pm 1.51$) apresentou diferenças significativas em relação aos roedores *Rattus rattus* ($34.9^{\circ}\text{C} \pm 0.98$), e *Thrichomys laurentius* ($34.9^{\circ}\text{C} \pm 1.63$) (Figura 1). Os marsupiais *Didelphis albiventris* e *Gracilinanus agilis* não apresentaram diferenças significativas entre si (p -valor = 0,879). Da mesma forma, os roedores *Rattus rattus* e *Thrichomys laurentius* também não mostraram diferenças significativas entre si (p -valor = 0,877).

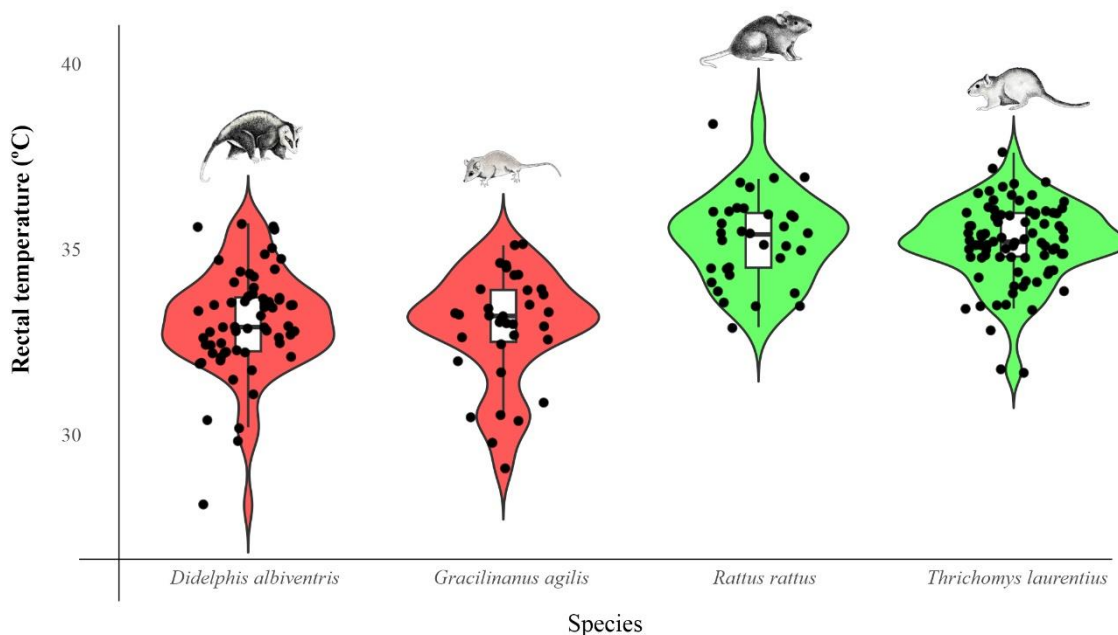


Figura 1. Comparação das temperaturas retais para quatro espécies de pequenos mamíferos na caatinga do Rio Grande do Norte, semiárido nordestino, Brazil capturados entre os anos de 2019 a 2024.

A análise de regressão revelou padrões distintos entre as espécies avaliadas (Figura 3). Para *Didelphis albiventris* ($R^2 = 0,144$; $\beta = 0,196$; $p = 0,004$; $N = 55$), foi observado um efeito positivo e estatisticamente significativo sobre a temperatura

ambiente. Para *Gracilinanus agilis* ($R^2 \approx 0,000$; $\beta = 0,121$; $p = 0,929$; $N = 31$), não foi detectada relação significativa entre a temperatura ambiente e temperatura corporal. Em *Rattus rattus* ($R^2 = 0,244$; $\beta = 0,007$; $p = 0,043$; $N = 17$), o efeito foi positivo, porém de magnitude muito baixa, ainda que estatisticamente significativo. Por fim, para *Thrichomys laurentius* ($R^2 = 0,308$; $\beta = 0,161$; $p < 0,001$; $N = 53$), foi evidenciada uma associação robusta e altamente significativa entre a temperatura ambiente e temperatura corporal.

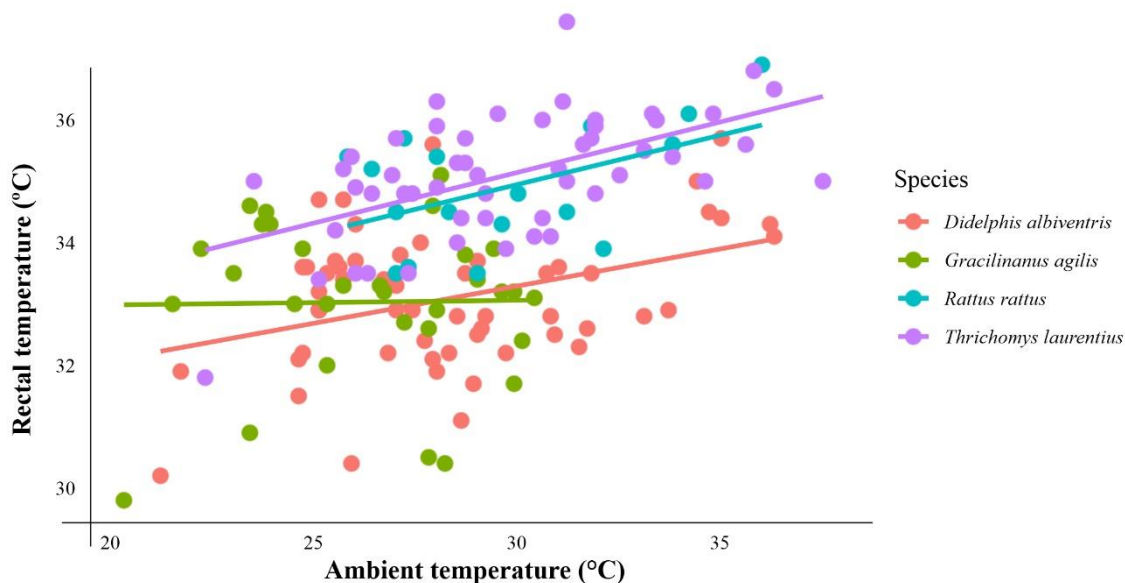


Figura 2. Relação da temperatura ambiente sobre a temperatura corporal de quatro espécies de pequenos mamíferos simpátricos na caatinga do Rio Grande do Norte, semiárido nordestino, Brasil.

Didelphis albiventris registrou temperaturas máxima e mínima de 35,7 °C e 28,7 °C, com uma variação de 7,0 °C, enquanto *Gracilinanus agilis* apresentou 35,1 °C e 29,1 °C, variando 6,0 °C. Entre os roedores, *Rattus rattus* atingiu 38,4 °C e 32,9 °C, variação de 5,5 °C, e *Thrichomys laurentius*, 37,6 °C e 31,7 °C, variação de 5,9 °C, (Figura 3).

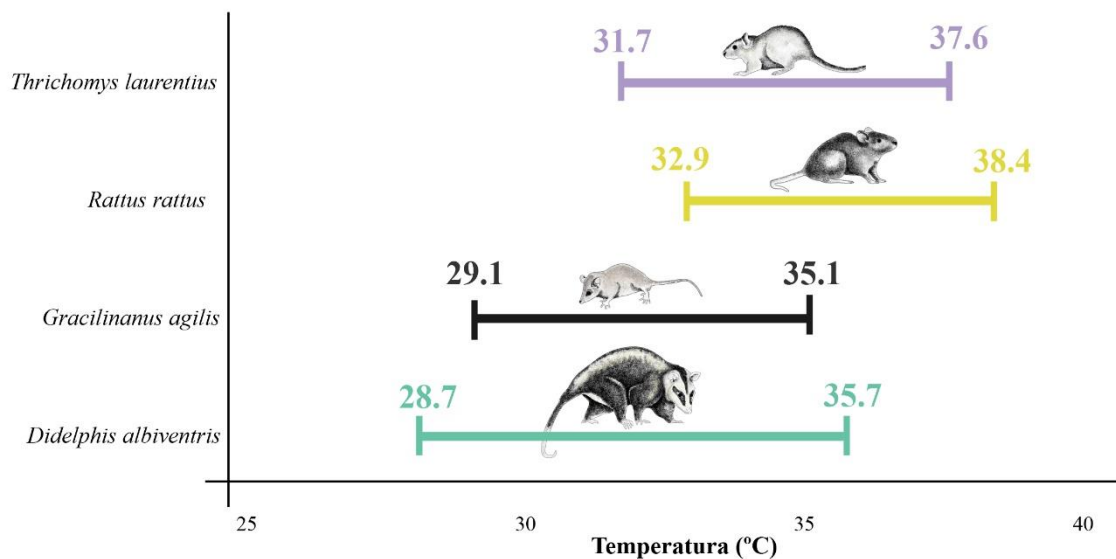


Figura 3. Variação da temperatura corporal, valores máximos e mínimos, obtidos via medição retal, de quatro espécies de pequenos mamíferos do semiárido brasileiro.

Apenas *Gracilinanus agilis* apresentou uma correlação significativa entre tamanho e temperatura retal (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da relação entre peso e comprimento corporal sobre a temperatura retal de quatro espécies de pequenos mamíferos na Caatinga do Rio Grande do Norte, semiárido nordestino, Brasil.

Espécie	N	Coefficiente de regressão (β)	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>Gracilinanaus agilis</i>	32	-0,012	-2,071	0,046
<i>Didelphis albiventris</i>	60	-0,007	-1,869	0,066
<i>Thrichomys laurentius</i>	66	-0,002	-0,611	0,542
<i>Rattus rattus</i>	29	0,000	0,067	0,946

Para *Didelphis albiventris*, o GLM indicou efeito significativo da temperatura ambiental sobre a temperatura corporal ($F = 16,61$; $p < 0,001$), porem nem o horário de medição ($F = 2,41$; $p = 0,097$) nem a interação horário $\times$ temperatura ambiental ($F = 1,99$; $p = 0,145$) foram significativos. Em *Gracilinanus agilis*, o GLM revelou efeitos significativos do horário de medição ($F = 31,08$; $p < 0,001$) e da temperatura ambiental ($F = 19,07$; $p < 0,001$), com interação significativa entre horário e temperatura ambiental ($F = 3,24$; $p = 0,045$). No entanto, os testes post hoc não identificaram diferenças

significativas entre os horários da temperatura ambiental ($p > 0,18$). Para *Thrichomys laurentius*, o GLM indicou efeitos significativos do horário de medição ($F = 23,54$; $p < 0,001$), da temperatura ambiental ($F = 37,43$; $p < 0,001$) e da interação horário $\times$ temperatura ambiental ($F = 5,84$; $p = 0,017$). Os testes post hoc mostraram que o horário 1 difere significativamente do horário 2 ($p = 0,028$) e do horário 3 ($p = 0,025$), enquanto os horários 2 e 3 não diferem entre si ($p = 0,695$) (Figura 4).

Rattus rattus não apresentou número amostral suficiente para realização das análises estatísticas, sendo, portanto, excluída dos modelos.

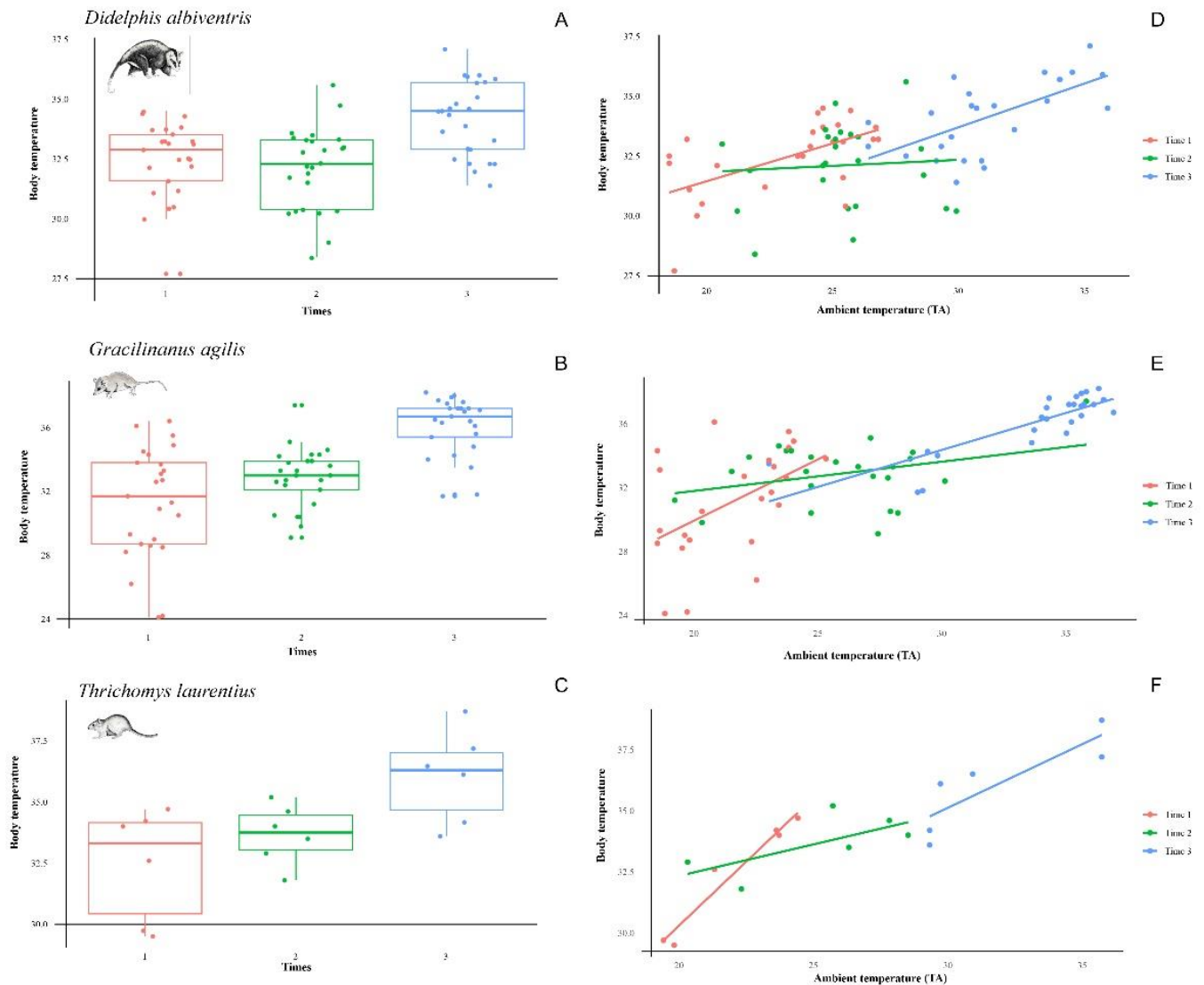


Figura 4. Gráficos A, B e C: modelos lineares generalizados (GLM) mostrando a relação entre a temperatura corporal e a temperatura ambiente (TA) para cada horário de medição (Horário 1, Horário 2 e Horário 3) nas três espécies analisadas. Gráficos D, E e F: comparações *post hoc* entre horários (Horário 1 $\times$ Horário 2 $\times$ Horário 3), avaliadas na temperatura ambiente média, para cada espécie

3.2 Comparações Intraespecífica

3.2.1. *Didelphis albiventris*

Em *Didelphis albiventris*, todas as temperaturas apresentaram correlação entre si. A temperatura retal foi significativamente superior as temperaturas das extremidades (orelhas e cauda). As temperaturas da cauda apresentaram uma variação entre a parte ventral e dorsal sendo a parte ventral superior à parte dorsal. As médias das temperaturas das orelhas não apresentaram diferenças entre si (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação e comparação entre temperaturas medidas em *Didelphis albiventris* (T_R = temperatura retal; T_{CD} = temperatura caudal dorsal; T_{CV} =temperatura caudal ventral; T_{OE} = temperatura orelha esquerda; T_{OD} =temperatura orelha direita). Valores das temperaturas apresentados em média $\pm$ desvio-padrão.

Variáveis	Média (°C) $\pm$ DP	N	Teste de Wilcoxon	Correlações
TR – TCD	$T_R 32.9 \pm 1.29$ $T_{CD} 29.9 \pm 2.3$	57	w: 3021; p <0.000	R: 0,451; p <0.000
TR – TCV	$T_R 32.9 \pm 1.29$ $T_{CV} 30.9 \pm 3.02$	57	w: 2266; p <0.000	R: 0,557; p <0.000
TR – TOE	$T_R 32.9 \pm 1.29$ $T_{OE} 30.5 \pm 1.43$	57	w: 1949; p <0.000	R: 0,592; p <0.000
TR – TOD	$T_R 32.9 \pm 1.29$ $T_{OD} 30.1 \pm 1.62$	57	w: 1071; p <0.000	R: 0,755; p <0.000
TCV – TCD	$T_{CV} 30.9 \pm 3.02$ $T_{CD} 29.9 \pm 2.3$	57	w: 2100; p: 0,007	R: 0,837; p <0.000
TOE – TOD	$T_{OE} 30.5 \pm 1.43$ $T_{OD} 30.1 \pm 1.62$	57	w: 1427; p: 0,264	R: 0,765; p <0.000

3.2.2 *Gracilinanus agilis*

Em *Gracilinanus agilis*, somente as medidas de temperatura das extremidades apresentaram correlação entre si. A temperatura retal foi significativamente superior as temperaturas das extremidades (orelhas e cauda). Houve uma relação negativa entre a temperatura retal e as temperaturas da cauda. Tanto as temperaturas da cauda quanto ambas as temperaturas das orelhas não difeririam entre si (Tabela 4).

Tabela 4. Correlação e comparação entre temperaturas medidas em *Gracilinanus agilis* (T_R = temperatura retal; T_{CD} = temperatura caudal dorsal; T_{CV} =temperatura caudal ventral; T_{OE} = temperatura orelha esquerda; T_{OD} =temperatura orelha direita). Valores das temperaturas apresentados em média $\pm$ desvio-padrão.

Variáveis	Média (°C) ± DP	N	Teste de Wilcoxon	Correlações
TR – TCD	^{TR} 32.9 ± 1.51 ^{TCD} 29.0 ± 2.03	34	<i>w</i> : 1084; <i>p</i> :<0.000	<i>R</i> :-0,074; <i>p</i> : 0,673
TR – TCV	^{TR} 32.9 ± 1.51 ^{TCV} 28.6 ± 2.27	34	<i>w</i> : 1093; <i>p</i> :<0.000	<i>R</i> :-0,008; <i>p</i> : 0,961
TR – TOE	^{TR} 32.9 ± 1.51 ^{TOE} 29.5 ± 1.73	34	<i>w</i> : 1058; <i>p</i> :<0.000	<i>R</i> :0,074; <i>p</i> : 0,676
TR – TOD	^{TR} 32.9 ± 1.51 ^{TOD} 29.3 ± 1.85	34	<i>w</i> : 487; <i>p</i> :<0.000	<i>R</i> :0,064; <i>p</i> : 0,715
TCV – TCD	^{TCV} 28.6 ± 2.27 ^{TCD} 29.0 ± 2.03	34	<i>w</i> : 506; <i>p</i> :0,380	<i>R</i> :0,0748; <i>p</i> :<0.000
TOE – TOD	^{TOE} 29.5 ± 1.73 ^{TOD} 29.3 ± 1.85	34	<i>w</i> : 552; <i>p</i> :0,759	<i>R</i> :0,585; <i>p</i> :<0.000

3.2.3 *Rattus rattus*

Em *Rattus rattus*, somente as medidas de temperatura retal com a caudal dorsal e orelha esquerda não tiveram relação. A temperatura retal foi significativamente superior as temperaturas das extremidades (orelhas e cauda). As temperaturas da parte ventral e dorsal da cauda também diferiram entre si em 2.2 °C sendo a parte ventral mais quente. As temperaturas das orelhas não apresentaram diferenças entre si (Tabela 5).

Rattus rattus foi a única espécie em que a temperatura retal apresentou alterações para os sexos com fêmeas com temperaturas superiores ($\chi^2=7,184$, $p=0,007$, $df= 1$, $N=34$).

Tabela 5. Correlação e comparação entre temperaturas medidas em *Rattus rattus* (T_R = temperatura retal; T_{CD} = temperatura caudal dorsal; T_{CV} =temperatura caudal ventral; T_{OE} = temperatura orelha esquerda; T_{OD} =temperatura orelha direita). Valores das temperaturas apresentados em média ± desvio-padrão.

Variáveis	Média (°C) ± DP	N	Teste t	Correlações
TR – TCD	^{TR} 34.9 ± 0.98 ^{TCD} 31.1 ± 0.66	17	<i>t</i> :12,9; <i>p</i> : <0.000	<i>R</i> :0,373; <i>p</i> :0,140
TR – TCV	^{TR} 34.9 ± 0.98 ^{TCV} 33.3 ± 1.66	17	<i>t</i> :3,3; <i>p</i> : 0.002	<i>R</i> :0,483; <i>p</i> :0,049
TR – TOE	^{TR} 34.9 ± 0.98 ^{TOE} 31.7 ± 0.70	17	<i>t</i> :10,7; <i>p</i> :<0.000	<i>R</i> :0,437; <i>p</i> :0,078
TR – TOD	^{TR} 34.9 ± 0.98 ^{TOD} 31.9 ± 1.03	17	<i>t</i> :8,3; <i>p</i> :<0.000	<i>R</i> :0,486; <i>p</i> :0,047
TCV – TCD	^{TCV} 33.3 ± 1.66 ^{TCD} 31.1 ± 0.66	17	<i>t</i> :4,9; <i>p</i> :<0.000	<i>R</i> :0,805; <i>p</i> :0,047
TOE – TOD	^{TOE} 31.7 ± 0.70	17	<i>t</i> :0,8; <i>p</i> :0.391	<i>R</i> :0,933; <i>p</i> :0,047

3.2.4 *Thrichomys laurentius*

Em *Thrichomys laurentius*, todas as temperaturas apresentaram correlação entre si. A temperatura retal foi significativamente superior as temperaturas das extremidades (orelhas e cauda). As temperaturas da parte ventral e dorsal da cauda também diferiram entre si. As médias de temperatura das orelhas não apresentaram diferenças entre si (Tabela 6).

Tabela 6. Correlação e comparação entre temperaturas medidas em *Thrichomys laurentius* (T_R = temperatura retal; T_{CD} = temperatura caudal dorsal; T_{CV} = temperatura caudal ventral; T_{OE} = temperatura orelha esquerda; T_{OD} = temperatura orelha direita). Valores das temperaturas apresentados em média $\pm$ desvio-padrão.

Variáveis	Média (°C) $\pm$ DP	N	Teste de Wilcoxon	Correlações
TR – TCD	$T_R 34.9 \pm 1.63$ $T_{CD} 30.6 \pm 1.72$	63	$w: 3959; p < 0.000$	$R: 0,650; p < 0.000$
TR – TCV	$T_R 34.9 \pm 1.63$ $T_{CV} 32.4 \pm 2.48$	63	$w: 3430; p < 0.000$	$R: 0,630; p < 0.000$
TR – TOE	$T_R 34.9 \pm 1.63$ $T_{OE} 31.2 \pm 1.01$	63	$w: 3945; p < 0.000$	$R: 0,531; p < 0.000$
TR – TOD	$T_R 34.9 \pm 1.63$ $T_{CD} 31.4 \pm 1.05$	63	$w: 3922; p < 0.000$	$R: 0,672; p < 0.000$
TCV – TCD	$T_{CV} 32.4 \pm 2.48$ $T_{CD} 30.6 \pm 1.72$	63	$w: 3071; p < 0.000$	$R: 0,948; p < 0.000$
TOE – TOD	$T_{OE} 31.2 \pm 1.01$ $T_{OD} 31.4 \pm 1.05$	63	$w: 2256; p: 0,184$	$R: 0,719; p < 0.000$

4. Discussão

4.1 Comparações interespecíficas

Os resultados indicam que os marsupiais apresentaram temperaturas corporais estatisticamente inferiores às dos roedores, em concordância com a literatura, que aponta que os marsupiais possuem temperatura corporal e taxa metabólica basal mais baixas que os mamíferos placentários (Dawson; Hulbert, 1969; Geiser, 2008; Johansen, 1962; Withers; Cooper, 2022). Esse padrão pode refletir um ponto de ajuste térmico mais baixo, associado a uma ramificação evolutiva precoce na linhagem dos marsupiais e é

consistente com dados de outros trabalhos como o de Cooper et al., (2016) que também reportaram temperaturas corporais mais baixas em marsupiais.

Em geral, as espécies estudadas mantiveram a temperatura corporal relativamente estável, mas com diferentes graus de sensibilidade à temperatura ambiental. *Didelphis albiventris* apresentou pequena inclinação da temperatura corporal em relação ao ambiente, sem diferenças entre horários, indicando homeotermia eficaz e independente do momento do dia, como esperado para um endotérmico. *Thrichomys laurentius*, por sua vez, mostrou forte relação da temperatura corporal com a temperatura ambiental, incluindo diferenças significativas entre horários, revelando maior variação térmica. Apesar disso, essas diferenças permaneceram dentro de limites encontrados para a espécie, indicando um controle da temperatura corporal. Como espécie endêmica do Cerrado e da Caatinga (Morlanes, 2016), esse padrão sugere especialização adaptativa a ambientes mais quentes e variáveis, permitindo lidar com oscilações térmicas típicas desses biomas a um menor custo energético.

A amplitude térmica observada, variando de 5,5 °C a 7,0 °C entre espécies, indica um certo relaxamento da homeotermia, permitindo oscilações térmicas seguras. Essa grande amplitude térmica pode ser observado tanto em grandes mamíferos de zonas áridas, como o dromedário (*Camelus dromedarius*) que pode variar sua temperatura corporal entre cerca de 34 °C ao amanhecer até 40 °C ao entardecer cerca de 6 °C de oscilação, como estratégia para reduzir a perda de água por evaporação (Fuller et al., 2014) e o oryx do Saara (*Scimitar-horned oryx*) que permite que a temperatura corra até quase 46,5 °C durante o dia, voltando a cerca de 36 °C à noite, promovendo uma oscilação de até 10 °C para economizar água (Fuller et al., 2014). Assim a variação de temperatura das espécies encontradas nesse estudo pode ser considerada permissivo quando comparado ao que é conhecido tanto para grandes mamíferos quanto para pequenos mamíferos, refletindo uma relativa flexibilidade térmica. Por exemplo, o rato-cervo (*Peromyscus maniculatus*), um pequeno roedor norte-americano, pode apresentar variações de até 6 °C na temperatura corporal em condições naturais (Lovegrove, 2012; McNab; Morrison, 1963). Esses estudos revelam que o relaxamento da homeotermia pode ser uma alternativa para a sobrevivência dessas espécies em ambientes quentes.

Gracilinanus agilis se destacou por manter a temperatura corporal relativamente independente da temperatura ambiental. Apesar do GLM indicar efeito da temperatura e do horário, os testes post hoc não mostraram diferenças reais entre horários, sugerindo

que sua termorregulação é efetivamente controlada. A ampla amplitude térmica, combinada à correlação negativa entre tamanho corporal e temperatura, indica que indivíduos maiores mantêm temperaturas ligeiramente mais baixas, refletindo controle fisiológico eficiente. Padrões semelhantes foram observados em pequenos marsupiais australianos, como *Sminthopsis crassicaudata*, que apresentam torpor facultativo mas mantêm homeotermia sob condições normais (Geiser, 2004), e em roedores sul-americanos de zonas áridas, como *Phyllotis darwini*, que combinam estratégias comportamentais para lidar com flutuações térmicas (Bozinovic; Nespolo, 1997). Assim, *G. agilis* integra amplitude térmica interna e características morfológicas para regular a temperatura de forma eficiente, conferindo vantagem adaptativa frente às condições extremas da Caatinga.

Em síntese, todas as espécies apresentaram algum grau de relaxamento da homeotermia, porém com diferenças marcantes em estratégias de controle interno. *Gracilinanus agilis* demonstra flexibilidade da homeotermia porem eficiente controle da temperatura corporal; *Didelphis albiventris* mantém temperatura corporal estável e pouco dependente do ambiente porem com alta faixa de variação de temperatura corporal; *Rattus rattus* apresentou relação positiva com a temperatura ambiental e uma ampla faixa de temperatura corporal; enquanto *Thrichomys laurentius* exibe maior relação com a temperatura ambiental, refletindo especialização adaptativa a habitats quentes. Esses padrões indicam que pequenos mamíferos da Caatinga utilizam uma de diferentes mecanismos para lidar com variações térmicas diárias, demonstrando plasticidade adaptativa na termorregulação.

4.2 Comparações intraespecífica

A avaliação das temperaturas das extremidades (cauda e orelhas) mostrou que, em todas as espécies analisadas, a temperatura retal foi significativamente maior do que a das extremidades, confirmando a hipótese de que essas estruturas desempenham um papel na dissipação de calor (Rand; Burton; Ing, 1965; Stott; Jennings; Harris, 2010). Em *D. albiventris*, *R. rattus* e *T. laurentius*, a temperatura ventral da cauda foi consistentemente mais alta que a dorsal. Nessas espécies, a vascularização da cauda ocorre por meio da veia dorsal, que transporta o sangue de volta ao coração, e da artéria ventral média, responsável por levar o sangue do coração para o corpo (Staszyk et al., 2003). A temperatura caudal dorsal mais baixa que a ventral indica, na prática, um fluxo de perda de calor, uma vez que o sangue que retorna ao corpo está mais frio do que o que chega à

cauda. Além disso, a ausência de diferenças significativas entre as temperaturas das orelhas direita e esquerda sugere que essas estruturas possuem uma função termorregulatória simétrica em todas as espécies analisadas.

Em *Gracilinanus agilis*, observou-se uma correlação negativa entre a temperatura retal e a temperatura caudal. Embora estatisticamente significativa, a magnitude da correlação foi baixa, sugerindo um efeito biologicamente discreto. Ainda assim, o padrão é coerente com o papel da cauda como principal estrutura de dissipação de calor nessa espécie, possivelmente favorecido por sua cauda longa e preênsil e pela alta relação superfície-volume, que facilitam trocas térmicas rápidas (Goin et al., 2016; Hickman, 1979; Voss; Lunde; Jansa, 2005).

Além das diferenças entre regiões do corpo, observou-se também variação sexual em *Rattus rattus*: as fêmeas apresentaram temperaturas médias superiores às dos machos. O efeito da contenção sobre a temperatura em pequenos mamíferos é amplamente documentado, sendo a hipertermia uma resposta fisiológica associada ao estímulo de fuga (Eberli; Gebhardt-Henrich; Steiger, 2011). Em outras espécies de ratos já foi observado que as fêmeas demonstram maior suscetibilidade a estressores durante a contenção em comparação aos machos, o que pode estar relacionado a fatores comportamentais e hormonais (Wongsaengchan et al., 2023), independentemente do ciclo reprodutivo (Babb et al., 2013; Becker; Prendergast; Liang, 2016). Em campo, foi observado que, entre as espécies analisadas, *R. rattus* era a mais resistente à contenção, o que pode explicar por que essa diferença entre machos e fêmeas foi detectada apenas nessa espécie e não nas demais.

Os resultados reforçam que marsupiais possuem temperaturas corporais mais baixas que roedores e que as extremidades (cauda e orelhas) atuam como importantes regiões de dissipação de calor. Além disso, observou-se que as espécies utilizam estratégias de termorregulação, coerentes com adaptações esperadas para esses ambientes ao mostrar que todas as espécies analisadas apresentam algum grau de relaxamento da homeotermia. Esses achados são relevantes para a conservação, pois evidenciam que pequenos mamíferos respondem fisiologicamente às condições ambientais, o que influencia sua resiliência frente ao aquecimento climático. Incorporar essas respostas fisiológicas em modelos de distribuição de espécies pode aprimorar previsões de ocorrência e identificar áreas de maior risco. Finalmente, compreender a plasticidade fisiológica e os limites térmicos dessas espécies é fundamental para direcionar estratégias

de manejo, priorizando a conservação de micro-habitats que favoreçam a regulação térmica e a persistência populacional em cenários de mudanças climáticas e degradação ambiental.

5. Referencias

ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 1 dez. 2013.

ASTÚA, Diego; LEINER, Natalia O. Tooth Eruption Sequence and Replacement Pattern in Woolly Opossums, Genus *Caluromys* (Didelphimorphia: Didelphidae). **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 1, p. 244–251, 19 fev. 2008.

BABB, Jessica A. *et al.* Stressor-specific effects of sex on HPA axis hormones and activation of stress-related neurocircuitry. **Stress**, v. 16, n. 6, p. 664–677, 1 nov. 2013.

BANFALVI, Gaspar. Homeostasis. In: BANFALVI, Gaspar (Org.). **Homeostasis - Tumor - Metastasis**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. p. 1–92.

BECKER, Jill B.; PRENDERGAST, Brian J.; LIANG, Jing W. Female rats are not more variable than male rats: a meta-analysis of neuroscience studies. **Biology of Sex Differences**, v. 7, n. 1, p. 34, 26 jul. 2016.

BÍCEGO, Kênia C.; GARGAGLIONI, Luciane H. **Fisiologia térmica de vertebrados**. Cultura Acadêmica Editora, 2020.

BONVICINO, C. R. *et al.* Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. **Série de Manuais Técnicos**;11, 2008.

BOZINOVIC, F.; NESPOLO, R. F. Effect of ambient temperature and energy demands on digestive functions in leaf-eared mice (*Phyllotis darwini*) from central Chile. **International Journal of Biometeorology**, v. 41, n. 1, p. 23–25, jul. 1997.

BOZINOVIC, Francisco *et al.* Thermal tolerances in rodents: species that evolved in cold climates exhibit a wider thermoneutral zone. **Evolutionary Ecology Research**, v. 16, n. 2, p. 143–152, 2014.

BROWN-BRANDL, T. M. *et al.* Thermoregulatory responses of feeder cattle. **Journal of Thermal Biology**, v. 28, n. 2, p. 149–157, 1 fev. 2003.

CARVALHAES, Jeiel G. *et al.* Variation in the skull morphometry of four taxonomic units of *Thrichomys* (Rodentia: Echimyidae), from different Neotropical biomes. **Journal of Morphology**, v. 280, n. 3, p. 436–445, 2019.

COOPER, Christine E. *et al.* Marsupials don't adjust their thermal energetics for life in an alpine environment. **Temperature: Multidisciplinary Biomedical Journal**, v. 3, n. 3, p. 484–498, 30 mar. 2016.

CORY TOUSSAINT, Dawn; MCKECHNIE, Andrew E. Interspecific variation in thermoregulation among three sympatric bats inhabiting a hot, semi-arid environment. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 182, n. 8, p. 1129–1140, 1 dez. 2012.

DAWSON, Terence J.; HULBERT, A. J. Standard Energy Metabolism of Marsupials. **Nature**, v. 221, n. 5178, p. 383–383, jan. 1969.

EBERLI, Patrizia; GEBHARDT-HENRICH, Sabine G.; STEIGER, Andreas. The influence of handling and exposure to a ferret on body temperature and running wheel activity of golden hamsters (*Mesocricetus auratus*). **Applied Animal Behaviour Science**, v. 131, n. 3, p. 131–137, 1 maio 2011.

ELIOSA LEÓN, Héctor R.; SILVA GÓMEZ, Adriana Berenice. El origen de la endotermia en los vertebrados. **Ciencias**, n. 102, p. 28–36, 2011.

FARIA, Michel Barros. **Guia dos marsupiais no Brasil: guia de identificação com base em caracteres morfológicos externos e cranianos**. Amélie Editorial, 2019.

FERREIRA DA SILVA, Armando *et al.* Comportamento defensivo de abelhas africanizadas na Fazenda Experimental, UFERSA, Mossoró, RN, Brazil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 22, 2012.

FULLER, Andrea *et al.* Adaptation to Heat and Water Shortage in Large, Arid-Zone Mammals. **Physiology**, v. 29, n. 3, p. 159–167, maio 2014.

GARCIA, João P. *et al.* Morfometría y citogenética de *Gracilinanus agilis* y *Cryptonanus spp.* (Didelphimorphia: Didelphidae) del centro y nordeste del Brasil. **Mastozoología neotropical**, v. 17, n. 1, p. 53–60, jun. 2010.

GEISER, Fritz. Metabolic rate and body temperature reduction during hibernation and daily torpor. **Annual Review of Physiology**, v. 66, p. 239–274, 2004.

GEISER, Fritz. Ontogeny and phylogeny of endothermy and torpor in mammals and birds. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Russell V. Baudinette Memorial Symposium. v. 150, n. 2, p. 176–180, 1 jun. 2008.

GEISER, Fritz; RUF, Thomas. Hibernation versus Daily Torpor in Mammals and Birds: Physiological Variables and Classification of Torpor Patterns. **Physiological Zoology**, v. 68, n. 6, p. 935–966, nov. 1995.

GLASS, Thomas W. *et al.* Trade-off between predation risk and behavioural thermoregulation drives resting behaviour in a cold-adapted mesocarnivore. **Animal Behaviour**, v. 175, p. 163–174, 1 maio 2021.

GOIN, Francisco J. *et al.* South American Living Metatherians: Physiological Ecology and Constraints. In: GOIN, Francisco *et al.* (Orgs.). **A Brief History of South American Metatherians: Evolutionary Contexts and Intercontinental Dispersals**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2016. p. 37–75.

HICKMAN, Graham C. The mammalian tail: a review of functions. **Mammal Review**, v. 9, n. 4, p. 143–157, 1979.

HOOPER, Emmet T.; HILALI, Mohammed El. Temperature Regulation and Habits in Two Species of Jerboa, Genus *Jaculus*. **Journal of Mammalogy**, v. 53, n. 3, p. 574–593, 27 set. 1972.

- ISLAM, Md Mazharul *et al.* Morphometric Study of *Mus musculus*, *Rattus norvegicus*, and *Rattus rattus* in Qatar. **Animals**, v. 11, n. 8, p. 2162, ago. 2021.
- JOHANSEN, Kjell. Temperature Regulation in the Nine-Banded Armadillo (*Dasypus novemcinctus mexicanus*). **Physiological Zoology**, 1 abr. 1961.
- JOHANSEN, Kjoll. Responses to Heat and Cold in Lower Mammals. v. 6, p. 3–28, 1962.
- KENAGY, G. J. Adaptations for leaf eating in the great basin kangaroo rat, *Dipodomys microps*. **Oecologia**, v. 12, n. 4, p. 383–412, 1 dez. 1973.
- LE MAHO, Y. *et al.* Thermoregulation in the only nocturnal simian: the night monkey *Aotus trivirgatus*. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 240, n. 3, p. R156–R165, mar. 1981.
- LEMOS, Bernardo; CERQUEIRA, Rui. Morphological Differentiation in the White-Eared Opossum Group (Didelphidae: Didelphis). **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 2, p. 354–369, 1 maio 2002.
- LIEBMANN, Brant *et al.* Onset and End of the Rainy Season in South America in Observations and the ECHAM 4.5 Atmospheric General Circulation Model. 15 maio 2007.
- LOVEGROVE, Barry Gordon. The evolution of endothermy in Cenozoic mammals: a plesiomorphic-apomorphic continuum. **Biological Reviews**, v. 87, n. 1, p. 128–162, 2012.
- MCNAB, Brian K. The Influence of Food Habits on the Energetics of Eutherian Mammals. **Ecological Monographs**, v. 56, n. 1, p. 1–19, 1986.
- MCNAB, Brian K.; MORRISON, Peter. Body Temperature and Metabolism in Subspecies of *Peromyscus* from Arid and Mesic Environments. **Ecological Monographs**, v. 33, n. 1, p. 63–82, 1963.
- MORLANES, Viviane. Universidade Federal Rural Do Semi-Árido Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Mestrado Em Ciência Animal. 2016.
- MOTA-ROJAS, Daniel *et al.* Physiological and Behavioral Mechanisms of Thermoregulation in Mammals. **Animals**, v. 11, n. 6, p. 1733, jun. 2021.
- NAVAS, Carlos A.; GOMES, Fernando R.; CARVALHO, José Eduardo. Thermal relationships and exercise physiology in anuran amphibians: Integration and evolutionary implications. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Fifth Special Issue of CBP dedicated to “The Face of Latin American Comparative Biochemistry and Physiology”. v. 151, n. 3, p. 344–362, 1 nov. 2008.
- PACIFICI, Michela *et al.* Assessing species vulnerability to climate change. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 3, p. 215–224, mar. 2015.

PATTON, James L.; YANG, Suh Y.; MYERS, Philip. Genetic and Morphologic Divergence among Introduced Rat Populations (*Rattus RATTUS*) of the Galápagos Archipelago, Ecuador1. **Systematic Biology**, v. 24, n. 3, p. 296–310, 1 set. 1975.

PECK, Lloyd S. *et al.* Animal temperature limits and ecological relevance: effects of size, activity and rates of change. **Functional Ecology**, v. 23, n. 2, p. 248–256, 2009.

PEREA-RODRÍGUEZ, Juan P. *et al.* Thermoenergetic challenges and daytime behavioural patterns of a wild cathemeral mammal. **Animal Behaviour**, v. 185, p. 163–173, 1 mar. 2022.

PLANINŠIČ, Gorazd; VOLLMER, Michael. The surface-to-volume ratio in thermal physics: from cheese cube physics to animal metabolism. **European Journal of Physics**, v. 29, n. 2, p. 369, fev. 2008.

RAND, RP; BURTON, AC; ING, T. The tail of the rat, in temperature regulation and acclimatization. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 43, n. 2, p. 257–267, mar. 1965.

REZENDE, Enrico L.; BOZINOVIC, Francisco; JR, Theodore Garland. Climatic Adaptation and the Evolution of Basal and Maximum Rates of Metabolism in Rodents. **Evolution**, v. 58, n. 6, p. 1361–1374, 2004.

ROCHA, Joana L. *et al.* Convergent evolution of increased urine-concentrating ability in desert mammals. **Mammal Review**, v. 51, n. 4, p. 482–491, 2021.

SAPOVAL, Bernard; FILOCHE, M.; WEIBEL, E. R. Smaller is better—but not too small: A physical scale for the design of the mammalian pulmonary acinus. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 16, p. 10411–10416, 6 ago. 2002.

SCHWIMMER, Hagit; HAIM, Abraham. Physiological adaptations of small mammals to desert ecosystems. **Integrative Zoology**, v. 4, n. 4, p. 357–366, 2009.

SEARING, Katherina B.; LOMOLINO, Mark V.; ROZZI, Roberto. Melting climates shrink North American small mammals. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 120, n. 50, p. e2310855120, 12 dez. 2023.

SILVA, José Maria Cardoso Da; LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo (ORGS.). **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Cham: Springer International Publishing, 2017.

STASZYK, Carsten *et al.* Blood vessels of the rat tail: a histological re-examination with respect to blood vessel puncture methods. **Laboratory Animals**, v. 37, n. 2, p. 121–125, 1 abr. 2003.

STELZNER, Jeffrey K.; HAUSFATER, Glenn. Posture, microclimate, and thermoregulation in yellow baboons. **Primates**, v. 27, n. 4, p. 449–463, 1 out. 1986.

STOTT, Philip; JENNINGS, Nancy; HARRIS, Stephen. Is the large size of the pinna of the ear of the European hare (*Lepus europaeus*) due to its role in thermoregulation or in anterior capital shock absorption? **Journal of Morphology**, v. 271, n. 6, p. 674–681, 2010.

TERRIEN, Jeremy. Behavioral thermoregulation in mammals: a review. **Frontiers in Bioscience**, v. 16, n. 1, p. 1428, 2011.

THOMPSON, Cynthia L.; HERMANN, Emily A. Behavioral thermoregulation in primates: A review of literature and future avenues. **American Journal of Primatology**, v. 86, n. 6, p. e23614, 2024.

TOURINHO, Luara *et al.* Impacts of climate change on slow metabolism mammals: An ecophysiological perspective. **Ecological Informatics**, v. 78, p. 102367, 1 dez. 2023.

VAN NIEVELT, Alexander F. H.; SMITH, Kathleen K. Tooth Eruption in *Monodelphis domestica* and Its Significance for Phylogeny and Natural History. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 2, p. 333–341, 15 abr. 2005.

VELLOSO A. L.; SAMPAIO E. V. S. B.; PAREYN F. G. C. **Ecorregiões Propostas para o Bioma Caatinga**. 1. ed. Recife: [S.n.].

VOSS, Robert S.; LUNDE, Darrin P.; JANSÁ, Sharon A. On the Contents of *Gracilinanus Gardner and Creighton*, 1989, with the Description of a Previously Unrecognized Clade of Small Didelphid Marsupials. **American Museum Novitates**, v. 2005, n. 3482, p. 1–36, jul. 2005.

WITHERS, Philip C.; COOPER, Christine E. Energy and Water Balance of Marsupials. In: CÁ CERES, Nilton C.; DICKMAN, Christopher R. (Orgs.). **American and Australasian Marsupials: An Evolutionary, Biogeographical, and Ecological Approach**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 1–42.

WONGSAENGCHAN, Chanakarn *et al.* Body surface temperature of rats reveals both magnitude and sex differences in the acute stress response. **Physiology & Behavior**, v. 264, p. 114138, 15 maio 2023.

ZHU, Wan-Long *et al.* Evaporative water loss and energy metabolic in two small mammals, voles (*Eothenomys miletus*) and mice (*Apodemus chevrieri*), in Hengduan mountains region. **Journal of Thermal Biology**, v. 33, n. 6, p. 324–331, 1 ago. 2008.

CAPÍTULO II - PADRÕES DE CAPTURA E INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS SOBRE PEQUENOS MAMÍFEROS EM UM ECOSISTEMA SEMIÁRIDO

Resumo: Este estudo investigou como variáveis como temperatura, umidade, precipitação e estação do ano, bem como o período reprodutivo, influenciam as taxas de captura de pequenos mamíferos terrestres no bioma Caatinga. Os resultados mostraram que *Gracilinanus agilis* apresentou taxas de captura significativamente maiores em temperaturas elevadas ($t = 2,318$, $p = 0,025$), enquanto o período reprodutivo teve um efeito negativo, embora marginalmente não significativo, sobre sua taxa de captura ($t = -1,857$, $p = 0,0709$). *Thrichomys laurentius* foi a única espécie a apresentar variação sazonal significativa ($\chi^2(1) = 4,956$, $p = 0,025$), com taxas de captura mais altas durante a estação chuvosa, provavelmente em resposta ao aumento da disponibilidade de alimento. Em contraste, as demais espécies apresentaram taxas de captura estáveis entre as estações. A hipótese inicial de que as variáveis temperatura, umidade, precipitação e estação do ano, bem como o período reprodutivo, afetariam negativamente as taxas de captura não foi confirmada para todas as espécies. No entanto, os dados sugerem que as respostas podem ser altamente espécie-específico com espécies, como *G. agilis*, sendo mais influenciadas por variações ambientais.

1. Introdução.

A atividade dos mamíferos é influenciada por diversos fatores, incluindo variações sazonais (Milling et al., 2017), presença de predadores (Brinkerhoff; Haddad; Orrock, 2005), estado reprodutivo (Borniger; Nelson, 2017), disponibilidade de alimento (McNab, 1986) e condições abióticas como temperatura, umidade, fotoperíodo e precipitação (Fedak; Wilson; Pomeroy, 2009; Lima; Dill, 1990; Lopes; Bicca-Marques, 2017; Previtali et al., 2009). A interação entre esses fatores gera uma ampla diversidade de padrões de atividade, que resultam de estratégias adaptativas voltadas à maximização da sobrevivência e do sucesso reprodutivo das espécies (Maccarini et al., 2015; Thies; Kalko; Schnitzler, 2006).

Em ambientes sazonais, a temperatura pode induzir à estivação em algumas espécies como estratégia de sobrevivência (Geiser, 2013), enquanto a umidade influencia diretamente os padrões de atividade, já que muitas espécies evitam períodos de alta evapotranspiração para reduzir a perda de água (Lopes; Bicca-Marques, 2017). Além disso, eventos climáticos extremos, como chuvas intensas, podem afetar o deslocamento

dos animais, reduzindo a atividade e, conseqüentemente, a probabilidade de captura em armadilhas (Van; Martin, 1993).

Estudos anteriores demonstraram que variáveis ambientais influenciam o comportamento e a captura de pequenos mamíferos, revelando relações complexas entre o ambiente e a ecologia desses animais (Maguire, 1999; Senior et al., 2020; Van; Martin, 1993). Lovegrove, (2005) observou que variações na temperatura podem alterar diretamente as taxas metabólicas basais dos pequenos mamíferos, impactando seus padrões de atividade. Da mesma forma, Lopes e Bicca-Marques (2017) constataram que períodos de alta umidade desencadeiam um aumento em posturas termorreguladoras em algumas espécies. Além dos efeitos diretos, variações ambientais também impactam a disponibilidade de alimento e abrigo, afetando os padrões de movimentação, e comportamento dos mamíferos (Fuller et al., 2014). Estudos como os de Beltrán; Delibes, (1994); e Stokes; Slade; Blair, (2001) indicam que alterações ambientais podem moldar os horários de atividade e a distribuição espacial das espécies, alterando significativamente as taxas de captura.

A captura de pequenos mamíferos por meio de armadilhas é uma técnica amplamente utilizada em estudos ecológicos (Santos-Filho et al., 2015; Umetsu; Naxara; Pardini, 2006; Wiener; Smith, 1972), fornecendo informações essenciais sobre distribuição espacial, densidade populacional, dinâmica de comunidades e respostas comportamentais a fatores ambientais (Fryxell et al., 1998; Gentry; Golley; McGinnis, 1966; Horváth; Molnár; Csonka, 2005; Stephens et al., 2017). Dada a importância desses organismos atuando na herbívora, no ciclo de nutrientes e como presas para diversos predadores (Davidson; Detling; Brown, 2012; Ebensperger; Mella; Simonetti, 1991; Lacher et al., 2019; Root-Bernstein; Ebensperger, 2013) é fundamental compreender como suas taxas de captura são influenciadas por variáveis climáticas, especialmente no contexto das mudanças ambientais globais (Ewacha et al., 2016; Lima; Dill, 1990; Madera, 2024; White; Lowe, 2008; Ylönen et al., 2019; Zhang et al., 2024).

A Caatinga, um bioma semiárido brasileiro, é caracterizada por alta diversidade biológica e elevado grau de endemismo, abrigando aproximadamente 1.400 espécies de vertebrados, das quais 23% são endêmicas (Garda et al., 2018). Entre os mamíferos, os roedores representam o segundo grupo mais diverso, com 42 espécies, enquanto os marsupiais incluem 13 espécies, todas pertencentes à família Didelphidae (Carmignotto; Astúa, 2017). Assim como em outros ecossistemas áridos e semiáridos, a escassez de

água influencia a dinâmica ambiental por meio da disponibilidade de recursos. Nesse contexto, é essencial caracterizar a resposta desses organismos às variações ambientais, considerando seu papel crucial na manutenção do equilíbrio ecológico desses habitats (Polyakov et al., 2021).

O objetivo deste estudo é compreender como variáveis ambientais (temperatura, umidade, precipitação e estação do ano) e biológicas (período reprodutivo) influenciam a taxa de captura de pequenos mamíferos terrestres da Caatinga. A hipótese central é que essas variáveis impactam negativamente a atividade dos pequenos mamíferos, o que se reflete nas suas taxas de captura. Espera-se que temperaturas mais altas reduzam a atividade animal, levando a menores taxas de captura. De maneira similar, a alta umidade pode alterar o comportamento dos pequenos mamíferos, tornando-os menos propensos a se deslocar e, portanto, com menos chances de serem capturados. Chuvas intensas podem reduzir a locomoção desses animais devido aos desafios físicos de se mover em ambientes encharcados ou por mudanças comportamentais para evitar exposição a condições adversas. E o período reprodutivo também pode influenciar as taxas de captura, pois os animais tendem a reduzir sua mobilidade para proteger os filhotes e focar nos cuidados parentais, o que diminui a probabilidade de serem capturados.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na zona rural de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. A área está localizada na região semiárida do Nordeste brasileiro, dentro da ecorregião da Depressão Sertaneja do Norte (Moro et al. 2024) (Figura 1). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é classificado como BSw^h', ou seja, quente e seco (Belda et al. 2014), com duas estações bem definidas: seca e chuvosa (Sparacino; Argibay; Espindola, 2021).

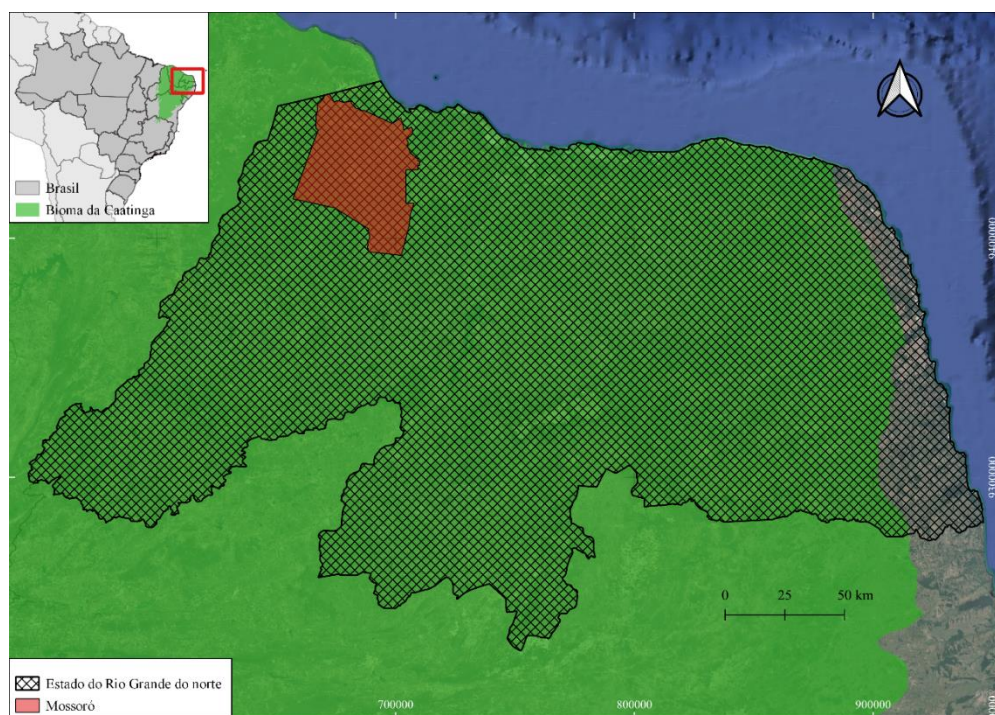


Figura 1. Mapa mostrando a localização geográfica da área de estudo no estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

2.2 Espécies amostradas

Para este estudo, foram utilizados dados de cinco espécies de pequenos mamíferos não voadores, classificados aqui como aqueles com massa corporal adulta inferior a 1000 g (Sinclair, 2003; Udrizar Sauthier et al., 2020). Essas espécies foram: 1) gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris* Lund, 1840), uma espécie de marsupial sinantrópico e arbóreo amplamente distribuído na América Latina, encontrado na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai (Chiarello et al., 2021; Gardner, 2008; IUCN, 2025; Massini et al., 2019); 2) cuíca-graciosa (*Gracilinanus agilis* Burmeister, 1854), um marsupial presente na Bolívia, Brasil, Colômbia, Paraguai, Peru e Uruguai, com hábitos terrestres e escansoriais (Faria, 2019; IUCN, 2025); 3) cuíca-de-rabo-curto (*Monodelphis domestica* Wagner, 1842), um marsupial com hábitos predominantemente terrestres, embora seja capaz de escalar. Pode ser encontrada nos países: Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai.

(Faria, 2019; IUCN, 2025) 4) punaré (*Thrichomys laurentius* Thomas, 1904), um roedor terrestre e endêmico do Brasil (Paglia et al., 2012); 5) e o rato preto (*Rattus rattus* Linnaeus, 1758), uma espécie invasora de roedor comumente encontrada em áreas urbanas e rurais, com hábitos terrestres, mas também possui capacidade de escalar (Bonvicino et al., 2008) Todas essas espécies coexistem simpaticamente na área de estudo.

2.3 Desenho amostral

O método de captura-marcação-recaptura foi empregado em sessões mensais, realizadas em cinco noites consecutivas, de junho de 2017 a julho de 2023. Para as capturas, foram utilizadas armadilhas modelos Sherman e Tomahawk, totalizando 115 armadilhas por noite de amostragem. A distância entre as armadilhas era de pelo menos 25 metros, com variações dependendo da topografia e da presença de árvores. As armadilhas foram montadas uma hora antes do pôr do sol e foram verificadas e fechadas o mais tardar uma hora após o nascer do sol.

2.4 Captura e identificação de pequenos mamíferos

Cada indivíduo capturado foi marcado com uma etiqueta alfanumérica de metal colocada na orelha esquerda. A identificação taxonômica foi conduzida com base em marcadores morfológicos, conforme descrito na literatura especializada (Bonvicino et al., 2008; Carvalhaes et al., 2019; Faria, 2019; Garcia et al., 2010; Islam et al., 2021; Lemos; Cerqueira, 2002; Patton; Yang; Myers, 1975)

2.5 Período reprodutivo

O período reprodutivo (indivíduos reprodutivos e não reprodutivos) foi determinado com base nas características morfológicas observadas nas diferentes espécies. Para as fêmeas de *M. domestica*, *D. albiventris* e *G. agilis*, os sinais incluíam mamilos inchados ou lactantes e uma cloaca inflamada. Além disso, os filhotes foram observados na bolsa (*D. albiventris*) ou presos aos mamilos (*M. domestica* e *G. agilis*). Para os machos, a presença de pêlos nos testículos externos foi consistentemente observada. Em *R. Rattus* e *T. laurentius*, os indicadores incluíam mamilos inchados ou lactantes, um abdômen inflamado com fetos visíveis no interior e uma vulva inflamada.

2.6 Variáveis ambientais

Os dados de temperatura e umidade foram obtidos por meio do cálculo da média aritmética dos valores registrados entre 17:00 e 05:00 do dia seguinte, correspondendo ao período em que as armadilhas permaneceram abertas para captura das espécies. A precipitação foi calculada como a soma dos registros dentro do mesmo intervalo de tempo. Esses dados foram coletados na estação meteorológica do Centro de Tecnologia em Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte (CETAPIS), localizada a aproximadamente 500 metros da área de estudo.

O início e o fim da estação chuvosa foram determinados seguindo a metodologia de (Liebmann et al., 2007) de acordo com a equação:

$$A(day) = \sum_{n=1}^{day} [R(n) - \bar{R}]$$

Onde $R(n)$ corresponde à precipitação observada no dia n , enquanto $\bar{R}$ representa a média climatológica de precipitação para esse mesmo dia, calculada com base em uma série histórica de longo prazo. A diferença entre $R(n) - \bar{R}$ indica se, naquele dia, choveu mais ou menos do que o esperado. Ao somar essas diferenças cumulativamente, dia após dia, obtém-se a curva de acumulação anômala, que revela a tendência de comportamento da precipitação ao longo do tempo. Assim o início da estação chuvosa é identificado como o dia seguinte àquele em que $A(day)$ atinge seu valor mínimo, indicando uma mudança de tendência a partir de um período mais seco para um período com precipitação acima da média. O fim da estação chuvosa é determinado quando $A(day)$ atinge seu valor máximo, sinalizando o início de um novo período seco, com precipitação abaixo da média. Os períodos definidos entre o fim de uma estação chuvosa e o início da próxima foram considerados como estações secas.

2.7 Análise estatística

Para entender as possíveis interdependências nos padrões climáticos, a relação entre as variáveis ambientais (temperatura, umidade e precipitação) foi analisada por meio de uma análise de correlação. A taxa de captura foi calculada de acordo com Kikkawa (1964), utilizando a equação Taxa de Captura = C/T , onde C é o número de indivíduos capturados e T é o número de armadilhas colocadas por noite. Assim, os

valores máximos e mínimos de captura foram calculados para cada espécie e utilizados como proxy para a atividade da espécie.

Uma ANOVA one-way e seu equivalente não paramétrico (teste de Kruskal-Wallis) foram realizados para determinar possíveis diferenças nas taxas de captura entre as estações seca e chuvosa para cada espécie, bem como para verificar diferenças de temperatura, umidade e precipitação entre as estações. Para avaliar a influência de variáveis ambientais e biológicas nas taxas de captura, foram ajustados modelos lineares generalizados (GLMs) com distribuição gaussiana, utilizando temperatura, umidade, precipitação, período reprodutivo e estação do ano como variáveis preditoras. Os modelos foram então comparados usando o Critério de Informação de Akaike (AIC) para identificar a combinação de variáveis que melhor explicavam a variação nas taxas de captura. O modelo com menor AIC foi considerado o mais parcimonioso e foi utilizado para interpretar os efeitos das variáveis selecionadas.

Os dados foram analisados por meio do software R (versão 4.4.1), e as diferenças com $p < 0,05$ foram consideradas significativas.

2.8 Permissão de Pesquisa

Todos os procedimentos de captura e manejo dos animais foram realizados de acordo com o nº 11/2014, Processo nº 23091.00413/2014-21, do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFERSA e foi autorizado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO, licença nº 41686.

3. Resultados

3.1 Caracterização Ambiental

A análise de correlação revelou uma relação negativa entre temperatura e umidade ($r = -0,47, p < 0,05$), indicando que, à medida que a temperatura aumentava, a umidade tendia a diminuir. Além disso, os períodos chuvosos contribuíram para o aumento do percentual de umidade ambiente (Figura 2). A umidade e a precipitação apresentaram diferenças significativas entre as estações ($F_{(1,152)} = 72,62, p = 0,000, n=154$ e $F_{(1,152)} = 13,91, p = 0,0003, n=154$), sendo que a estação chuvosa apresentou maior precipitação e maior umidade. Não foram observadas diferenças significativas na temperatura entre as estações do ano ($F_{(1,152)} = 0,9451, p = 0,3325, n=154$).

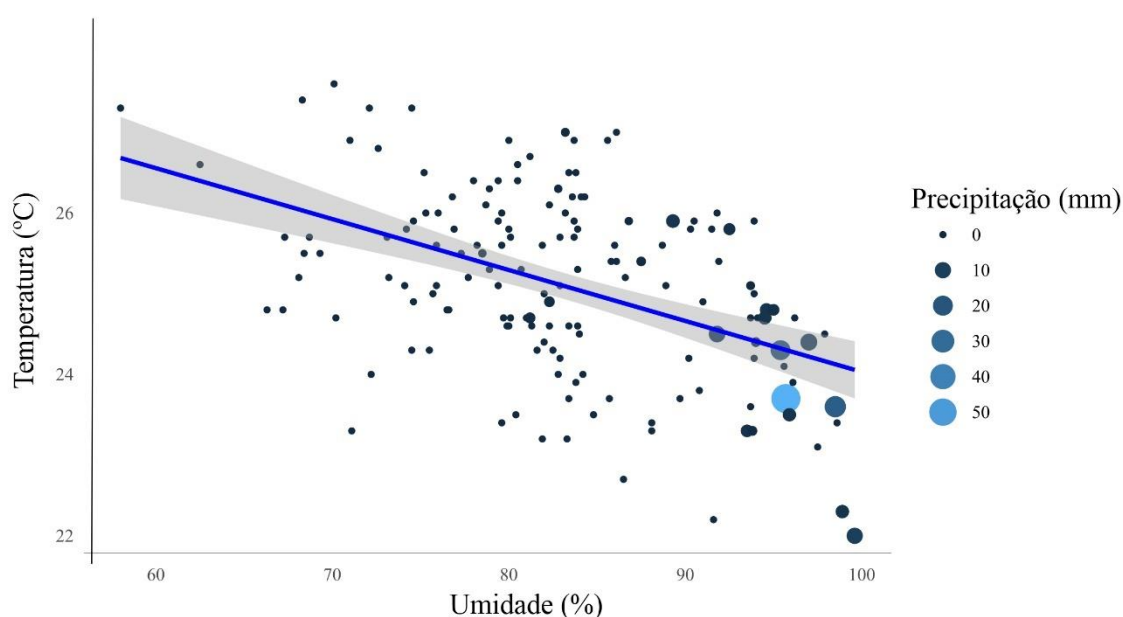


Figura 2. Gráfico de correlação entre temperatura e umidade e a distribuição dos períodos de chuva entre 17:00 e 05:00 nos dias amostrados de 2017 a 2023, obtido na estação do Centro de Tecnologia da Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte (CETAPIS).

3.2 Taxas de captura

Um total de 866 eventos de captura foram registrados entre 2017 e 2023, com um esforço total de amostragem de 16.059 armadilha/noite. As taxas de captura para cada espécie foram as seguintes: *Gracilinanus agilis* = 0,0240 ($n = 387$ capturas), *Monodelphis domestica* = 0,009 ($n = 153$), *Thrichomys laurentius* = 0,007 ($n = 127$), *Didelphis albiventris* = 0,006 ($n = 102$) e *Rattus rattus* = 0,006 ($n = 97$). *T. laurentius* exibiu a maior variação na taxa de captura ($max = 0,136, min = 0$), enquanto *M. domestica* apresentou a

menor variação ($max = 0,056$, $min = 0$). *G. agilis*, *D. albiventris* e *R. rattus* tiveram variações máximas na taxa de captura variando de $0,063$ a $0,117$ (Figura 3).

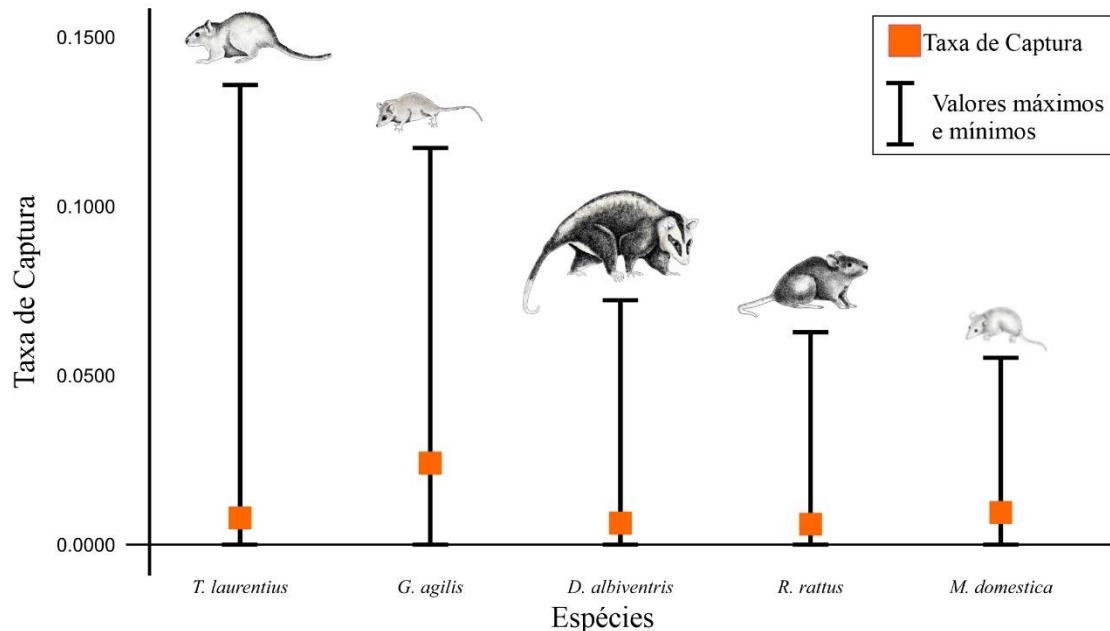


Figura 3. Taxa de captura das cinco espécies de pequenos mamíferos. Os quadrados laranja indicam a taxa total de captura de cada espécie, enquanto as barras representam os valores mínimo e máximo registrados de 2017 a 2023 em uma Caatinga.

3.3 Taxa de captura vs. ambiente

Apenas *Thrichomys laurentius* ($\chi^2_{(1)} = 4,956$, $p = 0,025$, $n = 154$) apresentou diferença significativa nas taxas de captura entre as estações seca e chuvosa, com maiores capturas durante a estação chuvosa. *Rattus rattus* ($\chi^2_{(1)} = 0,471$, $p = 0,518$, $n = 154$), *Gracilinanus agilis* ($F_{(1,152)} = 2,178$, $p = 0,142$, $n = 154$), *Monodelphis domestica* ($\chi^2_{(1)} = 1,446$, $p = 0,229$, $n = 154$) e *Didelphis albiventris* ($\chi^2_{(1)} = 0,077$, $p = 0,781$, $n = 154$) não mostraram diferenças significativas nas taxas de captura entre as estações (Figura 4).

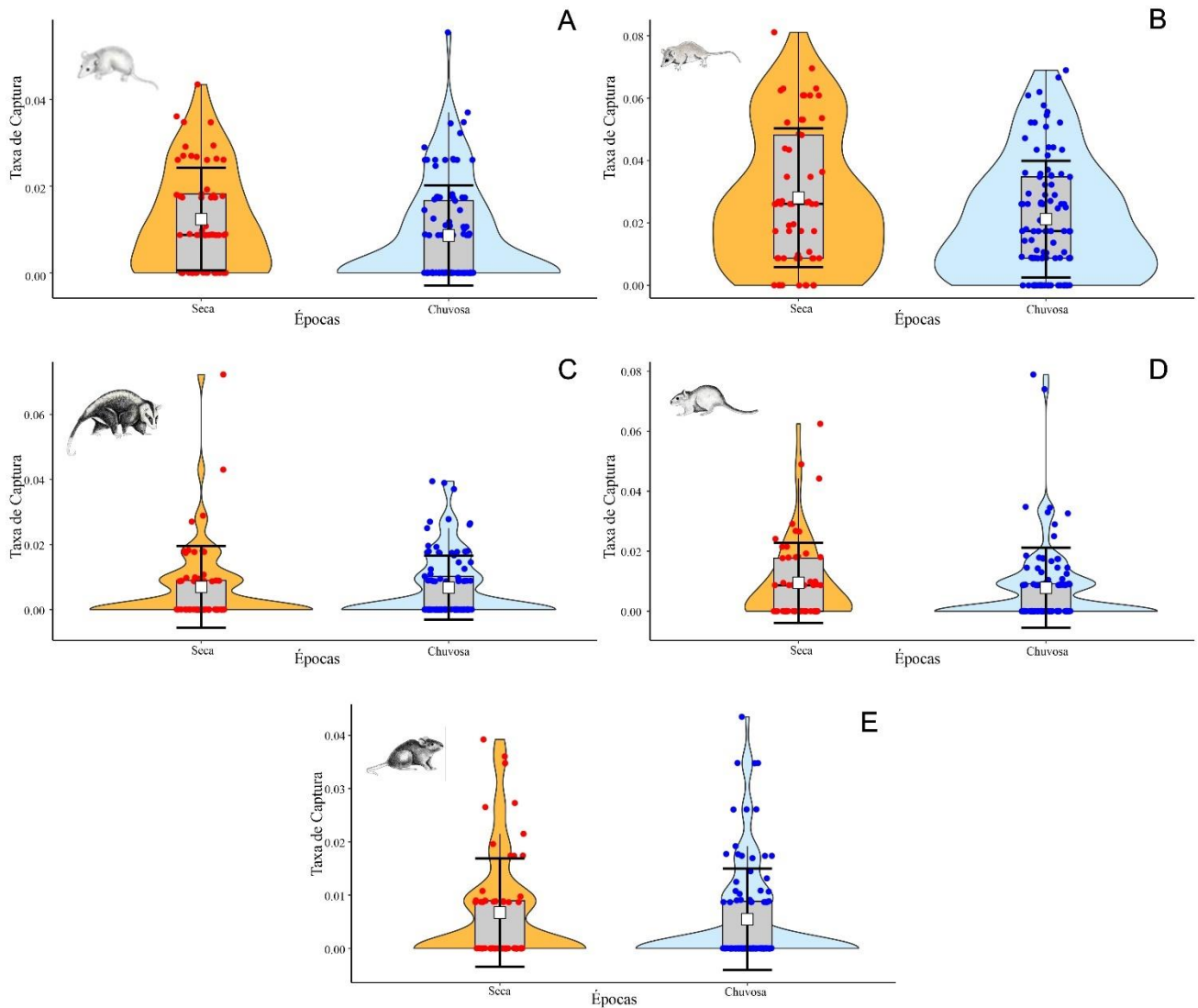


Figura 4. Taxa de captura $\pm$ desvio padrão para *Thrichomys laurentius* (A), *Rattus rattus* (B), *Gracilinanus agilis* (C), *Monodelphis domestica* (D) e *Didelphis albiventris* (E) de acordo com as estações seca e chuvosa de 2017 a 2023 em uma Caatinga.

Dentre os modelos ajustados para cada espécie, observou-se que, para a maioria das espécies analisadas, o modelo com menor valor de AIC foi aquele que não incluiu nenhuma das variáveis preditoras testadas. Isso indica que temperatura, umidade, precipitação, estação e período reprodutivo não explicaram significativamente a variação nas taxas de captura. Por outro lado, para *Gracilinanus agilis*, o modelo de melhor ajuste (ou seja, aquele com menor AIC) incluiu temperatura e período reprodutivo como variáveis preditoras (Figura 5). Individualmente, a temperatura teve uma influência positiva na taxa de captura ($t = 2,318$, $p = 0,025$), enquanto o período reprodutivo teve um efeito negativo na taxa de captura ($t = -1,857$, $p = 0,0709$).

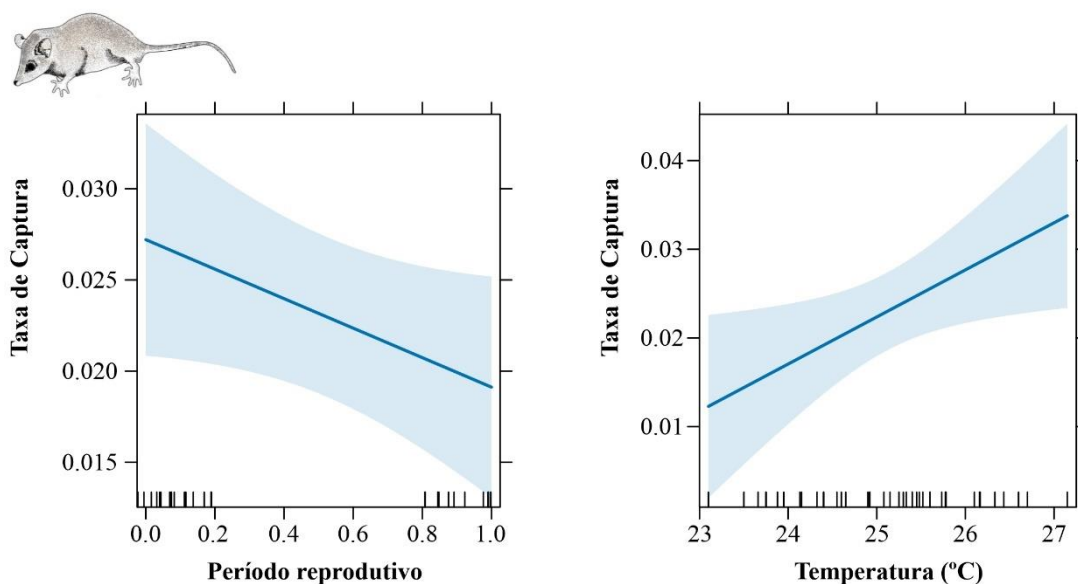


Figura 5. Efeitos da temperatura e do período reprodutivo na taxa de captura de *Gracilinanus agilis* de 2017 a 2023 na Caatinga.

4. Discussão

4.1 Sazonalidade e taxa de captura

A maior taxa de captura de *Gracilinanus agilis* pode estar associada à sua maior abundância na área de estudo ou à sua maior propensão a ser atraída pelas iscas e técnicas utilizadas (Andrade et al., 2017; Claro et al., 2024; Vieira et al., 2014). Por outro lado, *Thrichomys laurentius* exibiu a maior variação nas taxas de captura e foi a única espécie a apresentar uma diferença significativa entre as estações seca e chuvosa, sendo mais frequentemente capturada durante a estação chuvosa. Esse resultado sugere que *Thrichomys laurentius* tem uma resposta sazonal mais pronunciada, o que pode estar relacionado à maior disponibilidade de recursos alimentares durante esse período, pois sua dieta inclui itens insetívoros, herbívoros, granívoros e frugívoros (Carvalho et al., 2019). Esse padrão também foi observado em outras regiões tropicais e equatoriais, onde a taxa de captura de pequenos mamíferos aumentou durante a estação chuvosa devido a uma maior disponibilidade de alimento e abrigo (Nicolas; Colyn, 2003; Walker; Rabinowitz, 1992).

Por outro lado, espécies mais generalistas e adaptáveis podem suportar variações sazonais nos recursos sem alterar substancialmente seus padrões (Cáceres, 2002; De

Camargo et al., 2014; De Carvalho et al., 2019; Feng; Himsworth, 2014) Como pode ser o caso para *Rattus rattus*, *Gracilinanus agilis*, *Monodelphis domestica* e *Didelphis albiventris*, onde estes não apresentaram diferenças significativas nas taxas de captura entre as estações, indicando que essas espécies mantêm padrões de atividade relativamente estáveis ao longo do ano. A ausência de variação sazonal também foi relatada em pequenos mamíferos de ambientes áridos na Austrália, sugerindo que esses organismos podem acessar recursos suficientes ao longo do ano para manter sua atividade (Dickman et al., 2001)

4.2 Influências climáticas no comportamento das espécies

A adaptação dos padrões de atividade em resposta às variações ambientais pode ser uma estratégia eficiente para otimizar a eficiência energética, especialmente devido aos altos custos de manutenção da atividade em temperaturas mais baixas (Humphries et al., 2005) Uma resposta positiva à temperatura nas espécies pode indicar não apenas um mecanismo fisiológico, mas também um ajuste comportamental às condições climáticas locais. Em ambientes onde temperaturas noturnas mais altas reduzem o risco de predação (Caro, 1994; Mech; Peterson, 2010) os organismos podem explorar essas condições para maximizar sua segurança ecológica, ajustando estrategicamente seus cronogramas de atividades. Este comportamento, conhecido como efeito não consutivo (Preisser; Bolnick; Benard, 2005)), tem sido documentado em várias espécies, incluindo o *coelho-pigmeu* (*Brachylagus idahoensis*) (Milling et al., 2017) reforçando a hipótese de que pequenos mamíferos podem modificar a sua atividade em resposta a variações ambientais (Lopes; Bicca-Marques, 2017)

A resposta de *Gracilinanus agilis* também pode estar associada a estratégias de termorregulação e otimização de energia. Padrões semelhantes foram observados em outros pequenos mamíferos, como *Antechinus flavipes* (Antechinus de patas amarelas), *Peromyscus maniculatus* (camundongo veado), *Clethrionomys gapperi* (ratazana de dorso vermelho do sul) e *Napaeozapus insignis* (camundongo saltador da floresta), que exibem atividade aumentada em temperaturas (Stawski; Geiser, 2020; Vickery; Bider, 1981) No entanto, esse efeito não foi observado para *Didelphis albiventris*, *Monodelphis domestica*, *Rattus rattus* e *Thrichomys laurentius*, indicando que essas espécies podem ser menos sensíveis a variações climáticas diretas. A ampla distribuição geográfica ou estratégias específicas desses organismos pode conferir maior plasticidade ecológica,

permitindo-lhes tolerar uma ampla gama de condições ambientais (Gaston, 2003) Essa resiliência às variações climáticas já foi documentada em outras espécies de roedores, como camundongo de Darwin (*Phyllotis darwini*), o rato do mato (*Rattus fuscipes*), o rato doméstico asiático (*Rattus tanezumi*) e o rato marrom (*Rattus norvegicus*), que exibem respostas variadas às pressões ambientais regionais (Bacigalupe et al., 2004; Glanville; Murray; Seebacher, 2012; Zhang et al., 2024)

Entre os marsupiais, um padrão semelhante foi observado no gambá da Virgínia (*Didelphis virginiana*), cujas respostas às mudanças climáticas variam de acordo com a localidade (Morales; Fabian, 2016; Nigenda-Morales; Harrigan; Wayne, 2018) No caso de *Monodelphis domestica*, além de ser uma espécie amplamente distribuída (Macrini, 2004) a falta de influência significativa das variáveis climáticas pode estar relacionada à sua taxa metabólica basal relativamente baixa em comparação com outros mamíferos de tamanho semelhante (Singer, 2004) Isso sugere que esta pode ser menos vulnerável ao estresse térmico, pois sua menor demanda metabólica reduz a necessidade de ajustes comportamentais para regulação térmica.

A influência negativa do período reprodutivo na taxa de captura de *Gracilinanus agilis* pode estar relacionada a alterações comportamentais e de distribuição espacial durante esta fase. Durante a reprodução, os animais geralmente exibem mobilidade reduzida para proteger seus filhotes e se concentrar nas atividades de cuidado parental (Russell, 1982; Tsunoda et al., 2009) o que diminui a probabilidade de ser capturado em armadilhas. Além disso, o período reprodutivo desta espécie coincide com a estação chuvosa (Strona; Levenhagem; Leiner, 2015) o que aumenta a disponibilidade de alimento no ambiente, permitindo que os indivíduos reduzam seus movimentos de forrageamento (Lopes; Leiner, 2015) Essa abundância de alimentos, combinada como cuidado parental, pode diminuir ainda mais a chance de captura, pois os animais permanecem mais concentrados em áreas específicas, protegendo seus filhotes e explorando os recursos locais. Assim, a diminuição temporária na taxa de captura pode refletir mudanças comportamentais e ecológicas naturais na espécie.

A hipótese inicial de que as variáveis ambientais afetariam negativamente as taxas de captura das espécies não foi corroborada. Os resultados sugerem que algumas espécies são mais sensíveis às variações ambientais, enquanto outras demonstram maior resiliência. As taxas de captura de *Gracilinanus agilis* foram influenciadas positivamente por temperaturas mais altas e reduzidas durante o período reprodutivo, provavelmente

devido a características comportamentais e/ou fisiológicas da espécie. Enquanto *Didelphis albiventris*, *Monodelphis domestica*, *Rattus rattus* e *Thrichomys laurentius* podem ser menos afetadas por flutuações ambientais. Esses resultados destacam a importância de considerar as particularidades ecológicas de cada espécie ao avaliar os impactos das variáveis climáticas no comportamento animal. No contexto da conservação, entender quais espécies são mais sensíveis às mudanças climáticas pode ajudar a desenvolver estratégias de manejo mais eficazes, priorizando aquelas potencialmente mais vulneráveis.

5. Referências

ANDRADE, Paula Cristina Barros *et al.* Survey of small mammals (rodentia and didelphimorphia) in a Cerrado reserve: central espinhaço mountain range, brazil. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 02, p. 147–155, jul. 2017.

BACIGALUPE, Leonardo D. *et al.* Phenotypic Flexibility in a Novel Thermal Environment: Phylogenetic Inertia in Thermogenic Capacity and Evolutionary Adaptation in Organ Size. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 77, n. 5, p. 805–815, set. 2004.

BELTRÁN, Juan F.; DELIBES, Miguel. Environmental Determinants of Circadian Activity of Free-Ranging Iberian Lynxes. **Journal of Mammalogy**, v. 75, n. 2, p. 382–393, 31 maio 1994.

BONVICINO, C. R. *et al.* Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. **Série de Manuais Técnicos**;11, 2008.

BORNIGER, Jeremy C.; NELSON, Randy J. Regulação fotoperiódica do comportamento: *Peromyscus* como sistema modelo. **Seminars in Cell & Developmental Biology**, Innate immune pathways in wound healing. v. 61, p. 82–91, 1 jan. 2017.

BRINKERHOFF, Robert Jory; HADDAD, Nick M.; ORROCK, John L. Corridors and Olfactory Predator Cues Affect Small Mammal Behavior. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 4, p. 662–669, 22 ago. 2005.

CÁCERES, Nilton C. Food Habits and Seed Dispersal by the White-Eared Opossum, *Didelphis albiventris*, in Southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 37, n. 2, p. 97–104, 1 ago. 2002.

CARMIGNOTTO, Ana Paula; ASTÚA, Diego. Mammals of the Caatinga: Diversity, Ecology, Biogeography, and Conservation. In: SILVA, José Maria Cardoso da; LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo (Orgs.). **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 211–254.

CARO, Timothy M. **Cheetahs of the Serengeti Plains: Group Living in an Asocial Species**. [S.l.]: University of Chicago Press, 1994.

CARVALHAES, Jeiel G. *et al.* Variation in the skull morphometry of four taxonomic units of *Thrichomys* (Rodentia: Echimyidae), from different Neotropical biomes. **Journal of Morphology**, v. 280, n. 3, p. 436–445, 2019.

CHIARELLO, Guilherme Pereira *et al.* Anatomical Characteristics of the Bones of the Thoracic Limb of White-Eared Opossum (*Didelphis albiventris*). **International Journal of Morphology**, v. 39, n. 2, p. 416–422, abr. 2021.

CLARO, Hermes W. Parreira *et al.* Can the type and placement of traps influence the capturability of marsupials according to their body weight? A case study with *Didelphis albiventris* and *Gracilinanus agilis* in central Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 41, p. e23030, 19 jan. 2024.

DAVIDSON, Ana D.; DETLING, James K.; BROWN, James H. Ecological roles and conservation challenges of social, burrowing, herbivorous mammals in the world's grasslands. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 10, n. 9, p. 477–486, 2012.

DE CAMARGO, Nícolas F. *et al.* Diet of the gracile mouse opossum *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia: Didelphidae) in a neotropical savanna: intraspecific variation and resource selection. **Acta Theriologica**, v. 59, n. 1, p. 183–191, 1 jan. 2014.

DE CARVALHO, Rone F. *et al.* Diet variations in short-tailed opossum *Monodelphis domestica* (didelphimorphia, didelphidae) due to seasonal and intersexual factors. **Mastozoología neotropical**, v. 26, n. 2, p. 340–348, jun. 2019.

DICKMAN, Christopher R. *et al.* Population dynamics of three species of dasyurid marsupials in arid central Australia: a 10-year study. **Wildlife Research**, v. 28, n. 5, p. 493–506, 2001.

EBENSPERGER, Luis A.; MELLA, Jorge E.; SIMONETTI, Javier A. Trophic-Niche Relationships among *Galictis cuja*, *Dusicyon culpaeus*, and *Tyto alba* in Central Chile. **Journal of Mammalogy**, v. 72, n. 4, p. 820–823, 6 dez. 1991.

EWACHA, Michelle V. A. *et al.* Cape ground squirrels as ecosystem engineers: modifying habitat for plants, small mammals and beetles in Namib Desert grasslands. **African Journal of Ecology**, v. 54, n. 1, p. 68–75, 2016.

FARIA, Michel Barros. **Guia dos marsupiais no Brasil: guia de identificação com base em caracteres morfológicos externos e cranianos**. Amélie Editorial, 2019.

FEDAK, Michael A.; WILSON, Ben; POMEROY, Paddy P. Reproductive Behavior. In: PERRIN, William F.; WÜRSIG, Bernd; THEWISSEN, J. G. M. (Orgs.). **Encyclopedia of Marine Mammals (Second Edition)**. London: Academic Press, 2009. p. 943–955.

FENG, Alice Y. T.; HIMSWORTH, Chelsea G. The secret life of the city rat: a review of the ecology of urban Norway and black rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*). **Urban Ecosystems**, v. 17, n. 1, p. 149–162, 1 mar. 2014.

FRYXELL, John M. *et al.* Long-Term Dynamics of Small-Mammal Populations in Ontario. **Ecology**, v. 79, n. 1, p. 213–225, 1998.

FULLER, Andrea *et al.* Adaptation to Heat and Water Shortage in Large, Arid-Zone Mammals. **Physiology**, v. 29, n. 3, p. 159–167, maio 2014.

GARCIA, João P. *et al.* Morfometría y citogenética de *Gracilinanus agilis* y *Cryptonanus* spp. (Didelphimorphia: Didelphidae) del centro y nordeste del Brasil. **Mastozoología neotropical**, v. 17, n. 1, p. 53–60, jun. 2010.

GARDA, Adrian Antonio *et al.* Os animais vertebrados do Bioma Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 29–34, out. 2018.

GARDNER, Alfred L. Mammals of South America, Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. In: **Mammals of South America, Volume 1**. University of Chicago Press, 2008.

GASTON, Kevin J. **The Structure and Dynamics of Geographic Ranges**. Oxford University Press, 2003.

GEISER, Fritz. Hibernation. **Current Biology**, v. 23, n. 5, p. R188–R193, 4 mar. 2013.

GENTRY, John B.; GOLLEY, Frank B.; MCGINNIS, John T. Effect of Weather on Captures of Small Mammals. **The American Midland Naturalist**, v. 75, n. 2, p. 526–530, 1966.

GLANVILLE, Elsa J.; MURRAY, Shauna A.; SEEBACHER, Frank. Thermal adaptation in endotherms: climate and phylogeny interact to determine population-level responses in a wild rat. **Functional Ecology**, v. 26, n. 2, p. 390–398, 2012.

HORVÁTH, Győző; MOLNÁR, Dániel; CSONKA, Gergely. Population dynamics and spatial pattern of small mammals in protected forest and reforested area. **NATURA SOMOGYIENSIS**, n. 7, p. 191–207, 2005.

HUMPHRIES, Murray M. *et al.* Expenditure freeze: the metabolic response of small mammals to cold environments. **Ecology Letters**, v. 8, n. 12, p. 1326–1333, 2005.

ISLAM, Md Mazharul *et al.* Morphometric Study of *Mus musculus*, *Rattus norvegicus*, and *Rattus rattus* in Qatar. **Animals**, v. 11, n. 8, p. 2162, ago. 2021.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/en>>. Acesso em: 4 abr. 2025.

LACHER, Thomas E., Jr. *et al.* The functional roles of mammals in ecosystems. **Journal of Mammalogy**, v. 100, n. 3, p. 942–964, 23 maio 2019.

LEMOES, Bernardo; CERQUEIRA, Rui. Morphological Differentiation in the White-Eared Opossum Group (Didelphidae: Didelphis). **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 2, p. 354–369, 1 maio 2002.

LIEBMANN, Brant *et al.* Onset and End of the Rainy Season in South America in Observations and the ECHAM 4.5 Atmospheric General Circulation Model. 15 maio 2007.

LIMA, Steven L.; DILL, Lawrence M. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. **Canadian Journal of Zoology**, v. 68, n. 4, p. 619–640, abr. 1990.

LOPES, Gabriel P.; LEINER, Natália O. Semelparity in a population of *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia: Didelphidae) inhabiting the Brazilian cerrado. **Mammalian Biology**, v. 80, n. 1, p. 1–6, 1 jan. 2015.

LOPES, Karine G. D.; BICCA-MARQUES, Júlio César. Ambient temperature and humidity modulate the behavioural thermoregulation of a small arboreal mammal (*Callicebus bernhardi*). **Journal of Thermal Biology**, v. 69, p. 104–109, 1 out. 2017.

LOVEGROVE, Barry G. Seasonal thermoregulatory responses in mammals. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 175, n. 4, p. 231–247, 1 maio 2005.

MACCARINI, Thiago Bernardes *et al.* Temperature influences the activity patterns of armadillo species in a large neotropical wetland. **Mammal Research**, v. 60, n. 4, p. 403–409, 1 out. 2015.

MACRINI, Thomas E. *Monodelphis domestica*. **Mammalian Species**, n. 760, p. 1–8, 15 dez. 2004.

MADERA, Sydney. Mudanças climáticas e redução de pequenos mamíferos: Os roedores são menores do que eram 100 anos atrás? **UVM Patrick Leahy Honors College Senior Theses**, 1 jan. 2024.

MAGUIRE, Chris C. Rainfall, ambient temperature, and *Clethrionomys californicus* capture frequency. **Mammal Review**, v. 29, n. 2, p. 135–142, 1999.

MASSINI, Paula Fernanda *et al.* Detection of Hemotropic *Mycoplasma* sp. in white-eared opossums (*Didelphis albiventris*) from Southern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 28, p. 797–801, 1 ago. 2019.

MCNAB, Brian K. The Influence of Food Habits on the Energetics of Eutherian Mammals. **Ecological Monographs**, v. 56, n. 1, p. 1–19, 1986.

MECH, L. David; PETERSON, Rolf O. 5. Wolf-Prey Relations. *In*: MECH, L. David; BOITANI, Luigi (Orgs.). **Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation**. [S.l.]: University of Chicago Press, 2010. p. 131–160.

MILLING, Charlotte R. *et al.* Seasonal variation in behavioral thermoregulation and predator avoidance in a small mammal. **Behavioral Ecology**, v. 28, n. 5, p. 1236–1247, 1 set. 2017.

MORALES, Nigenda; FABIAN, Sergio. **Phenotypic and gene expression variation in the Virginia opossum (*Didelphis virginiana*) and phylogeography of the white-nosed coati (*Nasua narica*)**. [S.l.]: UCLA, 2016.

NICOLAS, Violaine; COLYN, Marc. Seasonal variations in population and community structure of small rodents in a tropical forest of Gabon. **Canadian Journal of Zoology**, v. 81, n. 6, p. 1034–1046, jun. 2003.

NIGENDA-MORALES, Sergio F.; HARRIGAN, Ryan J.; WAYNE, Robert K. Playing by the rules? Phenotypic adaptation to temperate environments in an American marsupial. **PeerJ**, v. 6, p. e4512, 27 mar. 2018.

PAGLIA, A. P. *et al.* **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição / 2nd Edition.** 2. ed. Occasional Papers in Conservation Biology, 2012.

PATTON, James L.; YANG, Suh Y.; MYERS, Philip. Genetic and Morphologic Divergence among Introduced Rat Populations (*Rattus rattus*) of the Galápagos Archipelago, Ecuador1. **Systematic Biology**, v. 24, n. 3, p. 296–310, 1 set. 1975.

POLYAKOV, Anne Y. *et al.* Multiple coping strategies maintain stability of a small mammal population in a resource-restricted environment. **Ecology and Evolution**, v. 11, n. 18, p. 12529–12541, 2021.

PREISSER, Evan L.; BOLNICK, Daniel I.; BENARD, Michael F. Scared to Death? The Effects of Intimidation and Consumption in Predator–Prey Interactions. **Ecology**, v. 86, n. 2, p. 501–509, 2005.

PREVITALI, M. Andrea *et al.* Population dynamics of two sympatric rodents in a variable environment: rainfall, resource availability, and predation. **Ecology**, v. 90, n. 7, p. 1996–2006, 2009.

ROOT-BERNSTEIN, Meredith; EBENSPERGER, Luis A. Meta-analysis of the effects of small mammal disturbances on species diversity, richness and plant biomass. **Austral Ecology**, v. 38, n. 3, p. 289–299, 2013.

RUSSELL, Eleanor M. Patterns of Parental Care and Parental Investment in Marsupials. **Biological Reviews**, v. 57, n. 3, p. 423–486, 1982.

SANTOS-FILHO, Manoel dos *et al.* Trap efficiency evaluation for small mammals in the southern Amazon. **Acta Amazonica**, v. 45, p. 187–194, jun. 2015.

SENIOR, Katharine L. *et al.* The influence of weather and moon phase on small mammal activity. **Australian Mammalogy**, v. 43, n. 2, p. 160–167, 10 jun. 2020.

SINCLAIR, A. R. E. Mammal population regulation, keystone processes and ecosystem dynamics. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 358, n. 1438, p. 1729–1740, 28 ago. 2003.

SINGER, Dominique. Metabolic adaptation to hypoxia: cost and benefit of being small. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, Hypoxic Hypometabolism. v. 141, n. 3, p. 215–228, 12 ago. 2004.

SPARACINO, J.; ARGIBAY, D. S.; ESPINDOLA, G. Long-term (35 Years) Rainy and Dry Season Characterization in Semiarid Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, p. 377–391, 2 jul. 2021.

STAWSKI, Clare; GEISER, Fritz. Growing Up in a Changing Climate: How Temperature Affects the Development of Morphological, Behavioral and Physiological Traits of a Marsupial Mammal. **Frontiers in Physiology**, v. 11, 12 fev. 2020.

STEPHENS, Ryan B. *et al.* Synchrony in small mammal community dynamics across a forested landscape. **Ecography**, v. 40, n. 10, p. 1198–1209, 2017.

STOKES, Michael K.; SLADE, Norman A.; BLAIR, Susan M. Influences of weather and moonlight on activity patterns of small mammals: a biogeographical perspective. **Canadian Journal of Zoology**, v. 79, n. 6, p. 966–972, jun. 2001.

STRONA, A. L. S.; LEVENHAGEM, M.; LEINER, N. O. Reproductive effort and seasonality associated with male-biased parasitism in *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia: Didelphidae) infected by *Eimeria* spp. (Apicomplexa: Eimeriidae) in the Brazilian cerrado. **Parasitology**, v. 142, n. 8, p. 1086–1094, jul. 2015.

THIES, Wibke; KALKO, Elisabeth K. V.; SCHNITZLER, Hans-Ulrich. Influence of Environment and Resource Availability on Activity Patterns of *Carollia castanea* (Phyllostomidae) in Panama. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 2, p. 331–338, 21 abr. 2006.

TSUNODA, Hiroshi *et al.* How does parental role influence the activity and movements of breeding wolves? **Journal of Ethology**, v. 27, n. 1, p. 185–189, 1 jan. 2009.

UDRIZAR SAUTHIER, Daniel E. *et al.* Key to cranial and mandibular remains of non-flying small mammals from southern South America. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 31, p. 102310, 1 jun. 2020.

UMETSU, Fabiana; NAXARA, Laura; PARDINI, Renata. Evaluating the Efficiency of Pitfall Traps for Sampling Small Mammals in the Neotropics. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 4, p. 757–765, 24 ago. 2006.

VAN, Hensbergen H. J.; MARTIN, S. C. Climatic factors affecting trapping success of some South African small mammals. **South African Journal of Wildlife Research**, v. 23, n. 3, p. 87–94, jan. 1993.

VICKERY, W. L.; BIDER, J. R. The Influence of Weather on Rodent Activity. **Journal of Mammalogy**, v. 62, n. 1, p. 140–145, 31 mar. 1981.

VIEIRA, A. L. M. *et al.* Efficiency of small mammal trapping in an Atlantic Forest fragmented landscape: the effects of trap type and position, seasonality and habitat. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, p. 538–544, ago. 2014.

WALKER, Susan; RABINOWITZ, Alan. The small-mammal community of a dry-tropical forest in central Thailand. **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, n. 1, p. 57–71, fev. 1992.

WHITE, Piran C. L.; LOWE, Philip. Wild mammals and the human food chain. **Mammal Review**, v. 38, n. 2–3, p. 117–122, 2008.

WIENER, James G.; SMITH, Michael H. Relative Efficiencies of Four Small Mammal Traps. **Journal of Mammalogy**, v. 53, n. 4, p. 868–873, 1972.

YLÖNEN, Hannu *et al.* Voles and weasels in the boreal Fennoscandian small mammal community: what happens if the least weasel disappears due to climate change? **Integrative Zoology**, v. 14, n. 4, p. 327–340, jul. 2019.

ZHANG, Ming-Yu *et al.* Genomic and Phenotypic Adaptations of *Rattus tanezumi* to Cold Limit Its Further Northward Expansion and Range Overlap with *R. norvegicus*. **Molecular Biology and Evolution**, v. 41, n. 6, p. msae106, 1 jun. 2024.