

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, CONSERVAÇÃO E
BIODIVERSIDADE

DIVERSIDADE QUIMIOSSENSORIAL:
O papel do Órgão Vômero-Nasal no forrageamento e adaptação evolutiva de lagartos

Discente: Erika Prado de Castro

Orientador: Prof. Dr. Nicolás Pelegrin

Uberlândia, MG

2026

ERIKA PRADO DE CASTRO

DIVERSIDADE QUIMIOSSENSORIAL:

O papel do Órgão Vômero-Nasal no forrageamento e adaptação evolutiva de lagartos

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

Orientador:

Prof. Dr. Nicolás Pelegrin

UBERLÂNDIA – MG

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

C355d
2026 Castro, Érika Prado de, 1994-
Diversidade quimiossensorial [recurso eletrônico] : o papel do
Órgão Vômero-nasal no forrageamento e adaptação evolutiva de lagartos
/ Érika Prado de Castro. -- 2026.

Orientador: Nicolás Pelegrin.
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e
Biodiversidade.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2026.11019>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Ecologia. I. Pelegrin, Nicolás, 1975-, (Orient.). II. Universidade
Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Ecologia,
Conservação e Biodiversidade. III. Título.

André Carlos Francisco
Bibliotecário(a)-Documentalista - CRB-6/3408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia,
Conservação e Biodiversidade

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



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ecologia, Conservação e Biodiversidade				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 368, PPGECEB				
Data:	vinete e nove de julho de dois mil e vinte e seis	Hora de início:	15:00	Hora de encerramento:	17:000
Matrícula do Discente:	12422ECR004				
Nome do Discente:	Erika Prado de Castro				
Título do Trabalho:	DIVERSIDADE QUIMIOSSENSORIAL: O papel do Órgão Vômero-Nasal no forrageamento e adaptação evolutiva de lagartos				
Área de concentração:	Ecologia				
Linha de pesquisa:	Ecologia de populações				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Ecologia, conservação e biodiversidade de vertebrados no Brasil				

Reuniu-se por videoconferência a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Biodiversidade assim composta pelos doutores: Paola Natalia De la Quintana Castellon - UFU; Daniel Oliveira Mesquita - UFPA e Nicolás Pelegrin - INBIO/UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

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

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

Aprovado.

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

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

interna da UFU.

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



Documento assinado eletronicamente por **Nicolás Pelegrin, Professor(a) do Magistério Superior**, em 29/07/2026, às 19:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paola Natalia de la Quintana Castellon, Usuário Externo**, em 30/07/2026, às 11:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **DANIEL OLIVEIRA MESQUITA, Usuário Externo**, em 30/07/2026, às 14:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7499624** e o código CRC **002A0081**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, sem ele eu nada seria. À minha família pelo amor e carinho em todos os anos da minha vida. Ao meu namorado Anderson, pelo amor e parceria durante esses dois anos. Às minhas amigas Beatriz, Mariella, Natália e Patrícia que sempre elevaram meu ânimo quando eu já não tinha mais forças. Aos meus amigos e colegas do laboratório REPTAN pela ajuda fundamental durante os trabalhos de campo (que não foram poucos) e pelos momentos de descontração que tiravam o peso das costas de todo pós-graduando. Por fim, ao meu orientador Prof. Dr. Nicolás Pelegrin pela paciência, pelos ensinamentos acadêmicos e pessoais, e toda ajuda indispensável para a conclusão desse projeto. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A quimiorrecepção desempenha um papel fundamental no comportamento de répteis escamados, influenciando diretamente a detecção de presas e a sobrevivência. Este estudo testou a hipótese de que existe uma relação entre capacidade quimiossensorial e modo de forrageamento e teve por objetivo (1) investigar a capacidade de discriminação lipídica entre lagartos forrageadores ativos e senta-espera (2) registrar a escolha alimentar frente à diferentes tipos de presas e (3) examinar o quão essencial é a visão no processo de forrageamento de cada indivíduo. Para isso, foram realizados três experimentos comportamentais, no qual o primeiro buscou avaliar a resposta dos indivíduos a cinco tratamentos, o segundo observou qual a escolha alimentar frente a uma presa com maior e menor conteúdo lipídico, e o terceiro analisou o sucesso de forrageamento sem a visão. Os resultados dos testes realizados em 145 indivíduos indicaram que lagartos forrageadores ativos demonstraram capacidade quimiossensorial significativamente superior aos de emboscada, respondendo com maior intensidade a odores de insetos, larvas e gordura saturada. A análise filogenética revelou um sinal filogenético de 35,7%, provando que mais de um terço desse comportamento investigatório é herdado de ancestrais comuns. Na ausência de visão, o sucesso no forrageamento foi restrito a espécies do clado Lacertoidea, com destaque para *Ameiva ameiva* (80,64 %). Por fim, houve uma expressiva quantidade de animais que não responderam aos experimentos de dupla escolha e forrageamento, que foi associada à inibição comportamental causada pelo estresse do cativeiro e escolha de presas e substrato.

Palavras-chave: Ecologia; Comportamento; Squamata

ABSTRACT

Chemoreception plays a fundamental role in the behavior of squamate reptiles, directly influencing prey detection and survival. This study tested the hypothesis that a relationship exists between chemosensory capacity and foraging mode, aiming to (1) investigate lipid discrimination capabilities in active-foraging versus sit-and-wait lizards; (2) record food choices among different prey types; and (3) examine the importance of vision in the foraging process for each individual. To this end, three behavioral experiments were conducted: the first evaluated individual responses to five treatments; the second observed food choices between prey items with high versus low lipid content; and the third analyzed foraging success in the absence of vision. Results from tests on 145 individuals indicated that active-foraging lizards possessed significantly superior chemosensory capabilities compared to ambush foragers, responding more intensely to the odors of insects, larvae, and saturated fat. Phylogenetic analysis revealed a phylogenetic signal of 35.7%, demonstrating that over one-third of this exploratory behavior is inherited from common ancestors. Without vision, foraging success was limited to species within the Lacertoidea clade, most notably *Ameiva ameiva* (80.64%). Finally, a significant number of animals did not respond to the dual-choice and foraging experiments; this was associated with behavioral inhibition caused by captivity stress and the choice of prey and substrate.

Keywords: Ecology; Behavioral; Squamata.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: A: Brasil; B: Minas gerais; C: Município de Uberlândia com áreas de coleta destacadas; D: Estação Ecológica do Panga (EEP), com pontos indicando os locais das armadilhas, separados por área (vermelho = Cerradão; preto = Cerrado sensu-scripto); E: Campus Glória – UFU, com pontos em amarelo indicando os locais das armadilhas. 8

Figura 2: Lagartos durante o teste de detecção lipídica. A: *Colobosaura modesta* cheirando o swab; B: *Ameiva ameiva* realizando tongue-flicking; C: *Salvator merianae* realizando tongue-flicking; D: *Copeoglossum nigropunctatum* mordendo o swab. 10

Figura 3: A.: Labirinto em forma de Y criado para o teste de escolha alimentar. Cada braço (b1 e b2) medindo 20 cm de comprimento e a zona de partida (zp) 30 cm de comprimento; A.: vista de cima posterior; B.: vista de lado; C.: vista de cima, anterior. p= portilhola, seta preta = indivíduo de *Notomabuya frenata*. 12

Figura 4: A: Caixa de experimentação do teste de forrageamento; B: Um lagarto *Ameiva ameiva* durante o teste. 12

Figura 5: Pontuação de lambida e ataque (TFAS) de indivíduos testados com cinco estímulos: controle (água destilada), Gordura insaturada, gordura saturada, macerado de inseto e macerado de larva. As barras de erro indicam o erro padrão (SE). 16

Figura 7: Dados de número de presas escolhidas por lagartos em cada estratégia de forrageamento. I = inseto; L = larva; 0 = não responderam. 18

Figura 8: Dados de quantidade de presas capturadas durante o experimento de sucesso de forrageamento 18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de lagartos amostrados, classificados por clado, família, modo de forrageamento e número de indivíduos coletados (n). 14

Tabela 2: Estatísticas descritivas dos dados de lambidas obtidos no experimento 1. 15

Tabela 3: Estatísticas descritivas dos dados de latência de mordida obtidos no experimento 1. 15

Tabela 4: Estatísticas descritivas dos dados de pontuação de lambidas e mordidas. 15

Tabela 5: Estimativas dos efeitos fixos do modelo linear misto filogenético (PGLMM) para a variável resposta TFAS. São apresentados a média posterior, o limite inferior (l-95% CI) e superior (u-95% CI) do intervalo de credibilidade, o tamanho efetivo da amostra..... 17

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	MATERIAIS E MÉTODOS	7
2.1.	Area de estudo e capturas	7
2.2.	Procedimento experimental	8
2.2.1.	Teste de detecção lipídica	9
2.2.2.	Teste de escolha alimentar	11
2.2.3.	Teste de forrageamento	12
2.3.	Análise de dados	12
2.4.	Uso de IA generativa	13
3.	RESULTADOS	13
4.	DISCUSSÃO	19
5.	CONCLUSÃO	22
6.	REFERÊNCIAS	22

1. INTRODUÇÃO

O órgão Vômero-Nasal (OVN), anteriormente denominado órgão de Jacobson, é um órgão sensorial situado na cavidade nasal de alguns vertebrados e parece ter se originado posteriormente ao sistema olfativo e aparecido primeiramente em anfíbios (Pianka & Vitt, 2003; Eisthen, 1992). Apesar de ter sido perdido em linhagens sucessoras como os crocodilianos e alguns mamíferos, é presente em vários grupos de animais, porém bem mais desenvolvido em répteis dentro do clado Squamata, do que no restante dos vertebrados (Yang, 2020). Squamata compreende lagartos, cobras e anfisbenas e tem como sinapomorfia o hábito de projetar a língua para fora da cavidade oral (*Tongue-flicking*) a fim de coletar moléculas do ambiente para análise de compostos químicos com objetivo de identificar presas, predadores, feromônios e respostas sociais (Cooper, 1994).

A organização do sistema Vomeronasal (SVN) é estruturalmente semelhante à do sistema olfatório principal (SOP), mas funcionalmente e anatomicamente distinta (Reilly *et al* 2007; Shi & Leng 2025). Diferente do sistema olfatório, que é estimulado passivamente pela respiração, o SVN requer estimulação ativa (Keverne, 1999). A língua coleta partículas do ambiente e as entrega mecanicamente ou hidraulicamente até as aberturas dos ductos vomeronasais no palato (Baeckens *et al* 2017). Posteriormente, ocorre o movimento desse fluido através do ducto vomeronasal até o lúmen do órgão, onde ocorre a detecção sensorial (Filoramo & Schwenk, 2009). O interior do lúmen é preenchido por um fluido e há uma distinção entre o lado medial, revestido por um epitélio sensorial pseudoestratificado, e o lado lateral, revestido por um epitélio não sensorial (muitas vezes ciliado) (Okuyama & Sasaki, 2021; Keverne, 1999). O epitélio sensorial contém três tipos principais de células: neurônios receptores, células de suporte e células basais (células-tronco) (Halpern, 1987). Diferente dos receptores olfatórios principais, os neurônios vomeronasais possuem microvilosidades apicais ao invés de cílios e são divididos em dois tipos: V1R e V2R. O primeiro, é expresso em neurônios sensoriais cujos corpos celulares localizam-se na camada apical do epitélio vomeronasal, e projetam seus axônios para a porção anterior (rostral) do bulbo olfatório acessório (BOA). São especializados na detecção de moléculas pequenas e voláteis transportadas pelo ar, como feromônios, por exemplo. Já o segundo localiza-se em neurônios na camada basal do epitélio, suas

projeções axônicas seguem para a região posterior (caudal) do BOA, sendo focado em detectar moléculas grandes, não voláteis e solúveis em água, como peptídeos e proteínas (Baeckens *et al* 2017; Brykczynska *et al*, 2013; Shi & Zhang 2007). O BOA atua como o primeiro centro de processamento de informações químicas coletadas pelo OVN, e como transmissor das mesmas informações para a amígdala e o hipotálamo, formando uma via neural distinta do sistema olfatório principal (Cooper *et al*, 1990).

Em Squamata, o Órgão Vômero-Nasal possui um número limitado de receptores V1R e um vasto repertório de receptores V2R, em comparação com mamíferos (Brykczynska *et al*, 2013; Cooper, 1994). Isso confere uma vantagem evolutiva ao propiciar a percepção de uma “assinatura” química do ambiente, permitindo a identificação precisa de espécies, condições reprodutivas e tipo de presa (Cooper *et al*, 1990; Cooper, 1994).

Anteriormente, acreditava-se que a transição do ambiente aquático para o terrestre em tetrápodes primitivos foi ocasionada por um aumento na proporção de genes V1R (geralmente associados à detecção de moléculas voláteis) em relação aos V2R (detectam moléculas solúveis em água), e de fato foi o que ocorreu em mamíferos (Baeckens *et al* 2017; Brykczynska *et al*, 2013). Porém, Brykczynska e colaboradores (2013) encontraram o contrário em répteis escamados. Essa divergência é explicada pelo sistema sofisticado comportamento de *tongue-flicking* para coletar ativamente substâncias do ambiente. Esse mecanismo transporta tanto moléculas voláteis quanto não voláteis diretamente para o órgão vomeronasal (OVN). Isso permitiu que a expansão do repertório V2R fosse adaptada para detectar uma ampla gama de sinais químicos terrestres, mesmo aqueles de alto peso molecular que não flutuam facilmente no ar. As papilas gustativas, presentes na língua da maioria das famílias de lagartos, também fazem parte do aparato sensorial desses répteis, porém de forma secundária, sendo eficientes apenas durante o contato físico com o substrato ou presa (Huey *et al* 1983; Cooper, 1991).

Durante a história evolutiva dos répteis, a morfologia da língua se modificou, de modo que os clados mais basais dispunham de uma língua espessa e carnosa, morfologicamente mais alinhada à deglutição do que a quimiorrecepção e com a evolução do grupo anteriormente denominado Scleroglossa, a língua passou a ser mais queratinizada

e bífida (Pianka & Vitt, 2003). Atualmente se sabe que a bifurcação da língua é altamente eficiente na captura de moléculas do ambiente e que o grau de bifurcação da língua está estritamente ligado a funcionalidade do OVN e a estratégia de forrageamento, de maneira que, lagartos com línguas mais bifurcadas gastam mais tempo forrageando ativamente e possuem OVNs maiores e com epitélio mais espesso (Baeckens, 2017; Reilly *et al*, 2007). Além disso, a bifurcação da língua permite que o animal detecte diferenças na intensidade química entre o lado esquerdo e o direito, possibilitando que siga trilhas de presas ou parceiros com precisão, voltando-se sempre para o lado onde o sinal é mais forte (Schwenk, 1995).

O modo de forrageamento pode ser representado como um gradiente entre forrageamento ativo ("wildly foraging") e forrageamento passivo ("sit-and-wait"), que é vinculado, dentre outros fatores, ao comportamento termorregulatório destes animais, o que por sua vez é relacionado com o habitat utilizado (Anderson, 2007; Belliure, 1996). Esses modos de forrageamento representam estratégias evolutivas distintas, equilibrando a necessidade de obter energia, o gasto energético e o risco de predação. Os forrageadores ativos movem-se constantemente pelo ambiente em busca de presas, muitas vezes escondidas ou sedentárias (Baeckens *et al*, 2023). Essa estratégia permite encontrar uma maior diversidade e quantidade de alimento, levando a um consumo de alimento de 1,3 a 2,1 vezes maior que os forrageadores de emboscada, resultando em uma maior eficiência de forrageamento (energia ganha por unidade de energia gasta). Com disso, o excedente energético pode ser convertido em crescimento rápido e, em espécies de grande porte, em um maior esforço reprodutivo. Por outro lado, o movimento frequente, o toque de língua ("tongue flicking") e o tempo prolongado que passam ativos no campo tornam esses lagartos visivelmente conspicuos para seus predadores, aumentando drasticamente o risco de predação (Reilly *et al* 2007; Padilla Pérez, 2022; Verwaijen, 2007; Cooper, 1995).

Os predadores de emboscada, por outro lado, permanecem imóveis por longos períodos, atacando apenas presas móveis que passam pelo seu campo de visão (Baeckens 2023). Embora tenham baixa resistência a corrida, em frente ao perigo esses lagartos possuem corpos otimizados para o metabolismo anaeróbico, permitindo fugas explosivas em curtas distâncias (Reilly *et al* 2007). Muitas espécies utilizam a cripsis para reduzir sua

visibilidade, o que, somado à ausência do *tongue flicking*, elimina movimentos que poderiam denunciar sua localização. A recompensa energética nesses indivíduos é geralmente menor e mais imprevisível, já que depende da passagem da presa, resultando em uma taxa metabólica diária baixa. Entretanto, lagartos forrageadores passivos correm menos risco de extinção, sendo essa uma estratégia que permite a sobrevivência em ambientes com poucos recursos (Webb, 2003; Verwaijen & Van Damme, 2007; Cooper, 1995; Pérez, 2022).

O modo de forrageamento tem também influencia no gasto metabólico, definido como a taxa de consumo em energia, que é quantificado pelo VO_2 , uma medida fisiológica que indica a quantidade de oxigênio que o corpo consegue consumir por minuto. Ele representa a integração entre os seus sistemas cardiovascular, respiratório e muscular (Deliceoglu, 2024), sendo frequentemente usado na forma de VO_2 max, que representa o consumo máximo de oxigênio que um animal consegue atingir durante o exercício intenso. Lagartos forrageadores ativos possuem um VO_2 max significativamente superior ao dos predadores de emboscada. Embora o VO_2 max (em atividade) varie drasticamente entre as espécies, a taxa metabólica de repouso (SMR) costuma ser aproximadamente similar entre forrageadores ativos e de emboscada, revelando que a grande diferença ocorre durante o movimento (Albuquerque & Garland, 2020; Verwaijen & Van Damme, 2008).

Outra vantagem do forrageamento ativo em lagartos é que essa estratégia coevoluiu com o desenvolvimento do órgão vomeronasal, possibilitando que esses animais acessem um "nicho invisível" para os caçadores de emboscada, geralmente detentores de órgãos vomeronasais pouco funcionais ou ausentes. Muitos recursos alimentares valiosos como ovos, pupas, ninfas e larvas de besouros, são sedentários e permanecem escondidos sob o solo, folhagem ou troncos (Reilly *et al*, 2007). Através do toque de língua constante (*tongue-flicking*), esses lagartos coletam moléculas não voláteis do substrato e as levam ao OVN, permitindo que identifiquem a presença de presas enterradas antes mesmo de vê-las (Pianka & Vitt, 2003; Cooper 1989).

Mas porque, afinal, esses recursos são tão valiosos? Isso é devido a vários fatores como: facilidade de captura desses animais graças a sua imobilidade ; distribuição agrupada (clumped) que proporciona quantidade considerável de biomassa adquirida em uma única

caça ; redução de riscos em razão do tempo de exposição a predadores; e principalmente, pelo teor nutricional encontrado nesses organismos, já que as larvas de besouros (*Coleoptera*) e borboletas (*Lepidoptera*), por exemplo, são identificadas como componentes fundamentais da dieta de lagartos insectívoros (Pianka & Vitt 2003; Reilly *et al*, 2007). Além disso, essas presas são fontes ricas de ácidos graxos essenciais, que são componentes lipídicos importantes para o metabolismo (Padilla Pérez 2022; Reilly *et al* 2007; Speake 2004).

Os lipídios são a forma de armazenamento energético mais eficiente para os répteis, oferecendo o dobro da energia de carboidratos e proteínas com menor retenção de água, conseguindo estocar de 8 a 10 vezes mais energia por unidade de massa do que as outras macromoléculas. Adicionalmente, os lipídios são a fonte primária de energia investida nos ovos para sustentar o desenvolvimento dos embriões (Price, 2016; Derickson, 1976), bem como um determinante dos limites fisiológicos e do comportamento térmico de répteis (Geiser *et al*, 1992; Campos *et al*, 2020).

Lagartos, assim como o restante dos répteis, são animais ectotérmicos, e por isso não conseguem produzir calor corporal pelo metabolismo, possuindo estratégias para controle de calor, como alternância entre sol e sombra, conhecida por termorregulação, e termoconformismo, quando esses indivíduos não necessitam de se aquecer para exercer suas atividades diárias (Pianka & Vitt 2003). Porém, existe um gradiente entre termorreguladores e termoconformistas, onde as posições ocupadas ao longo do gradiente são influenciadas por fatores como o tempo de atividade (diurno vs. noturno), habitat (ambientes abertos vs. florestas densas e sombreadas) (Pianka & Vitt 2003; Reilly *et al*, 2007) e dieta (Speake *et al*, 2004, Derickson, 1976, Reilly *et al*, 2007).

Geiser e Learmonth (1994) provaram que o perfil de lipídios nas membranas celulares muda de acordo com o tipo de gordura consumida (saturada vs. insaturada), interferindo diretamente na fluidez das membranas, e consecutivamente, na temperatura corporal. Observou-se que o consumo de gorduras saturadas elevou a rigidez da membrana, exigindo temperaturas corporais mais altas para manter a funcionalidade metabólica: um incremento de 2,1 °C durante o dia e 3,3 °C à noite. Em contrapartida, após a ingestão de gorduras insaturadas, os lagartos reduziram sua temperatura em 1,5 °C (dia) e 2,0 °C

(noite). Resultados similares foram obtidos nos estudos de Geiser e colaboradores (1992), utilizando o lagarto scincídeo *Tiliqua rugosa*.

Vale ressaltar que, embora o sistema olfatório principal reconheça alguns lipídeos voláteis ou semivoláteis, a maioria dos compostos lipídicos encontrados na natureza possuem cadeia longa e alto peso molecular (Rezanka & Sigler, 2009), e por isso, são detectados por vomerolfacção, ou por uma combinação entre os dois sistemas, na qual a detecção de moléculas voláteis pelo sistema olfatório principal serve como um "gatilho" que ativa o comportamento de *tongue-flicking*. Esse comportamento, por sua vez, permite que o SVN colete e analise as moléculas lipídicas mais pesadas e não voláteis (de alto peso molecular) que o olfato comum não consegue processar (Cooper, 1989; Campos, 2020).

De acordo com Rocha e colaboradores (2009), lagartos forrageadores ativos, geralmente habitam regiões mais áridas, são termorreguladores e possuem temperatura corporal mais elevada devido ao alto custo energético da movimentação durante suas atividades diárias. Em contrapartida, forrageadores passivos, tentem a habitar áreas mais florestais, serem termoconformistas, e possuírem menor temperatura corporal. Os autores salientam que existem exceções para esta regra, uma vez que estes fatores são fortemente influenciados pela filogenia, e não apenas pela ecologia do grupo.

Além disso, forrageadores ativos como *Ameiva ameiva* tendem a selecionar presas com maior conteúdo lipídico que forrageadores sedentários como *Anolis*, por exemplo (Freitas, 2012; Vitt & Pianka, 2007). Entretanto, ainda não foi investigado se o conteúdo lipídico é considerado pelos lagartos durante o forrageamento, utilizando-se da capacidade quimiossensorial do OVN. O que faria sentido, tendo em vista que forrageadores ativos (mais quimiossensoriais) possuem um gasto energético maior devido a suas atividades diárias de forrageamento e termorregulação (Huey & Pianka, 1981).

Considerando os fatos citados acima, a hipótese desse trabalho é que existe uma relação entre capacidade quimiossensorial e modo de forrageamento, de modo que lagartos forrageadores ativos utilizam-se do OVN desenvolvido para caçar presas com maior conteúdo lipídico afim de obter maior energia para exercer suas atividades diárias. Para comprovar tal hipótese, foi estabelecido os seguintes objetivos: (1) Comparar a capacidade de discriminação lipídica entre lagartos forrageadores ativos e senta-espera (2) Avaliar a

escolha alimentar frente à diferentes tipos de presas e (3) Examinar o quão essencial é a visão no processo de forrageamento de cada indivíduo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Area de estudo e capturas

As unidades amostrais foram obtidas em duas áreas distintas. A primeira, na fazenda experimental do campus Glória da Universidade Federal de Uberlândia (-18°58'22,95, -48°12'28,12), onde a amostragem ocorreu de setembro de 2024 até maio de 2025. A segunda área escolhida foi a Estação Ecológica do Panga (-19°09'20,72, -48°22'40,94), uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) pertencente a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada a 30 km do centro urbano do município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, cuja amostragem foi realizada de junho de 2025 até março de 2026.

Foram utilizados métodos ativos, como busca direta com laços e varas, em horários alternados, e métodos passivos, a partir da instalação de armadilhas de interceptação e queda (“drift fence-pitfall traps”) em diferentes fitofisionomias do bioma Cerrado. No campus Glória, foram instaladas armadilhas apenas em um fragmento de mata semidecídua (15) (Fig. 1-E), já na EEP foram instaladas armadilhas em áreas de Cerrado *sensu-scripto* (8), Cerradão (9) e Mata Semidecídua (8), totalizando 25 armadilhas ao todo (Fig. 1-D). Cada armadilha foi projetada em formato de “Y”, com um balde central e três periféricos de 50 litros cada, interconectados por lona de 10 metros de comprimento e instaladas sempre com uma distância de 50 metros entre elas. Realizamos uma campanha por mês, durante 18 meses, de 7 dias cada, sendo o primeiro dia para abertura dos baldes, os demais dias para revisão e o sétimo dia revisão e fechamento, sendo o horário padronizado para o período da manhã, com intuito de minimizar o tempo de permanência do lagarto dentro do balde nos horários mais quentes do dia.

Os animais capturados foram marcados segundo o método de corte de falanges (Foster, 2012) e transportados para o Laboratório de Experimentação Animal (LEXA), localizado no bloco 2D do Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), onde foram mantidos em caixas de 10 L, com água *ad libitum*. Após um período de aclimação de dois dias, cada lagarto foi submetido a três experimentos distintos, com 30

minutos de intervalo entre eles. Ao fim de todos os experimentos se procedeu a soltura dos animais, próximo ao local de captura.

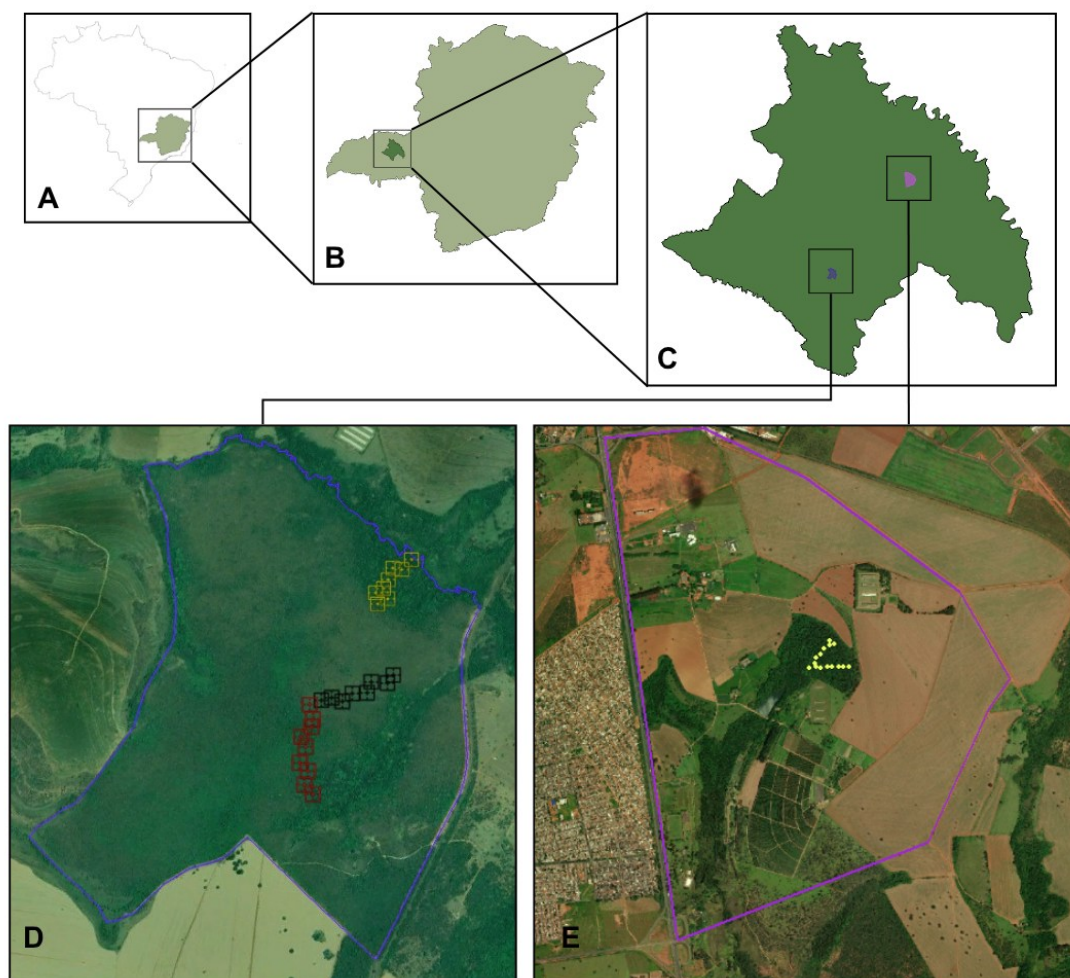


Figura 1: A: Brasil; B: Minas gerais; C: Município de Uberlândia com áreas de coleta destacadas; D: Estação Ecológica do Panga (EEP), com pontos indicando os locais das armadilhas, separados por área (vermelho = Cerradão; preto = Cerrado sensu-stricto); E: Campus Glória – UFU, com pontos em amarelo indicando os locais das armadilhas.

2.2. Procedimento experimental

Antes do início dos experimentos, os indivíduos foram colocados embaixo de uma lâmpada de aquecimento, por aproximadamente de 2 a 5 minutos, possibilitando que eles se aproximassem das temperaturas corporais preferenciais (T_{pref}) que variam de 30 a 40 °C (Pianka & Vitt, 2003).

2.2.1. Teste de detecção lipídica

No primeiro experimento, cada indivíduo foi sometido a cinco tratamentos, onde foi apresentado um swab embebido com: (1) gordura saturada (gordura bovina), (2) gordura insaturada (azeite de oliva 50% + óleo de girassol 50%), (3) macerado de larva de tenébrio (*Tenebrio molitor*), (4) macerado de grilos (*Acheta domesticus*) e (5) água desmineralizada (controle). Os macerados foram feitos em um béquer de 50 ml, com auxílio de um almofariz e posteriormente diluídos em água destilada.

O experimento foi realizado em uma caixa plástica de 10 litros, onde foi possível aproximar o swab até cerca de 1,0 a 1,5 cm de distância do focinho do lagarto (Fig. 2-A). A cada aproximação de swab, era iniciada uma contagem de 60 segundos, onde registramos o número de lambidas (TF) (Fig. 2-B,C) e, se houve mordida (Fig. 2-D), mediu-se o tempo de latência até a mordida (TFA), ou seja, quantos segundos se passaram entre a última lambida e a mordida subsequente.

A partir desses dados conseguimos calcular o TFAS, uma pontuação de ataque com lambida. Onde:

Com mordida: $TFAS = TF(s) + 60 - TFA(s)$

Sem mordida: $TFAS = TF(s)$

Cada lagarto foi testado com os cinco estímulos, utilizando-se um delineamento de blocos aleatorizados, com o objetivo de minimizar o viés que poderia ocorrer se todos os lagartos fossem testados na mesma ordem de estímulos. Esse teste segue a metodologia proposta por Cooper (2002), que analisa a detecção química a partir de métricas comportamentais de *Tongue-Flicking* (TF), que é um indicador de investigação quimiossensorial, o *Tongue-Flicking Attack* (TFA) que mede o tempo de decisão predatória, atuando como um reconhecimento do estímulo como presa e o *Tongue-Flicking Attack Score* (TFAS), que mede a força da resposta combinando lambidas (investigação quimiossensorial) com mordidas (ataque predatório). O interesse do animal pelo estímulo é confirmado quando se obtém valores elevados de TFAS e baixos valores de TFA, diferenciando-se estatisticamente dos controles.

O uso de swabs com macerados de tenébrio e grilo nesse trabalho é justificado para representar as presas *in natura*, considerando outros compostos que constituem o corpo desses animais, como proteínas e carboidratos.



Figura 2: Lagartos durante o teste de detecção lipídica. A: *Colobosaura modesta* cheirando o swab; B: *Ameiva ameiva* realizando tongue-flicking; C: *Salvator merianae* realizando tongue-flicking; D: *Copeoglossum nigropunctatum* mordendo o swab.

2.2.2. Teste de escolha alimentar

No segundo experimento, foi avaliada a escolha entre insetos com diferente conteúdo calórico, utilizando só sinais químicos. Para isto, foi construído um labirinto em forma de Y utilizando placas de acrílico de 3mm de espessura, pintadas com tinta spray branca fosca, a fim de bloquear estímulos visuais externos. As dimensões obtidas foram de 50 cm x 45 cm x 10 cm, cada braço medindo 20 cm de comprimento e a zona de partida 30 cm de comprimento (Figura 3). Esse teste segue a metodologia proposta por Rojas e colaboradores (2021), que permite apresentar ao animal uma escolha simples entre dois estímulos químicos (como trilhas de odor de parceiros ou presas), removendo fatores externos que possam confundir os resultados, sendo de suma importância para entender como os lagartos seguem trilhas de odor e quais pistas induzem comportamentos exploratórios.

Cada animal foi inserido cuidadosamente na zona de partida, separado dos braços por uma portinhola, e mantido lá por pelo menos 1 minuto, para aclimação. Após esse tempo a portinhola foi aberta, deixando o animal livre para caminhar em qualquer braço, levando-o a escolher entre duas presas: larva de besouro *Tenébrio molitor* e o grilo *Acheta domesticus*, com baixo nível calórico (12,2% de gorduras) (Siddiqui *et al*, 2025). Neste caso, foi analisado a qual caminho o indivíduo se direcionou, em um tempo máximo de 30 minutos. A variável resposta medida foi a primeira escolha, obtida a partir do momento em que o animal projeta sua cabeça para dentro de um dos braços do Y. Para evitar o efeito do medo, o ambiente foi estruturado de forma a evitar o contato visual do lagarto com o aplicador do teste. Por isso, os comportamentos foram registrados em vídeo para posterior análise.

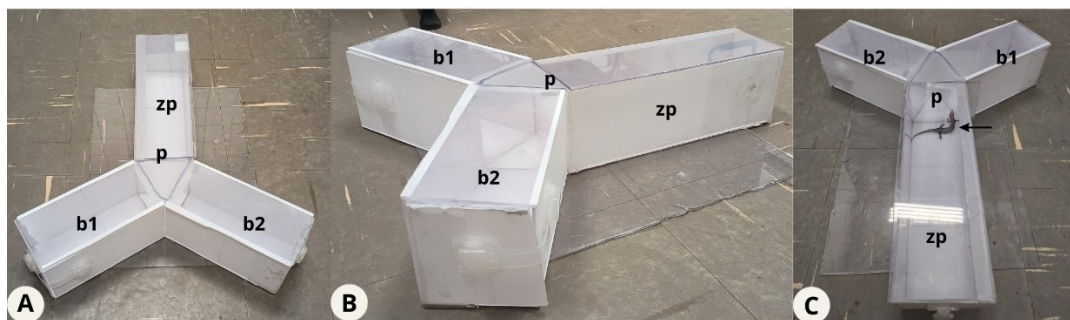


Figura 3: A.: Labirinto em forma de Y criado para o teste de escolha alimentar. Cada braço (b1 e b2) medindo 20 cm de comprimento e a zona de partida (zp) 30 cm de comprimento; A.: vista de cima posterior; B.: vista de lado; C.: vista de cima, anterior. p= portilhola, seta preta = indivíduo de *Notomabuya frenata*.

2.2.3. Teste de forrageamento

No terceiro experimento, analisamos a capacidade dos indivíduos de detectar presas sem o auxílio da visão. Para isto, foi utilizada uma caixa plástica de 10 litros, adaptada para conter 6 poços de 3 cm², com 0,5 cm de fundura. Em cada poço foi inserida uma larva de tenébrio e posteriormente coberto com areia (Figura 4). Cada indivíduo foi introduzido na caixa e mantido por 30 minutos, onde foi verificado a quantidade de larvas encontradas nesse período. A escolha dessa presa para o experimento está associada ao seu modo de vida fossorial em substratos não consolidados e áreas de serrapilheira, refletindo a disponibilidade no habitat natural (Pianka & Vitt, 2003). Para evitar o efeito do medo, o ambiente foi estruturado de forma a evitar o contato visual do lagarto com o aplicador do teste. Por isso, os comportamentos foram registrados em vídeo para posterior análise.

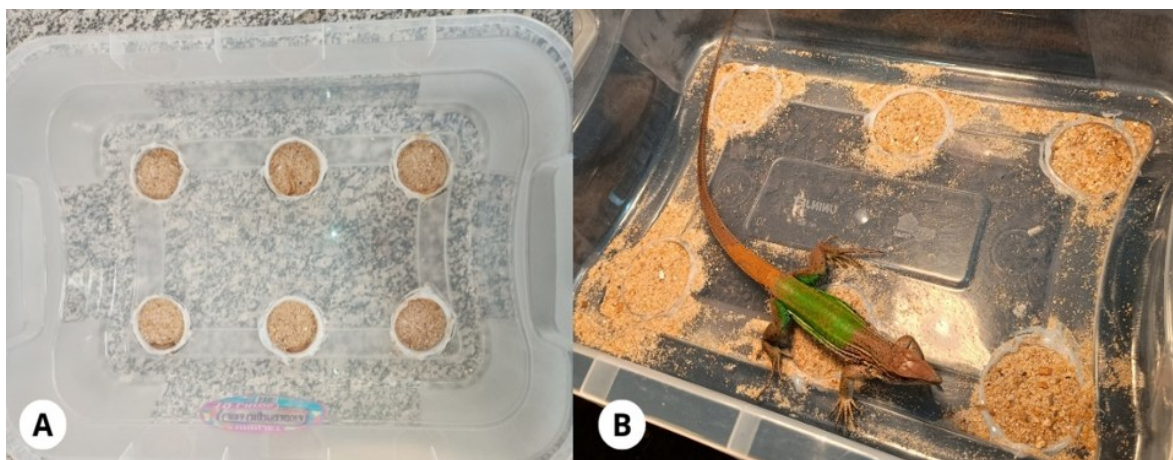


Figura 4: A: Caixa de experimentação do teste de forrageamento; B: Um lagarto *Ameiva ameiva* durante o teste.

2.3. Análise de dados

Para verificar se havia colinearidade entre as variáveis TF, TFA e TFAS, foi realizado um teste de correlação de Spearman, utilizando os pacotes GGally e tidyverse.

Os dados de lambidas (TF) (Tabela 2), latência de ataque (TFA) (Tabela 3) e a pontuação de ataque (TFAS) (Tabela 4) obtidos durante o teste de detecção lipídica não atingiram as premissas de um teste paramétrico, por esse motivo e devido ao excesso de zeros, optamos por um Modelo Linear Generalizado Misto (GLMM) com família binomial negativa, utilizando Espécie e Indivíduo como fator aleatório. Foi utilizado os pacotes glmmTMB, dplyr, DHARMA, Emmeans e ggplot2 para essa análise.

Adicionalmente, foi realizada uma análise bayesiana via PGLMM (*Phylogenetic Generalized Linear Mixed Model*) utilizando o pacote MCMCglmm, phytools, dplyr, ape, coda, tidyverse e ggplot2 e data.table, com intuito de avaliar o efeito da estratégia de forrageamento e do tipo de estímulo oferecido sobre a pontuação de lambidas e mordidas (TFAS), e ao mesmo tempo, verificar se a variação dos dados é explicada pelas relações filogenéticas entre os indivíduos de distintas espécies.

Para analisar a relação da resposta aos estímulos com outras variáveis (Escolha, Sucesso, forrageamento) foi realizado uma PERMANOVA (Análise Multivariada de Variância Permutacional), utilizando os pacotes vegan, dplyr e ggplot2. Todas as análises foram realizadas no R versão 4.3.1 (R Core Team, 2023).

2.4. Uso de IA generativa

Durante a escrita foi adotado NotebookLM (Google, 2026) e Consensus (2026) para correção e revisão gramatical do texto, não sendo utilizada para a geração de texto em nenhuma das partes do presente projeto.

3. RESULTADOS

Foram coletados um total de 145 indivíduos adultos de 14 espécies, 8 famílias e 4 clados maiores (Tabela 1). O teste de correlação de Spearman apresentou multicolinearidade entre TF e o TFAS ($\rho > 0.97$, $p < 0.001$) e TFA e TFAS ($\rho = 0.358 - 0.680$, $p < 0.001$).

Tabela 1: Lista de lagartos amostrados, classificados por clado, família, modo de forrageamento e número de indivíduos coletados (n).

Clado/Família/Espécie	Modo de forrageamento	n
LACERTOIDEA		
Teiidae		
<i>Ameiva ameiva</i> (LINNAEUS, 1758)	Ativo	20
<i>Ameivula ocellifera</i> (SPIX, 1825)	Ativo	2
<i>Kentropyx paulensis</i> (BOETIGER, 1893)	Ativo	11
<i>Salvator merianae</i> (DUMÉRIL & BIBRON, 1839)	Ativo	2
Gymnophthalmidae		
<i>Micrablepharus atticolus</i> RODRIGUES, 1996	Ativo	19
<i>Colobosaura modesta</i> (REINHARDT & LÜTKEN, 1862)	Ativo	2
SCINCOIDEA		
Scincidae		
<i>Copeoglossum nigropunctatum</i> (SPIX, 1825)	Ativo	15
<i>Notomabuya frenata</i> (COPE, 1863)	Ativo	22
IGUANIA		
Anolidae		
<i>Anolis meridionalis</i> BOETIGER, 1885	Emboscada	22
<i>Anolis brasiliensis</i> VANZOLINI & WILLIAMS, 1970	Emboscada	1
Leiosauridae		
<i>Enyalius capetinga</i> BREITMAN <i>et al.</i> , 2018	Emboscada	11
Polychrotidae		
<i>Polychrus acutirostris</i> (SPIX, 1825)	Emboscada	1
Tropiduridae		
<i>Tropidurus torquatus</i> (WIED-NEUWIED, 1820)	Emboscada	15
GEKKOTA		
Gekkonidae		
<i>Hemidactylus mabouia</i> (MOREAU DE JONNÈS, 1818)	Emboscada	2

Tabela 2: Estatísticas descritivas dos dados de lambidas obtidos no experimento 1.

Valores de TF (lambidas)					
Forrageamento	Estímulo	Média	DP	EP	Amplitude
Ativo	Gordura Saturada	3.45	6.89	0.715	49
Ativo	Gordura Insaturada	1.27	1.46	0.151	6
Ativo	Larva	3.03	4.57	0.474	28
Ativo	Inseto	2.95	4.84	0.502	26
Ativo	Controle	0.441	1.01	0.104	6
Emboscada	Gordura Saturada	0.327	1.10	0.152	6
Emboscada	Gordura Insaturada	0.288	0.915	0.127	5
Emboscada	Larva	0.0577	0.308	0.0427	2
Emboscada	Inseto	0.0192	0.139	0.0192	1
Emboscada	Controle	0	0	0	0

Tabela 3: Estatísticas descritivas dos dados de latência de mordida obtidos no experimento 1.

Valores de TFA (latência de mordida)					
Forrageamento	Estímulo	Média	DP	EP	Amplitude
Ativo	Gordura Saturada	6.94	17.1	1.78	59
Ativo	Gordura Insaturada	1.98	9.42	0.977	50
Ativo	Larva	15.8	24.8	2.57	59
Ativo	Inseto	8.44	19.0	1.97	58
Ativo	Controle	0	0	0	0
Emboscada	Gordura Saturada	0	0	0	0
Emboscada	Gordura Insaturada	0.0192	0.139	0.0192	1
Emboscada	Larva	0	0	0	0
Emboscada	Inseto	0	0	0	0
Emboscada	Controle	0	0	0	0

Tabela 4: Estatísticas descritivas dos dados de pontuação de lambidas e mordidas.

Valores de TFAS (Pontuação de lambidas e mordidas)					
Forrageamento	Estímulo	Média	DP	EP	Amplitude
Ativo	Gordura Saturada	5.55	12.0	1.24	99
Ativo	Gordura Insaturada	1.87	3.53	0.366	23
Ativo	Larva	5.33	8.63	0.895	57
Ativo	Inseto	4.83	9.07	0.941	57
Ativo	Controle	0.441	1.01	0.104	6
Emboscada	Gordura Saturada	0.327	1.10	0.152	6
Emboscada	Gordura Insaturada	1.42	8.33	1.16	60
Emboscada	Larva	0.0577	0.308	0.0427	2
Emboscada	Inseto	0.0192	0.139	0.0192	1
Emboscada	Controle	0	0	0	0

Pudemos observar no GLMM que houve grande variância entre espécies ($\sigma^2 = 0,60$) e indivíduos da mesma espécie ($\sigma^2 = 0,16$). Através da análise dos resíduos foi possível

verificar que o modelo foi validado, sem sinais de sub ou superdispersão ($p = 0.272$) ou outliers ($p = 0.396$).

A Análise de Deviance (Wald Tipo III) revelou que as diferenças nas respostas dos lagartos são devidas ao tipo de estímulo ($\chi^2 = 92.27$, $p < 0.0001$), bem como uma interação entre forrageamento e estímulo ($\chi^2 = 40.99$, $p < 0.0001$). Porém, ao isolarmos o modo de forrageamento, juntando todos os estímulos, não houve diferença ($p = 0.994$).

Como ilustrado na Figura 5, as comparações *a posteriori* de Bonferroni da interação entre forrageamento e estímulo revelaram uma maior resposta dos forrageadores ativos em todos os tratamentos, sendo a maior diferença observada nos testes com macerado de inseto ($\beta = 6.59$, $p < 0.0001$), seguida por macerado de larva ($\beta = 5.56$, $p < 0.0001$), gordura saturada ($\beta = 3.69$, $p = 0.0239$) e por fim gordura insaturada ($\beta = 1.64$, $p < 0.0001$). Os testes com controle não foram significativos, refletindo a ausência de variância decorrente do fato de nenhum lagarto ter mordido o cotonete ($p = 0.9949$).

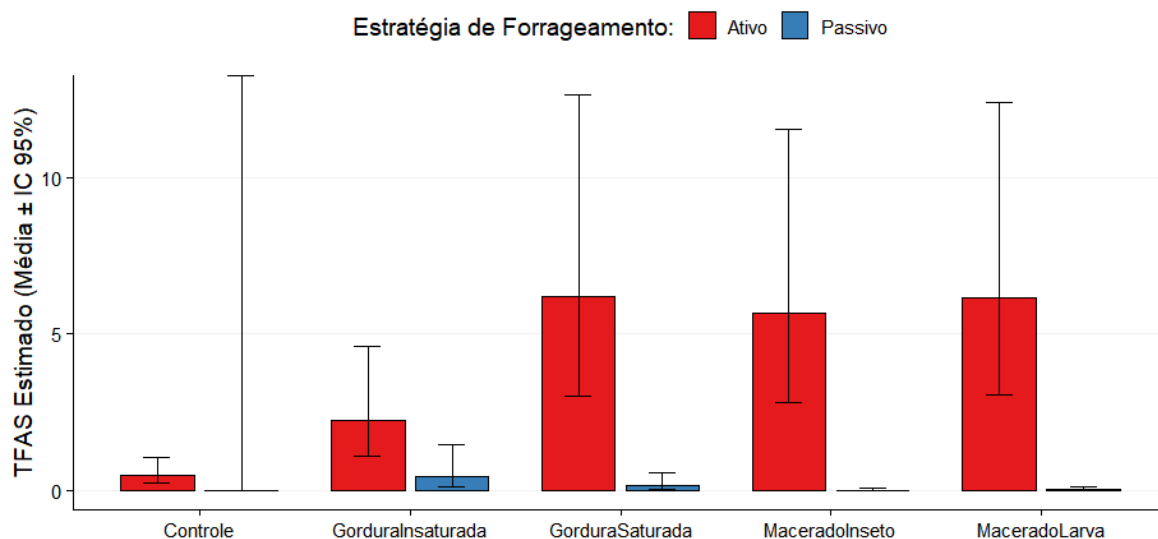


Figura 5: Pontuação de lambida e ataque (TFAS) de indivíduos testados com cinco estímulos: controle (água destilada), Gordura insaturada, gordura saturada, macerado de inseto e macerado de larva. As barras de erro indicam o erro padrão (SE).

Os resultados do PGLMM mostraram que os tratamentos Controle e Gordura Insaturada não tiveram diferenças de resposta entre forrageadores ativos e de emboscada

(pMCMC > 0,05), enquanto Gordura Saturada, Macerado de Larva e Macerado de Inseto foram estatisticamente diferentes (pMCMC < 0,001) com aumentos consideráveis em relação aos forrageadores passivos (Tabela 5).

A análise revelou uma variância posterior média da filogenia de 30,67 (95% IC = 1,44 – 78,68), uma variância do indivíduo de 0,31 e uma variância residual de 43,31. A partir desses componentes amostrados pelo algoritmo MCMC (Markov Chain Monte Carlo), calculamos a Herdabilidade filogenética (H^2), obtendo um valor de 35,7% (95% Intervalo HPD = 9,7% – 67,2%). Ou seja, mesmo após controlar os efeitos experimentais e o ruído residual, a filogenia explica cerca de 35,7% da variação total observada para o TFAS.

Tabela 5: Estimativas dos efeitos fixos do modelo linear misto filogenético (PGLMM) para a variável resposta TFAS. São apresentados a média posterior, o limite inferior (l-95% CI) e superior (u-95% CI) do intervalo de credibilidade, o tamanho efetivo da amostra.

	média posterior	l-95% CI	u-95% CI	ESS	pMCMC
Intercepto (Controle - Forrageamento Ativo)	1.906.481	-6.045.147	10.411.285	1000.0	0.612
Controle - Forrageamento Passivo (Diferença)	-1.967.517	-10.910.040	6.731.189	1000.0	0.588
Gordura Insaturada	1.401.813	-0.362973	3.410.265	1112.7	0.134
Gordura Saturada	5.109.920	3.219.311	6.912.048	1000.0	<0.001
Macerado de Inseto	4.379.056	2.453.493	6.162.288	1000.0	<0.001
Macerado de Larva	4.879.786	3.001.836	6.700.918	824.2	<0.001
Interação - Passivos e Gordura Insaturada	0.003612	-2.925.542	3.093.175	1000.0	0.996
Interação - Passivos e Gordura Saturada	-4.772.210	-8.487.331	-2.059.426	1000.0	0.002
Interação - Passivos e Macerado de Inseto	-4.371.196	-7.527.148	-1.104.478	1000.0	0.004
Interação - Passivos e Macerado de Larva	-4.773.901	-8.104.298	-1.781.311	795.6	0.004

Como ilustrado na Figura 7, a maioria dos indivíduos não responderam ao experimento de escolha alimentar. Dessa forma, devido a quantidade excessiva de zeros, realizamos um teste Qui-quadrado e verificamos que existe uma relação entre forrageamento e escolha alimentar ($\chi^2 = 15,96$, $df = 2$, $p < 0,001$), porém, o teste pós-hoc de Bonferroni mostrou que essa diferença é estritamente devida as comparações dos zeros com larva ou inseto, enquanto larva e inseto não diferem estatisticamente entre si ($p_{adj} = 0,942$).

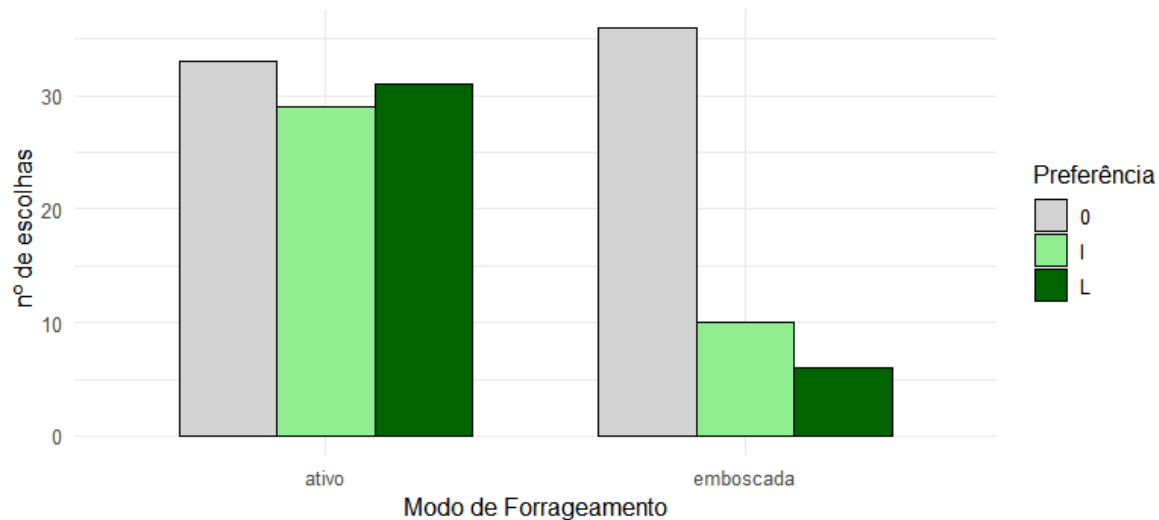


Figura 6: Dados de número de presas escolhidas por lagartos em cada estratégia de forrageamento. I = inseto; L = larva; 0 = não responderam.

Para o último experimento, no qual avaliamos o sucesso de forrageamento sem o uso da visão, tivemos um resultado semelhante, onde muitos indivíduos nem sequer se moveram a procura de presas. De 145 indivíduos testados, apenas 14 obtiveram sucesso no teste, sendo todos forrageadores ativos do clado Lacertoidea, das famílias Teiidae (*Ameiva ameiva*, *Ameivula ocellifera* e *Kentropyx paulensis*) e Gymnophthalmidae (*Micrablepharus atticolus*). *A. ameiva* obteve 80,64% do sucesso total, com média de 3,12 larvas encontradas por indivíduo (Figura 8).

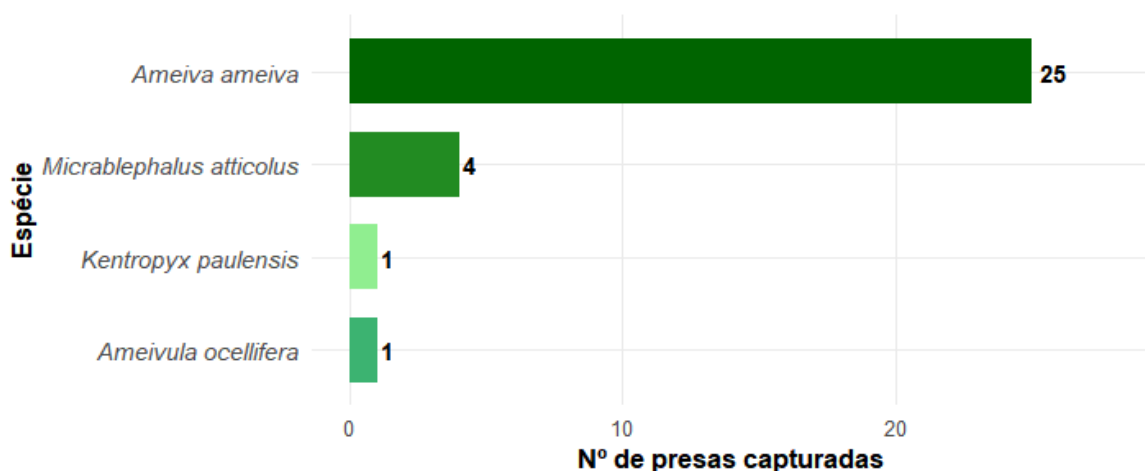


Figura 7: Dados de quantidade de presas capturadas durante o experimento de sucesso de forrageamento

Por fim, foi possível observar, na análise da PERMANOVA, que o TFAS está significativamente relacionado a estratégia de forrageamento ($F_{1,140} = 9.26$, $R^2 = 0.057$, $p = 0.001$), preferência alimentar ($F_{2,140} = 1.83$, $R^2 = 0.022$, $p = 0.039$) e sucesso de forrageamento ($F_{1,140} = 7.51$, $R^2 = 0.046$, $p = 0.010$). No entanto, analisando par a par, verificamos que o TFAS de indivíduos com preferência por insetos não diferiu daqueles que não responderam ao teste ($F_{1,106} = 0.51$, $R^2 = 0.004$, $p = 0.763$) ou daqueles com preferência por larvas ($F_{1,106} = 1.36$, $R^2 = 0.018$, $p = 0.218$). Além disso, mesmo o modelo sendo significativo, o tamanho do efeito é pequeno, explicando apenas 13,64% da variação total dos dados. ($F_{4,140} = 5.53$, $R^2 = 0.1364$, $p = 0,001$).

4. DISCUSSÃO

De maneira geral, a hipótese de que existe uma relação entre capacidade quimiossensorial e modo de forrageamento foi confirmada. O primeiro objetivo (investigar a capacidade de discriminação lipídica entre lagartos forrageadores ativos e senta-espera) foi cumprido por meio dos resultados do primeiro teste, que mostraram um padrão de maior resposta (lambidas e mordidas) dos forrageadores ativos em relação aos de emboscada, principalmente nos estímulos de Gordura Saturada e Macerados de larva e inseto, evidenciando uma maior capacidade de quimiorrecepção desses animais.

Esses resultados validam estudos anteriores como o de Cooper & Mellado (2001), realizado com *Gallotia caesaris* onde também obtiveram altos números de tongue-flicking durante o estímulo de gordura saturada (gordura de porco), em comparação com açúcares. Já em 2002, dois estudos realizados por Cooper e colaboradores obtiveram altos índices de resposta do lagarto *Podarcis lilfordi* em testes com gorduras em comparação com proteínas e açúcares, mas dessa vez, com maior índice de respostas à gordura insaturada

Outros trabalhos realizaram testes com lipídeos focados em discriminação social e territorial, revelando que esses compostos mediam a análise do tamanho e força do rival (Scali *et al*, 2023), bem como sinais de dominância e territorialidade (Khannoon & Hardege, 2011), sinais de aptidão física de machos (Mason & Parker, 2010) e reconhecimento e diferenciação sexual (Carl *et al*, 2024).

Os odores de presas representados nesse trabalho já foram testados anteriormente (Cooper, 1989 e Cooper, 1990), porém a metodologia consistia apenas na raspagem do cotonete no tegumento de grilos e não pela própria presa macerada e diluída em água. Nesses dois estudos, a resposta também foi maior em forrageadores ativos e quase zero em senta-espera.

Como visualizado pelo GLMM, o efeito da estratégia de forrageamento depende do tipo de estímulo oferecido, onde os odores de presas geraram mais respostas do que as gorduras isoladas, talvez por conter também proteínas, carboidratos e hemolinfa, compostos mais atrativos do que ácidos graxos. A única exceção dessa relação é o controle, onde nenhum lagarto mordeu o swab, e as raras lambidas foram provenientes apenas de forrageadores ativos, impossibilitando a significância estatística, mas ao mesmo tempo validando o experimento, garantindo que o comportamento foi direcionado apenas aos tratamentos e não ao artefato do cotonete.

A análise do PGLMM obteve resultados semelhantes, porém com a diferença em um dos tratamentos: nesse caso, além do controle, a gordura insaturada também não obteve respostas distintas entre os tipos de forrageamento ($p_{MCMC} > 0,05$). Essa diferença entre os dois testes é devido ao fato que o PGLMM considera a distância filogenética entre os grupos, enquanto o GLMM só considera os dados brutos. Além disso, a taxa de Herdabilidade de 35,7% indica um sinal filogenético moderado, significando 1/3 do comportamento investigatório e predatório é herdado de ancestrais comuns. Esses resultados reforçam a importância de considerar a estrutura filogenética na interpretação das respostas comportamentais.

Vale ressaltar que, embora a larva de besouro *Tenébrio molitor* possua índice de gorduras maior que o grilo *Acheta domesticus* (24-43% e 12,2%, respectivamente), os tipos de lipídeos presentes em seus corpos são bem próximos, sendo de 25 a 30% de SFA (ácidos graxos saturados) e de 43 a 66% de MUFA (ácidos graxos mono-insaturados) em larvas de *Tenébrio molitor* e cerca de 32 % de SFA e 64 a 67% de MUFA em grilos, ademais, ambos tem praticamente a mesma quantidade de ácido oleico que a gordura de vaca (~40%) (Kolobe *et al*, 2023), utilizado no mesmo experimento como gordura saturada. Levando em

consideração esses índices lipídicos, se utilizarmos macerados de insetos com diferentes proporções entre lipídeos saturados e insaturados, teremos respostas mais distintas?

Os experimentos referentes ao segundo e terceiro objetivos apresentaram baixa taxa de resposta, limitando a capacidade de detectar padrões consistentes. Em cativeiro, existem fatores de estresse como iluminação artificial, sons altos, odores desconhecidos, restrição de movimento, proximidade forçada com humanos ou outros indivíduos da mesma espécie que podem inibir a tomada de decisão alimentar rápida e o apetite (Carr, 2002; Ward, 2013). Apesar dos experimentos terem sido realizados tentando minimizar os efeitos do medo nos indivíduos em relação ao aplicador do teste, pode haver ainda um receio do lagarto frente a um ambiente desconhecido, agindo como “estresse de intrusão territorial” levando ao indivíduo a entender que ali existe um possível risco para sua sobrevivência (Burnett *et al*, 2019). Adicionalmente, segundo o modelo de Burghardt (1964) o tempo de atividade deve diminuir quando os recursos são abundantes, como é o caso do segundo teste, tendo duas presas disponíveis a poucos centímetros de distância.

Os principais fatores das respostas ao terceiro teste terem se restringido apenas a teiídeos e gymnophthalmídeos (microteiídeos) podem ser tanto devido ao maior grau de especialização quimiossensorial, quanto ao uso de micro-habitat desses animais. *Ameiva ameiva* é um lagarto com hábito de chafurdar e escavar o substrato em busca de presas (Vitt & Colli, 1994). *Micrablepharus atticolus* é uma espécie semi-fossorial (Sousa *et al*, 2015) e durante o período de cativeiro, foram observados por diversas vezes sob o substrato de areia ou serrapilheira. Já para as espécies *Kentropyx paulensis* e *Ameivula ocellifera* não existem dados sobre uso de micro-habitat, porém, o comportamento de escavar está intimamente ligado ao modo de forrageamento ativo, que é uma característica marcante da família Teiidae (Vitt & Colli, 1994).

Estudos futuros replicando os mesmos testes devem ser realizados tentando minimizar fatores conflitantes como estresse e tempo de atividade. Em testes de dupla escolha, também vale repensar a escolha de presas levando em conta o conteúdo lipídico corporal de cada uma. Já experimentos não invasivos de forrageamento com o objetivo de excluir o uso da visão em lagartos são um desafio maior a ser alcançado, uma vez que é necessário também deletar os efeitos do comportamento prévio desses animais (de escavar,

e se enterrar) ao mesmo tempo em que avalia o real efeito da quimiorrecepção. Talvez, ao se trocar o tipo de substrato por um mais leve, como folhiço, os animais que não possuem hábito escavador também possam encontrar presas detectando suas pistas químicas.

5. CONCLUSÃO

Esse estudo amplia informações já existentes sobre a quimiorrecepção em lagartos, dessa vez em uma maior escala taxonômica e ainda traz novas informações sobre o mecanismo por trás desse processo, trazendo maior compreensão à ecologia evolutiva desses répteis. Além disso, contempla uma metodologia aprimorada de estudos comportamentais clássicos utilizando swabs com macerados de presas. Por fim, as análises de modelos mistos e filogenéticos evidenciam como as pressões ecológicas em conjunto com a filogenia, moldaram a evolução dos répteis.

6. REFERÊNCIAS

- Anderson, R. A. 2007. Food acquisition modes and habitat use in lizards: Questions from an integrative perspective. *Lizard Ecology: The Evolutionary Consequences of Foraging Mode*. 450-490. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511752438.017>
- Albuquerque, R. L., & Garland, T., Jr. 2020. Phylogenetic analysis of maximal oxygen consumption during exercise (VO₂max) and ecological correlates among lizard species. *The Company of Biologists Ltd | Journal of Experimental Biology*. 223, jeb229013. <https://doi.org/10.1242/jeb.229013>
- Audino, L. D. *et al.* 2007. Identificação dos coleópteros (Insecta: Coleoptera) das regiões de Palmas (município de Bagé) e Santa Barbinha (município de Caçapava do Sul), RS. Embrapa. < Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/219052>. Acesso em: 25 abr. 2026.>
- Baeckens, S., *et al.* 2017. How phylogeny and foraging ecology drives the level of specialization of the vomeronasal system in lacertid lizards. *Journal of Evolutionary Biology*, 30(6), 1180-1191. <https://doi.org/10.1111/jeb.13032>

- Baeckens, S., Meiri, S., Shine, R. 2023. Foraging mode affects extinction risk of snakes and lizards, but in different ways. *Conservation Letters*. 16: e12977. <https://doi.org/10.1111/conl.12977>
- Belliure, J.; Carrascal, L. M. 1996. Covariation of thermal biology and foraging mode in two mediterranean lacertid lizards. *Ecology*, Vol. 77, No. 4, pp. 1163-1173. <https://doi.org/10.2307/2265585>
- Brykczynska, U.; Tzika, A. C.; Rodriguez, I.; Milinkovitch, M. C. 2013. Contrasted Evolution of the Vomeronasal Receptor Repertoires in Mammals and Squamate Reptiles. *Genome Biol. Evol.* 5(2):389–401. <https://doi.org/10.1093/gbe/evt013>
- Burghardt, C. 1964. Effects of Prey Size and Movement on the Feeding Behavior of the Lizards *Anolis carolinensis* and *Eumeces fasciatus*. *Copeia*, Vol. No. 3, pp. 576-578. <https://doi.org/10.2307/1441527>
- Burnett, C. J. *et al.* 2019. Need-based prioritization of behavior. *eLife*;8:e44527. <https://doi.org/10.7554/eLife.44527>
- Campos, S. M. *et al.* 2020. Volatile fatty acid and aldehyde abundances evolve with behavior and habitat temperature in *Sceloporus* lizards. *Behavioral Ecology*. 1–14. <https://doi.org/10.1093/beheco/araa044>
- Carl, N. J. Paul, J. S. & Mendelson III, J. 2024. Smell and Tell: Behavior Associated with Chemosensory Stimuli in Guatemalan Beaded Lizards (*Heloderma charlesbogerti*). *Herpetological Conservation and Biology* 19(1):1–12. <Disponível em: https://www.herpconbio.org/Volume_19/Issue_1/Carl_etal_2024.pdf. Acesso em: 25 abr. 2026.>
- Carr, J. A. 2002. Stress, Neuropeptides, and Feeding Behavior: A Comparative Perspective. *Integ. and Comp. Biol.*, 42:582–590. <https://doi.org/10.1093/icb/42.3.582>
- Consensus. Consensus AI, 2026. <Disponível em: <https://consensus.app/>. Acesso em: 25 abr. 2026.>
- Cooper, W. E. 1989. Absence of Prey Odor Discrimination by Iguanid and Agamid Lizards in Applicator Tests. *Copeia*(2), pp. 472-478. <https://doi.org/10.2307/1445446>

- Cooper, W. E. 1990. Prey Odor Discrimination by Anguid Lizards. *Herpetologica*, 46(2), 183–190. <https://doi.org/10.2307/1445842>
- Cooper, W. E., Alberts, A. C. 1991. Tongue-flicking and biting in response to chemical food stimuli by an Iguanid lizard (*Dipsosaurus dorsalis*) having sealed vomeronasal ducts: Vomeroolfaction may mediate these behavioral responses. *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 17, No. 1. <https://doi.org/10.1007/BF00994427>
- Cooper, W. E. 1994. Chemical discrimination by Tongue-Flicking in lizards: a review with hypotheses on its origin and its ecological and phylogenetic relationships. *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 20, No. 2. <https://doi.org/10.1007/BF02064449>
- Cooper, W. E. 1995. Foraging mode, prey chemical discrimination, and phylogeny in lizards. *Anim. Behav.*, 1995, 50, 973-985. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(95\)80098-0](https://doi.org/10.1016/0003-3472(95)80098-0)
- Cooper, W. E. 1997. Correlated evolution of prey chemical discrimination with foraging, lingual morphology and vomeronasal chemoreceptor abundance in lizards. *Behav Ecol Sociobiol* 41: 257±265. <https://doi.org/10.1007/s002650050387>
- Cooper, W. E.; Pérez-Mellado, V. & Vitt, L. J. 2002. Lingual and biting responses to selected lipids by the lizard *Podarcis lilfordi*. *Physiology & Behavior* 75. 237– 241. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(01\)00656-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(01)00656-4)
- Cooper, W. E.; Pérez-Mellado, V. & Vitt, L. J. 2002. Responses to major categories of food Chemicals by the lizard *podarcis lilfordi*. *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 28, No. 4, April. <https://doi.org/10.1023/A:1015280524788>
- Derickson, W. K. 1976. Lipid Storage and Utilization in Reptiles. *American Zoologist* , Vol 16, Edição 4, Novembro. Pp. 711–723. <https://doi.org/10.1093/icb/16.4.711>
- Eisthen, H. L. 1992. Phylogeny of the vomeronasal system and receptor cell types in the olfactory and vomeronasal epithelia of vertebrates. *Microscopy Research and Technique*, 23(1), 1–21. <https://doi.org/10.1002/jemt.1070230102>

- Deliceoglu, G. *et al.* 2024. Respiratory Muscle Strength as a Predictor of VO₂max and Aerobic Endurance in Competitive Athletes. *Appl. Sci*, 14, 897. <https://doi.org/10.3390/app14198976>
- Filoramo, N.; Schwenk, K. 2009. The mechanism of chemical delivery to the vomeronasal organs in squamate reptiles: A comparative morphological Approach. *Journal of experimental zoology*. 311A:20–34. <https://doi.org/10.1002/jez.492>
- Foster, M. S. 2012. Standard Techniques for Inventory and Monitoring. In R. W. McDiarmid, M. S. Foster, C. Guyer, J. W. Gibbons, & N. Chernoff (Eds.), *Reptile Biodiversity: Standard Methods for Inventory and Monitoring* (pp. 205–240). University of California Press. <Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt1pp0x5>. Acesso em: 25 abr. 2026.>
- Freitas, A. M.; Teixeira, R. L.; Ferreira, R. B. 2012. Food partitioning between the sympatric lizards *Tropidurus torquatus* and *Ameiva ameiva* in the Atlantic rainforest, northeastern Brazil. *Salamandra* 48(2) 63–70. <Disponível em: <https://www.salamandra-journal.com/salamandra/48-2012/48-2/>
- Geiser, F.; Firth, B. T. & Seymour, R. S. 1992. Polyunsaturated dietary lipids lower the selected body temperature of a lizard. *J Comp Physiol B*. 162:1-4. <https://doi.org/10.1007/BF00257929>. Acesso em: 25 abr. 2026.>
- Geiser, F.; Learmonth, R. P. 1994. Dietary fats, selected body temperature and tissue fatty acid composition of agamid lizards (*Amphibolurus nuchalis*). *Journal of Comparative Physiology*. 164, 55–61. <https://doi.org/10.1007/BF00714571>
- GOOGLE. Google Earth. Local: Google, 2026. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/>>. Acesso em: 09 de abril de 2026.
- Halpern, M. 1987. The organization and function of the vomeronasal system. *Ann. Rev. Neurosci.* 10: 325-62. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.10.030187.001545>
- Huey, R. B.; Pianka, E. R. 1981. Ecological consequences of foraging mode. *Ecology*, 62(4), pp. 991-999. <https://doi.org/10.2307/1936998>

- Huey, R. B., Pianka, E. R., Schoener, T. W. 1983. Lizard Ecology. Studies of a model organism. Harvard University Press.
<https://doi.org/10.4159/harvard.9780674183384>
- Keverne, E. B., 1999. The vomeronasal organ. Science. 286(5440):716-20.
<https://doi.org/10.1126/science.286.5440.716>
- Khannoon, E. R., El-Gendy, A., Hardege, J. D. 2011. Scent marking pheromones in lizards: cholesterol and long chain alcohols elicit avoidance and aggression in male *Acanthodactylus boskianus* (Squamata: Lacertidae). *Chemoecology*. 21 (3), 143-149. <https://doi.org/10.1007/s00049-011-0076-4>
- Kolobe S. D., *et al.* 2023. Fats and major fatty acids present in edible insects utilised as food and livestock feed. *Vet Anim Sci*. 2023 Sep 7; 22:100312.
<https://doi.org/10.1016/j.vas.2023.100312>
- Leng, L., Shi, L. 2025. How foraging mode sculpts sensory systems: morphological evidence from Dice CT and histology in sympatric lizards. *Ecology and Evolution*. 15: e72042. <https://doi.org/10.1002/ece3.72042>
- Mason, R. T. & Parker, M. R. 2010. Social behavior and pheromonal communication in reptiles. *J Comp Physiol A*. 196:729–749. <https://doi.org/10.1007/s00359-010-0551-3>
- Okuyama, K., Sasaki, T. 2021. Morphological characteristics and embryogenesis of the vomeronasal organ and associated structures in the japanese grass lizard, *Takydromus tachydromoides* (Squamata: Lacertoidea: Lacertidae) *Ichthyology and Herpetology*, 109 (3), pp. 691-704. <https://doi.org/10.1643/h2020163>
- Padilla Perez, D. J., DeNardo, D. F., & Angilletta, M. J. 2022. The correlated evolution of foraging mode and reproductive effort in lizards. *Proc Biol Sci*; 289: 20220180.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2022.0180>
- Pianka, E. R. & Vitt, L. J. 2003. Lizards: Windows to the evolution of diversity. University of California Press. <https://doi.org/10.1525/california/9780520234017.001.0001>

- Price, E. R. 2016. The physiology of lipid storage and use in reptiles. *Biol. Rev.* (2016), pp. 000–000. <https://doi.org/10.1111/brv.12288>
- R Core Team 2025. R: A language and environment for statistical computing. r foundation for statistical computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Reilly, S. M., Mc Brayer, L. B., Miles, D. B. 2007. Lizard ecology. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511752438>
- Rezanka T, Sigler K. 2009. Odd-numbered very-long-chain fatty acids from the microbial, animal and plant kingdoms. *Prog Lipid Res.* May-Jul;48(3-4):206-38. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2009.03.003>
- Rocha, C. F. D., *et al.* 2009. Comportamento de termorregulação em lagartos brasileiros. *Oecologia Australis*, 13(1), 7-20. <https://doi.org/10.4257/oeco.2009.1301.09>
- Scali, S. *et al.* 2023. The size of a smell: assessment of rival's relative size from femoral secretions in the common wall lizards, *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768). *Behavioral Ecology* (2023), 34(2), 306–313. <https://doi.org/10.1093/beheco/arac128>
- Siddiqui, S. A., Zeiri, A., Shah, M. A. 2025. Insect lipids as novel source for future applications: chemical composition and industry applications - a comprehensive review. *Food Science & Nutrition*, 13: e70553. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70553>
- Shi, P. & Zhang, J. 2007. Comparative genomic analysis identifies an evolutionary shift of vomeronasal receptor gene repertoires in the vertebrate transition from water to land. Cold Spring Harbor Laboratory Press. <https://doi.org/10.1101/gr.6040007>
- Schwenk, K. 1995. Of tongues and noses: chemoreception in lizards and snakes. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(1), 7-12. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)88953-3](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88953-3)
- Speake, B. K.; Herbert, J. F. & Thompson, M. B. 2004. Comparison of the fatty-acid compositions of prey items and yolks of Australian insectivorous scincid lizards *J Comp Physiol B* 174: 393–397. <https://doi.org/10.1007/s00360-004-0425-5>

- Verwaijen, D. & Van Damme, R. 2007. Relationships between chemosensory behaviour and foraging mode within lacertid lizards. *Behaviour* 144, 83-99. <https://doi.org/10.1163/156853907779947373>
- Verwaijen, D & Van Damme, R. 2008. Foraging mode and locomotor capacities in Lacertidae. *Amphibia-Reptilia* 29: 197-206. <https://doi.org/10.1163/156853808784124965>
- Vitt, L. J. & Colli, G. R. Geographical ecology of a Neotropical lizard: *Ameiva ameiva* (Teiidae) in Brazil. *Can. J. Zool.* 72 : 1986-2008. <https://doi.org/10.1139/z94-271>
- Yang, C. *et al.* 2020. Histomorphology of Vomeronasal Organ in *Scincella tsinlingensis*. *Int. J. Morphol., Temuco*, v. 38, n. 3, p. 602-610. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022020000300602>
- Ward, S. 2013. Heat stress in captive endothermic animals. *The Plymouth Student Scientist*, 6, (2), 368-377. <https://doi.org/10.24382/w3cn-qv19>
- Webb, J. K.; Brook, B. W. & Shine, R. 2003. Does foraging mode influence life history traits? A comparative study of growth, maturation and survival of two species of sympatric snakes from south-eastern Australia. *Austral Ecology* (2003) 28, 601–610. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2003.t01-1-01316.x>