

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 24/02/2028.



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Ane Guadalupe Silva

**Influência do estado de hidratação nas mudanças metabólicas e comportamentais
relativas à hibernação no lagarto teiú *Salvator merianae***

Araraquara

2024



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Ane Guadalupe Silva

**Influência do estado de hidratação nas mudanças metabólicas e comportamentais
relativas à hibernação no lagarto teiú *Salvator merianae***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre em Ciências Fisiológicas, na Área de Fisiologia comparada

Orientadora: Kênia Cardoso Bicego

Araraquara

2024

S586i Silva, Ane Guadalupe
Influência do estado de hidratação nas mudanças metabólicas e comportamentais relativas à hibernação no lagarto teiú *Salvator merianae* / Ane Guadalupe Silva. -- Araraquara, 2024
51 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara
Orientadora: Kênia Cardoso Bícigo

1. Desidratação. 2. Lagartos. 3. Locomoção. 4. Temperatura corporal. 5. Atividade motora. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Ane Guadalupe Silva

**Influência do estado de hidratação nas mudanças metabólicas e comportamentais
relativas à hibernação no lagarto teiú *Salvator merianae***

Comissão julgadora

Para obtenção do grau de Mestre em 2024

Presidente e orientador: Prof^a. Dr^a. Kênia Cardoso Bícego

2º Examinador: Prof. Dr. Denis Otavio Vieira de Andrade

3º Examinador: Prof. Dr. José Eduardo de Carvalho

Araraquara, 23 de fevereiro de 2024.

DADOS CURRICULARES

Ane Guadalupe Silva

NASCIMENTO: 28/02/1997 – Ribeirão Preto – São Paulo, Brasil

FILIAÇÃO: Márcia Alzira Capretz da Silva e Carlos André da Silva

Março de 2017: Início da graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

Março de 2022: Início da Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas pelo Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas (PIPGCF) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Faculdade de Odontologia (FOAr), Araraquara, São Paulo, Brasil, para a obtenção do título de Mestra em Ciências Fisiológicas.

Junho de 2022: Obtenção do grau de Bacharela em Ciências Biológicas com ênfase em Meio Ambiente pela UNESP/FCAV.

Novembro de 2023: Ingresso no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UNESP/FCAV, para a obtenção do título de Doutora em Ciência Animal com ênfase em fisiologia e bem-estar animal.

Fevereiro de 2024: Aprovada na defesa da dissertação de mestrado para a obtenção do título de Mestra em Ciências Fisiológicas pelo PIPGCF.

AGRADECIMENTOS

Difícil descrever minha trajetória durante o mestrado acadêmico. Sei de uma coisa... aprendi em dois anos muito mais do que em períodos mais longos da minha vida até agora. Aprendi a lidar com problemas, a estudar de forma mais eficiente, a lidar com novas pessoas, aprendi sobre mim, sobre os teiús, sobre fisiologia, e principalmente aprendi que em cada etapa da vida mais e mais nos aprimoramos e nos tornamos melhores. Sei que durante o doutorado vou crescer ainda mais. E assim vai ser até o fim da minha jornada na Terra.

Dessa forma, é com imensa gratidão e emoção que dedico esta sessão de agradecimentos as pessoas incríveis que tornaram todo esse aprendizado possível, me apoiando de forma generosa e que estiveram sempre ao meu lado ao longo dessa trajetória.

Primeiramente, quero expressar minha eterna gratidão à minha família, que incluem tios e prima, mas principalmente quero expressar meu carinho a minha mãe **Márcia**, meu maior exemplo de tudo na vida, ao meu pai **André**, que me mostra como posso ser melhor a cada dia, a minha irmã **Gabriela**, que com o tempo se tornou minha melhor amiga com quem compartilho meus sentimentos mais importantes, e minha querida avó **Maria Lúcia**, que sempre esteve e está disposta a ajudar como pode. Vocês sempre foram fontes inesgotáveis de amor, apoio e compreensão e são meu alicerce. Esta conquista também é de vocês!

Quero agradecer também ao meu companheiro, **Gabriel**, por ser meu pilar emocional e fonte de incentivo. Sua paciência, compreensão e apoio foram fundamentais para que eu alcançasse meus objetivos e sua ajuda com as coisas da vida sempre serão lembradas como essenciais para eu ter alcançado tudo que tenho hoje.

Incluo nesses agradecimentos também meus melhores amigos, em especial quatro mulheres incríveis, **Beatriz**, **Livia**, **Maria** e **Thais**. Nossa amizade trouxe alegria aos momentos difíceis e compartilhar esses anos com vocês tornou tudo mais especial, mais fácil, doce e feliz. Sempre tive dificuldade em fazer amigos, mas com vocês tudo foi natural. Vou levar cada momento no coração e vou lembrar de cada risada quando estiver triste, pois sei que vai me fazer sentir melhor.

Agradeço também ao pessoal do laboratório (**LaFiTI** e **Gargaglioni's Lab**), que sempre estiveram prontos para compartilhar conhecimento. Obrigado por serem uma equipe tão unida e colaborativa.

Ao time dos teiús, **Livia**, **João**, **Augusto** e **Isabelle**, agradeço a colaboração e apoio inestimável. Juntos, enfrentamos desafios e celebramos conquistas, construindo memórias que levarei para toda a vida.

Agradeço profundamente à professora **Kênia** pela orientação excepcional. Sua dedicação e paixão pelo trabalho acadêmico foram inspiradoras e fundamentais para o sucesso deste estudo. Sempre que precisei a senhora estava disposta a ajudar e conversar, não só em momentos de dúvidas profissionais, como também em momentos pessoais.

Aos pós-doutorandos do laboratório **Derek, Melissa e Alana**, meu sincero agradecimento pela valiosa contribuição nas metodologias, resultados e discussões. A expertise de vocês foi um diferencial para a qualidade deste estudo.

Não posso deixar de agradecer também ao veterinário responsável **Rafael Sato**, pelo profissionalismo exemplar nas cirurgias e pelo acompanhamento dedicado dos animais. Seu comprometimento foi essencial para o êxito desta pesquisa, além da sua companhia divertida ter feito os momentos de cirurgia terem sido mais leves.

Agradeço a professora **Luciane Gargaglioni** que me orientou em diversas ocasiões, através de críticas construtivas e conhecimentos fisiológicos. Ao professor **Pedro Alves**, pela bondade de emprestar equipamento essencial para este estudo. Sua generosidade contribuiu significativamente para a realização deste trabalho.

Agradeço também aos **lagartos teiú**, *Salvator merianae*, que foram peças essenciais para o melhor entendimento da sua fisiologia e adaptação.

Por fim agradeço a FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo nº 2022/13834-6) pelo apoio financeiro essencial para realização dessa pesquisa.

O presente trabalho também foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Muito obrigada!

Silva AG. Influência do estado de hidratação nas mudanças metabólicas e comportamentais relativas à hibernação no lagarto teiú *Salvator merianae* [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

RESUMO

A disponibilidade de água e alimento em conjunto com a temperatura são fatores críticos que influenciam a fisiologia e sobrevivência dos animais, agindo como pressões seletivas dentro das capacidades e tolerância dos organismos. Essas interações organismo-ambiente, ao longo das estações, exercem forte influência nos padrões de atividade animal. O lagarto teiú (*Salvator merianae*), nativo da América do Sul, apresenta notáveis oscilações fisiológicas sazonais, com alta atividade metabólica na primavera (reprodução) e verão (alta atividade), seguida por reduções graduais no outono (atividade) e metabolismo mínimo no inverno (dormência). Os teiús são abundantes na região sudeste do Brasil, onde o inverno coincide com a estação de seca. Estudos anteriores indicam que a redução metabólica desses lagartos é independente da temperatura ambiente, mas não há evidências do quanto a disponibilidade de água influencia esse fenômeno. Uma questão levantada é: esses animais hibernam (redução metabólica durante o inverno) ou estivam (redução metabólica durante a seca)? Assim, o presente estudo visou avaliar a influência do estado de hidratação no padrão de redução metabólica e comportamental durante o inverno do sudeste brasileiro, em lagartos teiú de ambos os sexos. Para isso, foram avaliados mensalmente: osmolalidade plasmática, hematócrito, concentrações de amônia e ureia, massa corporal, comprimento rostro-cloacal, temperatura corporal e operacional, taxa de atividade e comportamentos em fêmeas e machos hidratados e desidratados nas fases de pré-hibernação (**abril e maio**), hibernação (**junho e julho**) e pós-hibernação (**agosto e setembro**). Nossos resultados mostram que a alta osmolalidade nos teiús não modificam diretamente os padrões de temperatura corporal e taxa de atividade, além também de não interferir no hematócrito, nas concentrações de amônia e ureia ou massa corporal, indicando certa resistência desses animais ao estresse hídrico. Foi possível observar relações significativas entre a temperatura corporal e a taxa de atividade, e relações não significativas como osmolalidade e hematócrito. Concluímos que os teiús apresentam uma redução metabólica e comportamental sincronizada com o inverno moderadamente frio e seco da região sudeste do Brasil, independentemente de seu estado de hidratação. Isso reforça a ideia de que esses animais não entram em estivação, mas sim em estado de hibernação. Além disso, machos parecem ser mais sensíveis a desidratação, já que foi observado uma redução de seus comportamentos associados à locomoção, em contraste com o aumento da densidade comportamental de permanência no abrigo.

Palavras – chave: Desidratação. Lagartos. Locomoção. Temperatura corporal. Atividade motora.

Silva AG. Influence of hydration status on metabolic and behavioral changes related to hibernation in the tegu lizard *Salvator merianae* [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

ABSTRACT

The availability of water and food, along with temperature, are critical factors influencing the physiology and survival of animals, acting as selective pressures within the capacities and tolerances of organisms. These organism-environment interactions throughout the seasons strongly influence patterns of animal activity. The tegu lizard (*Salvator merianae*), native to South America, exhibits notable seasonal physiological fluctuations, with high metabolic activity in spring (reproduction) and summer (high activity), followed by gradual reductions in autumn (activity) and minimal metabolism in winter (dormancy). Tegus are abundant in the southeastern region of Brazil, where winter coincides with the dry season. Previous studies indicate that the metabolic reduction in these lizards is independent of ambient temperature, but there is no evidence of how water availability influences this phenomenon. One question raised is: do these animals hibernate (metabolic reduction during winter) or estivate (metabolic reduction during dry season)? Therefore, the present study aimed to evaluate the influence of hydration status on the pattern of metabolic and behavioral reduction during the winter in southeastern Brazil, in male and female tegu lizards. For this purpose, monthly assessments were made: plasma osmolality, hematocrit, concentrations of ammonia and urea, body mass, rostro-cloacal length, body and operational temperature, activity rate, and behaviors in hydrated and dehydrated females and males during pre-hibernation (**April and May**), hibernation (**June and July**), and post-hibernation (**August and September**) phases. Our results show that high osmolality in tegus does not directly modify patterns of body temperature and activity rate, nor does it interfere with hematocrit, ammonia and urea concentrations, or body mass, indicating a certain resistance of these animals to water stress. Significant relationships were observed between body temperature and activity rate, and non-significant relationships such as osmolality and hematocrit. We conclude that tegus exhibit a synchronized metabolic and behavioral reduction with the moderately cold and dry winter of the southeastern region of Brazil, regardless of their hydration status. This reinforces the idea that these animals do not undergo estivation but rather enter a state of hibernation. Additionally, males appear to be more sensitive to dehydration, as a reduction in their locomotion-associated behaviors was observed, contrasting with an increase in the behavioral density of sheltering.

Keywords: Dehydration. Lizards. Locomotion. Body temperature. Motor activity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Variáveis sanguíneas de lagartos teiú *S. merianae*

a) Osmolalidade plasmática (mmol/kg) durante os meses de experimento. **b)** Hematócrito (%) durante os meses de experimento. **c)** Relação entre hematócrito e osmolalidade plasmática. Círculos na cor preta representam o grupo controle e quadrados na cor verde representam o grupo desidratado. Gráficos a, b e c representam valores de fêmeas e machos em conjunto, devido à inexistência de diferenças entre os dois sexos. Letras diferentes (a, b, c, d) representam diferenças intragrupo, e símbolos (*) representam diferenças entre os grupos **26**

Figura 2 - Concentrações plasmáticas de amônia e ureia de lagartos teiú *S. merianae*

a) concentração de amônia (mmol/L), durante os experimentos. **b)** concentração de ureia (mmol/L), durante os experimentos. Os valores são representados para fêmeas e machos em conjunto devido à inexistência de diferença entre os sexos para ambas as variáveis. Círculos preenchidos na cor preta representam a média de cada mês para o grupo controle, enquanto quadrados preenchidos na cor verde representam a média de cada mês para o grupo desidratado. Letras diferentes (a e b) representam diferenças intragrupo, e símbolos (*) representam diferenças entre os grupos **28**

Figura 3 - Temperatura corporal e ODBA de fêmeas de lagartos teiú *S. merianae*

Temperatura corporal (eixo y esquerdo) e ODBA (eixo y direito) de fêmeas, ao longo dos meses de experimento, em médias por horas correspondentes de cada mês. Círculos pretos representam fêmeas do grupo controle, enquanto quadrados verdes representam fêmeas do grupo desidratado. Símbolos preenchidos com cor sólida representam a temperatura corporal, enquanto símbolos não preenchidos representam o ODBA. A linha azul reflete a temperatura operacional do recinto onde os animais foram mantidos. Letras indicam diferenças intragrupo (a, b, c, d, e, f) e símbolos (*) indicam diferenças entre os grupos **31**

Figura 4 - Temperatura corporal e ODBA de machos de lagartos teiú *S. merianae*

Temperatura corporal (eixo y esquerdo) e ODBA (eixo y direito) de machos, ao longo dos meses de experimento, em médias por horas correspondentes de cada mês. Círculos pretos representam machos do grupo controle, enquanto quadrados verdes representam machos do grupo desidratado. Símbolos preenchidos com cor sólida representam a temperatura corporal, enquanto símbolos não preenchidos representam o ODBA. A linha azul reflete a temperatura

operacional do recinto onde os animais foram mantidos. Letras indicam diferenças intragrupo (a, b, c, d, e, f) e símbolos (*) indicam diferenças entre os grupos 32

Figura 5 - Regressão linear entre ODBA e temperatura corporal de fêmeas e machos de lagartos teiú *S. merianae*

a) Médias mensais das duas variáveis para fêmeas. **b)** Médias mensais das duas variáveis para machos. Círculos pretos representam o grupo controle, e quadrados verdes representam o grupo desidratado 33

Figura 6 - Densidade de comportamentos de fêmeas de lagartos teiú *S. merianae*, durante os meses de experimento

a) Densidade do comportamento de abrigo. **b)** Densidade do comportamento de exploração. **c)** Densidade do comportamento de repouso fora do abrigo. O grupo controle é representado por barras pretas, enquanto o grupo desidratado é representado por barras verdes. Letras diferentes (a, b, c, d) indicam diferenças intragrupo, e símbolos (*) indicam diferenças entre os grupos 35

Figura 7 - Densidade de comportamentos de machos de lagartos teiú *S. merianae*, durante os meses de experimento

a) Densidade do comportamento de abrigo. **b)** Densidade do comportamento de exploração. **c)** Densidade do comportamento de repouso fora do abrigo. O grupo controle é representado por barras pretas, enquanto o grupo desidratado é representado por barras verdes. Letras diferentes (a, b, c, d) indicam diferenças intragrupo, e símbolos (*) indicam diferenças entre os grupos 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etograma dos comportamentos classificados por meio das gravações de vídeos de lagartos teiú *S. merianae* **23**

Tabela 2 - Valores de massa corporal (kg) e fator de condição (K) para fêmeas e machos de *S. merianae*, durante os experimentos para ambos os grupos (controle e desidratado)

Letras diferentes (a, b e c) indicam diferenças intragrupo **29**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PROPOSIÇÃO	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1 Influências ambientais sobre a fisiologia animal	15
3.2 O lagarto teiú <i>Salvator merianae</i>	17
4 MATERIAL E MÉTODO	19
4.1 Animais.....	19
4.2 Grupos experimentais	19
4.3 Variáveis sanguíneas e corporais	20
4.4 Temperatura corporal.....	21
4.5 Taxa de atividade (ODBA: <i>Overall Dynamic Body Acceleration</i>).....	22
4.6 Monitoramento comportamental	22
4.7 Análise estatística.....	24
5 RESULTADOS	25
5.1 Variáveis sanguíneas e corporais	25
5.2 Temperatura corporal e taxa de atividade.....	30
5.3 Monitoramento comportamental	34
6 DISCUSSÃO	38
6.1 Temperatura corporal e taxa de atividade.....	38
6.2 Monitoramento comportamental	39
6.3 Variáveis sanguíneas e corporais	40
7 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água e alimento, juntamente com a temperatura, são fatores críticos que afetam de maneira importante a fisiologia, aptidão e sobrevivência dos indivíduos. As variações de temperatura corporal (Tc) atuam direta e indiretamente nos processos fisiológicos do organismo animal, sendo também influenciada por tais processos¹. Há, assim, uma relação de custo-benefício para a termorregulação, já que vários outros fatores podem alterar a Tc do animal, incluindo seu estado reprodutivo, estação do ano, ingestão de alimento e disponibilidade de água e de micro-habitat²⁻⁸.

Dentro desse contexto, considerando a essencialidade da água para todos os seres vivos, seu uso de forma econômica pelo organismo torna-se crucial em ambientes, ou épocas do ano, quentes e secos. Nos vertebrados, a perda de água pode ocorrer através de diversas vias e a taxa de perda dessa água pelo animal está associada à sua temperatura e ao seu grau de atividade⁹⁻¹². Dessa forma, é esperado que os custos que advêm da manutenção do balanço hídrico dos indivíduos sejam importantes influenciadores do ambiente térmico selecionado por eles¹³.

O conjunto de mecanismos fisiológicos de termorregulação e balanço hídrico são intrinsicamente ligados¹⁴ e, em momentos em que os custos de sobrevivência são altos, o estado de hidratação pode afetar negativamente a termorregulação. Estudos que envolvem a relação entre osmorregulação e termorregulação já foram realizados em diferentes vertebrados, mostrando que quanto maior a desidratação do animal, maior a Tc que ele apresenta, devido à inibição de mecanismos de perda evaporativa de calor^{1,14-24}. Anderson e Andrade em 2017²⁴, mostraram que em altas temperaturas e altos níveis de desidratação, o sapo *Rhinella dyptcha* mostra uma redução em seu desempenho comportamental e tolerância térmica, utilizando de mudanças simultâneas em seus comportamentos termorreguladores para contrabalancear os efeitos negativos. Outro exemplo é o lagarto *Pogona vitticeps*, que apresenta o comportamento de *gaping* inibido pelo aumento da osmolalidade plasmática¹. Esses e outros exemplos da literatura demonstram como o estado de hidratação do organismo animal pode ser um fator que interfere na manutenção de uma Tc bem ajustada, fatores que em conjunto modificam certos comportamentos e escolhas de micro-habitat.

Diante das variações climáticas cíclicas anuais, a garantia de sobrevivência e reprodução está diretamente associada a ajustes fisiológicos e comportamentais, como as alterações metabólicas e/ou migrações²⁵. Tais ajustes podem ser regulados por um ciclo endógeno, que independe das pistas ambientais e antecipa as mudanças sazonais, ou podem ser responsivos às

variações ambientais, sendo mais frequentemente, oriundos da complexa interação entre ambos os tipos de regulação²⁶⁻³¹. A previsibilidade das alterações climáticas sazonais confere uma vantagem adaptativa aos animais, permitindo a antecipação desses ajustes fisiológicos. Nesse caso, as demandas energéticas são reguladas para atravessar momentos críticos transitórios da sua história de vida, restringindo suas atividades de altas demandas às estações de abundância, para crescer e reproduzir rapidamente^{29,32}. De fato, torpor é uma estratégia amplamente utilizada por uma grande diversidade de animais, em todas as zonas climáticas, incluindo as tropicais^{28,33-35}, que reduz o tempo de forrageamento, diminuindo o risco de predação e aumentando a longevidade, além de oferecer benefícios para a reprodução³⁵.

A espécie *Salvator merianae* é amplamente distribuída do nordeste do Brasil ao norte da Argentina e Uruguai³⁶⁻³⁷, e apresenta um interessante ciclo sazonal, com mudanças metabólicas que parecem não estar relacionadas diretamente com as alterações de temperatura ambiente^{34,38,39}. Esses animais mostram alta atividade metabólica e motora na primavera e no verão, com redução gradual no outono, e menores valores ocorrendo no inverno, por aproximadamente três meses^{33,34,39-41}. Na região sudeste do Brasil, onde há abundante distribuição de *S. merianae*, a estação de inverno, caracterizada por reduções amenas de temperatura ambiente, coincide com a fase seca do ano e assim, há possibilidade de confusões entre eventos de hibernação e estivação⁴². Há várias evidências de que a redução metabólica desses lagartos durante o inverno é independente da temperatura ambiente, e somente alguns indícios de que talvez seja também independente da redução de pluviosidade nessa fase do ano^{34,39,43}. Dessa forma, o foco do presente estudo foi verificar se o grau de hidratação corporal pode influenciar na atividade de redução metabólica de inverno nessa espécie. Tal abordagem de estudo não foi aplicada ainda para a espécie *S. merianae*. Os únicos dados disponíveis dentro dessa temática, tratam da comparação da tolerância osmótica das hemácias entre as estações de alta atividade e de hibernação, tendo sido observada maior fragilidade durante a fase de hibernação⁴⁴.

7 CONCLUSÃO

Como conclusão desta dissertação de mestrado, é possível inferir que os lagartos teiú *S. merianae* apresentam uma redução metabólica e comportamental sincronizada com o inverno moderadamente frio e seco da região sudeste do Brasil, independentemente de seu estado de hidratação. Isso reforça a ideia de que esses animais não entram em estivação, mas sim em estado de hibernação.

Além da diminuição metabólica que todos os animais deste estudo, independente do seu grupo hídrico, apresentaram, os machos de lagarto teiú pareceram ser mais sensíveis ao estado de desidratação. Estes reduziram certos comportamentos, como exploração e repouso fora do abrigo, associados à locomoção, simultaneamente ao aumento do comportamento de permanência no abrigo. Essas alterações indicam reduções em seu forrageamento, o que pode acarretar consequências prejudiciais a longo prazo.

Essas descobertas proporcionam *insights* sobre as adaptações fisiológicas e comportamentais desses lagartos durante a fase de hibernação, enriquecendo nossa compreensão sobre suas estratégias de sobrevivência em condições climáticas adversas. Além disso, este estudo abre portas para futuras investigações. A compreensão mais profunda das interações entre o estado de hidratação, mudanças metabólicas e comportamentais destes lagartos podem ser exploradas em estudos mais específicos, contribuindo não apenas para a ecologia desses lagartos, mas também para a biologia comparativa e a compreensão mais ampla dos padrões de hibernação em vertebrados.

REFERÊNCIAS*

1. Scarpellini CS, Bicego KC, Tattersall GJ. Thermoregulatory consequences of salt loading in the lizard *Pogona vitticeps*. *J Exp Biol.* 2015; 218(8): 1166-74.
2. Huey RB, Slatkin M. Cost and benefit of lizard thermoregulation. *Quart Rev Biol.* 1976; 51(3): 363-83.
3. Huey RB. Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. *In: Gans C, Pough HF. Physiology and ecology: biology of the reptilia.* 12rd ed. New York: Academic Press; 1982. p.25-91.
4. Slip DJ, Shine R. Thermoregulation of free-ranging Diamond pythons, *Morelia spilota* (Serpentes Boidae). *Copeia.* 1988; 1988(4): 984-95.
5. Robertson IC, Weatherhead PJ. The role of temperature in microhabitat selection by northern water snakes, *Nerodia sipedon*. *Can J Zool.* 1992; 70(3): 417-22.
6. Christian KA, Bedford GS. Seasonal changes in thermoregulation by the frillneck lizard, *Chlamydosaurus kingii*, in tropical Australia. *Ecology.* 1995; 76(1): 124-32.
7. Gregory PT, Crampton LH, Skebo KM. Conflicts and interactions among reproduction, thermoregulation and feeding in viviparous reptiles: are gravid snakes anorexic. *J Zool.* 1999; 248(2): 231-41.
8. Gregory PT, Weatherhead PJ. Thermal ecology and sexual size dimorphism in northern water snakes, *Nerodia sipedon*. *Ecol Monogr.* 2000; 70(2): 311-30.
9. Nagy KA. Water and electrolyte budgets of a free-living lizard, *Sauromalus obesus*. *J Comp Physiol.* 1972; 79: 39-62.
10. Minnich JE. Adaptive responses in the water and electrolyte budgets of native and desert tortoises, *Gopherus agassizii*, to chronic drought. *Desert Tortoise Council Proceedings Symposium.* 1977, 102-9.
11. Mautz WJ. Factors influencing evaporative water loss in lizards. *Comp Biochem Physiol A.* 1980; 67: 429-37.
12. Mautz WJ. Patterns of evaporative water loss. *In: Gans C, Pough HF. Physiology and ecology: biology of the reptilia.* 12rd ed. New York: Academic Press; 1982. p.443-81.
13. Padilla-Perez DJ, Iannini CAN, De Carvalho, JE. O papel do consumo alimentar na termorregulação comportamental e no balanço de água no lagarto *Tropidurídeo Tropidurus Catalanensis* [dissertação de mestrado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2019.
14. Ladyman M, Bradshaw D. The influence of dehydration on the thermal references of the Western tiger snake, *Notechis scutatus*. *J Comp Physiol B.* 2003; 173(3): 239-46.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

15. Schmidt-Nielsen K, Schmidt-Nielsen B, Jarnum SA, Houpt TR. Body temperature of the camel and its relation to water economy. *Am J Physiol.* 1957; 188(1): 103-12.
16. Taylor CR. Dehydration and heat: effects on temperature regulation of East African ungulates. *Am J Physiol.* 1970; 219(4): 1136-9.
17. Parmenter CJ, Heatwole H. Panting thresholds of lizards. IV: the effect of dehydration on the panting threshold of *Amphibolurus barbatus* and *Amphibolurus muricatus*. *J Exp Zool.* 1975; 191(3): 327-32.
18. Baker MA, Turlejska E. Thermal panting in dehydrated dogs: effects of plasma volume expansion and drinking. *Pflügers Arch.* 1989; 413(5): 511-5.
19. Malvin GM, Wood SC. Behavioral thermoregulation of the toad, *Bufo marinus*: effects of air humidity. *J Exp Zool.* 1991; 258(3): 322-6.
20. O'Connor MP, Tracy CR. Thermoregulation by juvenile toads of *Bufo woodhousei* in the field and in the laboratory. *Copeia.* 1992; 1992: 865-76.
21. Jessen C, Dmi'el R, Choshniak I, Ezra D, Kuhnen G. Effects of dehydration and rehydration on body temperatures in the black Bedouin goat. *Pflügers Arch.* 1998; 436(5): 659-66.
22. Bradshaw D, Ladyman M, Stewart T. Effect of hypernatraemia and the neurohypophysial peptide, arginine vasotocin (AVT) on behavioural thermoregulation in the agamid lizard, *Ctenophorus ornatus*. *Gen Comp Endocrinol.* 2007; 150(1): 34-40.
23. McKinley MJ, Mcallen RM, Whyte D, Mathai ML. Central osmoregulatory influences on thermoregulation. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2008; 35(5-6): 701-5.
24. Anderson RCO, Andrade DV. Trading heat and hops for water: dehydration effects on locomotor performance, thermal limits, and thermoregulatory behavior of a terrestrial toad. *Ecol Evol.* 2017; 7(21): 9066–75.
25. Hetem RS, Fuller A, Maloney SK, Mitchell D. Responses of large mammals to climate change. *Temperature.* 2014; 1(2): 115-27.
26. Hau M. Timing of breeding in variable environments: tropical birds as model systems. *Horm Behav.* 2001; 40(2): 281-90.
27. Withers PC, Cooper CE. Metabolic depression: a historical perspective. *In: Navas CA, Carvalho, JE. Aestivation Molecular and Physiological aestivation molecular and physiological.* Berlin Heidelberg: Aspects Springer-Verlag; 2010. p. 1-24.
28. Geiser F. Aestivation in mammals and birds: aestivation molecular and physiological. Berlin Heidelberg: Aspects Springer-Verlag; 2010.
29. Williams CT, Barnes BM, Buck CL. Daily body temperature rhythms persist under the midnight sun but are absent during hibernation in free-living arctic ground squirrels. *Biol Lett.* 2012; 8(1): 31–4.

30. Rimbach R, Pillay N, Schradin C. Both thyroid hormone levels and resting metabolic rate decrease in African striped mice when food availability decreases. *J Exp Biol.* 2017; 220(5): 837-43.
31. Quispe R, Yohannes E, Gahr M. Seasonality at the equator: isotope signatures and hormonal correlates of molt phenology in a non-migratory Amazonian songbird. *Front Zool.* 2018; 15: 1–11.
32. Nelson RJ, Demas GE, Klein SL, Kriegsfeld LJ. Seasonal patterns of stress, immune function and disease. *BMJ.* 2002; 325(7364): 603.
33. Abe AS. Oxygen uptake and pulmonary ventilation-perfusion relationships in the tegu lizard *Tupinambis teguixin*. *Acta Physiol Scand.* 1984; 121: 52A-0.
34. Abe AS. Estivation in South American amphibians and reptiles. *Braz J Med Biol Res.* 1995; 28(11-12): 1241-7.
35. Geiser F. Hibernation. *Current Biol.* 2013; 23(5): 188- 93.
36. Harvey MB, Ugueto GN, Gutberlet RL. Review of teiid morphology with a revised taxonomy and phylogeny of the Teiidae (Lepidosauria: Squamata). *Zootaxa.* 2012; 3459(1): 1-156.
37. Ribeiro Júnior MA, Amaral S. Catalogue of distribution of lizards (Reptilia: Squamata) from the Brazilian Amazonia. III: Anguidae, Scincidae, Teiidae. *Zootaxa.* 2016; 4205(5): 401-30.
38. Milsom WK, Andrade DV, Brito SP, Toledo LF, Wang T, Abe AS. Seasonal changes in daily metabolic patterns of tegu lizards (*Tupinambis merianae*) placed in the cold (17°C) and dark. *Physiol Biochem Zool.* 2008; 81(1): 165–75.
39. Sanders CE, Tattersall GJ, Reichert M, Andrade DV, Abe AS, Milsom WK. Daily and annual cycles in thermoregulatory behaviour and cardio-respiratory physiology of black and white tegu lizard. *J Comp Physiol B.* 2015; 185(8): 905-15.
40. Lopes HR, Abe AS. Biologia reprodutiva e comportamento do teiú, *Tupinambis merianae*, em cativeiro (Reptilia, Teiidae). In: Fang TG, Montenegro OL, Bodmer RE. Manejo y conservación de fauna silvestre en América Latina. La Paz: Editorial Instituto e Ecologia; 1999. p. 259-272.
41. Tattersall GJ, Leite CAC, Sanders CE, Cadena V, Andrade DV, Abe AS, Milsom WK. Seasonal reproductive endothermy in tegu lizards. *Sci Adv.* 2016; 2(1): e1500951.
42. Carvalho JE, Zena LA, Pereira IC, Bícigo KC, Navas CA. Variação sazonal da temperatura corporal e do metabolismo energético. In: Bícigo KC, Gargaglioni LH. Fisiologia térmica de vertebrados. Brasil: Ed. UNESP; 2020. p. 275-300.
43. Zena LA, Dillon D, Hunt KE, Navas CA, Buck CL, Bícigo KC. Hormonal correlates of the annual cycle of activity and body temperature in the South-American tegu lizard (*Salvator merianae*). *Gen Comp Endocrinol.* 2020; 285, 113295.

44. Vicente-Ferreira GS, Martins GS, Chaves NA, Silva DGH, Bonini-Domingos CR. Oxidative and osmotolerant effects in *Salvator merianae* (Squamata: Teiidae) red blood cells during hibernation. *Braz J Biol.* 2021; 2024, 84: e249617.
45. Withers PC, Thompson GG. Cocoon formation and metabolic depression by the aestivating hylid frogs *Cyclorana australis* and *Cyclorana cultripes* (Amphibia: Hylidae). *J R Soc West Aust.* 2000; 83: 39–40.
46. Sinsch U. Behavioural thermoregulation of the Andean toad, *Bufo spinulosus* at high altitudes. *Oecologia.* 1989; 80(1): 32–8.
47. Lillywhite HB, Mittal AK, Garg TK, Das I. Basking behavior, sweating and thermal ecology of the Indian tree frog, *Polypedates maculatus*. *J Herp.* 1998; 32(2): 169–75.
48. Geiser F, Ruf T. Hibernation versus daily torpor in mammals and birds: physiological variables and classification of torpor patterns. *Physiol Biochem Zool.* 1995; 68(6): 935–66.
49. Sanders CE. Quiescent states of sleep, torpor and hibernation in the Brazilian tegu (*Tupinambis merianae* Dumeril and Bibron) [dissertação de mestrado]. Vancouver: University of British Columbia; 2008.
50. Andrade DV, Sanders C, Milsom WK, Abe AS. Overwintering in tegu lizards. In: Barnes BM, Carey HV. *Life in the Cold: evolution, mechanisms, adaptation, and application*, Twelfth International Hibernation Symposium. Fairbanks: Institute of Arctic Biology; 2004. p. 339–48.
51. Chani JM, Cruz F, Perotti G, Aguirre M, Rufino S. Rol de la hembra *Tupinambis teguixin* (Teiidae), durante la nidificación. *Acta Zoológica Lilloana.* 1993; 42: 295–9.
52. Klein W, Perry SF, Abe AS, Andrade DV. Metabolic response to feeding in *Tupinambis merianae*: circadian rhythm and a possible respiratory constraint. *Physiol Biochem Zool.* 2006; 79(3): 593–601.
53. Toledo LF, Brito SP, Milsom WK, Abe AS, Andrade DV. Effects of season, temperature, and body mass on the standard metabolic rate of tegu lizards (*Tupinambis merianae*). *Physiol Biochem Zool.* 2008; 81(2): 158–64.
54. Chamut S, Jahn GA, Arce OEA, Manes ME. Testosterone and reproductive activity in the male tegu lizard, *Tupinambis merianae*. *Herpetol Conserv Biol.* 2012; 7(3): 299–305.
55. Do Nascimento LFR, Da Silveira LC, Nisembaum LG, Colquhoun A, Abe AS, Mandarim-De-Lacerda CA, De Souza SCR. Morphological and metabolic adjustments in the small intestine to energy demands of growth, storage, and fasting in the first annual cycle of a hibernating lizard (*Tupinambis merianae*). *Comp Biochem Physiol A Mol Integ Physiol.* 2016; 195: 55–64.
56. Zena LA, Dantonio V, Gargaglioni LH, Andrade DV, Abe AS, Bícigo KC. Winter metabolic depression does not change arterial baroreflex control of heart rate in the tegu lizard *Salvator merianae*. *J Exp Biol.* 2019; 219: 725–33.

57. Abe AS. Observations on dormancy in tegu lizard. *Tupinambis teguixin* (Reptilia, Teiidae). *Naturalia*. 1983; 8: 135–9.
58. Farmer CG. Evolution: a lizard that generates heat. *Nature*. 2016; 529(7587): 470-2.
59. Zena LA, Dillon D, Hunt KE, Navas CA, Bícigo KC, Buck CL. Seasonal changes in plasma concentrations of the thyroid, glucocorticoid and reproductive hormones in the tegu lizard *Salvator merianae*. *Gen Comp Endocrinol*. 2019; 273: 134-43.
60. Gomes KR, Santos MGC, Franco DF, Pires RB, Silva MGDa, Neves MF, Bassani-Silva S. Avaliação do hematócrito e da proteína plasmática em sangues hemodiluídos. *Rev Cient Elet Med Vet*. 2007; 5(9) [acesso em 10 dez 2023]. Disponível em: https://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/MQG7BziWtLUxbRm_2013-5-21-15-51-33.pdf.
61. Verdouw H, Van Echteld CJA, Dekkers EMI. Ammonia determination based on indophenol formation with sodium salicylate. *Water Research*. 1997; 12: 399-402.
62. Felizardo VDeO, Murgas LDS, Winkaler EU, Pereira GJM, Drumond MM, Andrade EDeS. Fator de condição relacionado a aspectos reprodutivos da piapara (*Leporinus obtusidens*) (Characiformes: Anostomidae) coletadas a jusante da usina hidrelétrica do funil, Minas Gerais, Brasil. *Cien. Ani Bras*. 2011; 12(3): 471–7.
63. Gomiero LM, Braga FMDeS. Relação peso-comprimento e fator de condição para em *Cichla emocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande - MG/SP. *Acta Sci Biol Sci*. 2008; 25(1): 79-80.
64. Gomiero LM, Villares Junior GA, Braga FMS. Length-weight relationship and condition factor for *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) in Serra do Mar State Park - Santa Virgínia Unit, Atlantic Forest, São Paulo, Brazil. *Biota Neotrop*. 2010; 10(1).
65. Martinez-Jimenez D, Hernandez-Divers SJ. Emergency care of reptiles. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract*. 2007; 10(2): 557–85.
66. Mosley C. Pain and nociception in reptiles. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract*. 2011; 14(1): 45–60.
67. Williams CT, Barnes BM, Buck CL. Integrating physiology, behavior, and energetics: Biologging in a free-living arctic hibernator. *Comp Biochem Physiol A*. 2016; 202: 53-62.
68. Meak, D. Distúrbios do sistema urogenital: clínica de pequenos animais. São Paulo: Roca; 2003.
69. Kleinhaus S, Pinshow B, Bernstein MH, Degen AA. Brain temperature in heat-stressed, water deprived desert phasianids: sand partridge (*Ammoperdix heyi*) and chukar (*Alectoris chukar sinaica*). *Physiol Zool*. 1985; 58(1): 105-16.
70. Preest MR, Pough FH. Interaction of temperature and hydration on locomotion of toads. *Funct Ecol*. 1989; 3(6): 693-9.

71. Enstipp MR, Ciccione S, Gineste B, Milbergue M, Ballorain K, Ropert-Coudert Y, Kato A, Plot V, Georges JY. Energy expenditure of freely swimming adult green turtles (*Chelonia mydas*) and its link with body acceleration. *J Exp Biol.* 2011; 214(23): 4010–20.
72. Halsey LG, Jones TT, Jones DR, Liebsch N, Booth DT. Measuring energy expenditure in sub-adult and hatchling sea turtles via accelerometry. *PloSOne.* 2011; 6(8): e22311.
73. Halsey LG, White CR. Measuring energetics and behaviour using accelerometry in cane toads *Bufo marinus*. *PloSOne.* 2010; 5(4): e10170
74. Lear KO, Whitney NM, Brewster LR, Morris JJ, Hueter RE, Gleiss AC. Correlations of metabolic rate and body acceleration in three species of coastal sharks under contrasting temperature regimes. *J Exp Biol.* 2017; 220(3): 397–407.
75. Wright S, Metcalfe JD, Hetherington S, Wilson R. Estimating activity-specific energy expenditure in a teleost fish, using accelerometer loggers. *Mar Ecol Prog Ser.* 2014; 496: 19–32.
76. Barros FCDe, Noronha-De-Souza C, Brandt R, Andrade DV, Kohlsdorf T. Fisiologia térmica em répteis não-avianos. *In: Bícago KC, Gargaglioni LH. Fisiologia térmica de vertebrados. Brasil: Ed. UNESP; 2020. p. 177-202.*
77. Bovo RP, Kohlsdorf T, Andrade DV. Fisiologia térmica em anfíbios. *In: Bícago KC, Gargaglioni LH. Fisiologia térmica de vertebrados. Brasil: Ed. UNESP; 2020. p. 147-176.*
78. Sinervo B, Méndez-De-La-Cruz F, Miles DB, Heulin B, Bastiaans E, Cruz MV et al. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science.* 2010; 328(5980): 894-9.
79. Sannolo M, Carretero MA. Dehydration constrains thermoregulation and space use in lizards. *PLoS ONE.* 2019; 14: e0220384.
80. Rozen-Rechels D, Farigoule P, Agostini S, Badiane A, Meylan S. Short-term change in water availability influences thermoregulation behaviours in a dry-skinned ectotherm. *J Anim Ecol.* 2020; 89(9): 2099-110.
81. Padilla-Perez DJ, De Carvalho JE, Navas CA. Effects of food intake and hydration state on behavioral thermoregulation and locomotor activity in the tropidurid lizard *Tropidurus catalanensis*. *J Exp Biol.* 2021; 224(6).
82. Moore FR, Gatten REJr. Locomotor performance of hydrated, dehydrated, and osmotically stressed anuran amphibians. *Herpetologica.* 1989; 45: 101–10.
83. Titon B Jr, Gomes FR. Associations of water balance and thermal sensitivity of toads with macroclimatic characteristics of geographical distribution. *Comp Biochem Physiol.* 2010; 280: 54–60.
84. Prates I, Angilleta MJ Jr, Wilson RS, Niehaus AC, Navas CA. Dehydration hardly slows hopping toads (*Rhinella granulosa*) from xeric and mesic environments. *Physiol Biochem Zool.* 2013; 86: 451–7.

85. Davis JR, Denardo DF. The urinary bladder as a physiological reservoir that moderates dehydration in a large desert lizard, the gila monster *Heloderma suspectum*. *J Exp Biol*. 2007; 210(8): 1472-80.
86. Wright CD, Jackson ML, Denardo DF. Meal consumption is ineffective at maintaining or correcting water balance in a desert lizard, *Heloderma suspectum*. *J Exp Biol*. 2013; 216(8): 1439–47.
87. Sakich NB, Tattersall GJ. Bearded dragons (*Pogona vitticeps*) with reduced scalation lose water faster but do not have substantially different thermal preferences. *J Exp Biol*. 2021; 224(12): jeb234427.
88. Andrade DV, Brito SP, Toledo LF, Abe AS. Seasonal changes in blood oxygen transport and acid-base status in the tegu lizard, *Tupinambis merianae*. *Respir Physiol Neurobiol*. 2004; 140(2): 197-208.
89. Maffei F, Heubel MTCD, Silva FB. Genética e hematologia de lagartos do gênero *Tupinambis* (Sauria: Teiidae). *Salusvita*, Bauru. 2007; 26(3): 337- 46.
90. Morais HA, Dearo ACO, Pereira PM, Reichmann P. Fluidoterapia e transfusão sanguínea: manual de terapêutica veterinária. São Paulo: Roca; 2002.
91. Schmidt-Nielsen, K. Excreção. *In*: Schmidt-Nielsen, K. Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente. 5^{ed}. Santos: Santos Ed.; 2013.
92. Randall D, Burggren W, French K. Using energy: meeting environmental challenges. *In*: Randall D, Burggren W, French K. *Eckert Animal Physiology: Mechanisms and Adaptations*. New York: W. H. Freeman Company; 1997. p. 665-723.
93. Cragg MM, Balinsky JB, Baldwin E. A comparative study of nitrogen excretion in some amphibia and reptiles. *Comp Biochem Physiol*. 1961; 3(4): 227-35.
94. Oliveira PMA. Nível de desidratação voluntária de dois lagartos de forrageamentos distintos em uma área de caatinga do Estado de Pernambuco, Brasil [dissertação de mestrado]. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco; 2021.