



**INSTITUTO
FEDERAL**

São Paulo

Campus Avaré

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SÃO PAULO *CAMPUS AVARÉ*
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VANESSA CAROLINE FIORAVANTE

**EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTAL E SAZONALIDADE NO
COMPORTAMENTO TERMORREGULATÓRIO DE *TROPIDURUS
TORQUATUS* (SQUAMATA: TROPIDURIDAE) NA REGIÃO DE AVARÉ,
INTERIOR DE SÃO PAULO**

Avaré- SP
2017

VANESSA CAROLINE FIORAVANTE

**EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTAL E SAZONALIDADE NO
COMPORTAMENTO TERMORREGULATÓRIO DE *TROPIDURUS
TORQUATUS* (SQUAMATA: TROPIDURIDAE) NA REGIÃO DE AVARÉ,
INTERIOR DE SÃO PAULO**

*Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Ciências Biológicas do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de
São Paulo - Campus Avaré, como
requisito parcial à obtenção do título de
licenciada em Ciências Biológicas.*

*Orientadora: Prof.^a Dr.^a Livia Cristina
dos Santos*

**Avaré- SP
2017**

Catálogo na Fonte
Instituto Federal de São Paulo – *Campus Avaré*
Biblioteca *Campus Avaré*
Bibliotecária: Anna Karolina Gomes Dias - CRB-8/9563

Fioravante, Vanessa Caroline

Efeito da temperatura ambiental e sazonalidade no comportamento termorregulatório de *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae) na região de Avaré, interior de São Paulo / Vanessa Caroline Fioravante- Avaré, 2017.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Livia Cristina dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação – Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *Campus Avaré*, Avaré, 2017.

1. Ecologia termal. 2. Biologia termal. 3. Termorregulação. I. Livia Cristina dos Santos.
II. Efeito da temperatura ambiental e sazonalidade no comportamento termorregulatório de *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae) na região de Avaré, interior de São Paulo.

VANESSA CAROLINE FIORAVANTE

**EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTAL E SAZONALIDADE NO
COMPORTAMENTO TERMORREGULATÓRIO DE *TROPIDURUS
TORQUATUS* (SQUAMATA: TROPIDURIDAE) NA REGIÃO DE AVARÉ,
INTERIOR DE SÃO PAULO**

*Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
em Ciências Biológicas do Instituto
Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo - Campus
Avaré, como requisito parcial à
obtenção do título de licenciado em
Ciências Biológicas.*

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a Dr. Livia Cristina dos Santos – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo- Avaré

Prof.^o Dr. Fernando Portella Rodrigues de Arruda - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de São Paulo- Avaré

Prof.^o Dr. Júlio César Pissuti Damalio- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo- Avaré

Avaré, ____ de _____ de 2017.

FOLHA DE AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

IDENTIFICAÇÃO DO(A) ALUNO(A)

Nome: Vanessa Caroline Fioravante

Título: Efeito da temperatura ambiental e sazonalidade no comportamento termor-

Curso: Licenciatura em Ciências Biológicas regulatório de *Tropidurus torquatus*
(Anurata: Tropiduridae) na região de Avaré, interior de São Paulo

BANCA EXAMINADORA

Nome: Fernando Portella Rodrigues de Arruda

Instituição/Departamento: IFSP - Avaré

Nota: 10,0

Julgamento: (X) Aprovado () Reprovado

Assinatura:

Nome: Julio Cesar Pissuti Damasceno

Instituição/Departamento: IFSP - Avaré

Nota: 10,0

Julgamento: (X) Aprovado () Reprovado

Assinatura:

Nome: Lívia cristina dos Santos

Instituição/Departamento: IFSP - Avaré

Nota: 10,0

Julgamento: (X) Aprovado () Reprovado

Assinatura:

RESULTADO FINAL

Como parte das exigências para conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, o candidato(a)/aluno(a), em sessão pública, foi considerado Aprovado pela Comissão Examinadora, com média final 10,0.

Avaré, 12 de dezembro de 2017.

Aos meus pais, Juracy e Carlinhos que
sempre me apoiaram e acreditaram em
meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À minha família e ao meu namorado Vítor, que me apoiaram e me incentivaram durante todo o curso, especialmente os meus pais, os quais são meu exemplo de vida, demonstrando todo carinho e amor para comigo.

À minha orientadora, Prof.º Livia Cristina dos Santos, pelo confiança, empenho, orientação e amizade, sempre me incentivando a continuar no campo da pesquisa, me dando benefícios para concluir este trabalho, e sendo um exemplo de pessoa em todos os sentidos.

Ao Curso Licenciatura em Ciências Biológicas, oferecido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, pelas oportunidades dadas, bem como aos professores, os quais muito dedicados sempre me incentivaram, dando o apoio necessário para me instigar ao campo da pesquisa; me compreendendo e apoiando nos momentos difíceis.

Um agradecimento especial as professoras Geza Thais Rangel e Souza, Tarsila Ferraz Frezza, Tamyris Proença Bonilha Garnica e Livia Cristina dos Santos , e professores Fernando Portella e Júlio César Pissuti Damalio que contribuíram em minha formação, e me incentivaram a dar o melhor de mim durante o curso.

Aos meus amigos Jorge, Igor, Alex e Ana que se fizeram presentes, contribuíram e me auxiliaram durante o curso.

À equipe de pesquisa em si, principalmente ao Alex Camargo de Ávila pela ajuda concedida durante as atividades em campo.

Ao apoio financeiro e concessão de bolsa pelo PIBIFSP, possibilitando o desenvolvimento desta pesquisa.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte desta etapa decisiva em minha vida.

A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, e sim em ter novos olhos.

Marcel Proust

RESUMO

A termorregulação em lagartos é um mecanismo comum e com destacável grau de refinamento utilizado para manter os processos fisiológicos bem desempenhados, de acordo com as necessidades momentâneas. *Tropidurus torquatus* é uma espécie abundante em áreas abertas, e, através de mecanismos principalmente comportamentais, consegue regular sua temperatura corpórea em relação às fontes ambientais de calor disponíveis. Este estudo teve como objetivo analisar quais fontes de calor do microhabitat são utilizadas por uma população de *T. torquatus* de uma área aberta, em região de mata estacional semidecidual, e quais mais influem na temperatura corpórea dos espécimes, utilizando medidas de termômetros cloacal e infravermelho. O estudo em campo ocorreu em uma antiga estação ferroviária localizada no município de Avaré (SP), e iniciou-se no mês de maio e finalizou no final de outubro, abrangendo meses das estações seca e chuvosa, com o intuito de avaliar se as mudanças sazonais podem influenciar significativamente na temperatura corporal e no comportamento termorregulatório. Com amostragens semanais realizadas entre as 09h e 17h, a observação dos padrões de atividades dos tropidurídeos e mecanismos comportamentais para ganho ou perda de calor puderam ser relatadas. Verifica-se que a temperatura corporal de *Tropidurus torquatus* se relaciona positiva e significativamente com a temperatura do substrato, sendo que os espécimes termorregulam mais ativamente em relação ao substrato do que em relação à temperatura do ar. Quanto à sazonalidade, constata-se que a correlação entre a temperatura do corpo e as fontes de calor disponíveis no microhabitat podem ser maiores ou menores sob condições ambientais variáveis. As mudanças na postura corporal dos lagartos, bem como a busca por áreas sombreadas ou com alta incidência solar também alteram-se sazonalmente, uma vez que os lagartos passam de alto grau de achatamento da sua região ventral sobre o substrato para um afastamento considerável em meses mais quentes, a fim de manter sua temperatura corpórea dentro de faixas ideais e evitar o superaquecimento. Quanto ao padrão de distribuição espacial e de atividade, durante a estação quente e chuvosa os tropidurídeos distribuem-se mais largamente variados substratos, mantendo-se ativos para termorregular; e na estação mais fria e seca, foi possível avistar alguns lagartos inativos entre frestas de concreto ou madeira. Os mesmos ficam ativos ao longo do dia, nos períodos matutinos e vespertinos, diminuindo ou cessando a atividade durante altas temperaturas. Os substratos mais utilizados na termorregulação foram blocos de concretos e cimento, os quais estavam amplamente distribuídos ao longo dos sítios de coleta, mas também foram utilizados madeira e metal como substratos para termorregulação.

Palavras-chave: ecologia termal; biologia termal; termorregulação

ABSTRACT

Thermoregulation in lizards is a common mechanism, which has a remarkable level of refinement, and is used to keep the physiological processes functioning well, according to the instant needs. *Tropidurus torquatus* is a species frequently found in open areas, and uses mainly behavioral mechanisms to adjust its body temperature in relation to the available environmental heat sources. This study aims to analyze which heat sources are used by a *T. torquatus* population from an open area, in a region with seasonal semideciduous forest, and to determine which sources influence more the lizard's body temperature, using measures from probe and infrared thermometers. Fieldwork was conducted on a disabled train station in the Avaré municipality (SP). It began on May, and data collection was finished at the end of October, therefore including months from the wet season and dry season. That made possible to analyze if the seasonal variations may affect significantly the body temperature and the thermoregulatory behavior. Data were collected weekly, between 9 a.m. and 5 p.m. The activity patterns and behavioral mechanisms for the heat gain or loss displayed by the tropidurid lizards were observed. The body temperature of *T. torquatus* related positively and significantly with substrate temperature, and the specimens thermoregulated more actively in relation to the substrate than in relation to air temperature. Regarding seasonality, the correlation between body temperature and the heat sources available at the microhabitat can differ under variable environmental conditions. Changes on body posture and seeking for areas with shadow or with high solar incidence also vary seasonally. The lizards alter from great flattening of the ventral region to pushing away the substrate during hotter months, to keep the body temperature within an ideal level and avoid overheating. Regarding the spatial distribution pattern and activity pattern, during the wet and warm season, the tropidurids occupy a higher number of different substrates, keeping themselves active to thermoregulate. During the cold dry season some inactive lizards were observed in concrete or wood cracks. Individuals were active during the day, in the morning and afternoon, but activity was reduced during hours with higher temperatures. They were seen using more frequently as substrates concrete blocks and cement surfaces, which were widely distributed on the study area. They were also seen using wooden and metallic surfaces for thermoregulation.

Keywords: thermal ecology; thermal biology; thermoregulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Espécime de *Tropidurus torquatus* coletado durante a pesquisa em campo em uma estação férrea inativada, Avaré- SP..... 18
- Figura 2.** GOOGLE MAPS. [Área com os principais sítios de coleta de *Tropidurus torquatus* em antiga estação férrea do município de Avaré]. [2017]. A área está delimitada pela linha tracejada juntamente com a marcação dos principais sítios de coleta nomeados de “A” a “G”. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-23.1116322,-48.927794,306m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 05 de Julho de 2017. 23
- Figura 3.** Dois pontos de coleta de observação de *Tropidurus torquatus*, denominados sítio A, com blocos de concreto enfileirados (A), e sítio B (B), constituído por rampas de cimento. Note a presença de vegetação rasteira em ambos. O sítio A sofreu mudanças ao longo dos seis meses de coleta, como queimadas, contudo, as gramíneas atualmente estão restauradas. 24
- Figura 4.** Dois pontos de coleta e observação de *Tropidurus torquatus*, equivalendo ao sítio C, com blocos de concreto enfileirados que delimitam a vegetação (C), e o sítio D, composto por muros de madeira e cimento (D). Note que o sítio D teve uma parte da madeira arrancada na parte superior..... 25
- Figura 5.** Pontos de coleta para *Tropidurus torquatus*. Habitat delimitado por pouca vegetação, consistindo em substratos de concreto, pedregulhos, metal e madeira (E); as maiores alturas registradas em lagartos termorregulando foram no sítio F (F); muro na entrada e da estação ferroviária com frestas usada como abrigo pelos lagartos (G); os substratos de madeira e metal que são comumente utilizados pelos tropidurídeos para termorregular. (H)..... 25
- Figura 6.** Pontos de coleta para *Tropidurus torquatus* demarcados mais tardiamente no decorrer do trabalho. Estes sítios apresentam maior frequência de pessoas. Muro de concreto com partes de tijolo de cerâmica (I); sítio próximo à calçada, com vegetação ao redor (J)... 26
- Figura 7.** *Tropidurus torquatus* em atividade termorregulatória e medição da temperatura corpórea com uso do termômetro infravermelho. Esquerda: substrato de metal; direita: substrato acimentado. Em ambas imagens note o ponto de marcação avermelhado, sendo que durante as medições com o infravermelho, a mira era feita sobre a região mais caudal do dorso, conforme demonstra as imagens..... 28
- Figura 8.** *Tropidurus torquatus* se escondendo entre as rachaduras do concreto (A); medição da temperatura do ar no interior do abrigo (B). Note que a temperatura interna do ar é alta, 29,9 °C, sendo medida às 16h:50min. 31
- Figura 9.** Variação da temperatura do ar no ponto de coleta, estação férrea inativa em Avaré, durante as amostragens. Para expressar os valores foram utilizadas as temperaturas do ar durante a chegada para os dois períodos de coleta, matutino e vespertino. 32
- Figura 10.** Espécimes de *Tropidurus torquatus* termorregulando em diferentes condições de microhabitat. Em A, o tropidurídeo localiza-se em uma área de mosaico, com partes

ensolaradas e sombreadas; em B, uma fêmea (esquerda) e um macho (direita) termorregulam em um substrato que se encontra oposto à incidência solar. 33

Figura 11. *Tropidurus torquatus* com diferentes posturas corporais. À esquerda (A), em um dia com baixa incidência solar, o tropidurídeo mantinha alto grau de achatamento em relação o substrato (tijolo), provavelmente aumentando as trocas de calor por condução; à direita (B) o lagarto encontra-se totalmente arqueado ao manter um amplo afastamento do substrato. Note que até mesmo as falanges do tropidurídeo (B) estão levantadas. 35

Figura 12. *Tropidurus torquatus* termorregulando sobre diferentes substratos. Em A, o substrato constituído por cupinzeiro foi relatado uma única vez como fonte de termorregulação; em B, o tijolo foi o escolhido para tal atividade. Em ambas imagens, os lagartos encontram-se apenas com a região anterior exposta diretamente à posição solar. 37

Figura 13. Comparação entre as temperaturas (°C) do substrato (Ts) e do ar a 1 cm do local de amostragem do espécime (Tar) durante as saídas a campo, na região de Avaré, SP. Note que a temperatura do substrato, marcada em azul, manteve-se mais elevada do que a temperatura do ar (1 cm) em praticamente todas as amostras. 38

Figura 14. Relação entre a temperatura corpórea e a temperatura do substrato, com $r^2=0,6307$, $p<0,0001$; e a relação ente a temperatura corpórea e a temperatura do ar a 1 cm do substrato, com $r^2= 0,3262$, $p<0,0001$, para uma população de *Tropidurus torquatus* em Avaré, SP. 39

Figura 15. Relação entre a Tc, Ts e Tar analisada para cada mês, em uma população de *Tropidurus torquatus*, Avaré. Note que a correlação (r^2) entre Tc e Tar aumenta nos meses mais quentes, de agosto a outubro, porém, o mês de junho também apresentou alta correlação entre Tc e Ts. 41

Figura 16. Distribuição dos dados de temperatura da superfície corporal de *Tropidurus torquatus* ao longo de 6 meses de coleta. Note a tendência de aumento na temperatura corporal conforme a proximidade dos meses mais quentes. O mês de outubro foi caracterizado por leves precipitações casuais antecedidas aos dias de coleta. Valores expressos em mediana seguida pelos intervalos interquartis. ^{a,b} Diferentes letras indicam variação estatisticamente significativa entre as temperaturas corpóreas médias registradas em diferentes meses. Teste de ANOVA, seguido pelo Teste de Tukey. 43

Figura 17. Coleta e medição da temperatura cloacal interna de *Tropidurus torquatus*, com uso de sonda termopar. O espécime em questão trata-se de um macho, o que é evidente devido às manchas melânicas, escurecidas, na região ventral. 44

Figura 18. Comparação entre a temperatura interna, medida com sonda termopar (cloacal), e a temperatura da superfície corporal, medida com termômetro infravermelho, para a população de *Tropidurus torquatus* no município de Avaré. O coeficiente de determinação para as variáveis é de $r^2= 0,4946$, $p<0,0005$ 44

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Porcentagem de cada postura corporal observada na população amostrada de *Tropidurus torquatus* durante a atividade termorregulatória ao longo dos meses de pesquisa em campo. 34
- Tabela 2.** Porcentagem de exposição ou não à incidência solar para a espécie *Tropidurus torquatus* durante a atividade termorregulatória em diferentes meses. 34
- Tabela 3.** Porcentagem de observação de *Tropidurus torquatus* em diferentes substratos, ao longo dos 6 meses de coleta em campo. 36
- Tabela 4.** Frequência de observação de espécimes de *Tropidurus torquatus* em diferentes substratos durante os seis meses de amostragem em diferentes períodos de coleta: manhã (M) e tarde (T). 36
- Tabela 5.** Padrão de atividade termorregulatória baseada na frequência de avistamentos de *Tropidurus torquatus* ativo nos períodos matutino e vespertino para cada mês de coleta. A contagem foi feita por meio da soma dos avistamentos para ambos períodos em cada mês. 45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ts: temperatura do substrato

Tc: temperatura corpórea (superfície)

Tar: temperatura do ar a 1 cm

Ti: temperatura interna

ANOVA: análise de variância

R²: coeficiente de determinação

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

SISBio: Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	21
2.1. Objetivo geral	21
2.2. Objetivos específicos	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1. Área de Estudo	22
3.2. Coleta e análise de dados	27
4. RESULTADOS	31
5. DISCUSSÃO	47
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
7. REFERÊNCIAS	54

1. INTRODUÇÃO

O Brasil abriga uma grande diversidade de espécies de répteis, sendo que, até 2005, 217 espécies de grupos tradicionalmente chamados de lagartos (“Sauria”) eram conhecidas no país, equivalendo a aproximadamente 5% da fauna mundial (MOLINA; MARTINS, 2008). Já em levantamento realizado nove anos mais tarde por Costa e Bérnils (2014), 260 espécies desses grupos haviam sido descritas. Os fatores envolvidos para alcançar tal diversidade herpetológica abarcam desde a elevada extensão territorial, bem como a diversidade de ecossistemas e eventos históricos de mudanças climáticas e geográficas durante o Pleistoceno na América do Sul (ROCHA, 1994).

Segundo Rocha (1994), os lagartos são considerados organismos modelos para estudos ecológicos, uma vez que estes são facilmente observados, capturados e manuseados e sua taxonomia é relativamente bem conhecida, possibilitando o entendimento de padrões e relações entre organismo e ambiente. Contudo, ressalta que apesar do Brasil constituir ampla fauna de répteis, ainda há necessidade de conhecer mais detalhadamente diversos aspectos da ecologia desses organismos.

O gênero *Tropidurus* engloba 21 espécies, as quais estão disseminadas ao longo da América do Sul a leste do Andes. Algumas dessas espécies são muito abundantes, e consideradas como os lagartos mais conspícuos das paisagens abertas sul-americanas (RODRIGUES, 1987). Os lagartos pertencentes à espécie *Tropidurus torquatus* (WIED, 1820), da família Tropiduridae, caracterizam-se por ter porte médio e estar amplamente distribuídos no Brasil, sendo encontrados no litoral, entre os estados do Rio de Janeiro e Bahia, no Arquipélago de Abrolhos (Bahia), e também no interior do país, desde o Paraná até os estados de Mato Grosso e Goiás, incluindo todos os estados do Sudeste (RODRIGUES, 1987; ARRUDA; ARRUDA; CECHIN, 2008). Em relação às populações do interior, sua ocorrência se dá em regiões de Cerrado e áreas abertas pertencentes ao domínio da Mata Atlântica (RODRIGUES, 1987).

Apesar das espécies como *T. torquatus*, *T. hispidus* e *T. oreadicus* serem amplamente disseminadas em diferentes áreas representando menores preocupações quanto às políticas de conservação, relata-se que estas são constituídas por muitas linhagens microendêmicas que devem receber cuidados em relação às práticas de conservação (SENA, 2015). Segundo os dados relacionados à ecologia dos tropidurídeos, são notáveis as diferenças de hábitos alimentares, por exemplo, entre populações de áreas

próximas, sendo que tais dados podem estar associados a diferenças ambientais entre os habitats, o que demonstra a importância dos estudos comparativos entre as populações de lagartos (CARVALHO et al., 2007).

Conforme constatado por diversos autores (BERGALLO, ROCHA; 1993; SANTANA et al., 2011; KIEFER, 2003; SADO et. al., 2007; TEIXEIRA; GIOVANELLI, 1999) *T. torquatus* é um típico forrageador senta-e-espera, assim como muitas outras espécies do grupo *Torquatus*, família *Tropiduridae* (e.g. *T. hispidus*, *T. oreadicus*). Assim sendo, em relação a sua dieta alimentar, não caçam suas presas ativamente (BERGALLO, ROCHA, 1993). Forrageadores sedentários ou senta-e-espera são aqueles cuja localização das presas é primariamente visual, permanecendo parado em um local do habitat à espera do deslocamento de sua presa até eles (ROCHA, 1994).

Rocha e colaboradores (2014), analisaram a composição e riqueza de espécies de lagartos de habitats de restinga, abrangendo três estados brasileiros: Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia. Apenas a espécie *T. torquatus* foi relatada dentre as pertencentes à família *Tropiduridae*, sendo esta presenciada em 10 das 11 áreas analisadas. A ampla distribuição deste tropidurídeo ao longo dos estados brasileiros revela a sua plasticidade em adaptar-se às diversas pressões ambientais e aos diversificados habitats, e, uma vez distribuídas em díspares áreas, diferentes populações de *T. torquatus* podem responder de formas específicas às pressões ambientais, ressaltando a importância dos conhecimentos relacionados à sua história natural para o entendimento das variações existentes entre as populações, bem como para uma maior compreensão da relação visível entre a espécie e o ambiente (ARRUDA, 2009).



Figura 1. Espécime de *Tropidurus torquatus* coletado durante a pesquisa em campo em uma estação férrea inativada, Avaré- SP.

Os lagartos, como outros répteis, são animais considerados ectotérmicos, e necessitam de fontes de calor externas para regular sua temperatura interna e manter seus processos fisiológicos em funcionamento ótimo, uma vez que sua temperatura corporal pode variar com as condições do ambiente (KIEFER et al., 2007; BERGALLO; ROCHA, 1993). No entanto, isto não equivale a dizer que sua temperatura corpórea reflita simplesmente a do ambiente, sendo esta afetada também pelo seu tamanho corporal, grau de isolamento térmico de seu corpo, por sua coloração e taxa de evaporação, padrão de atividade, tipo e diversidade de microhabitats utilizados e intensidade de forrageamento (ROCHA, 1994).

Neste sentido, a termorregulação envolve tanto mecanismos comportamentais, como a exposição ao sol, seleção de temperaturas dos microhabitats, orientação e postura corporal do lagarto, bem como mecanismos fisiológicos, dentre eles o resfriamento evaporativo e as respostas vasomotoras afetadas pelas taxas de aquecimento ou resfriamento corporal (BRATTSTROM, 1965). Nas suas atividades diárias, utilizam frequentemente a exposição à radiação do sol como fonte de calor direta, podendo também ganhar calor indiretamente por convecção e condução através do contato com o

substrato ou com o ar para controlar sua temperatura (ROCHA; BERGALLO, 1990; KIEFER et al., 2005; VITT, CALDWELL, 2014). Em geral, grande parte do controle termorregulatório se dá comportamentalmente, conseqüente aos movimentos e mudanças posturais do lagarto para maximizar o ganho ou perda de calor, bem como por meio da seleção dos microhabitats e tempo de atividade (VITT; CALDWELL, 2014).

Uma vez que todas atividades fisiológicas dos lagartos são controladas por influência de sua temperatura, como as taxas de consumo de oxigênio e conseqüentemente os processos metabólicos envolvidos nas reações; os ciclos de vida, incluindo desenvolvimento, crescimento e reprodução; assim como a maioria dos aspectos comportamentais e a resistência e reação de um indivíduo a patógenos, é desafiador para os lagartos centralizarem suas atividades em uma faixa de temperatura a fim de otimizar a função comportamental e fisiológica concomitantemente (VITT; CALDWELL, 2014), sendo por meio da termorregulação que estes buscam maximizar a permanência em espectros de temperaturas ótimas, e evitar temperaturas extremas que lhes possam ser letais (ZERBINI, 1998).

A espécie *T. torquatus* apresenta um padrão de atividade mais amplo em relação aos forrageadores ativos, que termorregulam primariamente em horas mais quentes do dia (MESQUITA et al., 2006). Podemos encontrar estes tropidurídeos desde o primeiro período da manhã até o fim de tarde, os quais permanecem em atividade por um período mais amplo a fim de manter suas taxas metabólicas funcionais (ROCHA, 1994).

Os representantes da espécie *T. torquatus* apresentam hábitos diurnos, e são considerados heliotérmicos assim como *Ameiva ameiva* e seu simpátrico *Cnemidophorus ocellifer*, os quais utilizam a radiação solar como fonte principal de calor (TEIXEIRA; GIOVANELLI, 1999). Contudo, outros estudos apontam que a espécie não se restringe apenas à heliotermia, uma vez que a temperatura do substrato pode ser suficientemente adequada a ser utilizada como fonte de calor na termorregulação, de modo que diferentes substratos são selecionados de acordo com o ajuste necessário à temperatura corporal, caracterizando o comportamento tigmotérmico (GANDOLFI; ROCHA, 1998; RIBEIRO et al., 2007).

A termorregulação pode ser separada em dois tipos, sendo um deles a termorregulação ativa, na qual o espécime mantém sua temperatura corporal em uma faixa de temperatura variável, porém estreita, e diferente da temperatura ambiental. Há ainda a termorregulação passiva, na qual o lagarto mantém sua temperatura corporal muito semelhante à do ambiente local, conformando-se a ela (KIEFER et al., 2007; VITT;

CALDWELL, 2014). A posição de uma dada espécie em um contínuo entre termoconformidade e heliotermyia, em partes deve-se tanto pelo hábitat ocupado como pela filogenia e história natural da espécie (SADO et al., 2007). Martins e colaboradores (2010) estudaram o comportamento termorregulatório em *T. hygmoni*, espécie pertencente ao grupo *Torquatus* (FROST et al., 2001), relatando que esta termorregula mais ativamente em relação à temperatura do substrato. Tais dados coincidem com o estudo feito com populações de *T. torquatus* na costa brasileira por Kiefer et al. (2007).

Enquanto determinados dados demonstram que a temperatura corporal de *T. torquatus* está relacionada mais significativamente com a temperatura do ar (ZERBINI, 1998; FELLAPI, 2009; KIEFER et al., 2005), outros apontam para um maior grau de significância na correlação entre a temperatura corpórea e a temperatura do substrato (ROCHA; BERGALLO, 1993), até mesmo para outras espécies do gênero como *T. strobilurus*, *T. hispidus* e *T. hygomi* (ZERBINI, 1998; RIBEIRO et al., 2007; RIBEIRO; FREIRE, 2010; MARTINS, 2011). Felappi (2009), o qual realizou seu estudo com uma população de *T. torquatus* na região dos Pampas do Rio Grande do Sul, aponta que a importância das fontes de calor para termorregulação variaram sazonalmente, sendo que durante a estação seca, a temperatura corporal dos tropidurídeos foi mais influenciada pelo ar, enquanto em estação chuvosa, o substrato teve mais relevância.

Com bases nestes dados, podemos inferir que a sazonalidade é um fator que afeta o comportamento termorregulatório destes lagartos, e deve influenciar tanto a sua temperatura corporal quanto a escolha das fontes de calor utilizadas para a termorregulação. Com sua alta plasticidade a diferentes hábitats e extensa distribuição ao longo dos estados brasileiros, estudar diferentes populações de lagartos da espécie *T. torquatus* ressalta-se relevante, uma vez que os dados a respeito de seus hábitos alimentares e comportamentais, bem como seus mecanismos termorregulatórios e a influência do entorno em sua temperatura corporal são importantes, a fim de aprimorar os conhecimentos obtidos até o momento, assim como auxiliar na compreensão de sua história natural e, principalmente, no entendimento a respeito da ecologia e comportamentos associados aos padrões de atividades dos lagartos. A análise do comportamento termorregulatório em populações diferentes das já registradas também poderia contribuir para a análise de variações na ecologia termal em linhagens relacionadas de biomas diferentes.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo avaliar o comportamento termorregulatório de *Tropidurus torquatus* em uma área aberta em região de floresta estacional semidecidual no município de Avaré - SP, a fim de verificar como as fontes de calor disponíveis e a sazonalidade interferem na regulação da temperatura corporal destes ectotérmicos.

2.2. Objetivos específicos

- Comparar a temperatura corporal do lagarto com a temperatura do ar e dos substratos por ele utilizados;
- Avaliar a faixa de temperatura mais utilizada na termorregulação;
- Analisar quais fontes de calor (entre substratos e ar) interferem mais na temperatura corporal;
- Analisar quais os substratos mais utilizados no comportamento termorregulatório da espécie;
- Analisar a relação entre temperatura corporal interna e temperatura da superfície do corpo, com a utilização de termômetros cloacal e infravermelho.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

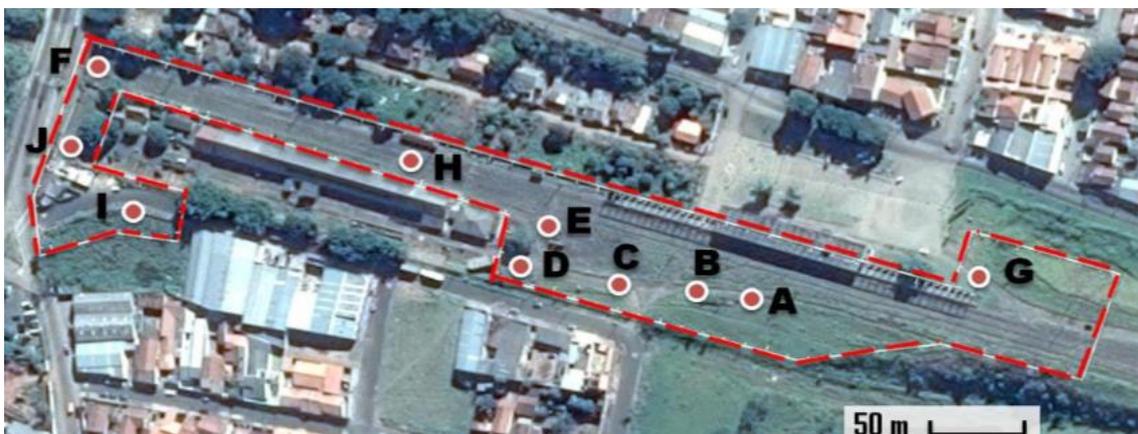
3.1. Área de Estudo

A coleta de dados foi realizada no município de Avaré, localizado na região sudoeste do estado de São Paulo, e situado na Bacia Hidrográfica do Baixo Paranapanema. A cobertura vegetal predominante é de transição entre cerrado e resíduos da Mata Atlântica, apresentando fisionomia vegetal composta por savana e floresta estacional semidecidual (ARZOLLA et al., 2012). O clima é caracterizado por ser quente e seco, e de acordo com a classificação de Köppen a região é Cwa (mesotérmico com inverno seco e verão quente), com temperatura média anual de 20,23°C e precipitação anual de 1274,0 mm. A floresta estacional semidecidual, um domínio de Mata Atlântica, é considerada uma transição entre a floresta ombrófila atlântica e o Cerrado, apresentando-se permeada por trechos desse último bioma (LEITÃO-FILHO, 1987). Tem sazonalidade bem marcada, com uma estação seca, de abril a setembro, e uma estação chuvosa, de outubro a março (MURPHY; LUGO, 1986; BARCHA; ARID, 1971).

O estudo em campo ocorreu em uma antiga estação férrea do município (23°06'41.2"S 48°55'38.9"W), sendo esta inativa, com aproximadamente 21.498,79 m² de extensão (Figura 2). Portanto, para melhor caracterizar o espaço utilizado por *T. torquatus* ao longo do local, foram delimitados nove principais sítios de amostragem, denominados de A à J, além dos trilhos, os quais atravessam todo o território de coleta. Os locais foram selecionados segundo a observação da presença de espécimes em comportamentos termorregulatórios, bem como na realização de suas atividades diárias. Estes sítios apresentam algumas características similares (Figuras 3, 4, 5 e 6), contudo, revelam suas especificidades:

- Sítio A: é composto por blocos de concretos enfileirados, com vegetação rasteira em seu entorno;
- Sítio B: apresenta certa inclinação, e conta com variados substratos como tijolos de cerâmica, metal e partes acimentadas, havendo também diversas cavidades com vegetais propícias a serem utilizados como abrigo por *T. torquatus*, além da ampla vegetação ao redor com presença de formigueiros;
- Sítio C: é constituído por extensos blocos de concretos enfileirados, delimitando a vegetação;

- Sítio D: é constituído por estrato vertical de aproximadamente dois metros, sendo este caracterizado por um muro de madeira e ao lado um muro de cimento, encoberto por vegetação;
- Sítio E: apresenta um espaço horizontal mais amplo, sendo basicamente formado por substratos pedregulhosos, metal e madeira, demarcados por blocos de concretos enfileirados formando uma elipse, com menor abundância de vegetação;
- Sítio F: maior substrato vertical observado, constituído por um muro de tijolo, no qual há orifícios com canos utilizados como abrigo pelos lagartos;
- Sítio G: constituído por muro acimentado, com elevação vertical de aproximadamente 1,70 metros;
- Sítio H: local próximo a calçada, constituído por vegetação ao entorno e cercas, permitindo ao lagarto termorregular em mosaicos; é um dos sítios mais movimentados;
- Sítio I: muro de concreto com aproximadamente 1,70 m, com exposição de tijolos de cerâmica, com vegetação ao redor;
- Sítio J: muro de aproximadamente 0,50 m, com presença predominante de vegetação rasteira,
- Trilho: ao longo do trilho da estação, comumente, observamos espécimes de *T. torquatus*, tanto na região norte quanto sul, sendo utilizados como substratos principais o metal e a madeira.



Fonte: ÁVILA, A. C., 2017

Figura 2. GOOGLE MAPS. [Área com os principais sítios de coleta de *Tropidurus torquatus* em antiga estação férrea do município de Avaré]. [2017]. A área está delimitada pela linha

tracejada juntamente com a marcação dos principais sítios de coleta nomeados de “A” a “G”. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-23.1116322,-48.927794,306m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 05 de Julho de 2017.

O local de coleta, por ser uma estação de linha férrea inativada, apresenta relativamente baixa frequência de pessoas; é predominantemente constituído por vegetação rasteira, gramíneas, as quais estão dispostas por todos os microhabitats observados. É possível também constatar a ação antrópica sobre esta área, havendo uso inadequado para deposição de entulho e lixo, além de servir em alguns momentos, conforme observado, para pastagem de gado. No final de setembro, foi iniciada uma obra na estação férrea para construção de um túnel, sendo que esta atividade afetou o trilho na porção norte.



Fonte: ÁVILA, A. C., 2017

Figura 3. Dois pontos de coleta de observação de *Tropicurus torquatus*, denominados sítio A, com blocos de concreto enfileirados (A), e sítio B (B), constituído por rampas de cimento. Note a presença de vegetação rasteira em ambos. O sítio A sofreu mudanças ao longo dos seis meses de coleta, como queimadas, contudo, as gramíneas atualmente estão restauradas.

Os sítios I e J (figura 6) foram demarcados posteriormente em relação aos outros pontos de coleta, sendo que os dois primeiros têm alta frequência de pessoas quando comparados aos outros pontos.



Fonte: ÁVILA, A. C., 2017.

Figura 4. Dois pontos de coleta e observação de *Tropidurus torquatus*, equivalendo ao sítio C, com blocos de concreto enfileirados que delimitam a vegetação (C), e o sítio D, composto por muros de madeira e cimento (D). Note que o sítio D teve uma parte da madeira arrancada na parte superior.



Fonte: ÁVILA, A. C., 2017

Figura 5. Pontos de coleta para *Tropidurus torquatus*. Habitat delimitado por pouca vegetação, consistindo em substratos de concreto, pedregulhos, metal e madeira (E); as maiores alturas registradas em lagartos termorregulando foram no sítio F (F); muro na entrada e da estação

ferroviária com frestas usada como abrigo pelos lagartos (G); os substratos de madeira e metal que são comumente utilizados pelos tropidurídeos para termorregular. (H).

Desde o início da pesquisa em campo, de maio a outubro, pôde-se notar a degradação de determinados pontos, sendo esta causada por incêndios que aparentemente são utilizados como método de controle a fim possibilitar a reciclagem de nutrientes para a vegetação presente. Esta ação modificou razoavelmente o sítio de coleta A, diminuindo a vegetação antes abundante. O sítio D também foi modificado, uma vez que algumas madeiras foram retiradas do local, sendo que as suas amplas frestas eram utilizadas como abrigo pelos lagartos.



Fonte: ÁVILA, A. C., 2017

Figura 6. Pontos de coleta para *Tropidurus torquatus* demarcados mais tardiamente no decorrer do trabalho. Estes sítios apresentam maior frequência de pessoas. Muro de

concreto com partes de tijolo de cerâmica (I); sítio próximo à calçada, com vegetação ao redor (J).

3.2. Coleta e análise de dados

A coleta de dados se iniciou na primeira semana do mês de maio e se estendeu até o final de outubro, abrangendo dessa forma parte das estações seca e chuvosa, o que possibilitou analisar a ocorrência de mudanças sazonais na temperatura corporal e no comportamento termorregulatório de *T. torquatus*. No entanto, análises mais robustas de sazonalidade dependerão de futuras coletas de dados em anos adicionais.

As amostragens das temperaturas corporais (T_c), do substrato no qual o lagarto foi avistado (T_s) e do ar a 1 cm de onde o animal se encontrava (T_{ar}) foram coletadas uma vez por semana, primariamente às quartas-feiras. O horário da pesquisa em campo variou entre as 09:00 e 17:00 hrs, de modo a visualizar e caracterizar o padrão de atividade dos tropidurídeos, uma vez que estes estendem suas atividades das 07:00 às 18:00 hrs (BERGALLO; ROCHA, 1993). Além da temperatura corpórea e do microhabitat, registrou-se a temperatura do ar da área de coleta durante a chegada e saída da pesquisa em campo. Nas coletas dos dados a busca ativa em campo foi o método utilizado para alcançar os objetivos propostos.

A observação inicial do comportamento do lagarto em seu microhabitat foi realizada de modo empírico (descritivo), anotando os dados como comportamento do tropidurídeo durante a amostragem, se este encontrava-se em atividade termorregulatória, em deslocamento ou em repouso; o substrato sobre o qual cada espécime se localizava; se o mesmo estava centrado em áreas sombreadas, ensolaradas ou em mosaico ao alternar entre ambas. As observações iniciais foram cronometradas em torno de 2 minutos, uma vez que a espécie é pouco tolerante à presença do observador, sendo necessário ter agilidade para observar e medir sua temperatura corporal (ZERBINI, 1998). Foi realizada a amostragem de todas as ocorrências (“all occurrence sampling”), e ao final de cada coleta um relatório foi redigido pela pesquisadora em seu diário de bordo a fim de sistematizar os dados obtidos, incluindo observações de lagartos que tiveram ou não suas temperaturas medidas, assim como os inativos. As observações em relação ao comportamento concretizaram-se de modo direto por meio da observação e de modo indireto, através de fotografias para registrar suas posições corporais.

Em cada evento de coleta, foram feitas as medidas da temperatura da superfície do corpo dos lagartos encontrados, a temperatura do substrato sobre o qual esses espécimes se encontravam, e em seguida a temperatura do ar (1 cm a partir do ponto onde se encontrava o tropidurídeo), além de fazer observações quanto ao número de lagartos observados, o substrato ocupado inicialmente por cada um, qual a reação do lagarto com a aproximação do observador, e finalmente quais os substratos utilizados para fuga.

Para as medidas de temperatura da superfície corporal do lagarto (T_c) e temperatura do substrato (T_s), utilizamos um termômetro infravermelho com mira a laser (figura 6), que permite a medição à distância (termômetro Instrutherm TI-550). Dessa forma, esses dados foram coletados sem perturbar o espécime, eliminando uma possível variação de temperatura devida ao estresse de aproximação e captura. No entanto, conforme discutido por McCafferty, Gallon e Nord (2015), a temperatura da superfície do corpo, medida por termômetro infravermelho, pode diferir da temperatura corporal interna (que em lagartos pode ser medida por meio de termômetro cloacal). Para testar essa diferença, ainda não analisada em outros trabalhos de termorregulação de répteis Squamata, alguns espécimes foram capturados para medição da temperatura interna (T_i) do réptil por meio de um termômetro cloacal (termômetro termopar Instrutherm TH-1300). Esses dados permitiram a comparação com os dados de temperatura da superfície corporal, por meio de análise de dispersão e regressão linear utilizando o *Software* Microsoft Excel® e o *Software* GraphPad Prism®.



Fonte: FIORAVANTE, V. C., 2017

Figura 7. *Tropidurus torquatus* em atividade termorregulatória e medição da temperatura corpórea com uso do termômetro infravermelho. Esquerda: substrato de metal; direita: substrato acimentado. Em ambas imagens note o ponto de marcação avermelhado, sendo que durante as medições com o infravermelho, a mira era feita sobre a região mais caudal do dorso, conforme demonstra as imagens.

Para captura dos lagartos, três diferentes métodos foram testados, uma vez que o tropidurídeo percebe facilmente a aproximação do observador, fugindo para a vegetação ou para rachaduras e frestas de concreto e madeira. O método que se mostrou mais eficiente foi a coleta à mão. Como os lagartos se escondem em frestas durante a fuga, também utilizou-se uma pinça para que levemente se pudesse segurar-lhes na pata e capturá-los. Também foi testado o uso de fitas adesivas dispostas nos sítios de termorregulação, porém este método não teve sucesso. Após a coleta do espécime, o tempo estimado para medição da temperatura interna, por meio do termômetro cloacal foi em torno de 30 s, para evitar ao máximo a interferência do estresse nas medições de temperatura, conforme proposto por Ribeiro et al. (2007) e por Kiefer et al. (2007). Foi então anotado o sexo dos indivíduos, quando possível, com base no dimorfismo sexual da espécie dado pelas manchas melânicas, amareladas ou mais escurecidas na região ventral dos tropidurídeos machos (PINTO, 2005).

Sobre cada espécime capturado ou cuja T_c foi medida por meio do infravermelho, foram anotadas as condições do micro-habitat, o horário da captura, o tipo de substrato no qual cada espécime de *T. torquatus* se encontrava, e exposição ou não ao sol, bem como as condições climáticas, especificando se o dia estava nublado, ensolarado ou chuvoso. Após a coleta de dados, os espécimes foram soltos no mesmo local onde se encontravam. A coleta, manipulação e soltura dos espécimes foi feita sob autorização do IBAMA (autorização SISBio nº 46747-1).

Os dados obtidos foram tabelados no *software* Microsoft Excel®, sendo posteriormente analisados por meio de regressão linear simples e análise de dispersão, comparando a relação existente entre a T_c e a T_s , assim como a T_c e a T_{ar} , a fim de se verificar se a temperatura corporal está mais proximamente relacionada com a temperatura do substrato sobre o qual o animal se encontrava ou do ar circundante. Também foi calculada uma média das temperaturas corporais de *T. torquatus* para cada mês de coleta. Para avaliar a variação da temperatura corporal dos lagartos ativos ao longo dos meses amostrados, realizou-se a comparação dessas médias por meio do Teste de ANOVA, seguido pelo Teste de Tukey.

Para comparar a relação da T_c com a T_s e T_{ar} em cada mês de coleta, os dados foram obtidos por meio de regressão linear simples e análise de dispersão, para comparar a correlação do microhabitat (substrato ou ar) isoladamente em cada mês e sua significância na termorregulação.

Os dados referentes aos tipos de substrato utilizados foram analisados com base na porcentagem de lagartos observados sobre estes durante cada evento de amostragem. Foi considerada para analisar a preferência pelos substratos, a observação de todos tropidurídeos avistados em campo, e não apenas aqueles que foram coletados para medidas de temperatura. Os índices de preferência pelos substratos foram comparados entre os diferentes meses a fim de verificar se há variação ao longo do ano. Complementarmente, a postura corporal do lagarto e grau de incidência solar foram analisados seguindo os mesmos processos da análise do substrato, por ocorrência de avistamentos baseada em porcentagem. O grau de incidência solar foi dividido em quatro principais tópicos, sendo que os lagartos poderiam estar totalmente expostos à radiação solar e parados sobre o substrato termorregulando; em mosaico, com parte do corpo sobre uma região sombreada e parte sobre região ensolarada; em área sombreada, mantendo o corpo totalmente sobre esta; ou alternar entrar áreas ensolaradas e sombreadas, mantendo-se em deslocamento entre estas.

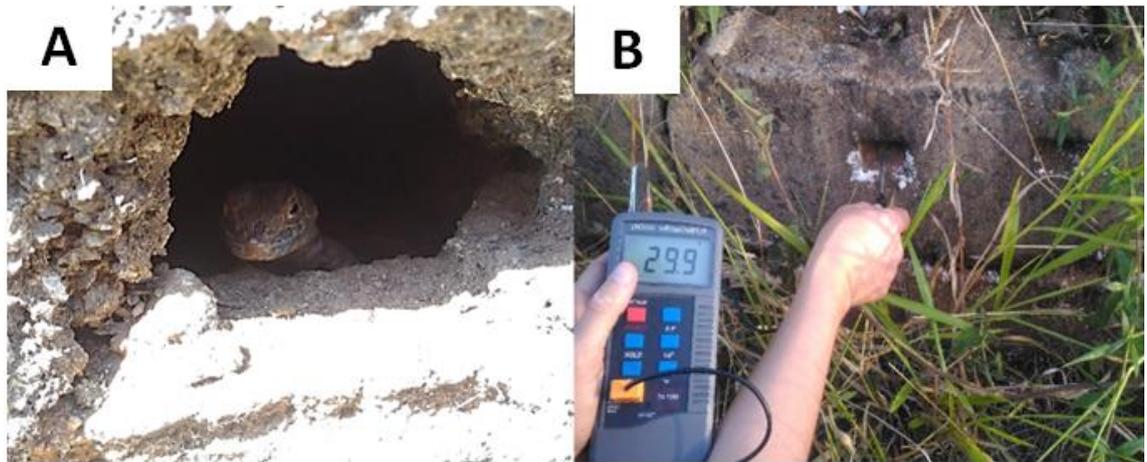
A variação no padrão de atividade dos lagartos ao longo do dia foi analisada por meio de contagens dos avistamentos durante cada período do dia, delimitando-se o período matutino entre 09:00 e 12:00 hrs, e período vespertino entre 14:00 e 17:00 hrs. Esses intervalos foram delimitados com base no estudo desenvolvido por Bergallo e Rocha (1993), que observaram a diminuição de avistamentos em horários mais quentes do dia, especialmente entre as 12:00 e 13:00 hrs.

Complementarmente, foi feito um gráfico (*boxplot*) com os dados referentes a temperatura do ar na região de coleta, para assim avaliar as variações e amplitudes térmicas entre os meses. Considerou-se a temperatura do ar anotada no momento da chegada para cada evento de amostragem.

4. RESULTADOS

Ao longo dos seis meses de coleta, totalizando 22 saídas a campo, pôde-se observar semanalmente o comportamento termorregulatório de um número elevado de lagartos, sendo que das 465 observações de tropidurídeos em campo, 183 tiveram sua temperatura corporal medida.

Os espécimes de *Tropidurus torquatus* foram localizados em diferentes microhabitats e sítios de coleta, e foram registradas 183 amostras de temperaturas corpóreas (T_c), as quais estão sujeitas a reamostragem, uma vez que não foi feita a captura de lagartos para marcação. Dois desses registros de temperatura foram feitos em espécimes inativos localizados entre as frestas da madeira do sítio D em um dia nublado. Outros indivíduos eram comumente encontrados entre as rachaduras dos blocos de concreto em dias com baixa temperatura do ar ou quando o a temperatura e incidência solar estavam extremamente fortes, embora esses não tenham tido sua temperatura medida (figura 8).



Fonte: FIORAVANTE, V. C., 2017

Figura 8. *Tropidurus torquatus* se escondendo entre as rachaduras do concreto (A); medição da temperatura do ar no interior do abrigo (B). Note que a temperatura interna do ar é alta, 29,9 °C, sendo medida às 16h:50min.

Como as coletas dos dados foram realizadas em dois períodos do dia, entre as 9:00 e 12:00 horas e entre 14:00 e 17:00 horas, a temperatura do ar foi medida no período de chegada e saída para ambos turnos. As temperaturas registradas não apresentaram grande amplitude entre os meses, sendo a mínima de 21, 5°C registrada no mês de maio, e a

máxima de 28,9°C, em e setembro. A temperatura média do ar no período matutino foi de $24,5 \pm 1,8^\circ\text{C}$ ao longo dos seis meses de amostragem, e $25,38 \pm 1,9^\circ\text{C}$ para o vespertino.

Os meses de maio e junho foram considerados como os meses com menores temperaturas ou constituídos por dias parcialmente nublados e/ou com muito ventos (figura 9). Percebeu-se, por meio das observações em campo, que os lagartos, quando expostos a estas condições ambientais, adiam as suas atividades termorregulatórias, iniciando-as a partir das 09:30 horas ou apenas na mínima presença da incidência solar.

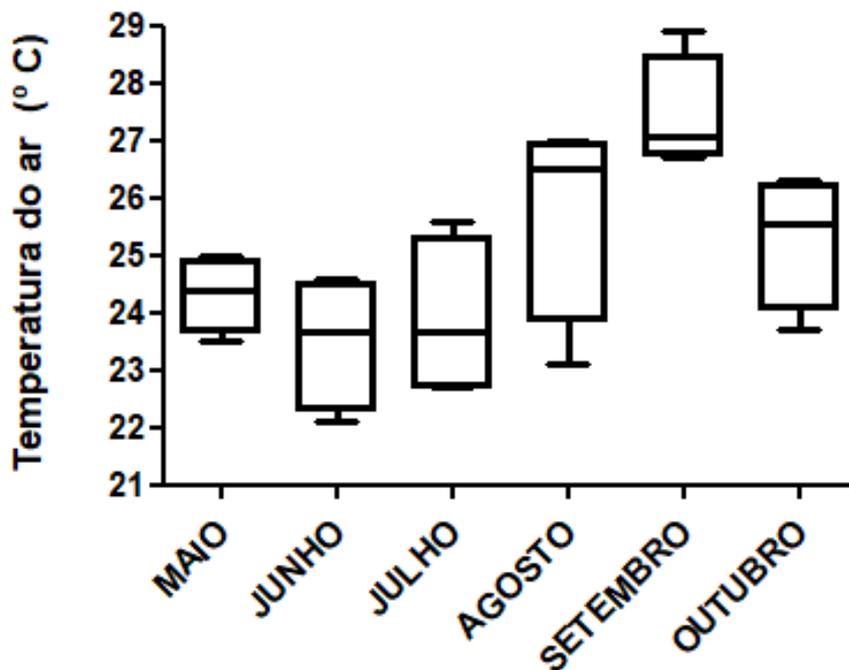
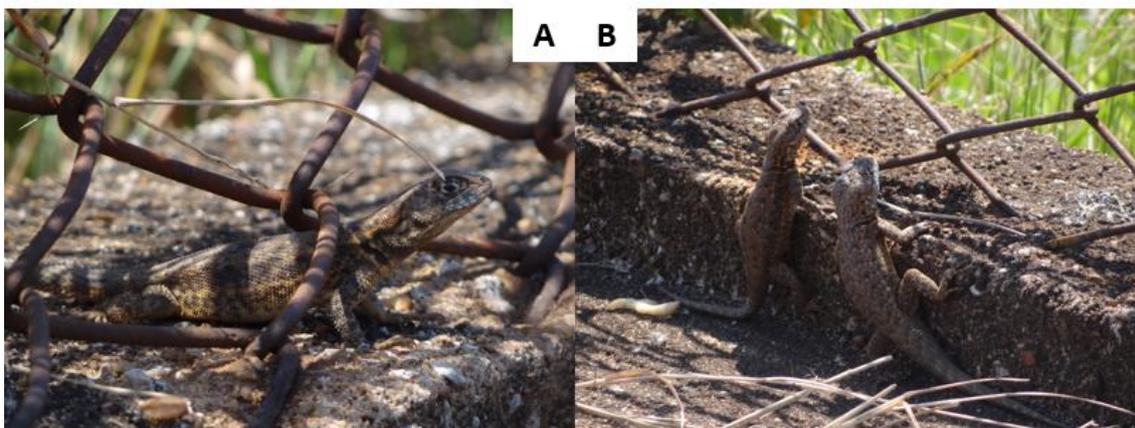


Figura 9. Variação da temperatura do ar no ponto de coleta, estação férrea inativa em Avaré, durante as amostragens. Para expressar os valores foram utilizadas as temperaturas do ar durante a chegada para os dois períodos de coleta, matutino e vespertino.

Relevante ressaltar a prevalência da postura corporal dos tropidurídeos com alto grau de achatamento ou aproximação da região ventral em relação ao substrato utilizado para termorregular sendo que a maioria destes mantinham-se diretamente expostos à luz solar durante suas atividades termorregulatórias (figura 10). Esta relação entre a condição corporal ao longo dos meses é realçada segundo a observação de que, em meses mais quentes, como setembro, há uma mudança no grau de achatamento corpóreo em relação ao substrato utilizado na termorregulação pelos tropidurídeos, além de encontrá-los ativos às 08:30 horas, termorregulando sobre os substratos mais propícios, sobre os quais a

radiação solar incidia, porém, a atividade termorregulatória diminuía em torno das 11:00 horas.



Fonte: FIORAVANTE, V. C., 2017

Figura 10. Espécimes de *Tropidurus torquatus* termorregulando em diferentes condições de microhabitat. Em A, o tropidurídeo localiza-se em uma área de mosaico, com partes ensolaradas e sombreadas; em B, uma fêmea (esquerda) e um macho (direita) termorregulam em um substrato que se encontra oposto à incidência solar.

Na região amostrada, de clima Cwa, não há quatro estações do ano bem definidas, mas sim uma estação seca e fria e outra quente e chuvosa. Notou-se que, conforme foram se aproximando meses mais quentes, segundo as observações no início de agosto, a posição corporal e grau de achatamento foram mudando ao longo do dia, de modo que os indivíduos passaram a manter o corpo relativamente arqueado em relação ao substrato (tabela 1), mesmo no primeiro horário de observação, 09:00 horas, e ampliaram a busca por microhabitats compostos por mosaicos (áreas com partes ensolarada e sombreada), nos quais mantinham apenas a região anterior em exposição ou direção ao sol; ou alternavam entre áreas sombreadas e ensolaradas.

A alternância entre áreas sombreadas e ensolaradas foi constatada por meio da observação inicial do tropidurídeos, os quais rapidamente moviam-se entre estas zonas. Esta alternância deu-se principalmente em horários ensolarados com temperaturas quentes, sendo comum notar a busca por áreas envoltas por vegetação ou substratos mais úmidos (tabela 2).

Tabela 1. Porcentagem de cada postura corporal observada na população amostrada de *Tropidurus torquatus* durante a atividade termorregulatória ao longo dos meses de pesquisa em campo.

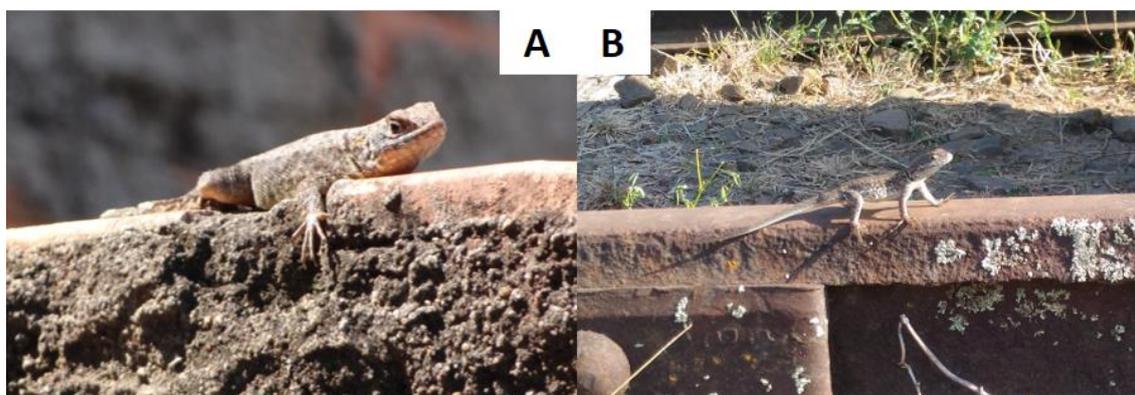
Mês	Condição corporal (%)	
	Achatado	Arqueado
Maio	92,5	7,5
Junho	85,2	14,8
Julho	66,7	33,3
Agosto	57,1	42,8
Setembro	42,8	57,2
Outubro	58	42

Tabela 2. Porcentagem de exposição ou não à incidência solar para a espécie *Tropidurus torquatus* durante a atividade termorregulatória em diferentes meses.

Mês	Incidência solar (%)			
	Exposto	Mosaico	Sombreado	Alternância
Maio	89	5,5	5,5	0
Junho	77	15,5	3,8	3,7
Julho	67	16,5	5	11,5
Agosto	59	18,8	6,6	15,6
Setembro	68	12,8	6,4	12,8
Outubro	48	34	14	4

Em meses com temperaturas mais amenas os lagartos mantiveram-se com maior grau de achatamento da sua região ventral em relação ao substrato, provavelmente ampliando as trocas de calor por meio do processo de condução (transferência de calor de um meio para o outro), bem como buscaram se concentrar em exposição total à incidência solar (figura 11). Apesar de observarmos que no mês de setembro a maioria dos lagartos foram vistos totalmente expostos à radiação solar (68%), estes possivelmente controlam sua temperatura corporal mantendo-se mais afastados do substrato, conforme mostra a tabela 1: 57,2 % dos espécimes observados em setembro, mês no qual foram

registradas temperaturas mais elevadas, se encontravam com a postura corporal de arqueamento.



Fonte: FIORAVANTE, V. C., 2017

Figura 11. *Tropidurus torquatus* com diferentes posturas corporais. À esquerda (A), em um dia com baixa incidência solar, o tropidurídeo mantinha alto grau de achatamento em relação o substrato (tijolo), provavelmente aumentando as trocas de calor por condução; à direita (B) o lagarto encontra-se totalmente arqueado ao manter um amplo afastamento do substrato. Note que até mesmo as falanges do tropidurídeo (B) estão levantadas.

Quanto aos substratos preferidos pelos tropidurídeos, percebe-se que estes termorregularam principalmente sobre o concreto, amplamente distribuído ao longo do local de coleta. No sítio A, constituído por blocos de concreto, o avistamento dos lagartos dava-se principalmente após as 09:30 horas, possivelmente porque este substrato demora relativamente mais no ganho de calor. Durante o período da manhã os tropidurídeos frequentemente termorregulavam sobre o substrato de madeira, o qual apresentou um rápido aquecimento segundo as observações em campo. Como exemplo, pode-se mencionar uma medição realizada por termômetro infravermelho às 10h30min, em que a madeira apresentava temperatura 10°C acima do substrato de metal (58°C e 48°C, respectivamente). Este padrão de utilização do substrato de madeira foi comumente visto nos meses de maio a julho, sendo que havia a substituição pelo substrato de metal durante os meses equivalentes as altas temperaturas ou em dias com radiação solar intensa (tabelas 3 e 4).

A tabela 3 estabelece a porcentagem de observação de lagartos nos substratos mais utilizados para termorregulação. Contudo, é necessário ressaltar que, conforme diferentes sítios foram sendo demarcados ao longo do estudo, o uso de novos substratos foi registrado.

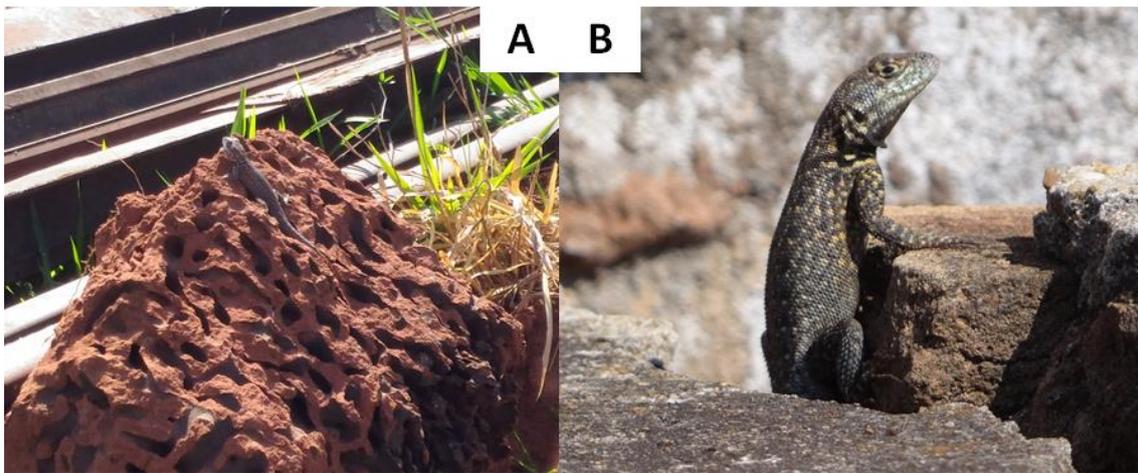
Tabela 3. Porcentagem de observação de *Tropidurus torquatus* em diferentes substratos, ao longo dos 6 meses de coleta em campo.

Mês	Substratos (%)				
	Concreto	Madeira	Metal	Cimento	Tijolo
Maio	72,1	13,9	8,2	0	5,8
Junho	69,2	7,7	2,5	2,5	18,1
Julho	50,8	21,7	4,4	2,9	20,2
Agosto	47,8	21,7	28,9	0	1,6
Setembro	55,4	4,3	34,8	3,2	2,3
Outubro	47,7	19,4	15	7,5	10,4

Tabela 4. Frequência de observação de espécimes de *Tropidurus torquatus* em diferentes substratos durante os seis meses de amostragem em diferentes períodos de coleta: manhã (M) e tarde (T).

Substrato	Mês e período (%)- manhã (M) e tarde (T)											
	Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
Concreto	70,4	81,25	55,8	54,5	46,5	65,4	44,7	53,6	64,5	51,7	53,2	47
Madeira	14,8	6,25	23,5	18,2	30,3	23,1	21,1	21,4	3,3	6,8	21,8	23,6
Metal	11,1	6,25	3,1	9,1	11,6	8,7	26,3	21,4	25,8	34,7	21,8	23,6
Tijolo	3,7	6,25	17,6	18,2	11,6	2,8	7,9	3,6	6,4	6,8	3,2	5,8

Em relação ao substrato tijolo, este dispunha-se entre os muros (sítio B, F, G e I), e os lagartos o escolhiam, preferencialmente, para termorregular em dias mais quentes, sendo que a temperatura superficial deste substrato em relação ao muro de cimento e concreto comumente apresentava-se menor. Não foram encontrados indivíduos termorregulando sobre a vegetação, apenas utilizaram o local para fuga ou como abrigo. Foi possível avistar os lagartos sobre: concreto, madeira, metal, cimento, solo, cupinzeiro e pedregulhos, sendo que os três últimos apresentaram baixa frequência em relação aos demais, portanto, foram considerados como ocorrências isoladas (figura 12).



Fonte: FIORAVANTE, V. C., 2017

Figura 12. *Tropidurus torquatus* termorregulando sobre diferentes substratos. Em A, o substrato constituído por cupinzeiro foi relatado uma única vez como fonte de termorregulação; em B, o tijolo foi o escolhido para tal atividade. Em ambas imagens, os lagartos encontram-se apenas com a região anterior exposta diretamente à posição solar.

Em relação à observação das mudanças comportamentais para termorregulação, nota-se que os lagartos apresentam padrões de atividades distribuídos ao longo do dia. Além de realizar o processo termorregulatório, os lagartos foram vistos se alimentando, defecando, apresentando comportamento de corte (fêmea levanta a cauda na aproximação do macho), e defesa de território por meio da flexão da cabeça.

Em dois dias de estudo em campo, a observação do comportamento termorregulatório e utilização dos microhabitats pelo tropidurídeo foi estendida até a 12h30min, sendo constatada atividade até 12h15min principalmente sobre os substratos de concreto e madeira, porém a maioria dos avistados localizavam-se em áreas sombreadas ou em mosaicos, permitindo assim um controle termorregulatório comportamental ao selecionar os microhabitats propícios. A partir deste horário a atividade dos lagartos diminui significativamente.

A temperatura corporal (T_c) amostrada ao longo dos seis meses, de maio a outubro, foi comparada com a temperatura do ar a 1 cm (T_{ar}) e do substrato (T_s) sobre qual os tropidurídeos termoregulavam. A temperatura corporal média registrada para a população de *T. torquatus* foi de $31,6 \pm 4,4^\circ\text{C}$ ($N= 183$). Durante as coletas em campo, a T_s foi maior em praticamente todas as amostragens quando comparada a T_{ar} (figura 13).

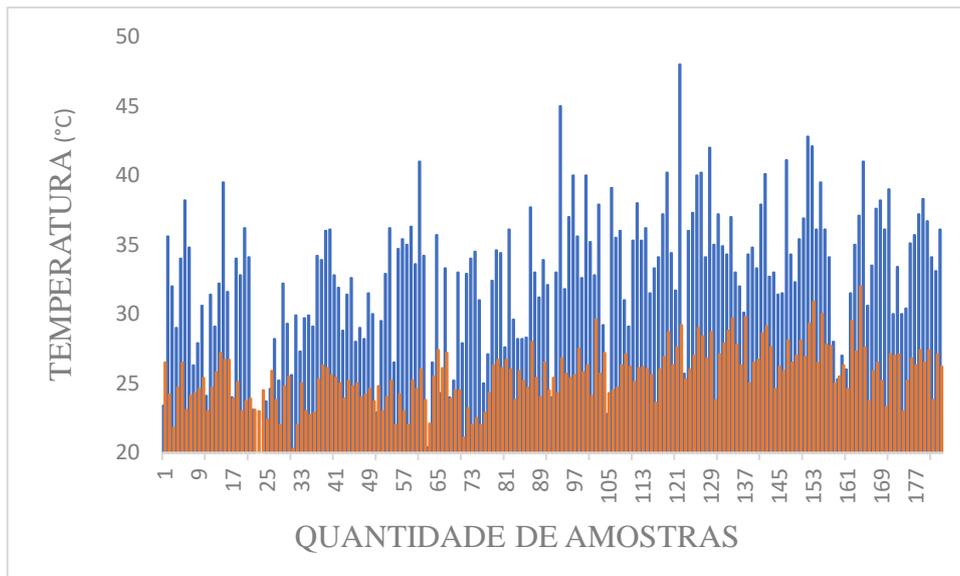


Figura 13. Comparação entre as temperaturas (°C) do substrato (Ts) e do ar a 1 cm do local de amostragem do espécime (Tar) durante as saídas a campo, na região de Avaré, SP. Note que a temperatura do substrato, marcada em azul, manteve-se mais elevada do que a temperatura do ar (1 cm) em praticamente todas as amostras.

Para testar a correlação entre temperatura corporal e as temperaturas Ts e Tar, foram feitos gráficos de dispersão e análises de regressão linear (figura 14). Nota-se que os tropidurídeos utilizam a Ts como principal fonte para termorregulação, sendo que o coeficiente de determinação entre a Ts e Tc foi de 0,6307, aproximadamente o dobro do verificado entre Tc e Tar (0,3262). Conforme os dados obtidos, a temperatura da superfície corporal, medida por termômetro infravermelho, tende a aumentar segundo a elevação da temperatura do substrato, revelando, dessa forma, a relação entre estas variáveis, bem como uma influência mais significativa e positiva advinda da Ts.

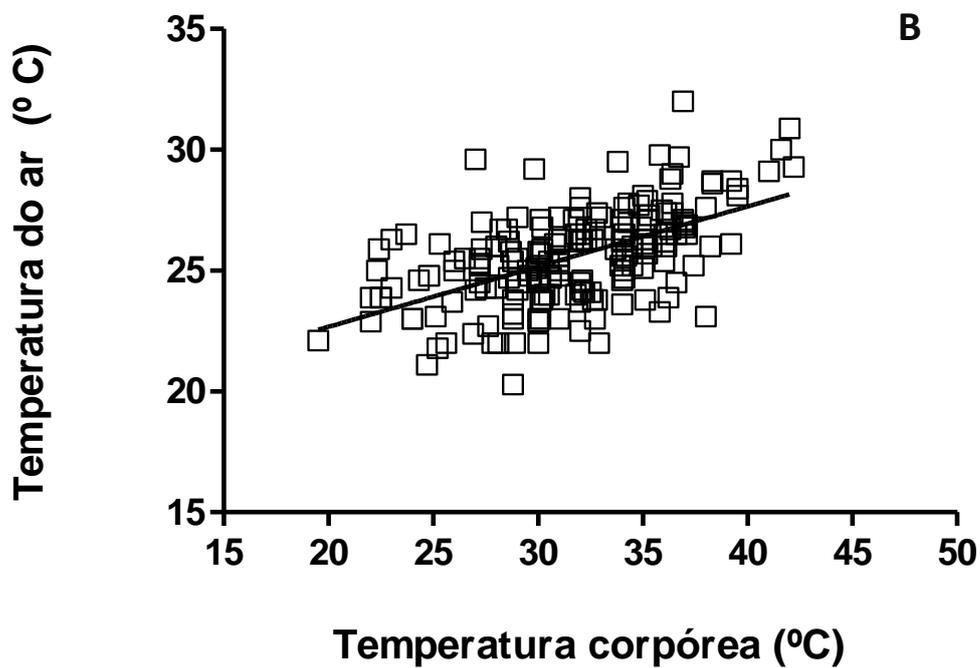
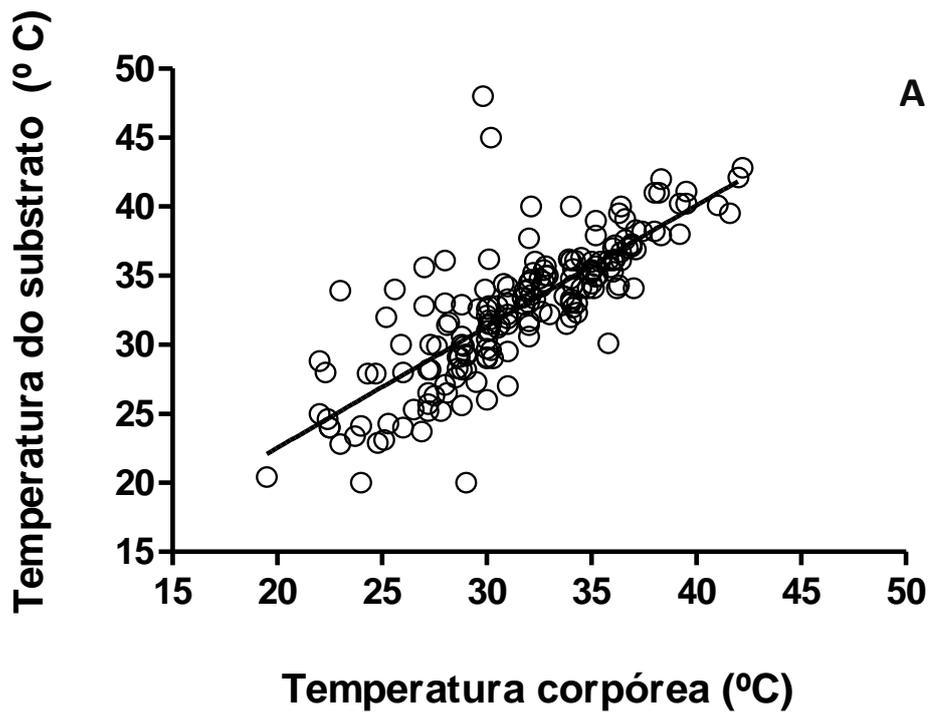


Figura 14. Relação entre a temperatura corpórea e a temperatura do substrato, com $r^2=0,6307$, $p<0,0001$; e a relação ente a temperatura corpórea e a temperatura do ar a 1 cm do substrato, com $r^2= 0,3262$, $p<0,0001$, para uma população de *Tropidurus torquatus* em Avaré, SP.

Na correlação entre a Tc e Ts foram observados dois *outliers* (figura 12A), valores atípicos com um grande afastamento das outras séries. Esses podem ser devidos ao comportamento termorregulatório dos tropidurídeos. Uma vez que estes estavam em deslocamento entre diferentes microhabitats, segundo as observações em campo, a temperatura corporal tende a se ajustar de acordo com a mudança das temperaturas do substrato, e conseqüentemente à temperatura do ar. Ao retirar os *outliers*, que representam 45°C e 48 °C de Ts, o coeficiente de determinação entre as variáveis Ts e Tc aumenta para $r^2=0,7117$.

Interessante ressaltar que a temperatura da superfície corporal de *T. torquatus* ajusta-se relativamente rápido às mudanças nas condições do microhabitat. A medição da Tc em um lagarto totalmente exposto à radiação, e um minuto depois, após locomoção para um microhabitat sombreado, revelou significantes decaídas, nas quais a temperatura da superfície corpórea decresceu de 38°C para 33,9°C.

Também foi testada a correlação da temperatura corporal com a Ts e Tar separando-se os dados mês a mês, a fim de se verificar variações nessas correlações ao longo do ano (figura 15).

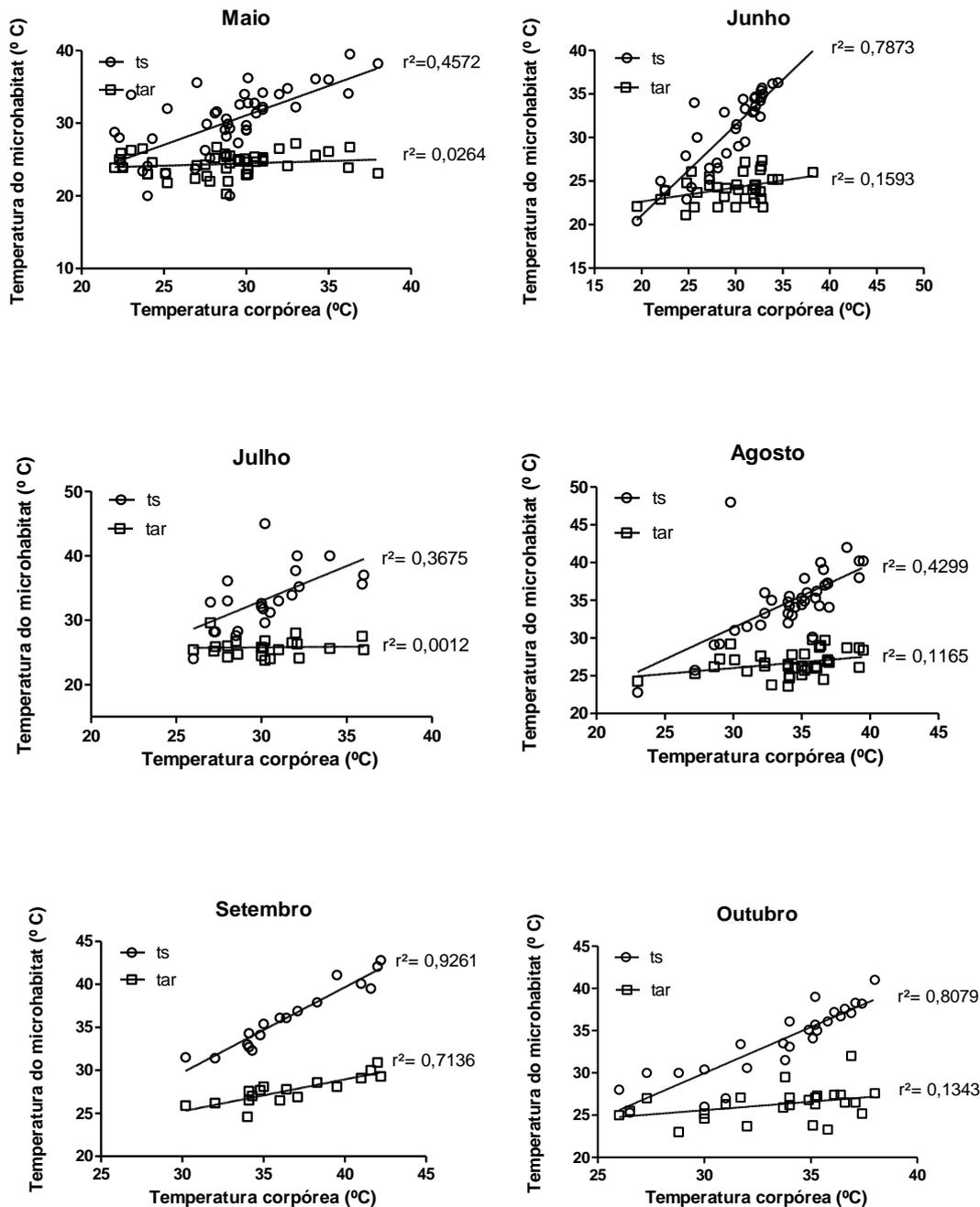


Figura 15. Relação entre a Tc, Ts e Tar analisada para cada mês, em uma população de *Tropidurus torquatus*, Avaré. Note que a correlação (r^2) entre Tc e Tar aumenta nos meses mais quentes, de agosto a outubro, porém, o mês de junho também apresentou alta correlação entre Tc e Ts.

As mudanças climáticas dadas entre os diferentes meses, aparentemente reflete na temperatura corporal dos tropidurídeos, visto que a Tc relaciona-se, especialmente, com a Ts, apresentando maiores temperaturas corpóreas conforme o aumento desta última variável. Nesta perspectiva, a postura corporal adquirida pelos espécimes, assim como o

estado e padrão de atividade estão associados às variantes e condicionantes climáticas em diferentes meses, refletindo no comportamento termorregulatório para manter faixas ideais de temperatura corporal.

Os dados de Tc foram ainda agrupados por meses e submetidos a teste de ANOVA, seguido pelo teste de Tukey, a fim de se testar a ocorrência de variação ao longo do período estudado. Segundo essa análise estatística, não houve variação significativa entre as médias de Tc registradas nos meses de maio, junho e julho. Porém, essas diferiram significativamente das médias registradas nos meses de agosto, setembro e outubro (figura 16).

A temperatura do substrato é aquela que mais explica a variação da temperatura corpórea de *T. torquatus* em diferentes meses, sendo que, durante o mês de setembro, além dos indivíduos terem apresentados maiores faixas de temperatura corpórea, este foi o que apresentou correlação mais significativa para ambas as variáveis, Ts e Tar.

Esta relação também pode ser expressa ao compararmos que, no mês de outubro, a Tc dos lagartos manteve-se relativamente menor em relação ao mês de setembro. Apesar deste mês ter sido caracterizado por apresentar leves precipitações casuais antecedidas à coleta, podendo apresentar pequena queda na Tar, a intensidade solar manteve-se elevada, ocasionando diferenças no comportamento termorregulatório dos espécimes, dentre eles, a busca por mosaicos e elevação no grau de achatamento corporal sobre o substrato, ressaltando a alta correlação entre Tc e Ts ($r^2= 0,8079$).

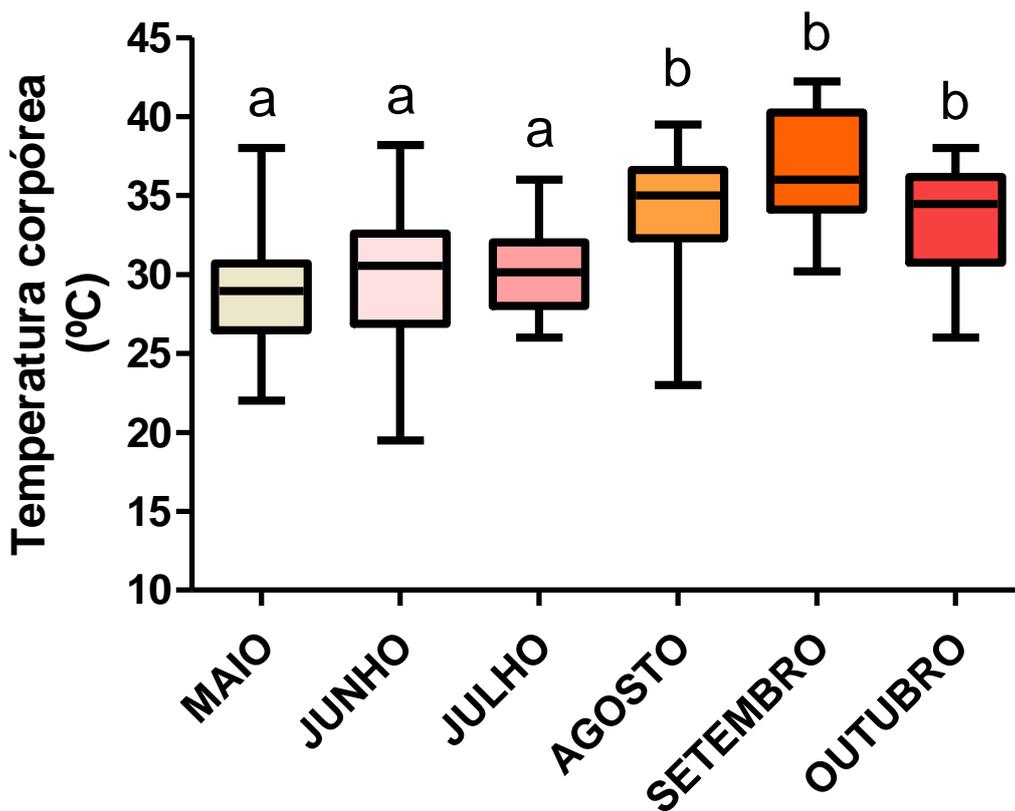
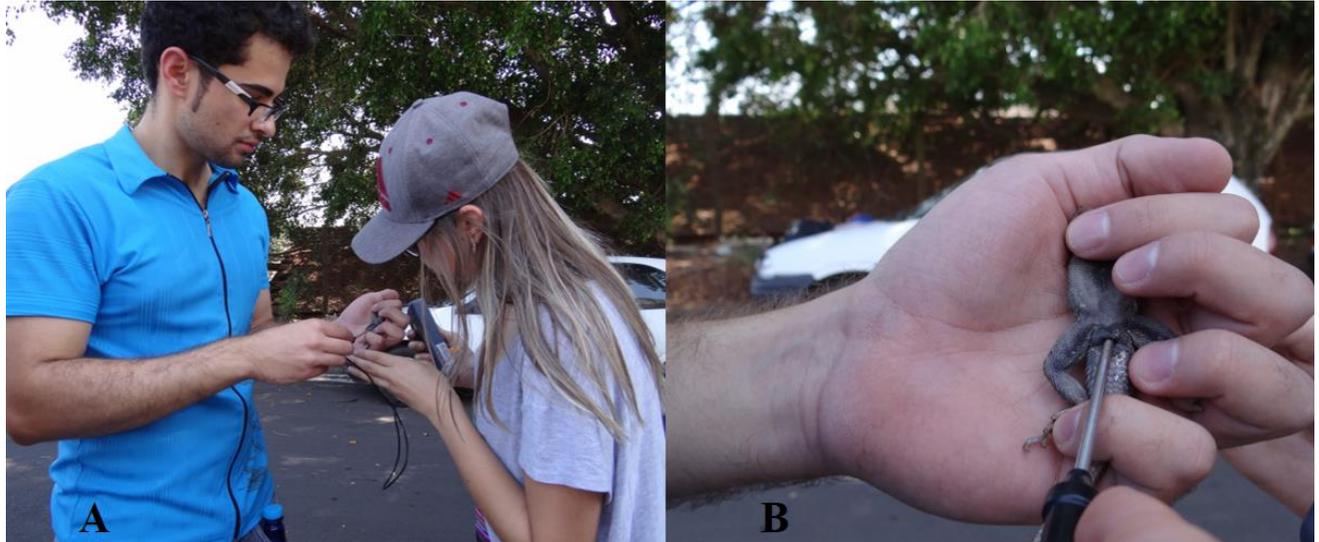


Figura 16. Distribuição dos dados de temperatura da superfície corporal de *Tropidurus torquatus* ao longo de 6 meses de coleta. Note a tendência de aumento na temperatura corporal conforme a proximidade dos meses mais quentes. O mês de outubro foi caracterizado por leves precipitações casuais antecedidas aos dias de coleta. Valores expressos em mediana seguida pelos intervalos interquartis. ^{a,b} Diferentes letras indicam variação estatisticamente significativa entre as temperaturas corpóreas médias registradas em diferentes meses. Teste de ANOVA, seguido pelo Teste de Tukey.

Alguns espécimes foram coletados em campo para comparações entre a temperatura da superfície corporal (T_c), registrada com uso do termômetro infravermelho, o qual permite medição à distância, e a temperatura interna (T_i), inferida com uso de sonda termopar para medição da temperatura cloacal (figura 17). Por meio da captura ativa, 20 espécimes foram medidos, contabilizando 7 machos e 9 fêmeas, sendo o restante não identificado sexualmente. A população de fêmeas coletadas iniciou-se a partir de agosto, enquanto os machos verificaram-se disponíveis em todos os meses.

Os dados referentes à T_c e T_i foram analisados por meio de regressão linear e análise de dispersão (figura 18).



Fonte: FIORAVANTE, V. C., 2017

Figura 17. Coleta e medição da temperatura cloacal interna de *Tropidurus torquatus*, com uso de sonda termopar. O espécime em questão trata-se de um macho, o que é evidente devido às manchas melânicas, escuras, na região ventral.

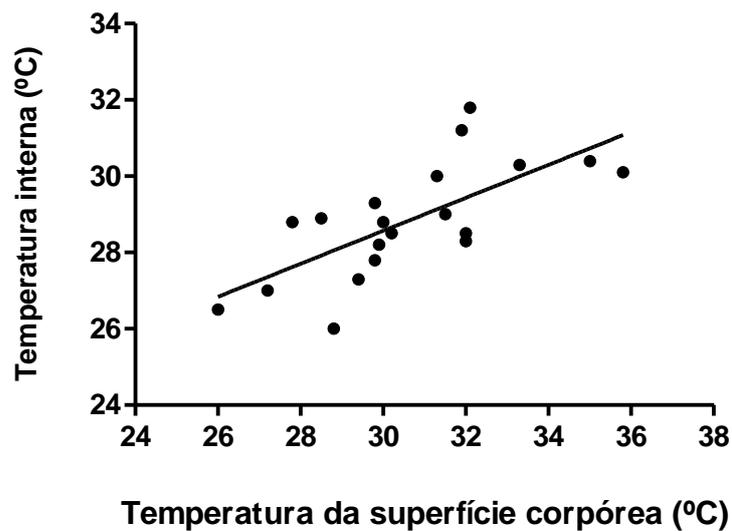


Figura 18. Comparação entre a temperatura interna, medida com sonda termopar (cloacal), e a temperatura da superfície corporal, medida com termômetro infravermelho, para a população de *Tropidurus torquatus* no município de Avaré. O coeficiente de determinação para as variáveis é de $r^2= 0,4946$, $p<0,0005$.

Segundo a análise de regressão linear, há significativa relação entre a T_c e T_i , apesar de ser razoavelmente baixa ($r^2= 0,4946$). Contudo, é necessário explicitar que, para medição da temperatura interna foi necessário manipular os espécimes, e desta maneira, podem ter ocorrido mudanças ou variações na temperatura interna. É importante ressaltar

que a temperatura da superfície corporal varia mais facilmente, seja pela helio ou tigmotermia, para depois ocorrer o ajuste da temperatura interna conforme o mecanismo termorregulatório.

Quanto ao padrão de atividade dos tropidurídeos, estes aparentemente dividem suas atividades tanto durante o período matutino quanto vespertino, sendo que os avistamentos de lagartos entre as 09:00h e 12:00h foi mais frequente em praticamente todos os eventos de amostragem, exceto por duas vezes nas quais o período vespertino excedeu a quantidade de avistamentos do matutino. Quando feita a soma dos dados ao longo do mês, esta foi maior para o período matutino em todos os meses (tabela 5). Em picos de temperatura, apesar dos mesmos diminuírem suas atividades, quando são propícias as condições ambientais, como incidência solar adequada ou substratos que possibilitem um maior controle termorregulatório durante as altas temperaturas, estes mantêm-se ativos também no período da tarde.

A tabela 5 representa a frequência de lagartos avistados em atividade durante a manhã e tarde, sendo que esta refere-se à soma da quantidade de tropidurídeos observados em cada mês de coleta. Percebe-se que, em meses mais quentes, foi possível visualizar uma maior quantidade de lagartos ativos, mas também, vale ressaltar que novos sítios de coleta foram sendo demarcados, o que possibilitou significativo aumento de avistamentos.

Tabela 5. Padrão de atividade termorregulatória baseada na frequência de avistamentos de *Tropidurus torquatus* ativo nos períodos matutino e vespertino para cada mês de coleta. A contagem foi feita por meio da soma dos avistamentos para ambos períodos em cada mês.

Mês	Período	
	Matutino	Vespertino
Maio	29	20
Junho	20	15
Julho	40	32
Agosto	74	58
Setembro	47	43
Outubro	47	40

Desta forma, os padrões de atividade relatados durante a pesquisa em campo, sugerem que o controle da temperatura corporal em *T. torquatus* é caracterizado principalmente por meio do comportamento, escolhendo os microhabitats mais propícios a tal processo, e além da helioterminia, estes utilizam o substrato como importante fonte termorregulatória. Aparentemente, os tropidurídeos são caracterizados por apresentarem atividades bimodais, com menores diferenças no avistamento entre os períodos da manhã e tarde a partir do mês de setembro. Nas estações mais frias, em especial nos dois primeiros meses de coleta, comumente estes eram avistados em inatividade ou menos avistados durante a tarde quando comparado ao período matutino, apresentando avistamentos vespertinos mais frequentes a partir de julho.

5. DISCUSSÃO

Conforme constatado por meio da pesquisa em campo, a qual abarcou os meses de maio a outubro, os tropidurídeos são facilmente observados em microhabitats compostos por diferentes condições de temperatura, sombreamento e fontes de calor, sendo que, mesmo sob a ação antrópica resultando na destruição parcial ou total de seus nichos primários, os lagartos rapidamente migram e distribuem-se entre variados sítios de coleta. Esta alta plasticidade de adaptação às díspares pressões ambientais ou mudanças ecológicas, caracteriza a espécie *Tropidurus torquatus* como possuidora de padrões de atividade e comportamento singulares, devidamente evidenciados entre as populações distribuídas ao longo dos estados brasileiros (TEIXEIRA, GIOVANELLI, 1999; CARVALHO et al., 2007).

Com seu padrão de atividade distribuído das 07:00 às 18:00 horas, segundo estudo observacional realizado por Bergallo e Rocha (1993), e conforme constatado nas coletas de campo, as quais abrangeram os períodos matutino e vespertino, entre 09:00h e 17:00h, os espécimes mantêm-se ativos por um amplo período cujo padrão comportamental é comum entre os forrageadores sedentários, a fim de realizar, principalmente, o controle termal, uma vez que estes necessitam de fontes externas de calor para regular e manter sua temperatura em faixas ideais, visando cumprir eficientemente suas funções metabólicas e fisiológicas (POUGH, 1983, ROCHA 1994), comumente apresentando temperaturas corporais mais baixa durante o primeiro horário da manhã e último horário da tarde (RIBEIRO et al., 2007).

Mesquita et al. (2006) cita que forrageadores ativos costumam termorregular nas horas mais quentes do dia, enquanto os lagartos sedentários apresentam atividades ao longo do dia, podendo caracterizar-se por padrões uni ou bimodais. Nesta perspectiva, diferentes padrões podem ser expressos segundo as condições do habitat. Gandolfi e Rocha (1998) destacam em seu estudo que, durante a tarde, houve uma diminuição no avistamento de 18 para 5 lagartos, caracterizando padrões unimodais à população. No município de Avaré, os espécimes foram visualizados em quantidades significativas nas variadas horas do dia. Visto que a coleta foi distribuída entre 09:00 e 17:00 horas, pode-se observar o padrão de atividade de um número elevado de lagartos, que, *a priori*, ressaltam a bimodalidade dos espécimes, uma vez que estes foram encontrados ativos durante a manhã, com diminuição de avistamentos em horários mais quentes do dia, especialmente entre as 12:00h e 13:00h, e aumento da atividade durante a tarde –

concordando com o observado por Bergallo e Rocha (1993). Entre os meses de setembro e outubro, verificaram-se as menores diferenças na frequência de avistamentos em ambos períodos, enquanto que, nos meses anteriores a julho, foi possível avistar lagartos inativos.

A quantidade de lagartos contabilizados no período matutino em relação ao período vespertino, não apresenta decréscimos evidentes e significativos, sendo que a máxima diminuição no avistamento, considerando amostragens individuais entre a frequência de avistamentos para os períodos, foi de 35 para 23 tropidurídeos, em agosto, e, a maioria das contagens ressaltam um equilíbrio constante entre os dois períodos, nos quais os lagartos apresentaram picos de atividade primariamente a partir das 9h30min permanecendo até aproximadamente às 11h30min, assim como das 15:00 às 16:00 horas. Tais resultados se assemelham com os dados de outra espécie do gênero, *T. hygmoni*, apresentando padrão de atividade similar a *T. torquatus* (MARTINS, 2011).

No processo de termorregulação, verifica-se uma gama métodos utilizados pelos tropidurídeos, que variam desde a escolha de substratos mais propícios para tal atividade, bem como mudanças na postura e orientação corporal, aproximação de microhabitats próximos à vegetação local e controle da incidência solar sobre seu dorso (ZERBINI, 1998). Durante os períodos matutino e vespertino, percebe-se que os lagartos buscam orientar seus corpos perpendicularmente em relação à posição do sol, mantendo-se imóveis e com o dorso exposto aos raios solares, ressaltando assim o comportamento heliotérmico da espécie (ZERBINI, 1998). Esta tendência também foi constatada por Rocha e Bergallo (1990) para *T. oreadicus*, os quais, assim como a população de *T. torquatus* no município de Avaré, inclinavam-se segundo a posição do sol buscando se manter perpendicularmente a este, e conforme o sol movia no horizonte, os lagartos procuravam substratos que lhes ofereciam diferentes inclinações, tendendo a se posicionar diretamente à incidência dos raios solares.

A busca pela incidência solar em meses de altas temperaturas comumente leva os tropidurídeos a cessar precocemente suas atividades, em torno das 11h, pois se estes não mantiverem a temperatura corporal dentro de um intervalo específico ideal de acordo com as necessidades fisiológicas momentâneas, as funções metabólicas podem ser prejudicadas devido ao superaquecimento corpóreo (VITT; CALDWELL, 2014). Conseqüentemente, os tropidurídeos escondem-se em abrigos, os quais podem localizar-se entre frestas dos blocos de concreto; selecionam microhabitats parcial ou totalmente

sombreados, se possível próximo à vegetação local, ou alternam entre áreas ensolaradas e sombreadas.

Deste modo, durante os períodos mais quentes eles mudam de comportamento, buscando microhabitats sombreados ou cessando as atividades. Esses dados sugerem que, quando supostamente os lagartos atingem uma temperatura corporal média “ideal” abandonam os sítios extremamente aquecidos para forragear em habitats sombreados, a fim de evitar o superaquecimento, e nos períodos em que as temperaturas corporais são mais baixas, os lagartos tendem a manter orientação do corpo perpendicularmente em relação ao ângulo de incidência solar, para garantir maior insolação (GANDOLFI; ROCHA, 1998; ZERBINI, 1998).

A inatividade é uma estratégia largamente utilizada pelos lagartos a fim de compensar as condições ambientais desfavoráveis. Em dias nublados e frios com baixa incidência solar, é comum encontrá-los inativos, entre as frestas de madeira e blocos de concreto quando expostos a estas variáveis climáticas, conforme observado na população amostrada. Se a temperatura ambiental estiver muito baixa para permitir um aquecimento corporal eficiente, estes podem permanecer inativos, e conseqüentemente, perder pouca energia para o metabolismo (FELAPPI, 2009).

Outro fator crítico para o ajuste da temperatura corpórea dá-se quanto a postura do lagarto em relação ao substrato selecionado. Como evidente mudança corporal influenciada pela sazonalidade, confirma-se que em meses com temperaturas amenas, o alto grau de achatamento da região ventral corpórea foi observado na maioria das coletas a campo, sendo esta possivelmente uma forma de evitar a perda de calor interno para o meio ambiente, e também ampliar o ganhar de calor indiretamente por condução através do contato com o substrato (KIEFER et al., 2005; VITT, CALDWELL, 2014).

Diferentemente, para os meses com altas temperaturas, foi constatado o afastamento da região ventral em relação ao substrato, mantendo o corpo arqueado, ou maior busca de áreas constituídas por mosaicos ou sombra. Ressalta-se por meio destas observações, que, *T. torquatus* regula sua temperatura primariamente por meio das mudanças de postura corporal e seleção de microhabitats, corroborando com os dados da literatura, que sugerem o comportamento como principal mecanismo termorregulatório (BRATTSTROM, 1965; VITT; CALDWELL, 2014).

Este mecanismo comportamental observado ao longo das coletas, evidenciando as diferenças na postura corporal e regulação da incidência solar sobre a região do corpo, variando de alto grau de achatamento e exposição em temperaturas amenas até total

aqueamento com incidência solar primariamente sobre a região anterior do seu corpo em temperaturas elevadas, acentuam os efeitos que a sazonalidade ocasiona sobre o padrão de atividade e comportamento termorregulatório dos espécimes (FELAPPI, 2009).

A temperatura corporal média dos lagartos da população amostrada em Avaré, durante os meses de coleta mostrou-se relativamente mais baixa quando comparada às espécies litorâneas, as quais apresentam variações entre 30,8 °C a 36,2°C, segundo estudo de Kiefer (2003) ao longo de regiões costeiras nas áreas de restinga, enquanto Bergallo e Rocha (1993) constataram temperaturas corporais médias para as populações litorâneas de *T. torquatus* de 35,6±1,9°C, sendo esta relativamente menor quando comparada à sua espécie simpátrica *C. ocellifer*, 37,6 ± 2,0°C, a qual possui forrageamento ativo.

A população amostrada apresentou temperaturas médias corpóreas de 31,6 ± 4,4°C (N= 183), próximo aos valores observados por Ribeiro e colaboradores (2007) em áreas de afloramento rochosos em Minas Gerais, os quais mediram temperaturas corporais médias de 30,4 ± 3,0°C na estação seca, e 32,4 ± 2,7 °C para a estação chuvosa. Uma vez que neste estudo a maior parte da coleta de dados foi realizada na estação seca, nossos dados corroboram com a literatura. Complementarmente, observa-se um padrão de distribuição da temperatura corporal com tendência a apresentar faixas crescentes no decorrer dos meses (de maio a outubro), de modo que os valores de temperatura corporal média utilizada pela população aumenta conforme aproxima-se o final da estação seca.

Os dados obtidos nesta pesquisa referentes ao acréscimo da temperatura corporal entre a estação seca e chuvosa, sugere a influência da sazonalidade sobre a temperatura corporal dos tropidurídeos, assemelhando-se ao estudo de Felappi (2009), o qual cita que, durante a estação seca e fria, observaram-se menores temperaturas corporais médias para os indivíduos em atividade; assim como Ribeiro et al. (2007), os quais constataam o aumento da temperatura corporal média durante a estação chuvosa.

Espécies de ambientes abertos utilizam os microhabitats disponíveis no ambiente visando regular a temperatura corpórea para a manutenção das atividades metabólicas (ROCHA; BERGALLO, 1990; VITT, CALDWELL, 2014). Sendo assim, além da radiação solar, as temperaturas do ar e substrato influenciam concomitantemente na termorregulação, oferecendo ao tropidurídeo condições para regular sua temperatura corporal de acordo com suas necessidades momentâneas (RIBEIRO; FREIRE, 2010; RIBEIRO et al., 2007; SOUSA; FREIRE, 2011; KIEFER et al., 2005). Nesta perspectiva, a temperatura do substrato tende a influenciar mais significativamente e positivamente a

temperatura corporal de *T. torquatus* no município de Avaré, contribuindo no processo termorregulatório. Contudo, para cada espécie haverá uma determinada fonte de calor mais importante na regulação da temperatura corpórea; com a relação entre os fatores abióticos e bióticos, outras fontes de calor do habitat interagem, influenciando conjuntamente a termorregulação (ROCHA, 1994).

A termorregulação pode ser dividida em dois tipos, ativa e passiva, sendo que a primeira caracteriza a espécie que mantém valores de temperatura corpórea dentro de uma faixa variável e diferente do meio ambiente, enquanto que na passiva, a temperatura corporal apresenta valores próximos à temperatura do microhabitat, conformando-se a ela (KIEFER et al., 2007; VITT; CALDWELL, 2014). Uma vez que a temperatura corporal dos espécimes amostrados neste estudo é significativa e positivamente relacionada à temperatura do substrato, mais do que à temperatura do ar (a 1 cm do local onde se encontravam), evidencia-se que estes termorregulam ativamente, o que coincide com o estudo de Rocha e Bergallo (1993), bem como para outras espécies do gênero como *T. strobilurus*, *T. hispidus* e *T. hygomi*, os quais, dentre os fatores disponíveis no microhabitat, apresentam maior relação com o substrato (ZERBINI, 1998; RIBEIRO; FREIRE, 2010; MARTINS, 2011).

Diferentemente do apontado por Felappi (2009), a significatividade das fontes de calor para termorregulação não variaram sazonalmente na população de Avaré. Já Felappi (2009) observou, em população da região dos Pampas, que durante a estação seca a temperatura corporal dos espécimes foi mais influenciada pelo ar, enquanto na estação chuvosa, o substrato teve mais relevância. Contudo, percebe-se que em diferentes meses houve maior correlação entre a temperatura corpórea com o microhabitat, ressaltando que o grau de termorregulação passiva ou ativa em relação as temperaturas do ambiente podem variar como consequência das diferenças na importância relativa das fontes de calor para a termorregulação seguida às condições ambientais (MARTINS et al., 2010).

Durante o primeiro período da manhã, os tropidurídeos frequentemente termorregulavam sobre o substrato de madeira, o qual apresentou um rápido aquecimento, possibilitando conduzir o calor adquirido e contribuir na termorregulação. Contudo, os blocos de concreto foram a fonte mais procurada por estes, levando em consideração que a espécie apresenta hábitos saxícolas, termorregulam principalmente sobre as rochas (RIBEIRO et al., 2007, FELLAPPI, 2009).

Aparentemente, o grau de comportamento tigmotérmico também pode ser inferido para *T. torquatus*, segundo as escolhas deste pelos substratos. À medida em que a

temperatura do ambiente se aquece, os animais variam seu comportamento, recuando para a sombra, permanecendo em mosaicos, alternando entre a exposição solar e a sombra, ou se escondendo entre as rachaduras de rocha ou madeira, ou sob a vegetação, como também observado por Ribeiro e colaboradores (2007).

Conforme constatado neste estudo, as fêmeas coletadas para medição da Ti foram relatadas a partir do mês de agosto. Nesta perspectiva, comparações quanto à distribuição espacial dos espécimes durante as estações reprodutiva e não-reprodutiva em Minas Gerais, sugerem razoáveis diferenças entre machos e fêmeas, sendo que, os machos apresentaram escalas de distribuição espacial, quando em época reprodutiva, maiores que das fêmeas, contudo, fora da estação reprodutiva, os domínios vitais entre fêmeas e machos foram semelhantes. Quanto à distribuição das fêmeas, comparando-as intrassexualmente, verifica-se uma maior sobreposição de espaços durante a época reprodutiva, ou seja, na estação chuvosa (RIBEIRO et al., 2009).

Para além de mudanças espaciais, Ribeiro e colaboradores (2009) citam que os padrões de atividade também podem ser afetados pelas épocas reprodutivas, que ocorrem em períodos chuvosos, de setembro a fevereiro, e não reprodutivas, que coincidem com a estação seca, de março a agosto. Em seu estudo, o padrão de atividade passou de bimodal, na estação chuvosa, para unimodal no período seco. A população de *T. torquatus* na região de Avaré, aparentemente pode apresentar estas mudanças nos padrões de atividade, incluindo no processo termorregulatório, contudo são necessários mais estudos que confirmem a hipótese.

Os padrões de atividade relatados até o momento, ressaltam que o controle da temperatura corporal em *T. torquatus* é caracterizado principalmente por meio do comportamento, sendo que os indivíduos escolhem os microhabitats mais propícios a tal processo, bem como orientam e realizam mudanças na postura corporal de acordo com a necessidade de exposição ou não à luz solar (GANDOLFI; ROCHA, 1998). Os padrões associados à termorregulação também podem relacionar-se com a proximidade filogenética entre as espécies, sendo necessários estudos que aprimorem o conhecimento a respeito desse assunto, a fim de compreender a história natural das espécies, bem como em ter maior compreensão da complexa relação entre as espécies e o meio ambiente (VITT; CALDWELL, 2014; ARRUDA, 2009).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A população de lagartos *Tropidurus torquatus* no município de Avaré realiza a termorregulação, principalmente, por meio de mecanismos comportamentais, revelando o alto grau de helioterminia da espécie, mas também de tigmotermia, uma vez que os espécimes têm preferência por determinados substratos ao longo do dia, bem como, podem apresentar variações sazonais na escolha destes sob diferentes pressões ou condições climáticas.

Utilizando o microhabitat (substrato ou ar) como fonte de regulação da temperatura, a temperatura corpórea de *T. torquatus* é influenciada significativa e positivamente pela temperatura do substrato, porém, essa relação mostrou-se mais significativa durante os meses mais quentes.

Quanto ao padrão de distribuição temporal da atividade, estes permanecem ativos nos períodos matutinos e vespertinos, cessando ou diminuindo sua atividade nas horas mais quentes. Nesta perspectiva, o padrão de atividade dos tropidurídeos se aproximam da bimodalidade.

A temperatura corporal dos lagartos também apresentou significativas variações ao longo dos meses, sugerindo a importância das condições ambientais e do microhabitat para o controle termal. Na estação mais fria e seca, foi possível avistar alguns lagartos inativos entre frestas de concreto ou madeira, enquanto nos meses com incidência solar e temperatura ideais para a termorregulação, não foram localizados lagartos inativos e estes se distribuíram em diferentes substratos.

Quanto o uso do termômetro infravermelho para medição da temperatura da superfície corpórea, este se mostra eficaz, uma vez que não perturba os espécimes. Contudo, para garantir resultados mais próximos entre a temperatura interna (cloacal) e da superfície corpórea, é necessário que o pesquisador meça a curtas distâncias para maior efetividade do termômetro infravermelho. Estudos posteriores abarcando uma maior quantidade de indivíduos para comparação entre os termômetros infravermelho e cloacal devem ser realizados, a fim de se obter maior quantidade de dados para comparação.

7. REFERÊNCIAS

- ARRUDA, J. L. S.; ARRUDA, D. A.; CECHIN, S. Z. Reptilia, Squamata, Tropicuridae, *Tropidurus torquatus*: Distribution extension. **Check List**, v.4, n.3, p. 269–271, 2008.
- ARRUDA, J. S. L. **Ecologia de *Tropidurus Torquatus* (Squamata: Tropicuridae) no bioma Pampa, extremo sul do Brasil**. 2009. 77 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal)- Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2009.
- ARZOLLA, F.A.R.D.P; OLIVEIRA, R.C.R; VICTOR, R.A.B.M; KANASHIRO, M.M; RESENDE, M.A.C.S; SILVA, J; PASTORE, J.A.; MATTOS, I.F.A; PAULA, G.C.R; VILELA, F.E.SP.; CAMPOS, F.P; MOURA, C.; ANTUNES, A.Z. A criação da estação ecológica de Avaré, SP: adequação ao Horto Florestal Andrada e silva ao Sistema Nacional de Unidade de Conservação. In: Congresso Brasileiro de Unidade de Conservação, 7. 2012, Natal. **Anais Eletrônicos**, 2012. Disponível em:< <http://icongresso.itarget.com.br/useradm/anais/?clt=bot.2>>. Acesso em 2 de novembro de 2016.
- BARCHA, S. F.; ARID, F. M. Estudo de evapotranspiração na região norte-ocidental do estado de São Paulo. **Revista Ciências**, v.1, p. 99-122, 1971.
- BERGALLO, H. G., ROCHA, C.F.D. Activity and body temperature of two sympatric lizards (*Tropidurus torquatus* and *Cnemidophorus ocellifer*) with different foraging tactics in southeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v. 14, p. 312-315, 1993.
- BRATTSTROM, B. H. Body Temperatures of Reptiles. **The American Midland Naturalist**, v. 73, n. 2, p. 376-422, 1965.
- CARVALHO, A. L. G.; SILVA, H. R.; ARAÚJO, A. F. B.; ALVES-SILVA, R.; SILVA-LEITE, R. R. Feeding ecology of *Tropidurus torquatus* (Wied) (Squamata, Tropicuridae) in two areas with different degrees of conservation in Marambaia Island, Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 1, 2007.
- COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis brasileiros: lista de espécies. **Herpetologia Brasileira**, v. 3, n. 3, p. 74-84, 2014.
- FELAPPI, J. F. **Área de vida e ecologia termal do lagarto *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropicuridae) na região dos Pampas do Rio Grande do Sul**. 2009. 54 f. Dissertação- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2009.
- FIALHO, R. F.; ROCHA, C. F. D.; VRCIBRADIC, D. Feeding Ecology of *Tropidurus torquatus*: Ontogenetic Shift in Plant Consumption and Seasonal Trends in Diet. **Journal of Herpetology**, v. 34, n. 2, p. 325-330, 2000.
- FROST, D. R.; RODRIGUES, M. T.; GRANT, T.; TITUS, T. A. Phylogenetics of the lizard genus *Tropidurus* (Squamata: Tropicuridae: Tropicurinae): direct optimization, descriptive efficiency, and sensitivity analysis of congruence between molecular data and morphology. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 21, n. 3, p. 352-71, 2001.

- GANDOLFI, S.M.; ROCHA, F.D.C. Orientation of thermoregulating *Tropidurus torquatus* (Sauria: Tropiduridae) on termite mounds in an open area of south-eastern Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v.19, p.319-323, 1998.
- KIEFER, M. C. **Ecologia geográfica de *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae) em áreas de restinga da costa sudeste e sul-nordeste do Brasil: aspectos reprodutivos, ecologia térmica e comunidade de nematódeos associados.** 2003. 200 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- KIEFER, M.C., VAN SLUYS; M.; ROCHA, C.F.D. Body temperature of *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae) from coastal populations: Do body temperature vary along their geographic range? **Journal of Thermal Biology**, v. 30, p. 449-456, 2005.
- KIEFER, M.C.; VAN SLUYS, M.; ROCHA, C.F.D. Thermoregulatory behaviour in *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae) from Brazilian coastal populations: an estimate of passive and active thermoregulation in lizards. **Journal Acta Zoologica**, v.88, p. 81-87, 2007.
- LEITÃO-FILHO, H. F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. **Instituto de Pesquisa de Estudos Florestais**, v. 35, p. 41-46, 1987.
- MARTINS, K. V. **Efeito da temperatura no comportamento de *Tropidurus hygomi* Reinhardt & Luetken, 1868 (Iguania: Tropiduridae) nas restingas do litoral norte do Estado da Bahia e norte do Estado de Sergipe, Nordeste, Brasil.** 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia)- Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- MARTINS, K. V.; DIAS, E. J. R.; ROCHA, C. F. D. Ecologia e conservação do lagarto endêmico *Tropidurus hygomi* (Sauria: Tropiduridae) nas restingas do Litoral Norte da Bahia, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 4, p.71-75, 2010.
- MCCAFFERTY, D. J.; GALLON, S.; NORD, A. Challenges of measuring body temperatures of free-ranging birds and mammals. **Animal Biotelemetry**, v. 3, n. 33, p. 1-10, 2015.
- MESQUITA, D. O; COSTA, G. C.; COLLI; G. R. Ecology of Amazonian Savanna lizard assemblage in Monte Alegre, Pará State, Brazil. South American. **Journal of Herpetology**, v. 1, n.1, p. 61-71, 2006.
- MOLINA, F.B.; MARTINS, M. Répteis. In: MACHADO, A.B.M; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (eds.) **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.** Brasília: MMA. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008. 1420 p.
- MURPHY, P. G.; LUGO, A. E. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 67-88, 1986.
- PINTO, A. C. S.; WIEDERHECKER, H. C.; COLLI, G. R. Sexual dimorphism in the Neotropical lizard, *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae). **Amphibia-Reptilia**, v. 26, p. 127-137, 2005.

- POUGH, F.H. Amphibilians and reptiles as low-energy systems. p. 141-188. In: ASPEY, W.P; LUSTICK, S.I. **Behavioral Energetics: The Coast of Survival in Vertebrates**. Ohio State Universtiy Press: Columbus, 1983. 300 p.
- RIBEIRO, L. B.; FREIRE, E. M. X. Thermal ecology and thermoregulatory behaviour of *Tropidurus hispidus* and *T. semitaeniatus* in a caatinga area of northeastern Brazil. **Herpetological jornal**, v. 20, p. 201–208, 2010.
- RIBEIRO, L. B.; GOMIDES, S. C.; SANTOS, A. O.; SOUSA, B. M. Thermoregulatory behavior of the saxicolous lizard, *Tropidurus Torquatus* (Squamata, Tropiduridae), in a rocky outcrop in Minas Gerais, Brazil. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 3, n.1, p. 63-70, 2007.
- RIBEIRO, L. B.; SOUSA, B. M.; GOMIDES, S. Range structure, microhabitat use, and activity patterns of the saxicolous lizard *Tropidurus torquatus* (Tropiduridae) on a rock outcrop in Minas Gerais, Brazil. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 82, p. 577-588, 2009.
- ROCHA, C. D. F. Introdução à Ecologia de lagartos brasileiros. In: NASCIMENTO, L. B.; BERNADES, A. T.; COTTA, G. A. **Herpetologia no Brasil**. Belo Horizonte: Fundação Biodversitas, 1994. p. 39-57.
- ROCHA, C.F.D; BERGALLO, H.G. Thermal biology and flight distance of *Tropidurus oreadicus* in an área of Amazonian Brazil. **Ethology, Ecology e Evolution**, v.2, p. 263-268, 1990.
- ROCHA, C. D. F.; VRCIBRADIC, D.; KIEFER, M. C.; FONTES, V. A., HATANO, F. H.; GALDINO, C. B.; BERGALLO, H. G.; VAN SLUYS, M. Species composition, richness and nestedness of lizard assemblages from Restinga habitats along the brazilian coast. **Braz. J. Biol.**, v. 74, n. 2, p. 349-354, 2014.
- RODRIGUES, M. T. Sistemática, ecologia e zoogeografia dos *Tropidurus* do grupo *Torquatus* ao Sul do Rio Amazonas (Sauria, Iguanidae). **Arquivos de Zoologia**, v. 31, n.3, p. 105–230, 1987.
- SADO, R. R.; CARDOSO, R. M.; OLIVEIRA, I.; TOMATIELI, T. F.; COLLI, G. R. Padrão de atividade e termorregulação em lagartos do cerrado. In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2007, Minas Gerais. **Anais...Minas Gerais**, 2007. P. 1-2.
- SANTANA D. O.; FARIA D. O.; RIBEIRO A. S.; DE OLIVEIRA A. C. F; DE SOUZA B. B.; DE OLIVEIRA D. G.; SANTOS E. D. DE S.; SOARES F. A. M.; GONÇALVES F. B; CALASANS H. C. M.; VIEIRA H. DOS S.; CAVALCANTE J. G.; MARTEIS L. S.; ASCHOFF L. C; RODRIGUES L. C.; XAVIER M. C. T.; DE SANTANA M. M.; SOARES N. DA M.; DE FIGUEIREDO P. M. F. G; BARRETTO S. S. B.; FRANCO S. DA C.; ROCHA, S. M. Utilização do microhabitat e comportamento de duas espécies de lagartos do gênero *Tropidurus* numa área de Caatinga no Monumento Natural Grota do Angico. **Scientia Plena**, v.14, n.4, p. 2-9, 2011.
- SENA, M. A. **Filogenia e evolução dos *Tropidurus* do grupo *torquatus* (Squamata: Tropiduridae)**. 2015. 77 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

- SOUSA, P. A. G.; FREIRE, E. M. X. Thermal ecology and thermoregulatory behavior of *Coleodactylus natalensis* (Squamata: Sphaerodactylidae), in a fragment of the Atlantic Forest of Northeastern, Brazil. **Sociedade Brasileira de Zoologia**, v. 28, n.6, p. 693-700, 2011.
- TEIXEIRA, R. L.; GIOVANELLI, M. Ecologia de **Tropidurus torquatus** (Sauria: Tropiduridae) da restinga de Guriri, São Mateus, ES. **Revista Brasileira de Biologia**, v.59, n.1, p. 11-18, 1999.
- VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. **Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles**. 4° ed. Estados Unidos: Elsevier, 2014. 757 p.
- ZERBINI, G. J. Partição de recursos por duas espécies de *Tropidurus* (Squamata: Tropiduridae) na restinga de Praia das Neves. 1998. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.