



EFEITO DO AMBIENTE TÉRMICO NA ATIVIDADE DIÁRIA DE *Tropidurus hygomi* (SQUAMATA: TROPIDURIDAE) EM RESTINGAS DO NORDESTE DO BRASIL

*Karina Vieira Martins*¹, *Hugo Andrade*^{1,2} & *Eduardo José dos Reis Dias*^{1,2*}

¹ Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Diversidade Animal, Rua Barão de Geremoabo, 147, Campus de Ondina, CEP 40170-290, Salvador, BA, Brasil.

² Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Biociências, Laboratório de Biologia e Ecologia de Vertebrados, Campus Alberto de Carvalho, Rua Vereador Olímpio Grande, s/n, Centro, CEP 49500-000, Itabaiana, SE, Brasil.

E-mails: karinamartinns@gmail.com; hugoandrade915@gmail.com; ejrdias@hotmail.com (*autor correspondente)

Resumo: Lagartos alcançam um ótimo de temperatura corpórea através de mecanismos comportamentais como modificação da posição do corpo em relação ao sol ou movendo-se para sítios de termorregulação. Dentro do contexto da relação entre padrões comportamentais, temperatura corpórea e uso do microhabitat, esse trabalho teve o objetivo de descrever e analisar as atividades diárias de *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae), relacionando a influência do ambiente térmico no tempo de investimento em termorregulação de duas populações disjuntas em áreas de restinga no Nordeste do Brasil, municípios de Jandaíra, Bahia, e Pirambu, Sergipe. Os valores obtidos para as variações da temperatura do substrato (ΔT_s) e do ar (ΔT_a) para as populações de *T. hygomi* analisadas sugerem comportamento de termorregulação ativa. As médias de valores de ΔT_s foram menores que as de ΔT_a o que indica a temperatura do substrato como principal fonte de calor durante a termorregulação de *T. hygomi*. Os comportamentos variaram pouco ao longo do dia nas duas restingas, com predomínio da termorregulação empoleirado e baixa locomoção entre as manchas de vegetação. A diferença na heterogeneidade ambiental entre as restingas, evidenciada pela maior média de altura de vegetação em Pirambu, não influenciou os padrões comportamentais e as temperaturas corporais da espécie, mostrando que este lagarto mantém um padrão térmico conservativo ao longo de sua distribuição geográfica.

Palavras-chave: comportamento; comportamento de forrageio; temperatura; termorregulação.

THERMAL ENVIRONMENT EFFECT IN DAILY ACTIVITY OF *Tropidurus hygomi* (SQUAMATA: TROPIDURIDAE) IN RESTINGAS OF THE NORTHEASTERN BRAZIL. Lizards reach an optimal body temperature through behavioral mechanisms such as change of body position to the sun or moving from sites of thermoregulation. Within the context of the relationship between behavioral patterns, body temperature and microhabitat use, this work aimed to describe and analyze the daily activities of *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae), relating the influence of the thermal environment in the time of investment in thermoregulation of two disjunct populations in “Restinga” areas in Northeastern Brazil, municipalities of Jandaíra, state of Bahia, and Pirambu, state of Sergipe. The values obtained for the variation in substrate (ΔT_s) and air (ΔT_a) temperatures for the analyzed populations of *T. hygomi* suggest active thermoregulation behavior. The mean values of ΔT_s were lower than the mean values of ΔT_a , which indicates the substrate temperature as the main heat source during the thermoregulation of *T. hygomi*.

The behaviors varied little along of the day in the two “restingas”, with a predominance of perched thermoregulation and low locomotion among vegetation patches. The difference in environmental heterogeneity between the “restingas” evidenced by the higher mean height of vegetation in Pirambu did not influenced the behavioral patterns and the body temperatures of the species, showing that this lizard maintains a conservative thermal pattern along its geographic distribution.

Keywords: behavior; foraging behavior; temperature; thermoregulation.

INTRODUÇÃO

Os efeitos das variações da temperatura ambiental sobre organismos ectotérmicos terrestres têm recebido grande atenção nos últimos anos com diversos estudos que demonstraram risco de extinção para diversas espécies em todo o mundo (e.g., Parmesan 2006, Walther 2010, Somero 2012). Em espécies de lagartos, esse risco é frequentemente associado à latitude de sua distribuição geográfica, sendo que nas regiões tropicais as espécies seriam mais sensíveis às flutuações térmicas por mudanças das temperaturas globais (Huey *et al.* 2009). Sendo assim, mudanças na temperatura ambiental podem diminuir o tempo de atividade de certas espécies, comprometendo seus ciclos biológicos e levando ao risco de extinção (Sinervo *et al.* 2010). Estudos que demonstrem o efeito da temperatura no comportamento e atividade em lagartos são importantes para avaliar este efeito de forma mais prática.

Nos lagartos, os fatores ambientais exercem certa força de seleção para que as espécies busquem melhores condições para alcançar uma maior aptidão (*fitness*) e, em especial, a temperatura do ambiente é uma destas forças que varia ao longo do dia promovendo diferenças na temperatura corpórea e, conseqüentemente, na atividade dos lagartos (Pianka & Vitt 2003). Por esta razão, a termorregulação comportamental e a seleção de habitat exercem um papel fundamental na história de vida dos lagartos porque a temperatura corporal é fortemente influenciada pela temperatura ambiental (Grigg & Buckley 2013).

A seleção de estratégias comportamentais confere uma maior vantagem aos lagartos, pois o comportamento tende a variar muito mais no tempo do que os padrões fisiológicos (Vidal *et al.*

2010), ou seja, os lagartos utilizam mecanismos comportamentais adaptáveis para a regulação da temperatura corpórea (Huey 1974, Huey & Slatkin 1976, Bennett 1980) que, por sua vez, influenciam no tempo de atividade, na seleção de microhabitats térmicos apropriados e nos ajustes da posição do corpo em relação às fontes de calor (Van Sluys 1992, Bauwens *et al.* 1999, Kiefer *et al.* 2007, Ribeiro *et al.* 2007, Vidal *et al.* 2010), levando estes animais a transitarem entre áreas ensolaradas e sombreadas, aumentando ou reduzindo o grau de achatamento do corpo em relação ao substrato (Huey 1974, Huey & Slatkin 1976, Bennett 1980).

De maneira geral, lagartos que vivem em áreas de mata apresentam esse padrão com atividades diárias mais curtas quando comparados com espécies de áreas abertas (Huey & Stevenson 1979, Bergallo & Rocha 1993). Por outro lado, a temperatura corpórea de lagartos heliotérmicos é um exemplo de manutenção da temperatura corpórea relativamente alta através de mecanismos comportamentais, o que pode ser chamado de termorregulação ativa como, por exemplo, observado por Kiefer *et al.* (2007) para populações de *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae) de restinga.

As espécies de tropidurídeos do grupo *torquatus* são consideradas forrageadoras de espreita, que vivem em áreas abertas com hábito heliófilo, possuem dieta predominantemente insetívora, geralmente ativos ao longo de todo o dia e seu período de atividade tende a ser mais longo do que o de outras espécies de lagartos simpátricas (Rodrigues 1987, Vitt 1995, Hatano *et al.* 2001, Van Sluys *et al.* 2004, Vargens *et al.* 2008, Rocha *et al.* 2009).

O caráter conservativo da temperatura já foi demonstrado em diversos estudos com os lagartos do gênero *Tropidurus* (Squamata, Tropiduridae),

onde a temperatura média em atividade na maioria das espécies é alta (33-35°C) como, por exemplo, em *T. oreadicus* que foi de 35,2°C na Amazônia (Rocha & Bergallo 1990), 34,2°C em *T. spinulosus* no Chaco da Argentina (Cruz 1998), 33,6°C em *T. hispidus*, 35,1°C em *T. semitaeniatus* na Caatinga (Ribeiro & Freire 2010) e 33,0°C em *T. hygomi* em uma restinga da Bahia (Vargens *et al.* 2008). Entretanto, para algumas espécies a temperatura se mostrou abaixo do padrão geral, como em *T. montanus* (31,7°C) na Serra do Espinhaço em Minas Gerais (Van Sluys *et al.* 2004) e em *T. torquatus* (31,2°C) na Zona da Mata de Minas Gerais (Ribeiro *et al.* 2007), indicando que o ambiente térmico tem papel fundamental na regulação da temperatura corpórea destes lagartos.

Tropidurus hygomi é uma espécie de lagarto com distribuição geográfica restrita, ocorrendo em uma faixa litorânea de aproximadamente 400 km, do litoral norte do estado da Bahia ao litoral norte do estado de Sergipe (Vanzolini & Gomes 1979, Vargens *et al.* 2008), e em uma população isolada na Serra de Itabaiana no estado de Sergipe (Carvalho & Villar 2005), no nordeste do Brasil. Recentemente esta espécie foi classificada como ameaçada de extinção na categoria vulnerável (VU A2bc) (Brasil 2015), não havendo estudos sobre sua história natural.

Por esta razão, o objetivo do presente trabalho foi descrever e analisar as atividades diárias de indivíduos da espécie *T. hygomi*, relacionando a influência do ambiente térmico no tempo de investimento em termorregulação em duas áreas de restinga no nordeste do Brasil. Nossas hipóteses são (1) que *T. hygomi* investe mais tempo no comportamento de termorregulação quando comparado com outros comportamentos, e (2) que *T. hygomi* tem termorregulação conservativa que não varia ao longo de sua distribuição geográfica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi conduzido em duas áreas de restinga do nordeste brasileiro, distantes aproximadamente 185 km: Costa Azul (11°40'28"S, 37°29'03"O), no município de Jandaíra, estado da

Bahia, e Pirambu (10°43'52"S, 36°50'48"O), no município de Pirambu, estado de Sergipe (Figura 1). Na região predomina um clima quente e úmido, com estação seca no verão (dezembro a março) (Climate-data.org 2017).

Coleta e análise dos dados

Termorregulação: As informações sobre a ecologia térmica de *T. hygomi* foram obtidas durante o verão, entre janeiro e março de 2010 na restinga de Costa Azul e entre dezembro de 2010 e janeiro de 2011 na restinga de Pirambu, das 06:00 h às 18:00 h, em períodos de 10 dias, com um esforço amostral de 120 h em cada restinga estudada.

Os lagartos foram capturados em 12 pontos aleatórios espalhados pelas duas restingas. Para cada animal capturado foram registrados no exato ponto do primeiro avistamento: a) o horário de coleta; b) as temperaturas corpórea (T_c ; medida na cloaca durante o primeiro minuto após a captura), do substrato (T_s) e do ar (T_a ; a 1 cm do chão), com termômetro digital de leitura rápida Schulteis® de mercúrio, com um sensor (fio de fino calibre) externo para aferição da temperatura (precisão 0,2 °C); e c) o grau de sombreamento do local de captura por meio da altura da vegetação com trena (precisão 1,0 cm). Os indivíduos capturados foram soltos no mesmo local após serem marcados com tinta atóxica para evitar recapturas durante os dez dias de coleta.

Para avaliar a importância relativa das fontes de calor, foi utilizada análise de regressão múltipla entre a temperatura corpórea do lagarto e as temperaturas do ar e do substrato (Zar 1999). Diferenças na temperatura corpórea entre os intervalos de hora em cada área foram avaliadas através de análise de variância (ANOVA). Para comparar as temperaturas corpóreas dos indivíduos das duas populações foi utilizado o teste t de Student e para comparar a temperatura do ar e do substrato entre as duas áreas foi utilizado o teste de Mann-Whitney (Zar 1999).

Para avaliar o grau de termorregulação ativa em cada população estudada foi calculada a diferença entre a temperatura corpórea em atividade (T_c) e as temperaturas ambientais (T_s e T_a), $\Delta T_s = [T_c - T_s]$ e $\Delta T_a = [T_c - T_a]$, onde ΔT_s é a variação da temperatura do substrato e ΔT_a é a variação da temperatura do ar (Vrcibradic & Rocha 1998, Kiefer *et al.* 2007). O grau de termorregula-

ção ativa é estimado pelas diferenças entre a temperatura corpórea e as temperaturas do ambiente. Maiores valores absolutos de ΔT_s e ΔT_a , indicam alto grau de termorregulação (termorregulação ativa) em relação às temperaturas do substrato e do ar no microhabitat, respectivamente (Vrcibradic & Rocha 1998, Kiefer *et al.* 2007).

As médias de ΔT_s e ΔT_a foram calculadas para cada população de *T. hygomi* usando média aritmética \pm desvio padrão. O grau de termorregulação foi estimado pelo cálculo da porcentagem de valores negativos (Vrcibradic & Rocha 1998, Kiefer *et al.* 2007).

Comportamentos: As atividades diárias dos lagartos foram avaliadas antes da coleta dos indivíduos para medição da temperatura corpórea. A cada intervalo de hora (1 ponto/hora) foi observado um indivíduo durante cinco minutos, totalizando 600 min durante 10 dias em cada área de estudo. A coleta de dados das atividades dos lagartos foi feita através do método animal focal (Altmann 1974) e foram descartados os focais em que os espécimes observados permaneceram fora de visibilidade por mais de dois minutos. As atividades foram divididas em comportamentos, categorizados como: 1) Empoleiramento (termorregulação), quando o lagarto posicionava seu corpo (cabeça mais elevada que a cauda) em relação ao substrato, e/ou se direcionava para a radiação solar direta aparentemente, visando ajustar sua temperatura corpórea; 2) Empoleiramento (alimentação), quando o lagarto capturava uma presa que se deslocava ao seu encontro; 3) Deslocamento simples, quando o lagarto movimentava-se dentro do microhabitat; 4) Deslocamento e Interações com outros indivíduos (subdividido em (a) Territorial Intraespecífico, quando os indivíduos disputavam espaço na mesma moita; (b) Corte, quando o macho interagia com uma fêmea próxima; e (c) Territorial interespecífico, quando um indivíduo de espécie diferente encontrava-se na mesma moita).

Para avaliar se (1) a frequência dos comportamentos variou ao longo do dia e (2) a taxa de movimentação no ambiente (porcentagem do tempo em que o lagarto se movimentou pelo ambiente com relação ao tempo total observado,

medido em segundos), os valores de cada comportamento obtido em cada intervalo de hora foram convertidos em proporções, depois transformados em arcosseno da raiz quadrada, e utilizados na Análise de Variância (ANOVA). Nesta mesma análise foi verificado por meio do pós-teste de Tukey as diferenças entre os pares de comportamentos. Para avaliar o efeito da área, o tempo de imobilidade foi avaliado utilizando teste *t* de Student com dados transformados como descrito para a ANOVA. Para permitir o uso de testes paramétricos, as variáveis estudadas foram transformadas em log natural sempre que os critérios de normalidade e homocedasticidade dos dados não foram alcançados e o nível de significância utilizado foi de 0,05.



Figura 1. Áreas de estudo nos municípios de Pirambu (PIR; 10°43'52"S, 36°50'48"W) e Jandaíra (JAND; 11°40'28"S, 37°29'03"W) na região nordeste do Brasil.

Figure 1. Studied areas in the municipalities of Pirambu (PIR; 10°43'52"S; 36°50'48"W) and Jandaíra (JAND; 11°40'28"S, 37°29'03"W) in Northeastern Brazil.

RESULTADOS

Tropidurus hygomi apresentou na restinga de Costa Azul uma T_c média de $35,3 \pm 2,2^\circ\text{C}$ ($29,7^\circ\text{C}$ - $40,5^\circ\text{C}$; $N = 114$), e em Pirambu de $35,2 \pm 1,9^\circ\text{C}$ ($29,3^\circ\text{C}$ - $39,0^\circ\text{C}$; $N = 67$). Não houve diferença significativa quando comparadas as T_c de *T. hygomi* entre as áreas ($t_{1,177} = -0,4124$; $p = 0,68$) (Figura 2). No entanto, houve diferença significativa na T_c em atividade de *T. hygomi* entre os intervalos de hora em Costa Azul ($F_{10,103} = 6,67$; $r^2 = 0,39$; $p < 0,05$) e em Pirambu ($F_{9,57} = 4,52$; $r^2 = 0,41$; $p < 0,05$).

Em Costa Azul, a T_a apresentou média de $33,4 \pm 2,0^\circ\text{C}$ ($28,2^\circ\text{C}$ - $38,2^\circ\text{C}$; $N = 114$) e a T_s de $33,1 \pm 2,4^\circ\text{C}$ ($26,7^\circ\text{C}$ - $42,7^\circ\text{C}$; $N = 114$). Já em Pirambu, a T_a média foi de $31,9 \pm 2,1^\circ\text{C}$ ($28,0^\circ\text{C}$ - $38,7^\circ\text{C}$; $N = 67$) e a T_s de $32,1 \pm 3,2^\circ\text{C}$ ($26,9^\circ\text{C}$ - $43,1^\circ\text{C}$; $N = 67$). Costa Azul e Pirambu apresentaram diferenças significativas para T_s (Mann-Whitney, $U = 2635,5$; $p < 0,001$) e T_a (Mann-Whitney, $U = 2048,5$; $p < 0,001$).

A regressão linear múltipla mostrou que T_a e T_s , em conjunto, afetaram a temperatura em atividade de *T. hygomi* em Costa Azul ($R^2 = 0,53$; $F_{2,111} = 62,53$; $p < 0,001$). Nesta mesma análise quando analisado o resultado de cada variável independente em separado, ambas as variáveis também afetaram ($p < 0,05$) a T_c dos lagartos. O mesmo ocorreu na restinga de Pirambu ($R^2 = 0,49$; $F_{2,64} = 31,39$; $p < 0,001$), porém apenas a T_a se mostrou significativa ($p < 0,001$) quando analisada separadamente da T_s ($p > 0,05$) (Figuras 3 e 4).

Os valores de ΔT_s foram menores que os valores de ΔT_a em ambas as populações de *T. hygomi*. Para a restinga de Costa Azul, o valor de ΔT_s ($2,02 \pm 1,95$; $N = 114$) foi menor, diferindo significativamente ($t_{1,196} = 2,08$; $p < 0,05$) do valor de ΔT_s para a restinga de Pirambu ($2,77 \pm 2,71$; $N = 67$). O mesmo padrão se repetiu para o ΔT_a , que em Costa Azul ($1,70 \pm 1,77$; $N = 114$) foi menor e diferiu significativamente ($t_{1,196} = 4,97$; $p < 0,05$) de Pirambu ($3,01 \pm 1,78$; $N = 67$). Em Pirambu, a porcentagem de valor negativo para ΔT_s foi de 11,9% e ΔT_a de 1,49%, e na Costa Azul apresentou porcentagem de valor negativo de 10,5% para ΔT_s e de 8,77% para ΔT_a .

Tropidurus hygomi utilizou na restinga de Costa Azul microhabitats com uma média de

altura de vegetação de $1,82 \pm 0,97$ m ($0,47$ m - $5,00$ m; $N = 114$) e na restinga de Pirambu com uma média de $2,93 \pm 1,05$ m ($1,00$ m - $5,00$ m; $N = 67$), havendo diferença quando comparada as duas áreas de estudo ($t_{1,177} = -4,11$; $p < 0,05$) (Figura 5). A T_c dos lagartos não apresentou relação significativa com a altura da vegetação dos seus microhabitats em Costa Azul ($R^2 = 0,03$; $F_{1,111} = 3,56$; $p > 0,05$), mas foi significativa para Pirambu ($R^2 = 0,05$; $F_{1,65} = 4,03$; $p < 0,05$).

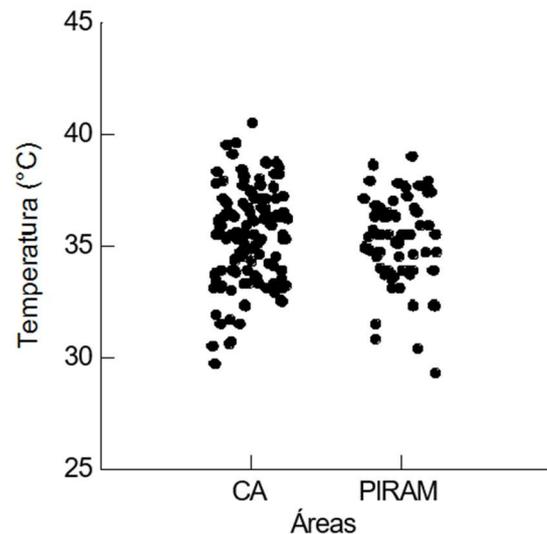


Figura 2. Temperatura corpórea em atividade ($^\circ\text{C}$) de *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) durante cada intervalo de hora no período de janeiro a março de 2010 na restinga de Costa Azul (CA), estado da Bahia, e de dezembro de 2010, a janeiro de 2011, na restinga de Pirambu (PIRAM), estado de Sergipe, nordeste do Brasil.

Figure 2. Body temperature in activity ($^\circ\text{C}$) of *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) over each interval of hour from January to March, 2010, in the restinga of Costa Azul (CA), Bahia state, and from December, 2010, to January, 2011, in the restinga of Pirambu (PIRAM), Sergipe state, northeastern Brazil.

Pela manhã era comum observar *T. hygomi* exposto com a região dorsal do corpo e a cabeça levantada em direção ao sol. No final da tarde foi possível observar que os lagartos estavam, quase sempre, com a parte ventral do corpo em contato com o substrato e a cabeça não mais elevada, como no início da manhã. Nesse período também foi observado o momento em que os espécimes cavavam suas tocas na areia, o que indica que ao final da tarde (em torno das 17:00 h), com os microhabitats quase completamente sombreados, *T. hygomi* cessa suas atividades diárias e procura refúgio. Foi possível observar também cópula em

dois momentos, o que sugere que a espécie estava em período de reprodução durante estas observações de campo. Interações com outras espécies de lagartos foram poucas vezes observadas e apenas com o sintópico *Ameivula ocellifera* (Squamata, Teiidae) em encontros ocasionais dentro das moitas, onde *T. hygomi* exibiu comportamento territorialista expulsando os indivíduos da moita. Outro comportamento observado foi de agressão a outros indivíduos da sua população, com perseguições entre lagartos adultos.

Com relação ao padrão de comportamento, na restinga de Pirambu (N = 92) *T. hygomi* foi visto principalmente empoleirado termorregulando (49,5%), seguido do comportamento de empoleirado alimentando-se (19,8%), deslocamento

deslocamento com interações com outros indivíduos (8,5%).

Os comportamentos variaram entre si ao longo do dia na restinga de Pirambu (ANOVA $F_{3,44} = 6,65$; $r^2 = 2,29$; $p < 0,05$) e o pós-teste de Tukey mostrou que ao longo do dia o comportamento de termorregulação diferiu de todos os outros comportamentos, os quais não diferiram entre si (Tabela 1). Em Costa Azul, os comportamentos diferiram significativamente entre si (ANOVA $F_{3,44} = 9,18$; $r^2 = 1,55$; $p < 0,05$) e o pós-teste de Tukey mostrou que o comportamento de termorregulação não diferiu do comportamento de alimentação e o deslocamento não diferiu daquele de interação com outro indivíduo (Tabela 2).

A taxa de movimentação no ambiente (medida em segundos) de *T. hygomi* com base nos cinco

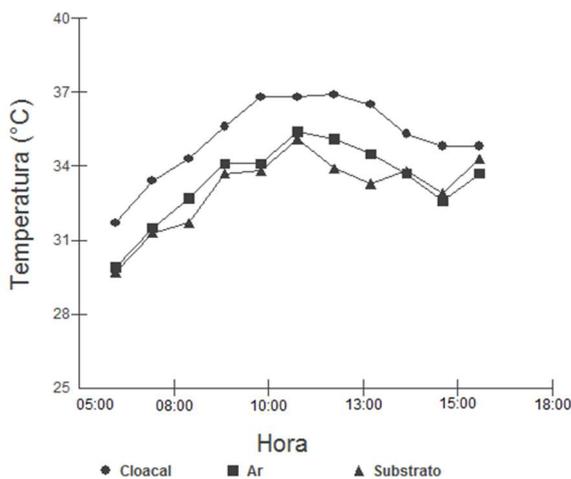


Figura 3. Variação diária da temperatura corpórea (T°C cloacal) do lagarto *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) e das temperaturas do ar (T°C ar) e do substrato (T°C substrato) na restinga de Costa Azul, Jandaíra, estado da Bahia, nordeste do Brasil.

Figure 3. Variation of the daily body temperature (T°C cloacal) of the lizard *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) and air (T°C ar) and substrate (T°C substrato) temperatures in restinga of Costa Azul, Jandaíra, Bahia state, Northeastern of the Brazil.

simples (19,8%) e por deslocamento com interações com outros indivíduos (10,9%). Em Costa Azul (N = 119), o principal comportamento foi empoleirado termorregulando (44,5%), seguido do comportamento de empoleirado alimentando-se (24,4%), deslocamento simples (22,6%) e por

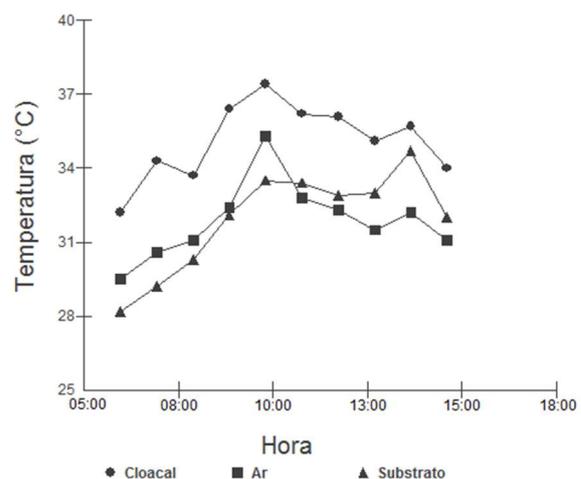


Figura 4. Variação diária da temperatura corpórea (T°C cloacal) do lagarto *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) e das temperaturas do ar (T°C ar) e do substrato (T°C substrato) na restinga de Pirambu, estado do Sergipe, nordeste do Brasil.

Figure 4. Variation of the daily body temperature (T°C cloacal) of the lizard *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) and air (T°C ar) and substrate (T°C substrato) temperatures in restinga of Pirambu, Sergipe state, Northeastern of the Brazil.

minutos de observação/indivíduo foi de $0,14 \pm 0,22$ % em Costa Azul e de $0,14 \pm 0,14$ % em Pirambu, não havendo diferença significativa entre as duas áreas ($t_{1,10} = 0,30$; $p > 0,05$). Em Costa Azul a taxa de movimento não diferiu significativamente entre as classes de horas ao

longo do dia (ANOVA $F_{10, 107} = 2,04$; $r^2 = 0,03$; $p > 0,05$). Em Pirambu, *T. hygomi* seguiu o mesmo padrão de atividade observado em Costa Azul, sem diferença significativa da taxa de movimento ao longo das horas do dia (ANOVA $F_{10, 80} = 0,81$; $r^2 = 0,05$; $p > 0,05$). Em ambas as áreas, a taxa de

movimentação de *T. hygomi* no ambiente aumentou das 06:00 h às 11:00 h, diminuindo nas horas mais quentes (12:00 às 14:00 h), voltando a aumentar das 15:00 h às 16:00 h, reduzindo a partir das 17:00 h, com os indivíduos se tornando inativos ou se refugiando em tocas sob a areia.

Tabela 1. Valor de significância do pós-teste de Tukey para os comportamentos apresentados por *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) ao longo do dia na restinga Costa Azul, no município de Jandaíra, estado da Bahia. ns = resultados não significativos.

Table 1. Significance result of the Tukey post-test for the behavior presented by *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) throughout the day in the Costa Azul restinga, in the municipality of Jandaíra, Bahia state. ns = non significant results.

| Comportamentos | Termorregulação | Alimentação | Deslocamento simples | Deslocamento/ Interações |
|--------------------------|-----------------|-------------|----------------------|--------------------------|
| Termorregulação | - | ns | < 0,05 | < 0,01 |
| Alimentação | - | - | < 0,05 | < 0,05 |
| Deslocamento simples | - | - | - | ns |
| Deslocamento/ Interações | - | - | - | - |

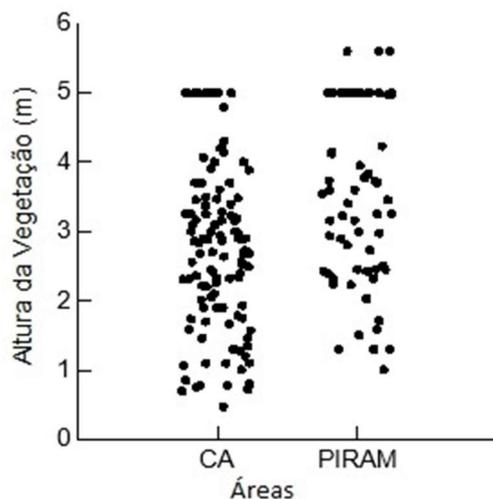


Figura 5. Altura de vegetação (m) dos microhabitats utilizados por *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) nas restingas de Costa Azul (CA) (n= 114) e Pirambu (PIRAM) (n=67), nordeste do Brasil.

Figure 5. Height of the vegetation (m) of the microhabitats used by *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) in restingas of Costa Azul (CA) (n=14) and Pirambu (PIRAM) (n=67), Northeastern of the Brazil.

DISCUSSÃO

Durante o nosso estudo, *T. hygomi* apresentou dois tipos de comportamentos principais: o comportamento de empoleiramento/termorregulação e o comportamento de empoleiramento/alimentação. Esses resultados estão de acordo com o observado em outros estudos para a família Tropiduridae (e.g., Hatano *et al.* 2001, Kiefer *et al.* 2007, Sepúlveda *et al.* 2008, Ribeiro *et al.* 2009, Vidal *et al.* 2010), um padrão sedentário para a espécie, já que são tipos de comportamentos que exigem baixa movimentação dentro do habitat.

As duas áreas de restinga apresentaram estruturas vegetacionais distintas, diferindo principalmente na altura média da vegetação, o que em geral pode afetar na temperatura final do microhabitat. Acreditamos que a restinga de Pirambu tenha temperaturas mais baixas no substrato em decorrência da vegetação possuir altura superior quando comparada com a restinga de Costa Azul e, portanto, tem uma maior área de sombreamento. Entretanto, a temperatura corpórea da espécie não diferiu entre as duas

áreas, mostrando um padrão conservativo deste caráter independente das condições térmicas da área.

As características do habitat de restinga com vegetação baixa e esparsa fornecem condições de luminosidade durante todo o dia, o que permite que o lagarto heliófilo *T. hygomi* explore o nicho temporal diurno em toda sua extensão, mantendo-se ativo durante todo o período luminoso. Espécies de ambientes abertos, como *T.*

hygomi, geralmente confiam em estratégias comportamentais e seleção de microhabitat para evitar o superaquecimento (Kohldorf & Navas 2006), e utilizam os microhabitats disponíveis no ambiente a fim de regular a temperatura corpórea para a manutenção das atividades metabólicas (Pianka & Vitt, 2003).

Tropidurus hygomi apresentou complexo mecanismo comportamental para termorregulação, utilizando durante o dia locais com sol,

Tabela 2. Valor de significância do pós-teste de Tukey para os comportamento apresentados por *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) ao longo do dia no município de Pirambu, estado de Sergipe. ns = resultados não significativos.

Table 2. Significance result of the Tukey post-test for the behavior presented by *Tropidurus hygomi* (Squamata, Tropiduridae) throughout the day in the municipality of Pirambu, Sergipe state. ns = non significant results.

| Comportamentos | Termorregulação | Alimentação | Deslocamento simples | Deslocamento/ Interações |
|--------------------------|-----------------|-------------|----------------------|--------------------------|
| Termorregulação | - | < 0,05 | < 0,05 | < 0,01 |
| Alimentação | - | - | ns | ns |
| Deslocamento simples | - | - | - | ns |
| Deslocamento/ Interações | - | - | - | - |

alternando para áreas mistas com sol e com manchas de sombra e locais totalmente sombreados para atingir a temperatura ideal, assim como visto por Van Sluys (1992) para *T. itambere* e Ribeiro *et al.* (2007) para *T. torquatus*, ambos em áreas do sudeste brasileiro.

Os valores obtidos para ΔT_s e ΔT_a para as populações de *T. hygomi* analisadas sugerem comportamento de termorregulação ativa. As médias de valores de ΔT_s foram menores que as médias dos valores de ΔT_a , sugerindo a temperatura do substrato como principal fonte de calor e uma diminuição do efeito da temperatura do ar na termorregulação. Adicionalmente, a porcentagem dos valores negativos foi maior para ΔT_s do que para ΔT_a , sugerindo que *T. hygomi* termorregula mais ativamente em relação à temperatura do substrato. Esses resultados coincidem com o estudo de populações de *T. torquatus* na costa brasileira (Kiefer *et al.* 2007). Entretanto, o grau de termorregulação passiva ou ativa em relação às temperaturas do ambiente pode variar como consequência das diferenças na

importância relativa das fontes de calor para a termorregulação em *T. hygomi*. E como existem outras variáveis ambientais de fonte de calor, como radiação solar direta ou convecção, que não foram medidas no presente estudo, não podemos afirmar quais as outras fontes de calor que também têm maior e/ou menor importância para a termorregulação da espécie.

As populações analisadas de *T. hygomi* não mostraram grandes diferenças entre as temperaturas corpóreas e o padrão comportamental, que não foi influenciado pelo gradiente latitudinal existente entre as áreas estudadas, corroborando a hipótese de conservação filogenética, onde segundo Bogert (1949), espécies tendem a ter uma média similar de temperatura corpórea mesmo habitando diferentes regiões geográficas. Costa Azul apresentou menor altura de vegetação e maiores temperaturas ambientais do que Pirambu, o que poderia ter afetado a disponibilidade de sítios de termorregulação, mas em geral isso não ocorreu e *T. hygomi* mostrou comportamentos termorregulativos padronizados

com suas necessidades fisiológicas em ambas as áreas.

Concluimos que *T. hygomi* apresentou baixa taxa de movimentação no ambiente, semelhante às outras espécies do mesmo gênero. Os mecanismos comportamentais foram eficientes para a manutenção do ótimo de temperatura para a realização das atividades diárias, mesmo com a heterogeneidade ambiental observada entre as duas áreas de estudo, assim os lagartos usaram eficientemente cada ambiente alcançando ótimos comportamentais e térmicos finais semelhantes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Igor Rosário, Rafael Vieira, Breno Moura e Dayvisson Nunes pela colaboração nas atividades de campo, ao ICMBio pela permissão (n°20788-1) para realização do estudo, a Ana Cláudia Delciellos e aos três revisores anônimos pelas valiosas sugestões e ao CNPq por concessão da bolsa de estudos (processo 555441/2009-1) para o primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Adolph, S. C. 1990. Influence of behavioral thermoregulation on microhabitat use by two *Sceloporus* lizards. *Ecology*, 71(1), 315–327. DOI: 10.2307/1940271
- Andrews, R. M. 1998. Geographic variation in field body temperature of *Sceloporus* lizards. *Journal of Thermal Biology*, 23(6), 329–334. DOI: 10.1016/S0306-4565(98)00018-7
- Bauwens, D., Castilla, A. M., & Nouton, P. L. N. 1999. Field body temperatures, activity levels and opportunities for thermoregulation in an extreme microhabitat specialist, the girdled lizard (*Cordylus macropholis*). *Journal of Zoology*, 249(1), 11–18. DOI: 10019.1/11425
- Bennett, A. F. 1980. The thermal dependence of lizard behaviour. *Animal Behavioral*, 28(3), 752–762. DOI: 10.1016/S0003-3472(80)80135-7
- Bergallo, H. G., & Rocha, C. F. D. 1993. Activity patterns and body temperatures of two sympatric lizards with different foraging tactics in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 14(3), 312–315. DOI: 10.1163/156853893X00525
- Bogert, C. M. 1959. How reptiles regulate their body temperature. *Scientific American*, 200, 105–120.
- Bogert, C. M. 1949. Thermoregulation in reptiles: a factor in evolution. *Evolution*, 3, 195–211. DOI: 10.1111/j.1558-5646.1949.tb00021.x
- Carothers, J., Marquet, P. A., & Jaksic, F. M. 1998. Thermal ecology of a *Liolaemus* lizard assemblage along an Andean altitudinal gradient in Chile. *Revista Chilena de História Natural*, 71, 39–50.
- Climate-date.org 2017. Recuperado em 11 de outubro de 2017, na página <http://pt.climate-data.org/location/42971/>
- Dias, E. J. R. 2006. Ecologia e conservação da comunidade de répteis em restingas da costa da Bahia. Tese de Doutorado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. p. 180.
- Dias, E. J. R., & Rocha, C. F. D. 2007. Niche differences between two sympatric whiptail lizards (*Cnemidophorus abaetensis* and *C. ocellifer*, Teiidae) in the restinga habitat of northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67(1), 41–46. DOI: 10.1590/S1519-69842007000100006
- Galdino, C. A. B., Pereira, E. G., Fontes, A. F., & Van Sluys, M. 2006. Defense behavior and tail loss in the endemic lizard *Eurolophosaurus nanuzae* (Squamata, Tropiduridae) from southeastern Brazil. *Phyllomedusa*, 5(1), 25–30. DOI: 10.11606
- Hatano, F. H., Vrcibradic, D., Galdino, C. A. B., Cunha-Barros, M., Rocha, C. F. D., & Van Sluys, M. 2001. Thermal ecology and activity patterns of lizards community of restinga of Jurubatiba, Macaé, RJ. *Revista Brasileira de Biologia*, 61, 287–294.
- Huey, R. B. 1982. Temperature, physiology and the ecology of reptiles. In: C. Gans, & F. H. Pough (Eds.), *Biology of the Reptilia*. pp. 25–91. London: Physiology C. Academy Press.
- Huey, R. B. 1974. Behavioral thermoregulation in lizards: importance of associated costs. *Science*, 184, 1001–1003. DOI: 10.1126/science.184.4140.1001
- Huey, R. B., & Stenvenson, R. D. 1979. Integrating thermal physiology and ecology

- of ectotherms. *American Zoologist*, 19, 357–366. DOI: 10.1093/icb/19.1.357
- Huey, R. B., & Slatkin, M. 1976. Cost and benefits of lizard thermoregulation. *The Quarterly Review of Biology*, 51(3), 363–384. DOI: 10.1086/409470
- Huey, R. B., Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Vitt, L. J., Hertz, P. E., Perez, H. J. A., & Garland, T. 2009. Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. *Proceeding of the Royal Society*, 276, 1939–1948. DOI: 10.1098/rspb.2008.1957
- Kiefer, M. C., Van Sluys, M., & Rocha, C. F. D. 2005. Body temperature of *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae) from coastal populations: Do body temperature vary as long their geographic range? *Journal of Thermal Biology*, 30, 449–456. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2005.05.004
- Kiefer, M. C., Van Sluys, M., & Rocha, C. F. D. 2007. Thermoregulatory behaviour in *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae) from Brazilian coastal populations: an estimate of passive and active thermoregulation in lizards. *Acta Zoologica* 88, 81–87. DOI: 10.1111/j.1463-6395.2007.00254.x
- Kohlsdorf, T., & Navas, C. A. 2006. Ecological constraints on the evolutionary association between field and preferred temperatures in Tropidurinae lizards. *Evolutionary Ecology*, 20, 549–564. DOI: 10.1007/s10682-006-9116-x
- Meira, K. T. R., Faria, R. G., Silva, M. D. M., Miranda, V. T., & Zahn-Silva, W. 2007. História natural de *Tropidurus oreadicus* em uma área de cerrado rupestre do Brasil central. *Biota Neotropica*, 7(2), 155–163.
- Mella, J. E. 2007. Reptiles en el monumento natural el morado (Region metropolitana, Chile): abundancia relativa, distribucion altitudinal y preferencia por rocas de destino tamaño. *Gayana*, 71(1), 16–26.
- Navas, C. A., & Bevier, C. 2001. Thermal dependency of calling performance in the eurythermic frog *Colostethus subpunctatus*. *Herpetologica*, 57, 384–395.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37, 637–669. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.37.091305
- Pianka, E. R., & Vitt, L. J. 2003. *Lizards: Windows to the Evolution of Diversity*. California University press: p. 333.
- Ribeiro, L. B. Gomides, S. C., Santos A. O., & Sousa, B. M. 2007. Thermoregulatory behavior of the saxicolous lizard, *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae), in a rocky outcrop in Minas Gerais, Brazil. *Herpetological Conservation and Biology*, 3(1), 63–70.
- Ribeiro, L. B., Souza, B. M. & Gomides, S. C. 2009. 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* 82, 577–588.
- Rocha, C. F. D. 1994. Introdução à ecologia de lagartos brasileiros. In: L. B. Nascimento, A. Bernardes, & G. A. Cotta (Eds.), *Herpetologia no Brasil I*. pp. 39–57. Belo Horizonte: PUC-MG: 134 p.
- Rocha, C. F. D., & Bergallo, H. G. 1990. Thermal biology and flight distance of *Tropidurus oreadicus* in an area of Amazonian Brazil. *Ethology, Ecology & Evolution*, 2, 263–268. DOI: 10.1080/08927014.1990.9525411
- Rocha, C. F. D., & Bergallo, H. G. 1997. Intercommunity variation in the distribution of abundance of dominant lizard species in restinga habitats. *Ciência e Cultura - Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*, 49, 269–274.
- Rocha, C. F. D., Van Sluys, M., Vrcibradic, D., Kiefer, M. C., Menezes, V. A., & Siqueira, C. C. 2009. Comportamento de termorregulação em lagartos brasileiros. *Oecologia Brasiliensis*, 13, 115–131.
- Rodrigues, M. T. 1987. Sistemática, ecologia e zoogeografia des *Tropidurus* do grupo *torquatus* ao sul do rio Amazonas (Sauria, Iguanidae). *Arquivos de Zoologia*, 31(3), 105–230. DOI: 10.11606/issn.2176-7793.v31i3p105-230
- Sepúlveda, M., Vidal, M. A., Fariña, J. M., & Sabat, P. 2008. Seasonal and geographic variation in thermal biology of the lizard *Microlophus atacamensis* (Squamata: Tropiduridae). *Journal of Thermal Biology*, 33, 141–148. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2007.07.002

- Somero, G. N. 2012. The physiology of global change: linking patterns to mechanisms. *Annual Review of Marine Science*, 4, 39–61. DOI: 10.1146/annurev-marine-120710-100935
- Teixeira-Filho, P., Rocha, C. F. D., & Ribas, S. 1996. Ecologia termal e uso do habitat por *Tropidurus torquatus* (Sauria: Tropiduridae) em uma área de restinga do sudeste do Brasil. In: J. E. Pefaur (Ed.), *Herpetologia Neotropical, Actas del II Congreso Latinoamericano de Herpetologia*. pp. 255–267. Maridá, Venezuela: Consejo de Publicaciones, Universidad de Las Andes.
- Van Sluys, M. 1992. Aspectos da ecologia do lagarto *Tropidurus itambere* (Iguanidae) em uma área do sudoeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 52, 181–185.
- Van Sluys, M., Rocha, C. F. D., Vrcibradic, D., Galdino, C. A. B., & Fontes, A. F. 2004. Diet, activity and microhabitat use of two syntopic *Tropidurus* species (Lacertilia: Tropiduridae) in Minas Gerais, Brazil. *Journal of Herpetology*, 38, 606–611. DOI: 10.1670/218-03N
- Vanzolini, P. E., & Gomes, N. 1979. On *Tropidurus hygomi*: redescription, ecological notes, distribution and history (Sauria, Iguanidae). *Papéis Avulsos de Zoologia, São Paulo*, 32(21), 243–259.
- Vargens, M. M. F., Dias, E. J. R., & Lira-da-Silva, R. M. 2008. Ecologia térmica do lagarto endêmico *Tropidurus hygomi* na restinga de Abaeté, Salvador, Bahia. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 23, 143–156.
- Verrastro, L., & Bujes, C. S. 1998. Ritmo de atividade de *Liolaemus accipitalis* Boulenger, 1885 (Sauria, Tropiduridae) na Praia de Quintão, RS – Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 15(4), 913–920. DOI: 10.1590/S0101-81751998000400009
- Vidal, M. A., Habit, E., Victoriano, P., González-Gajardo, A., & Ortiz, J. C. 2010. Thermo-regulation and activity pattern of the high-mountain lizard *Phymaturus palluma* (Tropiduridae) in Chile. *Zoologia*, 27(1), 13–18. DOI: 10.1590/S1984-46702010000100003
- Vitt, L. J. 1993. Ecology of isolated open formation *Tropidurus* (Reptilia: Tropiduridae) in Amazonian lowland rain forest. *Canadian Journal of Zoology*, 71, 2370–2390. DOI: 10.1139/z93-333
- Vitt, L. J. 1995. The ecology of tropical lizard in the Caatinga of northeast Brazil. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History*, 1, 1–29.
- Vitt, L. J., Zani, P. A., & Caldwell, J. P. 1996. Behavioural ecology of *Tropidurus hispidus* (Spix) on isolated rock outcrops in Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 12, 81–101. DOI: 10.1017/S0266467400009329
- Vrcibradic, D., & Rocha, C. F. D. 1998. The Ecology of the Skink *Mabuya frenata* in an Area of Rock Outcrops in Southeastern Brazil. *Journal of Herpetology*, 32(2), 229–237. DOI: 10.2307/1565302
- Walther, G.-R. 2010. Community and ecosystem responses to recent climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences*, 365, 2019–2024. DOI: 10.1098/rstb.2010.0021
- Zar, J. 1999. *Biostatistical analysis*. 5nd. ed. Prentice Hall press: p. 946

Submetido: 26/01/2017

Aceito: 06/11/2017

Editor Associado: Fábio Maffei